

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

NGUYỄN TRÂM ANH

**NGHIÊN CỨU HỆ SINH THÁI HỒ TÂY TRONG
ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

LUẬN ÁN TIẾN SỸ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

HÀ NỘI - 2021

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

NGHIÊN CỨU HỆ SINH HỒ TÂY TRONG
ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Ngành: Biến đổi khí hậu

Mã số: 9440221

LUẬN ÁN TIẾN SỸ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Tác giả luận án
(Ký, ghi rõ họ tên)



Nguyễn Trâm Anh

Giáo viên hướng dẫn 1
(Ký, ghi rõ họ tên)



PGS. TS. Trịnh Thị Thanh

Giáo viên hướng dẫn 2
(Ký, ghi rõ họ tên)



PGS. TS. Đoàn Hương Mai

HÀ NỘI – 2021

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	1
1. Tính cấp thiết và mục tiêu của luận án	1
1.1 Tính cấp thiết của luận án	1
1.2 Mục tiêu của luận án	2
2. Câu hỏi nghiên cứu	2
3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu	3
3.1 Phạm vi nghiên cứu.....	3
3.2 Đối tượng nghiên cứu	3
4. Luận điểm nghiên cứu của luận án	3
5. Những đóng góp mới của luận án.....	5
6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn.....	5
7. Cấu trúc của luận án	6
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN TÀI LIỆU VỀ NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN HỆ SINH THÁI HỒ	7
1.1 Tổng quan về tác động của biến đổi khí hậu đối với hệ sinh thái hồ	7
1.1.1 Tác động biến đổi khí hậu đến các thành phần phi sinh học của hệ sinh thái hồ đô thị	8
1.1.2 Ảnh hưởng biến đổi khí hậu đến đa dạng sinh học	18
1.1.3 Các chiến lược giảm thiểu tác động biến đổi khí hậu đối với hệ sinh thái hồ.....	19
1.2 Tổng quan các nghiên cứu trong nước về hệ sinh thái và biến đổi khí hậu đối với hệ sinh thái Hồ Tây	20
1.2.1 Tổng quan về sự phát triển hệ sinh thái Hồ Tây	20
1.2.2 Nghiên cứu về tác động của biến đổi khí hậu đối với hồ đô thị ở Việt Nam và Hồ Tây.....	28
1.3 Tiểu kết luận chương 1	31
CHƯƠNG 2: ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....	33

2.1 Địa điểm và đối tượng nghiên cứu	33
2.1.1 Địa điểm nghiên cứu	33
2.1.2 Đối tượng nghiên cứu.....	36
2.1.3 Địa điểm và thời gian thu mẫu	37
2.2 Thời gian nghiên cứu và nguồn số liệu	39
2.2.1 Nghiên cứu về tính chất khí hậu (1960- 2019).....	39
2.2.2 Đặc điểm hệ sinh thái.....	40
2.3 Phương pháp nghiên cứu.....	41
2.3.1 Phương pháp thu thập số liệu	41
2.3.2 Phương pháp phân tích các chỉ tiêu chất lượng trong phòng thí nghiệm	43
2.3.3 Phương pháp xử lý số liệu	44
2.3.4 Các phương pháp đánh giá tổng hợp	44
2.3.5 Phương pháp đánh giá tác động của biến đổi khí hậu	49
2.4 Tiểu kết luận chương 2.....	52
CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VỀ TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐỐI VỚI HỆ SINH THÁI HỒ TÂY	53
3.1 Đánh giá hiện trạng và vai trò của hệ sinh thái Hồ Tây	53
3.1.1 Đánh giá hiện trạng chất lượng nước Hồ Tây	53
3.1.2 Đánh giá chất lượng nước Hồ Tây giai đoạn 2010 - 2020.....	61
3.1.3 Đánh giá hiện trạng thành phần thực vật phù du Hồ Tây.....	68
3.1.4 Đánh giá hiện trạng khu hệ cá Hồ Tây	71
3.1.5 Đánh giá các giá trị/chức năng của dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây.....	75
3.2 Đánh giá mức độ biến đổi khí hậu ở khu vực Hà Nội trong 60 năm	81
3.2.1 Xu thế biến đổi của nhiệt độ trong 60 năm.....	81
3.2.2 Đánh giá mức độ biến đổi lượng mưa trong vòng 60 năm.....	86
3.2.3 Các hiện tượng thời tiết cực đoan	88
3.2.4 Kịch bản biến đổi khí hậu và dự báo tác động cho khu vực Hà Nội	91

3.3 Tác động của biến đổi khí hậu hệ sinh thái Hồ Tây	93
3.3.1 Nhận diện mối quan hệ giữa nhiệt độ, các thông số dinh dưỡng và sự phát triển của tảo.....	93
3.3.2 Tác động của biến đổi khí hậu đến sự phát triển thực vật phù du.....	98
3.3.3 Tác động của biến đổi khí hậu đối với chất lượng nước Hồ Tây.....	105
3.3.4 Tác động của biến đổi khí hậu đến đa dạng khu hệ cá Hồ Tây.....	109
3.3.5 Tác động của biến đổi khí hậu tới dịch vụ hệ sinh thái	113
3.4 Tiểu kết luận chương 3	115
CHƯƠNG 4: ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP GIẢM THIỂU TÁC ĐỘNG	
BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU	119
4.1 Nguyên tắc xây dựng các giải pháp giảm thiểu tác động biến đổi khí hậu.	119
4.2 Áp dụng phương pháp SWOT xây dựng các giải pháp giảm thiểu tác động của BĐKH thúc đẩy hệ sinh thái Hồ Tây phát triển bền vững	121
4.2.1 Mục tiêu 1. Khôi phục và duy trì chất lượng nước	121
4.2.2 Mục tiêu 2. Bảo tồn đa dạng sinh học.....	124
4.2.3 Mục tiêu 3. Hòa hòa với quá trình đô thị hóa tại Hồ Tây.....	125
4.3 Đề xuất các nhóm giải pháp cụ thể.....	128
4.4 Tiểu kết luận chương 4.....	136
KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ.....	138
A. Kết luận.....	138
B. Khuyến nghị	140
DANH MỤC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN	
ÁN.....	141
TÀI LIỆU THAM KHẢO	142
PHỤ LỤC	154

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1: Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu tới yếu tố sinh thái của hồ.....	10
Bảng 1.2: Tác động của biến đổi khí hậu tới chất lượng nước hồ	12
Bảng 1.3: Hàm lượng BOD ₅ , COD trong nước Hồ Tây từ 1990 - 1998.....	21
Bảng 2.1: Vị trí lấy mẫu đợt 1.....	38
Bảng 2.2: Vị trí lấy mẫu đợt 2.....	39
Bảng 2.3: Các phương pháp phân tích hóa học	43
Bảng 2.4: Tiêu chuẩn đánh giá chất lượng nước theo WQI	45
Bảng 2.5: Phân loại chất lượng nước theo chỉ số phú dưỡng	47
Bảng 2.6: Các chi, loài tảo điển hình có khả năng chịu ô nhiễm.....	48
Bảng 2.7: Đánh giá hệ số tương quan.....	49
Bảng 2.8: Tổng hợp phương pháp đánh giá tác động biến đổi khí hậu với hệ sinh thái Hồ Tây	51
Bảng 3.1: Đánh giá chỉ số chất lượng nước	58
Bảng 3.2: Kết quả quan trắc tổng P, tổng N và Chlorophyll – a.....	59
Bảng 3.3: Kết quả tính toán chỉ số TSI và TRIX.....	60
Bảng 3.4: Tổng hợp diễn biến thành phần thực vật phù du từ năm 1996 đến 2018.....	68
Bảng 3.5: Diễn biến mật độ thực vật nổi ở Hồ Tây.....	70
Bảng 3.6: Thành phần và mật độ thực vật phù du tháng 1/2021	70
Bảng 3.7: Diễn biến thành phần loài cá Hồ Tây	71
Bảng 3.8: Diễn biến thành phần loài cá Hồ Tây giai đoạn 1992 -2018.....	72
Bảng 3.9: Sinh trưởng của một số loài cá đặc hữu, quý hiếm ở Hồ Tây.....	73
Bảng 3.10: Kết quả khai thác thủy sản ở Hồ Tây từ năm 2001 đến 2017	74
Bảng 3.11: Mức độ ý nghĩa các dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây.....	75
Bảng 3.12: Kết quả khảo sát hiện trạng các dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây	76
Bảng 3.13: Các hiện tượng thời tiết cực đoan xảy ra tại Hà Nội từ 2016 đến 2020	89

Bảng 3.14: Tương quan giữa nhiệt độ và các dạng Nitơ, photpho	95
Bảng 3.15: Đánh giá mức độ phú dưỡng dựa trên chỉ số TSI	96
Bảng 3.16: Hệ số tương quan giữa hàm lượng Chl.a và các thông số dinh dưỡng.....	97
Bảng 3.17: Tần suất xuất hiện các chi tảo có khả năng chịu ô nhiễm tại Hồ Tây.....	99
Bảng 3.18: Diễn biến thành phần loài vi khuẩn Lam	100
Bảng 3.19: Dự báo ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến thực vật phù du....	105
Bảng 3.20: Dự báo về tác động của biến đổi khí hậu đến	108
Bảng 3.21: Dự báo xu hướng biến đổi khu hệ cá Hồ Tây dưới tác động của biến đổi khí hậu.....	112
Bảng 3.22: Tác động của BĐKH đến các dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây	113
Bảng 4.1: Bảng phân tích SWOT xác định các giải pháp khôi phục chất lượng nước Hồ Tây giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu	122
Bảng 4.2: Bảng phân tích SWOT xác định các giải pháp bảo tồn đa dạng sinh học Hồ Tây giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu.....	124
Bảng 4. 3: Bảng phân tích SWOT xác định các giải pháp phát triển Hồ Tây hài hòa với quá trình đô thị hóa giảm thiểu tác động của BĐKH.....	126

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1.1: Sơ đồ nghiên cứu	32
Hình 2.1: Sơ đồ các vị trí lấy mẫu	38
Hình 3.1: Kết quả DO Hồ Tây ngày 27/7/2020	53
Hình 3.2: Diễn biến DO trong ngày tại Hồ Tây.....	54
Hình 3.3: Kết quả pH Hồ Tây ngày 27/7/2020.....	55
Hình 3.4: Kết quả nồng độ Amoni Hồ Tây tại các điểm đo	56
Hình 3.5: Kết quả hàm lượng Photphat tại các điểm đo	57
Hình 3.6: Đồ thị diễn biến thông số pH của nước Hồ Tây	62
Hình 3.7: Đồ thị thể hiện diễn biến chỉ số BOD ₅ Hồ Tây giai đoạn 2010-2020.	62
Hình 3.8: Đồ thị diễn biến chỉ số COD Hồ Tây giai đoạn 2010-2020	63
Hình 3.9: Đồ thị diễn biến hàm lượng Amoni giai đoạn 2010- 2020.....	63
Hình 3.10: Đồ thị diễn biến hàm lượng Photphat giai đoạn 2010-2020.....	64
Hình 3.11: Diễn biến chỉ số WQI Hồ Tây giai đoạn 2010-2020	65
Hình 3.12: Diễn biến thành phần thực vật phù du từ năm 1996 đến 2018	69
Hình 3.13: Ảnh bùng phát tảo tại Hồ Tây tháng 1/2021.....	71
Hình 3.14: Hồ Tây đoạn qua Yên Phụ (ảnh chụp tháng 1/2021).....	80
Hình 3.15: Nhiệt độ không khí trung bình tháng giai đoạn 1960 – 2019	82
Hình 3.16: Xu hướng nhiệt độ không khí trung bình năm giai đoạn 1960-2019	82
Hình 3.17: Xu hướng nhiệt độ không khí trung bình mùa hè năm giai đoạn 1960-2019.....	83
Hình 3.18: Xu hướng nhiệt độ không khí trung bình mùa đông năm giai đoạn 1960- 2019.....	83
Hình 3.19: Nhiệt độ không khí tối thấp tháng giai đoạn 1960- 2019	84
Hình 3.20: Xu hướng nhiệt độ không khí tối thấp năm giai đoạn 1960-2019	84
Hình 3.21: Nhiệt độ không khí tối cao tháng giai đoạn 1960- 2019	85
Hình 3.22: Xu hướng nhiệt độ không khí tối cao năm giai đoạn 1960 -2019..	86
Hình 3.23: Tổng lượng mưa trung bình năm gia đoạn 1960 đến 2019.....	87
Hình 3.24: Tổng số ngày có mưa trong năm giai đoạn 1960 đến 2019.....	87
Hình 3.25: Mối tương quan giữa nhiệt độ không khí và nhiệt độ nước	94
Hình 3. 26: Sơ đồ mối quan hệ giữa nhiệt độ và các thông số dinh dưỡng....	96
Hình 3.27: Mối quan hệ giữa nhiệt độ và hàm lượng Chl.a	97
Hình 3. 28: Sơ đồ mối quan hệ giữa nhiệt độ, thông số dinh dưỡng và tảo ...	98
Hình 3.29: Sơ đồ tác động BDKH đối với thực vật phù du.....	104
Hình 3.30: Sơ đồ tác động BDKH tới các yếu tố chất lượng nước	107
Hình 3.31: Sơ đồ mối quan hệ giữa nhiệt độ đến sinh trưởng của cá.....	109

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

BĐKH	Biến đổi khí hậu
BVTV	Bảo vệ thực vật
CO ₂	Khí các bô níc
CĐTT	Cực đoan thời tiết
ĐNN	Đất ngập nước
ĐDSH	Đa dạng sinh học
DO (Dissolved Oxygen)	Hàm lượng oxy hòa tan
KKL	Không khí lạnh
KLN	Kim loại nặng
HST	Hệ sinh thái
PTBV	Phát triển bền vững
IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)	Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu
TVPD	Thực vật phù du
TBNN	Trung bình nhiều năm
IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources)	Tổ chức bảo tồn thiên nhiên thế giới

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết và mục tiêu của luận án

1.1 Tính cấp thiết của luận án

Hồ Tây với diện tích mặt nước hơn 500 ha, là hồ đô thị lớn nhất của Thủ đô Hà Nội. Hồ Tây có hệ động thực vật vô cùng phong phú và được xếp trong số 500 hồ có giá trị cần được bảo tồn trên thế giới (ILEC, 2009) [74]. Bên cạnh giá trị đặc sắc về đa dạng sinh học, Hồ Tây còn có nhiều chức năng quan trọng như điều hòa khí hậu, kiểm soát thiên tai, kiểm soát ô nhiễm... Cùng với các di tích lịch sử, văn hóa tín ngưỡng đã tồn tại qua nhiều thế kỷ, Hồ Tây là tài sản vô giá của người dân Hà Nội. Tuy nhiên, quá trình phát triển kinh tế - xã hội và đô thị hóa tại Hà Nội cũng như khu vực quanh Hồ Tây diễn ra một cách nhanh chóng đã gây nhiều tác động bất lợi đến hành lang hồ cũng như nguồn nước hồ dẫn đến hệ quả suy giảm chất lượng nước mặt, gây ảnh hưởng đến hệ sinh thái trong hồ [50].

Hiện nay, một trong những thách thức lớn nhất mà nhân loại đang phải đối mặt là vấn đề biến đổi khí hậu toàn cầu. Hội nghị thượng đỉnh về BĐKH ở Copenhagen (Đan Mạch) tháng 12 năm 2009 đã chính thức xác nhận Việt Nam là một trong những quốc gia chịu ảnh hưởng sâu sắc nhất của BĐKH. Hà Nội cũng không nằm ngoài vùng ảnh hưởng đó. Theo đánh giá của UBND thành phố Hà Nội trong “Kế hoạch hành động ứng phó với BĐKH thành phố Hà Nội” về tác động của BĐKH đối với hệ sinh thái hồ Hà Nội thì BĐKH với xu hướng nhiệt độ tăng cao dẫn đến nhiệt độ nước cũng tăng lên, ảnh hưởng rất lớn đến sự duy trì các hệ sinh thái thủy sinh ở Hà Nội, trong đó có Hồ Tây [46].

Đến nay, trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu về tác động của BĐKH đối với hệ sinh thái hồ. Các nghiên cứu đã khẳng định nhiệt độ không khí, nồng độ CO₂ tăng và các hiện tượng thời tiết cực đoan sẽ dẫn tới thay đổi các đặc trưng vật lý và hóa học của nước, ảnh hưởng tới chất lượng nước hồ, ảnh

hưởng tới sự sống các sinh vật trong hồ. Đồng thời lượng mưa tăng sẽ kéo theo xói mòn, tăng lượng trầm tích cho hồ, giảm tuổi thọ hồ. Các dịch vụ hệ sinh thái của hồ cũng bị ảnh hưởng nghiêm trọng [76].

Tại Hà Nội, BĐKH với các hiện tượng thời tiết cực đoan nắng nóng kéo dài đã gây những tác động bất lợi đến hệ sinh thái Hồ Tây. Hiện tượng cá chết hàng loạt đã xảy ra liên tục tại Hồ Tây vào các năm 2016 và 2018 được cho là một phần do thời tiết thay đổi bất thường [100], [102]. Hiện nay, các nghiên cứu về tác động của BĐKH đối với Hồ Tây bước đầu đã đưa ra cơ sở khoa học về tác động của BĐKH đối với hệ sinh thái Hồ Tây, nhưng chưa phân tích các xu hướng cụ thể mà BĐKH sẽ tác động tới hệ sinh thái hồ [47]. Vì vậy, để góp phần nghiên cứu về tác động của BĐKH đối với hệ sinh thái Hồ Tây, đưa ra các giải pháp nhằm bảo vệ và phát triển hệ sinh thái Hồ Tây trong điều kiện BĐKH, đề tài nghiên cứu được đề xuất là: *“Nghiên cứu hệ sinh thái Hồ Tây trong điều kiện biến đổi khí hậu”*.

1.2 Mục tiêu của luận án

(i) Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến HST Hồ Tây thông qua tác động BĐKH đến thực vật nổi.

(ii) Đề xuất một số giải pháp giảm thiểu tác động BĐKH nhằm phát triển bền vững Hồ Tây.

2. Câu hỏi nghiên cứu

Câu hỏi 1: Xu thế biến đổi chất lượng nước, thực vật phù du và khu hệ cá Hồ Tây và các nguyên nhân ảnh hưởng đến xu thế này?

Câu hỏi 2: Biến đổi khí hậu (nhiệt độ, các cực đoan của nhiệt độ) trong giai đoạn vừa qua có ảnh hưởng như thế nào đối với diễn biến chất lượng hệ sinh thái Hồ Tây, dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây và dự báo tác động trong tương lai của các yếu tố này đối với hệ sinh thái là gì?

Câu hỏi 3: Các biện pháp nào giúp hạn chế diễn biến suy thoái chất lượng nước và đa dạng sinh học Hồ Tây trong bối cảnh biến đổi khí hậu, góp phần duy trì và bảo tồn hệ sinh thái Hồ Tây?

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

3.1 Phạm vi nghiên cứu

Biến đổi khí hậu được thể hiện qua nhiều yếu tố. Luận án chủ yếu tập trung nghiên cứu, phân tích tác động của nhiệt độ, cực đoan thời tiết (nắng nóng kỷ lục và kéo dài) đối với xu thế diễn biến chất lượng nước, đa dạng sinh học (thực vật phù du, khu hệ cá) của hệ sinh thái Hồ Tây. Chế độ mưa (lượng mưa tăng và diễn biến bất thường) được xem xét như là một yếu tố gia tăng tác động đối với một số yếu tố của hệ sinh thái.

3.2 Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu bao gồm các yếu tố chất lượng nước, các loài sinh vật trong hệ sinh thái Hồ Tây và dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây cụ thể như sau:

- Các yếu tố chất lượng nước: nhiệt độ ($t^{\circ}\text{C}$), pH, Oxy hòa tan trong nước (DO), nhu cầu oxy sinh hóa (BOD_5), nhu cầu oxy hóa học (COD), Amoni (N-NH_4^+), Nitrat (N-NO_3^-), tổng Nitơ (TN), Photphat (P-PO_4^{3-}), tổng Photpho (TP).

- Các loài sinh vật trong hệ sinh thái hồ tập trung vào thực vật phù du và khu hệ cá Hồ Tây.

- Dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây: dịch vụ cung cấp, dịch vụ điều tiết, dịch vụ văn hóa, dịch vụ hỗ trợ.

4. Luận điểm nghiên cứu của luận án

Các luận điểm bảo vệ của Luận án gồm:

Luận điểm 1: Biến đổi khí hậu (nhiệt độ và các cực đoan thời tiết) thay đổi các quá trình trao đổi vật chất và năng lượng trong môi trường nước, thúc đẩy sinh trưởng và thay đổi thành phần thực vật phù du, gây ảnh hưởng đến

chất lượng nước và thành phần các loài cá, góp phần làm gia tăng mức độ suy thoái và gây ảnh hưởng đến sự phát triển bền vững hệ sinh thái Hồ Tây.

Luận điểm 2: Có thể giảm thiểu tác động của BĐKH giúp hệ sinh thái Hồ Tây phát triển bền vững thông qua tăng khả năng hồi phục của hệ sinh thái, giảm áp lực do con người tạo ra và tăng bảo tồn đa dạng sinh học bằng các giải pháp thúc đẩy các điểm mạnh (S) và hạn chế các điểm yếu (W) nội tại của hệ sinh thái trên cơ sở xác định các yếu tố ngoại vi có tác động đến hệ sinh thái hồ trong mối quan hệ với BĐKH bao gồm cả thách thức (T) lẫn cơ hội (O).

Trên cơ sở các luận điểm nêu trên, Nghiên cứu tập trung vào các nội dung chủ yếu sau:

- Để chứng minh luận điểm 1: Nghiên cứu tập trung phân tích tổng quan tài liệu trên thế giới và trong nước về ảnh hưởng của BĐKH đến hệ sinh thái hồ. Tiếp theo, nghiên cứu sẽ đánh giá hiện trạng của Hồ Tây và diễn biến của hệ sinh thái Hồ Tây bao gồm diễn biến chất lượng nước, thực vật phù du và khu hệ cá. Đồng thời, nghiên cứu sẽ đánh giá xu thế biến đổi khí hậu tại Hà Nội trong 60 năm nhằm xác định xu thế khí hậu có ảnh hưởng tới hệ sinh thái hồ. Các mối tương quan giữa nhiệt độ và sự phát triển của thực vật phù du, các thông số chất lượng nước được xác định nhằm đánh giá về mức độ ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến xu thế biến đổi của hệ sinh thái. Tác động của các hiện tượng thời tiết cực đoan đối với hệ sinh thái cũng được đánh giá. Trên cơ sở các đánh giá này, nghiên cứu sẽ đưa ra dự báo về các xu thế biến đổi của hệ sinh thái trong điều kiện BĐKH.

- Để chứng minh luận điểm 2: Nghiên cứu kết hợp với các nguyên tắc về chiến lược giảm thiểu tác động của BĐKH đối với hệ sinh thái để bị tổn thương để đưa ra các mục tiêu cần phải đạt được. Trên cơ sở đó, nghiên cứu sử dụng phương pháp phân tích SWOT xác định các yếu tố ngoại vi có tác

động đến hệ sinh thái hồ trong mối quan hệ với BĐKH bao gồm cả thách thức (T) lẫn cơ hội (O) nhằm thúc đẩy các điểm mạnh (S) và hạn chế điểm yếu (W) nội tại HST hồ để đưa ra các giải pháp giảm thiểu tác động BĐKH góp phần thúc đẩy hệ sinh thái Hồ Tây phát triển bền vững.

5. Những đóng góp mới của luận án

- Phân tích và xác định mối tương quan giữa biến đổi tăng nhiệt độ và mật độ tảo, một số thông số dinh dưỡng: biến đổi dẫn đến mật độ tảo tăng, pH tăng, xuất hiện vi khuẩn Lam với mật độ chiếm ưu thế trong quần thể thực vật phù du Hồ Tây.

- Xây dựng phương pháp đánh giá tác động của BĐKH đến hệ sinh thái thủy vực thông qua đánh giá mối tương quan giữa nhiệt độ và sự phát triển của tảo, các tiêu chí chất lượng nước (pH, DO, các muối dinh dưỡng), mức độ phú dưỡng, xác định các mối tương quan giữa thông số khí hậu và môi trường để đánh giá tác động của BĐKH và dự báo diễn biến của BĐKH đối với hệ sinh thái.

6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

- Về mặt khoa học:

Nghiên cứu đã đưa ra phương pháp đánh giá tác động của BĐKH đến hệ sinh thái thủy vực thông qua các mối tương quan giữa thông số khí hậu và các tiêu chí, chỉ số môi trường. Phương pháp đánh giá có thể áp dụng cho các đối tượng nghiên cứu khác.

- Về tính thực tiễn:

Nghiên cứu đã hệ thống hóa diễn biến chất lượng nước và diễn biến hệ sinh thái Hồ Tây trong một thời gian dài. Nội dung nghiên cứu đã cung cấp bức

tranh chung về biến đổi chất lượng nước và hệ sinh thái cũng như dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây làm cơ sở cho việc đề xuất các giải pháp bảo tồn hệ sinh thái hồ.

Các phân tích về tác động BĐKH, đặc trưng là tăng nhiệt độ, thay đổi lượng mưa và các hiện tượng thời tiết cực đoan đến diễn thế chất lượng nước và hệ sinh thái cũng như dịch vụ hệ sinh thái được thực hiện chi tiết với minh chứng rõ ràng cho thấy tác động của BĐKH đến hệ sinh thái là hiện hữu.

7. Cấu trúc của luận án

Ngoài phần Mở đầu, Kết luận và Kiến nghị, Luận án được bố cục thành 4 chương gồm:

- **Chương 1.** Tổng quan nghiên cứu trong và ngoài nước về tác động của BĐKH đến hệ sinh thái hồ.
- **Chương 2.** Đối tượng, phạm vi và nội dung nghiên cứu.
- **Chương 3.** Kết quả nghiên cứu về tác động BĐKH đối với Hồ Tây.
- **Chương 4.** Đề xuất các giải pháp giảm thiểu tác động BĐKH thúc đẩy sự phát triển hệ sinh thái Hồ Tây trong bối cảnh biến đổi khí hậu.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN TÀI LIỆU VỀ NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN HỆ SINH THÁI HỒ

1.1 Tổng quan về tác động của biến đổi khí hậu đối với hệ sinh thái hồ

Các đặc điểm cơ bản của hệ sinh thái hồ đô thị

Hệ sinh thái hồ đô thị là một hệ thống mở hoàn chỉnh gồm các thành phần hữu sinh (quần xã) và các thành phần phi sinh học như không khí, nước và đất khoáng (gọi chung là sinh cảnh). Các thành phần hữu sinh và phi sinh học tương tác thông qua các chu trình dinh dưỡng và dòng năng lượng. Hệ sinh thái bao gồm tương tác giữa các sinh vật và giữa các sinh vật với môi trường của chúng [16].

Năm thành tố để duy trì trạng thái ổn định của hệ sinh thái hồ: (1) Hình dáng (hình dáng và đặc trưng của vực nước) (2) Lượng nước; (3) Chất lượng nước; (4) Hệ thực vật (trên bờ và thủy sinh); (5) Hệ động vật (có và không có xương sống thủy sinh).

Hồ đô thị thuộc loại hồ nông có điều kiện quang hợp tốt và khả năng phú dưỡng cao [16].

Biến đổi khí hậu và các đặc trưng của biến đổi khí hậu

Biến đổi khí hậu

Theo Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC), biến đổi khí hậu là sự biến đổi về trạng thái của hệ thống khí hậu, có thể được nhận biết qua sự biến đổi về trung bình và sự biến động của các thuộc tính của nó, được duy trì trong một thời gian dài, điển hình là hàng thập kỷ hoặc dài hơn. BĐKH có thể do các quá trình tự nhiên bên trong hệ thống khí hậu hoặc do tác động thường xuyên của con người, đặc biệt tăng hiệu ứng nhà kính làm thay đổi thành phần cấu tạo của khí quyển [75].

Các đặc trưng của biến đổi khí hậu toàn cầu

Các đặc trưng của BĐKH toàn cầu quan trắc được trong thời gian 150 năm qua: (i) Biến đổi của nhiệt độ: nhiệt độ tăng rõ rệt ở tất cả các đại dương và châu lục; (ii) Biến đổi lượng mưa: xu thế biến đổi khác nhau ở các khu vực và tiểu khu vực; (iii) Hạn hán và dòng chảy: hạn hán có xu hướng tăng lên và dòng chảy của các dòng sông trên thế giới có xu hướng biến đổi sâu sắc từ thập kỷ này sang thập kỷ khác và giữa các năm trong cùng thập kỷ; (iv) Biến đổi của xoáy thuận nhiệt đới: có sự gia tăng cường độ và thời gian của xoáy thuận nhiệt đới đặc biệt ở khu vực Bắc Thái Bình Dương, Tây Nam Thái Bình Dương, Ấn Độ Dương; (v) Biến đổi nhiệt độ ở các vùng cực và băng quyển: phạm vi băng phủ giảm đi và nhiệt độ trên đỉnh lớp băng vĩnh cửu tăng lên [40].

1.1.1 Tác động biến đổi khí hậu đến các thành phần phi sinh học của hệ sinh thái hồ đô thị

Tác động của BĐKH đến nhiệt độ và thành phần phi sinh học của hệ sinh thái hồ

Nhiệt độ nước là một trong những yếu tố bị ảnh hưởng rõ rệt khi nhiệt độ không khí tăng lên. Các nghiên cứu thực hiện tại Phòng thí nghiệm Jet Propulsion của NASA (JPL) ở California sử dụng dữ liệu vệ tinh cho thấy trong 25 năm qua, các hồ lớn nhất thế giới đang dần nóng lên, có thể tới 4°F (2.2°C). Xu hướng này cao gấp hai lần so với chênh lệch nhiệt độ không khí cùng kỳ, tức là nhiệt độ của nước hồ ấm lên nhanh hơn nhiều so với nhiệt độ của không khí.

Thông qua một mạng lưới các công cụ để theo dõi hồ trên thế giới, một tổ chức gồm những nhà khoa học nghiên cứu về vấn đề này cũng đã được thành lập vào năm 2010, bao gồm 50 thành viên nghiên cứu các hồ lớn trên thế giới (hồ Tahoe ở Bắc Mỹ, hồ Baikal ở Nga, hồ Tanganyika ở Đông Phi) đã tiết lộ rằng 95% các hồ trên thế giới đang nóng lên. Một nghiên cứu khác,

sử dụng các dữ liệu vệ tinh của Châu Âu ghi lại thời gian từ 1992 -2011 chỉ ra rằng các hồ tại Bắc Mỹ và Bắc Âu đang ấm lên nhanh hơn, làm nảy sinh các vấn đề chất lượng nước và tăng lượng tảo độc; Các chuyên gia cũng dự đoán rằng sự tan chảy của các lớp băng bao phủ trên hồ sẽ tăng, ảnh hưởng đến chất lượng nước và mực nước hồ [72].

Cùng với nhiệt độ, các yếu tố phi sinh học khác của hồ cũng bị tác động dưới điều kiện BĐKH. Theo nghiên cứu của Jacoby (Mỹ) và cộng sự (1990), các yếu tố khí hậu như nhiệt độ, ẩm độ, cường độ chiếu sáng, mưa, gió có tác động đến thủy văn hồ, thành phần hóa học nước hồ, chế độ sinh thái hồ. Đồng thời các yếu tố này có tác động tương hỗ trong hệ sinh thái thủy vực. Bảng 1.1 miêu tả các tác động tương hỗ giữa các yếu tố khí hậu, thủy văn, thành phần hóa học nước hồ, sinh thái hồ [76].

Kết quả cho thấy, các yếu tố khí hậu (nhiệt độ, cường độ chiếu sáng, lượng mưa, ẩm độ) thay đổi có ảnh hưởng tới các yếu tố phi sinh học trong hồ. Các thông số thủy lý (nhiệt độ, độ đục), và nồng độ các thông số thủy hóa (hàm lượng oxy hòa tan, ..), sinh trưởng của tảo trong nước của hồ thay đổi theo chiều hướng gia tăng hoặc giảm dưới tác động của các yếu tố khí hậu. Trong đó nhiệt độ không khí có tác động tới nhiều yếu tố phi sinh học và hữu sinh ở hồ, đặc biệt làm tăng sinh trưởng của tảo và dinh dưỡng trong hồ.

Bảng 1.1: Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu tới yếu tố sinh thái của hồ

Ảnh hưởng từ	Ảnh hưởng tới														
	St	If	Fl	Dr	El	Rt	Wl	Ox	Ca	Nu	Sa	pH	Gs	Fs	Bg
Yếu tố khí hậu															
Nhiệt độ	o	+	o	o		o	o	o	o	+	+		+	o	+
Âm độ	o		+	-	o	-	+				o			o	
Cường độ chiếu sáng	o	+	o	o				o	o			o	+	o	o
Mưa	o	o	+	-	+	-	+	o	o	o	-	o		o	
Gió	o	+	o	o	+			o	o	o	o	o		o	o
Sự phân tầng (St)		o				o	o	o	o	o		o	o	o	o
Thời kỳ đóng băng hồ (If)	o		o		o			o	o	o		o	+	o	+
Chế độ Thủy văn															
Lụt (Fl)	o	+		-	+	-	+	o	o	o	-	o	o	o	o
Khô hạn (Dr)	o	o	-		o	+	-	o	o	o	+	o	o	o	o
Xói mòn (El)			o	o				o	o	+	+	o		o	o

Nguồn: Jacoby, 1990 [76]

Ghi chú: St (Stratification): Phân tầng

If (Ice – free period): Thời kỳ không đóng băng

Fl (Floods): Lụt lội

Dr (Drought): Khô hạn

El (Erosion, loading): Xói mòn

Wl (Water level): Mức nước

Ox (Oxygen): Oxy

Ca (Carbon dioxide): CO₂

Nu (Nutrient enrichment): Giàu dinh dưỡng

Sa (Salinity): Độ mặn

Gs (Growth – season length): Thời gian sinh trưởng

Fs (Food chains): Chuỗi thức ăn

Bg (Blue- green algae): Tảo

(+): Ảnh hưởng cùng chiều;

(-): Ảnh hưởng trái chiều;

(o): Các tác động chưa xác định

Không đánh dấu: Không có ảnh hưởng.

Tác động của biến đổi khí hậu đến các yếu tố chất lượng nước

Theo các tác giả Ryding và Rast (1989), các nguồn dinh dưỡng tiềm năng tới hồ bao gồm nguồn dinh dưỡng ngoại lai (external sources) và nguồn dinh dưỡng nội tại (internal sources) [93]. Nguồn dinh dưỡng ngoại lai được phân biệt bởi nguồn dinh dưỡng điểm (point source) và nguồn dinh dưỡng phân tán (diffuse source). Nguồn dinh dưỡng điểm là nguồn dinh dưỡng từ các khu dân cư, các khu công nghiệp qua các đường cống chảy vào hồ. Nguồn dinh dưỡng phân tán là nguồn thải vào hồ qua các quá trình rửa trôi, xói mòn do mưa và do sử dụng nước trên vùng lưu vực của hồ không qua hệ thống cống cố định. Nguồn dinh dưỡng nội tại có nguồn gốc từ quá trình phân hủy, khoáng hóa lượng dinh dưỡng thải ra trong quá trình sống của sinh vật tích tụ trong lớp trầm tích đáy. Chất lượng nước mặt của hồ phản ánh trực tiếp lượng hóa chất nhận được từ các nguồn dinh dưỡng đó.

Cũng theo tác giả Jacoby (1990), các vấn đề về chất lượng nước hồ được chia thành 8 nhóm như sau: phú dưỡng, thiếu oxy, vệ sinh hồ, mặn hóa, axit hóa, gia tăng hàm lượng các chất độc và các ô nhiễm liên quan đến nhiệt. Theo tác giả, thông qua việc đánh giá tác động BĐKH đối với các yếu tố thủy lý, thủy hóa như bảng trên đã trình bày cho thấy chất lượng nước bị ảnh hưởng rõ rệt khi các yếu tố này thay đổi [76]. Kết quả trình bày bảng 1.2.

Bảng 1.2: Tác động của biến đổi khí hậu tới chất lượng nước hồ

Nguyên nhân	Các vấn đề tác động							
	E	O	H	S	A	X	M	T
Khí hậu								
Nhiệt độ	+	+	o	+				+
Âm độ				-				+
Bức xạ mặt trời	o	+		+			+	+
Mưa				-	+	o		-
Gió	o	-		+	o	o	o	-
Nhiệt và thủy lực								
Phân tầng	o	o	o			o	o	o
Chu kì đóng băng	+	o	o				o	+
Thủy văn								
Lụt	o	o	+	-	o	o	o	-
Hạn hán	o	o		+	o		o	+
Xói mòn	+	+	+	+	o	+	+	
Thời gian lưu	+	+	o	+	o	+	o	+
Tảo lục	+	+	+			+	+	
Các vấn đề								
Phú dưỡng(E)		+				-	+	+
Thiếu oxy (O)	+						+	+
Vệ sinh								
Mặn hóa (S)					-	o		
Axit hóa (A)	-					+	-	
Độc tố (X)								
Độ đục (M)	o	+	+			+		
Nhiệt (T)	+	+	o	+				

Nguồn: Jacoby, 1990 [76]

Ghi chú: E (Eutrophication): phú dưỡng; O (Oxygen depletion): thiếu oxy; H (Hygienic problems): các vấn đề vệ sinh; S (Salinization): Mặn hóa; A (Acidification): axit hóa; X (Toxic and substances cumulative): các chất độc và tích lũy; M (Turbidity and suspended mater): các vấn đề về đục và huyền phù và T (Thermal problems): Các vấn đề liên quan đến nhiệt;

(+): Ảnh hưởng cùng chiều; (-): Ảnh hưởng trái chiều; (o): Các tác động chưa xác định, hoặc các trường hợp cụ thể; Không đánh dấu: Không có ảnh hưởng.

Tác động của nhiệt độ gia tăng đối với chất lượng nước

Hiện tượng phú dưỡng là một trong những vấn đề được nhiều nghiên cứu đề cập đến khi đánh giá tác động của BĐKH đối với chất lượng nước hồ.

Một trong những nguyên nhân khá phổ biến được nhiều nghiên cứu nhận định là do tác động của nhiệt độ tăng.

Theo Mulholland (1997) nhiệt độ không khí tăng kết hợp với nhiệt độ nước và nồng độ CO₂ tăng. Khi các yếu tố này tăng sẽ làm tăng năng suất sinh học và phân hủy do quá trình đồng hóa tăng, các hoạt động sinh học của tầng nước mặt tăng. Quá trình tăng năng suất sẽ dẫn đến thay đổi chu trình dinh dưỡng và thúc đẩy sự phú dưỡng trong hệ thủy sinh với việc thừa dinh dưỡng và yêu cầu oxy gia tăng. Chất lượng nước qua đó cũng bị suy giảm [87].

Nhiệt độ tăng làm tăng năng suất tối đa từ đó làm tăng tình trạng phú dưỡng của hồ [83]. Nhiệt độ cao sẽ ảnh hưởng đến quá trình quang hợp cũng như quá trình hô hấp, kích thích quá trình sản sinh các thực vật trôi nổi [79]. Các sản phẩm sơ cấp được tăng lên sẽ dẫn đến năng suất tối đa sẽ tăng cùng với nhiệt độ tăng, giả định rằng tỷ lệ quay vòng của những hệ này không thay đổi. Với các hồ đã trong tình trạng thực vật phù du chiếm ưu thế, khi nhiệt độ cao sẽ dẫn đến tăng trưởng của tảo, làm nhân đôi số lượng thực vật phù du và động vật trôi nổi do tảo là thức ăn cho động vật trôi nổi. Các tác giả Kiham và Porter (1996) dự đoán rằng ảnh hưởng của nhiệt độ tăng lên thực vật phù du sẽ đồng thời với ảnh hưởng lên sự gia tăng dinh dưỡng. Như vậy nhiệt độ cao sẽ ảnh hưởng đến quang hợp, hô hấp và dẫn đến năng suất tối đa của sinh vật sản xuất sơ cấp tăng lên. Tác động này của BĐKH làm tăng quá trình phú dưỡng ở hồ [79], [89].

Nhiệt độ gia tăng còn liên quan chặt chẽ tới hoạt động vi sinh vật lớp trầm tích đáy trong hồ làm gia tăng hiện tượng phú dưỡng. Theo Waal, Hà Lan (2010) nhiệt độ tăng lên kích thích hoạt động của vi sinh vật và tỷ lệ các phản ứng có sự tham gia của vi sinh vật tăng lên, tỷ lệ các bon hữu cơ hòa tan tăng lên, làm tăng dinh dưỡng của hệ sinh thái, đặc biệt khi có mưa lớn. Đồng thời nhiệt độ nước tăng lên do bức xạ ánh sáng được hấp thu bởi các chất hữu

cơ hòa tan dẫn tới việc giải phóng nhiệt ra nước. Vì vậy các cột nước có hàm lượng các bon hữu cơ hòa tan cao sẽ có khả năng tăng nhiệt độ hơn cột nước có hàm lượng các bon hữu cơ hòa tan thấp ngay cả khi nhiệt độ không khí không tăng. Như vậy hai yếu tố nhiệt độ và chất hữu cơ hòa tan trong nước tác động lẫn nhau làm gia tăng quá trình phú dưỡng của hồ [96].

Nhiệt độ còn ảnh hưởng đến các phản ứng hóa học của hệ nước mặt. Theo Admiraal, Hà Lan (1989) tỷ lệ các phản ứng sinh hóa phụ thuộc vào các yếu tố bao gồm bản chất hóa học và các điều kiện bên ngoài [58]. Nhìn chung nhiệt độ cao sẽ dẫn tới tăng tốc độ các phản ứng hóa học. Trong quá trình nitrat hóa (quá trình hiếu khí), NH_4^+ chuyển thành NO_3^- được sử dụng bởi các sinh vật sản xuất ban đầu (ví dụ vi tảo) và được gọi là quá trình đưa NO_3^- vào nước. Trong quá trình khử nitrat (quá trình yếm khí), NO_3^- được chuyển thành N_2O hoặc N_2 cuối cùng được giải phóng ra khỏi nước vào không khí và làm mất nitrat từ hệ sinh thái thủy sinh. N_2O là một khí nhà kính. Những quá trình như vậy hoặc đóng góp hoặc lấy đi NO_3^- khỏi nước, chúng có khả năng ảnh hưởng đến chất lượng nước và hệ sinh thái. Tốc độ của hai quá trình này tăng lên khi nhiệt độ tăng và vì vậy nồng độ các chất dinh dưỡng trong môi trường bị ảnh hưởng khi trái đất nóng lên. Nitơ (N) và Photpho (P) là những nguyên tố dinh dưỡng quan trọng trong tạo năng suất quang hợp. Tuy nhiên, nếu hàm lượng N quá cao có thể dẫn tới hiện tượng phú dưỡng và sẽ ảnh hưởng bất lợi đến chất lượng nước và điều kiện cư trú của động vật [58].

Oxy hòa tan là một thông số thủy hóa quan trọng để đánh giá chất lượng nước mặt và cho đời sống sinh vật thủy sinh. Oxy hòa tan được sử dụng cho quá trình oxy hóa và phân hủy sinh học các sinh vật thủy sinh. Nguồn ban đầu của oxy hòa tan là khuếch tán từ không khí và do thực vật thủy sinh giải phóng trong quá trình quang hợp. Ruby, Ấn Độ (2018) khi nghiên cứu về tác động của BĐKH đối với nghề cá và thủy sản cho thấy: Nồng độ DO là 5 mg/l

hoặc hơn là phù hợp cho các sinh vật thủy sinh. DO từ 2-3 mg/l là trạng thái thiếu oxy và có thể ảnh hưởng đến đời sống của phần lớn các loài thủy sinh. Trái đất ấm lên ảnh hưởng đến DO trong nước, hàm lượng oxy hòa tan bão hòa trong nước giảm khi nhiệt độ tăng. Nói một cách khác, nhiệt độ tăng lên dẫn đến giảm nồng độ oxy làm suy thoái chất lượng nước. Đồng thời tỷ lệ đồng hóa hiếu khí của phần lớn các động vật máu lạnh và quá trình hô hấp của các vi khuẩn tăng lên khi nhiệt độ tăng. Vì vậy khi nhiệt độ không khí tăng khiến oxy hòa tan giảm trong khi nhu cầu oxy cho các hoạt động sinh học lại tăng càng thúc đẩy sự thiếu hụt oxy trong hệ nước mặt [91].

Nhiệt độ có thể ảnh hưởng tới pH của hệ sinh thái nước ngọt, chủ yếu làm cho nước bị kiềm hóa nhiều hơn là axit hóa. Nguyên nhân chủ yếu do nhiệt độ tăng dẫn đến tạo phát triển mạnh. Điều này dẫn đến giải phóng ion OH^- do sự cân bằng CO_3^{2-} (carbonat) trong nước, làm tăng pH nước. Ảnh hưởng gián tiếp này của BĐKH là ảnh hưởng có lợi đối với áp lực nước bị axit hóa [76].

Theo Wiener và Spry (1996), nhiệt độ tăng cũng làm nồng độ các chất độc tại hồ tăng. Vấn đề này đã được nghiên cứu tại các hệ lưới thức ăn một cách riêng lẻ và đã được tài liệu hóa [97]. Tuy nhiên các dự đoán chung về ảnh hưởng của BĐKH đối với độ độc của các chất ô nhiễm hệ thủy sinh phải tiến hành ngoại suy vì nhìn chung sự hiểu biết về sự tương quan giữa ảnh hưởng nhiệt độ và độ độc còn hạn chế [84]. Theo Cairns (1975) ở mức cá thể, tỷ lệ trao đổi chất thủy nhiệt sẽ tăng khi nhiệt độ tăng. Các chất độc này bị hấp thụ thông qua quá trình tiêu hóa hoặc hô hấp. Độc tính tăng lên khi nhiệt độ tăng khiến khả năng chịu đựng của các sinh vật hữu cơ đối với chất độc sẽ giảm. Thêm vào đó, nhiệt độ làm tăng khả năng tiêu hóa hoặc hấp thụ chất độc do tích lũy sinh học (một số kim loại nặng) có thể dẫn đến sự đồng hóa nhanh hơn [59], [60].

Theo Jacoby (1990), nhiệt độ nước tăng và nồng độ chất dinh dưỡng tăng lên góp phần truyền tải các bệnh do nước sinh ra và các bệnh do nước truyền đi. Đặc biệt đối với hồ không đóng băng và mùa sinh trưởng không bị hạn chế vào mùa đông. Nói cách khác, ô nhiễm thường tăng lên khi các hoạt động sinh học tăng cường. Nhìn chung, ô nhiễm tăng lên trong điều kiện nước ấm hơn là trong điều kiện nước lạnh, trong điều kiện dinh dưỡng cao hơn là trong điều kiện nghèo dinh dưỡng [76].

Tác động của lượng mưa gia tăng với chất lượng nước

Nước mưa cũng ảnh hưởng đến hiện tượng phú dưỡng. Theo Jacoby (1990), chất lượng nước mưa và các yếu tố đầu vào khác trong một đợt hạn hán có thể làm hiện tượng phú dưỡng tăng lên hay giảm đi. Lượng các bon hữu cơ đầu vào tăng sẽ gia tăng các sản phẩm sơ cấp, thúc đẩy sự phú dưỡng và axit hóa nước [76].

Nước mưa làm gia tăng ô nhiễm nước hồ từ các nguồn phân tán. Điều này được nhóm tác giả Mortsch (Canada) và Scheraga (Mỹ) minh chứng khi nghiên cứu về mối tương quan giữa BDKH và chất lượng nước ở Hồ Lớn. Nghiên cứu cho thấy các nguồn ô nhiễm không điễm tăng lên cùng các đợt mưa lớn. Khi cường độ mưa tăng lên làm gia tăng vận chuyển các trầm tích, các chất gây ô nhiễm gắn với trầm tích (Photphorous, amonium, và các loại thuốc trừ sâu) và các loạt chất gây ô nhiễm tan được (nitrat, phosphorous và thuốc trừ sâu) vào hồ. Đồng thời các tác giả cũng nhận thấy cường độ mưa làm gia tăng sự xói mòn đất hơn là tần suất mưa. Cùng với việc gia tăng cường độ mưa, các chất ô nhiễm sẽ chảy vào hồ thông qua các dòng nước mặt hơn là nước ngầm. Loại đất, độ dốc và tỷ lệ che phủ đất là nhân tố ảnh hưởng đến sự tác động của cường độ mưa [85].

Mưa còn ảnh hưởng tới độ đục tại hồ. Theo Foster và Rohling (2013), mưa với cường độ lớn có thể dẫn đến tăng cường xói mòn đất và hậu quả là

tăng độ đục của cột nước. Độ đục làm giảm sự có mặt của ánh sáng tại cột nước và ảnh hưởng tiêu cực đến các sinh vật hữu cơ, thực vật phù du và thực vật bậc cao. Có một vài yếu tố tác động tới quá trình này đặc biệt là sự phát triển của các thực vật phù du và nồng độ photpho tăng lên do quá trình khoáng hóa diễn ra với tốc độ cao hơn trong điều kiện BDKH [67].

Tác động của yếu tố khác đến chất lượng nước hồ

Các hồ nông cũng rất dễ bị phú dưỡng. Theo nghiên cứu của Mooij và cộng sự (2005) về tác động BDKH đối với hồ Hà Lan cho thấy: Phần lớn các hồ ở Hà Lan là hồ nông có độ sâu biến động từ 1 m đến 5 m, chủ yếu tập trung ở lưu vực sông Rhine và có kích thước từ vài hecta đến hơn 100.000 hecta. Do là hồ nông nên tất cả các hồ không phân tầng về nhiệt độ hoặc oxy, trầm tích thường bị ảnh hưởng bởi gió. Ở Hà Lan, nhiệt độ nước hồ thường cao nhất ở tháng 8 từ 20-22°C và thấp nhất ở tháng 1 từ 2-4°C. Các hồ nông thường có hai trạng thái thay thế lẫn nhau đó là trạng thái “trong” khi thực vật bậc cao chiếm ưu thế và trạng thái “đục” khi thực vật trôi nổi chiếm ưu thế. Khi bị phú dưỡng, phần lớn các hồ ở Hà Lan trở nên đục, với độ trong thay đổi từ 0,25 đến 0,5 m vì thế các loài thực vật bậc cao thường bị hạn chế sinh trưởng bởi ánh sáng bị giới hạn. Lưới thức ăn ở các hồ phú dưỡng trong trạng thái đục có thể rất đơn giản do mật độ loài thấp. Thực vật phù du chiếm ưu thế trong suốt thời gian mùa hè (thậm chí cả năm) chủ yếu là các loài tảo với nồng độ Chlorophyll - a thay đổi từ 50 đến 150 µg/l. Động vật nổi chỉ có đại diện một vài loài [83].

Nhận xét:

Trên cơ sở các nghiên cứu trên về ảnh hưởng BDKH tới chất lượng nước hồ cho thấy BDKH đã ảnh hưởng tới hệ sinh thái hồ theo chiều hướng gia tăng trầm trọng các vấn đề về chất lượng nước hồ. Trong các yếu tố khí hậu, nhiệt độ đóng vai trò quan trọng làm thay đổi chất lượng nước hồ do

hiệt độ liên quan chặt chẽ tới các hoạt động trong hệ sinh thái hồ (tăng năng suất hồ, tăng các phản ứng hóa học, tăng hoạt động của vi sinh vật trầm tích đáy), từ đó tác động tới các thông số chất lượng nước hồ. Nghiên cứu cũng sẽ tập trung phân tích các mối tương quan giữa nhiệt độ và thông số chất lượng nước hồ để xác định các rủi ro tiềm tàng có thể xảy ra khi nhiệt độ tăng.

1.1.2 Ảnh hưởng biến đổi khí hậu đến đa dạng sinh học

Báo cáo kỹ thuật Công ước đa dạng sinh học lần thứ 41 của cuộc họp lần 2 nhóm các chuyên gia về ĐDSH và BĐKH nhận định: Từ những sự thay đổi có thể quan sát được cho thấy sự thay đổi về khí hậu và nồng độ CO₂ đã có tác động bất lợi lên các loài và hệ sinh thái tự nhiên, dẫn đến sự thay đổi về ĐDSH chắc chắn sẽ xảy ra. Một số loài và hệ sinh thái đã chứng minh khả năng thích ứng tự nhiên nhưng những hệ khác đã cho thấy tác động bất lợi dưới điều kiện khí hậu thay đổi. Trong đó, hệ sinh thái thủy sinh và đất ngập nước đặc biệt dễ bị tổn thương bởi BĐKH. Các loài đặc hữu cho thấy đặc biệt dễ bị tổn thương do dải nhiệt độ và địa lý hẹp, hạn chế khả năng phân tán và chịu đựng với các mức độ áp lực khác nhau. Cũng theo báo cáo này, dự báo của IPCC thì cứ tăng 1°C bề mặt thì có 10% các loài bị đánh giá là có nguy cơ cao bị tuyệt chủng [94].

Trong các loài thủy sinh thì cá được nghiên cứu khá nhiều về ảnh hưởng của tác động BĐKH đối với sự sinh trưởng và phát triển. Do cá là một loài động vật có xương sống, chiếm tỷ lệ lớn trong hệ sinh thái thủy sinh và sống hầu hết các tầng nước. Có một số nghiên cứu cho thấy nhiệt độ tăng cao làm ảnh hưởng đến cộng đồng các loài có xương sống tại một số dòng suối. Nguyên nhân chủ yếu là nhiệt độ nước có liên quan chặt chẽ với nhiệt độ không khí ở các sông, suối, hồ nông, ao, trong khi hầu hết các loài cá nước ngọt khó điều chỉnh nhiệt độ cơ thể và rất nhạy cảm với sự thay đổi nhiệt độ [64]. Đồng thời các quần thể cá có phản ứng lại với việc nóng lên và một số

áp lực khác. Ở mức độ đơn giản, nhiều loài cá nước ngọt có thể sẽ bị ảnh hưởng bởi biến đổi khí hậu tương tự như các loài trên cạn [63].

Đồng thời nhiệt độ nước tăng, giảm nồng độ oxy, thay đổi tải lượng dinh dưỡng và sự thay đổi chế độ thủy văn sẽ ảnh hưởng đến sản lượng cá tự nhiên và có thể dẫn đến tuyệt chủng một số loài cá trên thế giới. Ở Tây Bắc Tây Ban Nha, sự biến mất của một số loài cá tự nhiên trong vòng 30 năm được cho là do việc giảm dòng chảy, tăng nhiệt độ nước và sử dụng đất rừng. Tương tự, tại vùng sông Cabriel sản lượng cá hồi nâu lớn được dự báo sẽ giảm trong tương lai (2011-2040) là do giảm dòng chảy và tăng nhiệt độ nước [66].

1.1.3 Các chiến lược giảm thiểu tác động biến đổi khí hậu đối với hệ sinh thái hồ

Moss và cộng sự (2011) cho rằng chiến lược giảm thiểu tác động của BĐKH có thể bằng cách tăng khả năng phục hồi tự nhiên của hệ sinh thái chống lại các tác động từ bên ngoài, thông qua giảm áp lực do con người gây ra và tăng bảo tồn đa dạng sinh học. Giải pháp cần tập trung là giảm lượng dinh dưỡng vào hồ như (i) Sử dụng đất ít thâm canh hơn ở vùng lưu vực để giảm trầm tích và dinh dưỡng có thể tràn vào hồ khi mưa; (ii) Thiết lập vùng thảm thực vật ven bờ để tạo vùng đệm hạn chế các nguồn dinh dưỡng chảy trực tiếp vào hồ và tạo điều kiện phát triển đa dạng sinh học; (iii) Cải thiện các công trình thoát nước nhằm ứng phó với các trận lụt gây ảnh hưởng đến hệ sinh thái hồ; (iv) Giảm dinh dưỡng tới hồ bằng cách ngăn nước thải từ các nguồn điểm; (v) Tăng cường kiểm soát sự phát triển của các loài ngoại lai [86].

Hulme (2005), cho rằng chiến lược ứng phó với BĐKH đối với hệ sinh thái nên bao hàm 3 mục đích lớn: (i) Tăng cường sự linh hoạt trong quản lý các hệ sinh thái dễ bị tổn thương (ii) Tăng cường khả năng thích ứng nội tại

của các loài và hệ sinh thái tại các hệ sinh thái dễ bị tổn thương; (iii) Giảm các áp lực làm gia tăng tổn thương [73].

Theo tổ chức IUCN, để quản lý hệ sinh thái ĐNN đô thị hiệu quả trong bối cảnh biến đổi khí hậu và đô thị hóa, nhằm cân bằng giữa nhu cầu sử dụng và bảo vệ phát triển bền vững, nên lồng ghép dịch vụ hệ sinh thái trong việc ra quyết định bằng cách sử dụng các công cụ khoa học để xem xét sự phụ thuộc và tác động của con người tới dịch vụ hệ sinh thái và lồng ghép giá trị của dịch vụ hệ sinh thái vào quá trình ra quyết định. Tiếp cận hệ sinh thái thực chất là một chiến lược để quản lý tổng hợp đất nước và các tài nguyên sống nhằm tăng cường bảo vệ và sử dụng bền vững theo hướng công bằng. Tiếp cận hệ sinh thái có 12 nguyên tắc chính và 5 bước thực hiện, trong đó con người là một phần của hệ sinh thái và tất cả các bên liên quan đóng vai trò quan trọng trong quá trình ra quyết định bảo vệ và sử dụng HST hồ [30].

1.2 Tổng quan các nghiên cứu trong nước về hệ sinh thái và biến đổi khí hậu đối với hệ sinh thái Hồ Tây

1.2.1 Tổng quan về sự phát triển hệ sinh thái Hồ Tây

Hồ Tây là một hồ tự nhiên được hình thành từ một khúc cũ của sông Hồng. Theo các bản đồ trước kia, Hồ Tây và sông Hồng thông với nhau (đài đất mỏng chia cắt Hồ Tây và sông Hồng thuộc địa phận các làng Nhật Tân, Tứ Tổng, An Dương). Trải qua hàng nghìn năm, mối dây liên hệ giữa sông Hồng và Hồ Tây bị ngăn cách và cô lập dần để trở thành Hồ Tây ngày nay [36].

Trong vòng 50 năm qua, Hồ Tây luôn đóng vai trò quan trọng đối với sự phát triển kinh tế xã hội của thủ đô. Tuy nhiên sự phát triển của thủ đô Hà Nội cũng có tác động không nhỏ đến hệ sinh thái Hồ Tây. Sự thay đổi của hệ sinh thái được phản ánh qua các khía cạnh sau:

Chất lượng nước: Chất lượng nước Hồ Tây bị suy thoái theo thời gian. Giai đoạn những năm 60 của thế kỷ trước chất lượng nước Hồ Tây rất tốt, hàm lượng BOD₅ nhỏ hơn 6mg/l [14]. Các nghiên cứu từ những năm 90 của thế kỷ trước cho thấy nước Hồ Tây còn sạch và hoặc chỉ bị ô nhiễm nhẹ. Điển hình là nghiên cứu của Nguyễn Kiên Cường và cộng sự (1998) cho thấy kết quả phân tích các thông số vật lý, hóa học và sinh học thấp hơn tiêu chuẩn cho phép TCVN 5942-1995 [12]. Lê Thu Hà (1995) cho thấy trong khi các hồ chính của Hà Nội bị ô nhiễm hữu cơ thì Hồ Tây chỉ bị ô nhiễm nhẹ [15].

Như vậy trong vòng 30 năm (từ năm 60 đến những năm 90 thế kỷ trước) thì tốc độ suy thoái chất lượng nước Hồ Tây khá chậm chỉ biến đổi từ không ô nhiễm đến ô nhiễm nhẹ. Tuy nhiên bắt đầu từ những năm 90 trở đi, chất lượng nước Hồ Tây đã bị suy thoái nhanh hơn. Nghiên cứu của tác giả Nguyễn Việt Anh, Lê Hiền Thảo cho thấy biến động các thông số chất lượng nước của Hồ Tây qua 8 năm khá nhanh: BOD₅ từ 9,7 mg/l (năm 1990) tăng lên 20,6 mg/l (năm 1998) [3]:

Bảng 1.3: Hàm lượng BOD₅, COD trong nước Hồ Tây từ 1990 - 1998

Năm	BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)
1990	9,7	13,6
1992	12,3	15,8
1994	13,1	16,9
1998	20,6	32,5

Nguồn: Nguyễn Việt Anh, 2000 [3]

Bắt đầu từ năm 2000, mức độ ô nhiễm và phú dưỡng của Hồ Tây gia tăng nhanh chóng thể hiện qua kết quả của nhiều nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu của tác giả Phạm Văn Ninh (2001) cho thấy nước Hồ Tây đã bị phú dưỡng [28]. Năm 2001, tác giả Hồ Thanh Hải, Viện Sinh thái và Tài nguyên Sinh vật khi nghiên cứu khảo sát vào tháng 4, 8, 12 tại ba điểm của Hồ Tây ghi nhận: Hàm lượng photpho thay đổi từ 1,2 đến 4 mg/l, cao hơn tiêu chuẩn

cho phép là 0,05 mg/l. COD có giá trị từ 33,5 đến 140 mg/l, cao hơn tiêu chuẩn cho phép là 35 mg/l. Từ đó, tác giả kết luận ô nhiễm Hồ Tây chủ yếu gây ra bởi các yếu tố dinh dưỡng [17]. Một nghiên cứu khác của tác giả Lưu Lan Hương khi tiến hành khảo sát chất lượng nước Hồ Tây cũng cho thấy COD đã vượt quá tiêu chuẩn cho phép [22].

Năm 2011, kết quả nghiên cứu của nhóm nghiên cứu Viện Sinh thái và Tài nguyên Sinh vật về tình trạng chất lượng môi trường nước Hồ Tây cho thấy nước mặt Hồ Tây vào mùa cạn vẫn chưa bị ô nhiễm chất rắn lơ lửng, chỉ vào mùa mưa thì hàm lượng chất rắn lơ lửng mới tăng đột biến do nước mưa đã kéo theo chất bẩn ở ven hồ xuống nước. Bên cạnh đó, Hồ Tây vẫn phải nhận một lượng lớn nước thải sinh hoạt cũng như nước thải từ các hoạt động sản xuất kinh doanh làm cho chất lượng nước mặt của Hồ Tây giảm đi đáng kể. Kết quả phân tích các chỉ số dinh dưỡng cho thấy nước Hồ Tây đang bị ô nhiễm và đã có biểu hiện của hiện tượng phú dưỡng. Các thông số dinh dưỡng đều ở mức cao [52].

Kết quả nghiên cứu năm 2017 của Viện nghiên cứu nuôi trồng thủy sản I về mẫu nước và bùn đáy ở 10 điểm vào mùa khô và mùa mưa cho thấy: Chất lượng nước Hồ Tây hiện nay chưa thỏa mãn yêu cầu chất lượng nước sử dụng cho mục đích bảo tồn động vật thủy sinh theo QCVN08-MT: 2015/BTNMT (A1). Các thông số về BOD₅, COD và PO₄³⁻, TSS cao hơn giới hạn cho phép. Hàm lượng Chlorophyll a và tổng Nitơ cao cho thấy chất lượng nước hồ đang ở dạng phú dưỡng và siêu phú dưỡng [44].

Một số nguyên nhân dẫn đến tình trạng nước hồ ngày càng trở nên ô nhiễm và phú dưỡng cũng đã được chỉ ra trong đó việc xả nước thải trực tiếp của các hộ dân cư và từ các hoạt động sản xuất kinh doanh ven hồ và trên mặt nước (200 đơn vị cá nhân kinh doanh xung quanh Hồ Tây- số liệu Ban quản lý Hồ Tây, 2016) được coi là nguyên nhân cơ bản gây nên tình trạng ô nhiễm

nước gia tăng [50]. Ngoài ra xung quanh hồ Tây còn có một vùng trồng các cây cảnh như đào, quất và các loại hoa với diện tích khoảng 26,24 ha. Tại đây nhiều loại thuốc bảo vệ thực vật và phân bón hóa học được sử dụng. Những loại hóa chất này sẽ ngấm vào nước ngầm và đổ vào hồ. Đây cũng được coi là một nguyên nhân góp phần gia tăng ô nhiễm hồ [23].

Đa dạng sinh học: Hồ Tây còn có giá trị đặc sắc về ĐDSH, chứa đựng nguồn tài nguyên động, thực vật đa dạng và độc đáo. Với sinh cảnh kiểu thủy vực dạng hồ, đầm, sự phát triển của các loài sinh vật tập trung vào các khu vực cư trú như vùng nước ven bờ và bờ, khối nước giữa hồ và đáy hồ. Một số nhóm động thực vật đã được nghiên cứu ở Hồ Tây như sau:

Hệ thực vật nổi (trên bờ và thủy sinh): Theo số liệu của Vũ Đăng Khoa (1996) hệ thực vật nổi của Hồ Tây cách đây 2 thập kỷ đã có những nhóm như sau: (i) Thực vật thủy sinh có hoa ở Hồ Tây trước đây có 20 loài phát triển mạnh ở ven bờ như các cây Lau, Lách, Sậy, Rau Mác; (ii) Thực vật nổi trên bề mặt nước: Bèo ong (*Salvina cucullate*), Bèo hoa dâu (*Azolla pinnata*), Bèo tấm (*Lemna paucicostata*); (iii) Thực vật có lá nổi trên bề mặt nước: Sen bách diệp (*Nelumbium speciosum*), Súng (*Nymphaea stellate*), Trang (*Limnathenum indicum*), Bèo Tây (*Eichhornia crassipes*); (iv) Thực vật nằm trong nước: Rong nhám (*Hydrilla verticillate*), Tóc tiên nước (*Vallisneria spiralis*), Rong đuôi chó (*Ceratophyllum demersum*), Rong lá kim (*Myriophyllum spicatum*), Rong lá kim nhỏ (*Myriophyllum brasilense*), Rong ly (*Utricularia aurea*) [25].

Thực vật nổi (Phytoplankton): Các kết quả nghiên cứu trong các năm 1960 - 1970 cho thấy mật độ thực vật nổi hồ Tây rất lớn có thể đạt từ 3 triệu đến 200 triệu tế bào/lít, trong đó, tảo lam chiếm 60-90% mật độ tảo. Hiện tượng nở hoa thực vật nổi xảy ra ở hồ Tây với mật độ tảo lên tới 249 triệu tb/l [10]. Có 5 ngành TVN chủ yếu là Tảo silic, tảo lục, tảo mắt, tảo giáp và vi

khuẩn Lam. Số lượng các loài TVN khá biến động, năm 2002 có 112 loài trong khi đó điều tra năm 2011 của Viện sinh thái và Tài nguyên sinh vật có 72 loài với 5 ngành: ngành tảo Lam 15 loài, tảo Lục 19 loài, tảo Silic 21 loài, tảo Mắt 14 loài và ngành tảo Giáp 3 loài [34], [52].

Động vật nổi: Kết quả khảo sát trước năm 1996 của Vũ Đăng Khoa đã tìm thấy 41 loài động vật nổi như sau: 29 loài trong nhóm Trùng bánh xe (Rotatoria), 7 loài trong nhóm Râu ngành (Cladocera), 3 loài trong nhóm giáp xác chân chèo (Copepoda), 1 loài trong nhóm Giáp xác bé (Ostracoda) và 1 loài trong nhóm), giáp xác có vỏ (Ostracoda) [25]. Kết quả khảo sát 2011 tại hồ Tây đã xác định được 37 loài và nhóm loài động vật nổi thuộc 27 giống, 17 họ trong các nhóm Trùng bánh xe (Rotatoria), giáp xác chân chèo (Copepoda), giáp xác râu chẻ (Cladocera), giáp xác có vỏ (Ostracoda), ấu trùng côn trùng và ấu trùng giáp xác. Trong thành phần, ưu thế về số lượng loài thuộc về nhóm Trùng bánh xe với 17 loài (chiếm 45,9%), Giáp xác chân chèo 5 loài (chiếm 13,5%), Giáp xác râu chẻ 12 loài (32,4%), 3 nhóm loài thuộc các nhóm ấu trùng giáp xác, giáp xác có vỏ (Ostracoda) và ấu trùng côn trùng (8,1%) [52].

Sinh vật đáy: Nguyễn Xuân Quỳnh (1996), đã xác định được 19 loài động vật đáy thuộc các nhóm động vật thân mềm Mollusca, giáp xác Crustacea, giun ít tơ Oligochaeta và ấu trùng Chironomidae [29]. Trong đợt khảo sát vào tháng 01/2018 của Viện Khoa học Môi trường Đại học Bách Khoa Hà Nội đã ghi nhận được 26 loài ĐVĐ thuộc 24 giống, 17 họ, 9 bộ và 5 lớp, 3 ngành. Chiếm ưu thế về thành phần loài là nhóm thân mềm-Mollusca, trong đó nhóm Ốc- Gastropoda có 13 loài (50%) và nhóm hai mảnh vỏ- Bivalvia có 6 loài (23%). Các nhóm còn lại có số lượng loài ít hơn, trong đó ấu trùng côn trùng- Insecta có 2 loài (8%), nhóm giun - có 3 loài (12%) và nhóm giáp xác- Crustacea chỉ có 2 loài (8%). Những loài phân bố phổ biến hầu là giun ít tơ

Branchiura sowerbyi, *Limnodrilus hoffmeisteri* và ấu trùng muỗi *Chironomus* sp.. Đây cũng là những loài chỉ thị cho môi trường bị ô nhiễm hữu cơ nặng. Thêm vào đó, một số loài ĐVĐ sống trong hồ Tây hiện tại không phải là những loài nội tại của hồ mà là loài ngoại lai như loài ốc bươu vàng (*Pomacea canaliculata*) và một số loài trai, ốc được thả vào hồ làm thức ăn cho cá hay từ các hoạt động phóng sinh hàng năm. Như vậy, thành phần và số lượng loài ĐVĐ hiện tại có nhiều biến đổi nhiều so với năm 1996 [50].

Thành phần loài cá: Theo tác giả Mai đình Yên (1982) khu hệ cá hồ Tây trước đây chịu ảnh hưởng khu hệ cá sông Hồng. Hầu hết số loài có ở Hồ Tây đều có thể gặp ở sông Hồng (27 loài), chiếm 75 %. Một số loài có thể khẳng định chắc chắn là di nhập từ sông hồng vào như cá lảnh canh cá chạch sông, cá vền, cá nhàn, vì những loài cá này không sinh sản ở trong hồ. Theo điều tra của Viện sinh thái tài nguyên sinh vật (2011) có tổng số 43 loài cá tại Hồ Tây. Tuy nhiên thành phần cá tự nhiên của hồ Tây ngày càng bị thu hẹp, thành phần cá nuôi ngày một tăng. Do việc nuôi thả và đánh bắt nên thành phần loài luôn bị thay đổi. Về mặt số lượng, hiện nay cá nuôi chiếm ưu thế (cá mè trắng, mè hoa, cá trôi ấn, cá chép) [52].

Nhóm động vật ven bờ và trên cạn (chim, bò sát, ếch nhái): Tổng hợp dẫn liệu, thông tin đến năm 2011 về thành phần loài chim và chim nước tại Hồ Tây, có thể còn chưa đầy đủ nhưng đã ghi nhận được 43 loài thuộc 26 họ và 10 bộ. Trong đó, bộ Sẻ - Passeriformes có số lượng loài chiếm ưu thế nhất (22 loài). Chim sâm cầm là loài chim phổ biến ở Hồ Tây, tuy nhiên theo số liệu quả Ban quản lý Hồ Tây thì không thấy trong các quá trình điều tra gần đây (từ 2008) [50].

Nhóm Bò sát - ếch nhái tại khu vực nghiên cứu đã xác định được 8 loài thuộc 4 họ bao gồm Ngóe - *Rana limnocharus*; Ếch đồng - *Rana tigerina*; Cóc nước sần - *Oceidozyga lima*; Ếnh ương - *Kaloula pulchra*; Rắn hổ hành -

Xendochrophis piscator; Rắn nước - *Enhydris plumbea*; Ba ba - *Pelodiscus sinensis*; Rùa tai đỏ - *Trachemys scripta*. Số lượng loài không nhiều và cũng không có sự thay đổi về thành phần loài theo thời gian [50].

Tuy nhiên mức độ ô nhiễm nước gia tăng đã làm biến đổi thành phần loài khu hệ sinh vật Hồ Tây và đã làm mất đi nhiều sản phẩm độc đáo của Hà Nội. Cà cuống là một ví dụ điển hình. Cà cuống là loài chỉ phát triển trong các đầm sen nước sạch tại Hồ Tây. Tuy nhiên do điều kiện sinh thái hồ thay đổi, nước bị ô nhiễm mà đến nay loài cà cuống đã không còn thấy ở Hồ Tây [36]. Nghiên cứu của tác giả Lưu Lan Hương về chất lượng nước và ĐDSH của Hồ Tây năm 2010 cho thấy chất lượng nước hồ Tây bị ô nhiễm có ảnh hưởng tới hệ động thực vật có trong hồ [22]. Nghiên cứu của nhóm tác giả Viện Sinh thái và Tài nguyên Sinh vật năm 2011 chỉ ra rằng khu hệ thủy sinh vật Hồ Tây khá đa dạng về thành phần loài và là một hồ có năng suất sinh học cao, thể hiện ở sinh khối các nhóm thủy sinh vật, đặc biệt các nhóm sinh vật nổi và động vật di dưỡng bậc cao như cá, thân mềm và tôm. Mật độ thực vật phù du khá cao, đặc biệt sự phát triển của các loài vi khuẩn Lam thể hiện sự phú dưỡng của Hồ Tây, đàn cá tự nhiên ở Hồ Tây có dấu hiệu suy giảm [52].

Kết quả khảo sát trong tháng 1/2018 của Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường – Đại học Bách khoa Hà Nội, cho thấy trong thành phần động vật nổi có sự phát triển rất mạnh của các nhóm ăn lọc hữu cơ trong nhóm Trùng bánh xe. Đặc điểm này thể hiện tình trạng phú dưỡng ở Hồ Tây trong thời gian cuối mùa mưa đầu mùa khô, quần xã thủy sinh vật của hồ có sự phát triển mạnh về số lượng của một số nhóm loài ưu thế thích nghi với môi trường phú dưỡng [50].

Quá trình kè bờ làm mất đi nơi cư trú cũng làm giảm đáng kể hoặc dẫn đến tuyệt chủng một số loài sinh vật ở ven bờ Hồ Tây. Một số loài trước kia

khá phổ biến và đặc trưng cho Hồ Tây như chim sâm cầm, ba ba nhưng hiện nay do quá trình kè bờ mà mất đi nơi cư trú của loài này [23].

Độ sâu của hồ: Hồ ngày càng trở nên nông hơn. Năm 1961 nơi sâu nhất của hồ là 3,5 m nhưng năm 2012 nơi sâu nhất chỉ là 2,5m. Lớp bùn đáy hồ tăng từ 0,5m (năm 1961) lên 1,5 m (năm 2012) [71]. Kết quả khảo sát gần đây nhất của Viện Khoa học Môi trường Đại học Bách khoa Hà Nội cho thấy cho thấy lớp bùn lắng trong hồ rất dày, độ dày lớp bùn dao động từ 0,6-1 m. Cao trình đáy bùn dao động từ +2,8 đến +2,9, cao trình đỉnh bùn từ +3,8 đến +4,5, cho thấy chiều sâu lớp bùn lớn hơn ở vùng giữa hồ và nhỏ hơn ở các vùng ven bờ, một phần do cấu trúc nền của lòng hồ Tây, bùn tích tụ và dồn về giữa hồ do cấu trúc dạng lòng chảo của hồ từ khi hình thành đến nay. Lớp bùn chứa cả các chất ô nhiễm vô cơ và các chất hữu cơ, xác sinh vật, chất bài tiết của động vật có thể trở thành nguồn gây ô nhiễm đối với nước hồ [50].

Dịch vụ hệ sinh thái: Là những lợi ích trực tiếp hoặc gián tiếp mà con người được hưởng lợi từ các chức năng của hệ sinh thái. Hệ sinh thái Hồ Tây có các chức năng giá trị cơ bản như một HST ĐNN với các dịch vụ như: dịch vụ cung cấp, điều tiết, văn hóa và hỗ trợ. Tuy nhiên vai trò của các dịch vụ này cũng thay đổi theo thời gian.

Giai đoạn những năm 60-70, dịch vụ điều tiết và cung cấp đóng vai trò quan trọng trong các dịch vụ HST tại Hồ Tây. Tại thời điểm đó hồ cung cấp cá, tôm, ốc và đặc biệt là nước cho sinh hoạt và sản xuất của người dân quanh vùng. Tuy nhiên trong giai đoạn hiện nay do chất lượng nước Hồ Tây bị suy thoái, vai trò của các dịch vụ cung cấp và điều tiết đã giảm so với trước đây. Chất lượng và số lượng thực phẩm được cung cấp đã giảm đáng kể như sản lượng cá đặc biệt là cá tự nhiên giảm mạnh. Chức năng điều tiết cũng bị hạn chế nhiều do lớp bùn quá dày qua nhiều năm. Một số dịch vụ khác văn hóa, du lịch lại phát triển mạnh hơn do nhu cầu gia tăng từ sự phát triển kinh tế xã

hội. Hồ là điểm đến du lịch của người dân thủ đô và du khách trong và ngoài nước đặc biệt trong những ngày nắng nóng. Hồ cũng đặc biệt hấp dẫn bởi cảnh quan đẹp cùng với nhiều di tích lịch sử văn hóa và đền chùa nổi tiếng ngày càng được quan tâm để bảo tồn và phát triển [71].

1.2.2 Nghiên cứu về tác động của biến đổi khí hậu đối với hồ đô thị ở Việt Nam và Hồ Tây

Hiện nay chưa có nhiều nghiên cứu về tác động của BĐKH đối với hệ sinh thái hồ đô thị ở Việt Nam cũng như ở Hồ Tây.

Theo đánh giá của tác giả Trần Đức Hạ (2016) về tác động của BĐKH đối với các HST hồ đô thị như sau: Ảnh hưởng của BĐKH làm cho nước trong các hồ thay đổi cả về lượng và chất lượng nước, làm ảnh hưởng đến môi trường sống của các HST, góp phần làm tăng nguy cơ mất cân bằng HST tự nhiên của hồ. Nhiệt độ tăng do ảnh hưởng của BĐKH sẽ làm cho các đặc tính vật lý, hóa học của nước bị thay đổi, nồng độ CO₂ tăng lên, sự quang hợp của thực vật (tảo và cây thủy sinh) diễn ra mạnh hơn, hiện tượng nở hoa là điều sẽ thường xuyên xảy ra, sau đó tảo sẽ bị chết và lắng đọng xuống đáy, làm cho ô nhiễm tăng lên, lấy hết khí Oxy trong nước, làm hạn chế sự hô hấp của các loài động vật dưới nước [16].

Nhận định của tác giả Trần Ngọc Hùng (2017) về tác động BĐKH đến chế độ thủy văn của hệ thống ao hồ ở Việt Nam cho thấy do BĐKH làm gia tăng thoát hơi nước và tác động đến nước ngầm do suy giảm lượng nước cung cấp từ dòng chảy ngầm trong mùa khô. Đối với thủ đô Hà Nội, BĐKH còn gây ra hiện tượng ngập úng thường xuyên tại Hà Nội, làm nước hồ dâng cao và cạn kiệt bất thường. Bên cạnh đó, mưa axit rửa trôi các chất dinh dưỡng trên mặt đất và mang các kim loại độc xuống ao, hồ làm ảnh hưởng trực tiếp đến ao, hồ và hệ thủy sinh vật. Những biến đổi thủy văn của hệ thống hồ đô

thị sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến cảnh quan và sử dụng đất của các không gian xung quanh [20].

Theo đánh giá của tác giả Trương Quang Học (2011), BĐKH tác động tới các cấu trúc thành phần và chức năng của các HST ĐNN khác nhau ở tất cả các vùng miền nhạy cảm dễ bị tổn thương, trong đó có vùng ĐNN đô thị/hồ Hà Nội. Cụ thể sự gia tăng nhiệt độ gây ảnh hưởng đến tài nguyên nước, đa dạng sinh học của các hệ sinh thái ĐNN tự nhiên. Lũ lụt làm ảnh hưởng tới tài nguyên nước, thương mại du lịch và sức khỏe cộng đồng. Nhìn chung BĐKH sẽ làm suy giảm các dịch vụ HST thông qua những tác động tới:

- + Sức sản xuất/năng suất của các HST;
- + Tài nguyên nước và các dịch vụ có liên quan (giao thông, du lịch, thủy điện...);
- + Sức khỏe của cộng đồng do thiếu nước sinh hoạt, do gia tăng các bệnh truyền qua nước (water-born diseases) truyền qua vec tơ, nhất là sau các trận lũ lụt [19].

Khi phân tích cơ sở khoa học về tác động của BĐKH đối với đa dạng sinh học Hồ Tây, tác giả Mai Đình Yên đã nhận định rằng việc gia tăng nhiệt độ và nồng độ CO₂ sẽ dẫn tới một số tác động như (i) Thay đổi các đặc trưng vật lý và hóa học của nước sẽ ảnh hưởng đến sự phân bố các sinh vật, sự sống các sinh vật, lưới thức ăn (ii) Nhiệt độ tăng kèm theo nồng độ CO₂ tăng sẽ kích thích quang hợp thực vật, hạn chế hô hấp làm tăng năng suất sơ cấp (iii) Lượng mưa tăng sẽ kéo theo tăng sỏi mòn, tăng lượng trầm tích cho hồ, giảm tuổi thọ hồ. Theo tác giả dưới tác động của BĐKH đa dạng sinh học Hồ Tây có thể thay đổi như sau: (i) Các loài quý hiếm đã ghi trong Sách Đỏ, các loài được mô tả, loài mới (có thể là loài đặc hữu) nhanh chóng bị tiêu diệt ở đây.

(ii) Các loài gốc phương Nam sẽ lấn át các loài gốc phương Bắc. (iii) Các loài chịu ô nhiễm cao sẽ lấn át các loài chịu ô nhiễm thấp [56].

Nhận định tác giả Hoàng Văn Thắng (2016) về tác động của nhiệt độ tăng cao và mưa lớn đối với Hồ Tây cho thấy khi nhiệt độ tăng cao đột biến vào một số thời gian nhất định trong năm làm cho vùng nước mặt bị nóng lên và giảm quá trình hấp thụ oxy trong nước. Khi nồng độ oxy trong nước mặt giảm, môi trường sống của một số loài trong nước mặt bị ảnh hưởng. Mưa với cường độ và tần suất biến đổi lớn, gây gia tăng hiện tượng lụt trong vùng hồ và các vùng lân cận. Ngoài ra, khi nước mưa chảy tràn kéo theo nước cống rãnh với nồng độ các chất vô cơ và hữu cơ cao có thể gây ra hiện tượng phú dưỡng trong lòng hồ và có thể biến thành các ổ dịch bệnh liên quan đến môi trường nước ứ đọng, ô nhiễm gây ra các mùi hôi khó chịu. Hiện tượng này không chỉ ảnh hưởng đến sự sống các vi sinh vật hồ mà còn ảnh hưởng đến người dân sinh sống quanh hồ và các du khách [33].

Như vậy, đã có các nhận định về tác động của BĐKH đối với hồ đô thị ở Việt Nam. Nhìn chung, BĐKH sẽ ảnh hưởng tới chất lượng nước, đa dạng sinh học và các dịch vụ hệ sinh thái. Đối với Hồ Tây, các nghiên cứu cũng đã bước đầu đưa ra cơ sở khoa học về tác động của BĐKH (nhiệt độ tăng, mưa với cường độ lớn) đối với hệ sinh thái Hồ Tây (đa dạng sinh học, dịch vụ hệ sinh thái). Tuy nhiên các nghiên cứu này mới chỉ nhìn nhận xu hướng chung mà BĐKH sẽ tác động lên hệ sinh thái Hồ Tây chưa có đánh giá cụ thể về tác động BĐKH đối với các thành phần của hệ sinh thái (thực vật phù du, chất lượng nước...) làm căn cứ để xây dựng các dự báo về tác động của BĐKH cũng như và xây dựng các giải pháp giảm thiểu tác động BĐKH.

BĐKH với các hiện tượng thời tiết cực đoan nắng nóng kéo dài đã gây những tác động bất lợi đến hệ sinh thái Hồ Tây. Hiện tượng cá chết hàng loạt đã xảy ra liên tục tại Hồ Tây vào các năm 2016 và 2018 được cho là một phần

do thời tiết thay đổi bất thường [100], [102]. Hồ Tây là một hệ sinh thái đất ngập nước đô thị điển hình với diện tích mặt nước hơn 500 ha, là hồ đô thị lớn nhất của Thủ đô Hà Nội. Hồ Tây có hệ động thực vật vô cùng phong phú và được xếp trong số 500 hồ có giá trị cần được bảo tồn trên thế giới. Vì vậy việc nghiên cứu về tác động của BĐKH đối với hệ sinh thái Hồ Tây và xây dựng các giải pháp giảm thiểu tác động của BĐKH giúp hệ sinh thái Hồ Tây phát triển bền vững rất cần thiết.

1.3 Tiểu kết luận Chương 1

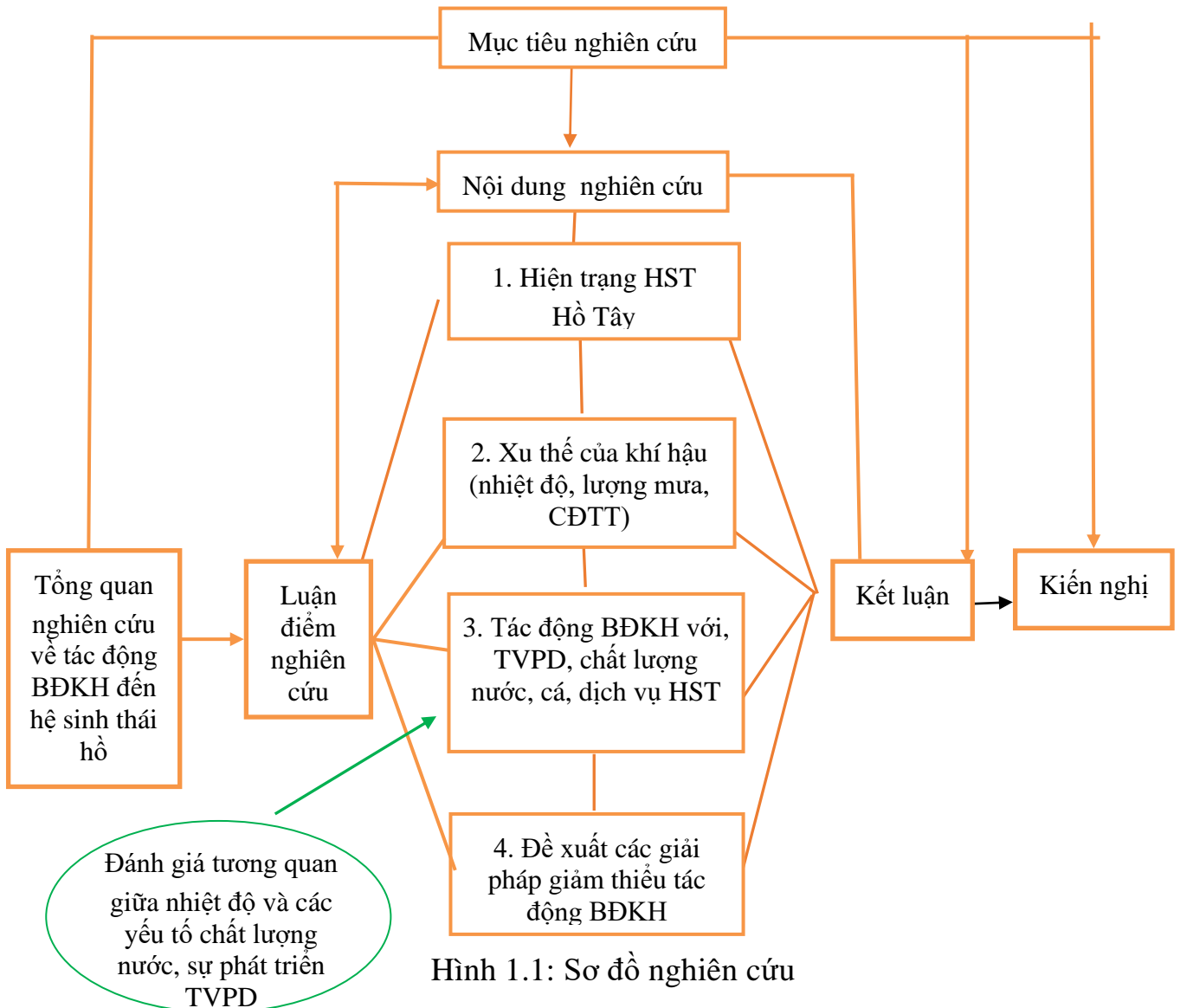
- Các ảnh hưởng của BĐKH đối với thành phần phi sinh học và hữu sinh của hệ sinh thái hồ đã được nhiều nghiên cứu trên thế giới đề cập. Trong đó nhiệt độ hồ là yếu tố bị ảnh hưởng nhiều nhất, các nghiên cứu cho thấy nhiệt độ của nước hồ ấm lên nhanh hơn nhiều so với nhiệt độ của không khí. Bên cạnh nhiệt độ các thông số thủy lý (độ đục), và nồng độ các thông số thủy hóa (hàm lượng oxy hòa tan, các cation, anion, kim loại nặng..) trong nước của hồ thay đổi dưới tác động của nhiệt độ tăng, mưa lớn kéo dài. Khi các thông số thủy lý, thủy hóa thay đổi dẫn đến suy giảm chất lượng nước mặt như: phú dưỡng, thiếu oxy, gia tăng hàm lượng chất độc (kim loại nặng, thuốc trừ sâu, chất hữu cơ), độ đục, các bệnh truyền nhiễm qua nước, mặn hóa đều gia tăng dưới tác động của nhiệt độ tăng cao và mưa lớn.

- Một số nghiên cứu gần đây bước đầu cho thấy có cơ sở khoa học về tác động BĐKH đối với hệ sinh thái Hồ Tây. Với những nhận định ban đầu này, cần thiết phải tiến hành nghiên cứu chi tiết hơn với các phương pháp cụ thể nhằm đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đối với các thành phần của hệ sinh thái Hồ Tây, góp phần xây dựng những giải pháp giảm thiểu tác động BĐKH.

- Trong các yếu tố khí hậu thì nhiệt độ đóng vai trò quan trọng dẫn đến sự thay đổi chất lượng nước trong dài hạn qua đó gây ra ảnh hưởng đến hệ sinh thái hồ. Vì vậy trong nghiên cứu sẽ tiến hành đánh giá tương quan giữa

yếu tố nhiệt độ và chất lượng nước, sự phát triển của TVPD từ đó tiến hành dự báo tác động của BĐKH gồm các yếu tố là nhiệt độ và các cực đoan thời tiết (nắng nóng kỷ lục kéo dài). Các yếu tố như lượng mưa gia tăng sẽ làm thay đổi chất lượng nước tại từng thời điểm và sẽ được xem xét như yếu tố gia tăng tác động.

Sơ đồ nghiên cứu:



Hình 1.1: Sơ đồ nghiên cứu

CHƯƠNG 2: ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Địa điểm và đối tượng nghiên cứu

2.1.1 Địa điểm nghiên cứu

Hồ Tây, Hà Nội là địa điểm nghiên cứu về ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến hệ sinh thái Hồ Tây. Một số đặc điểm về Hồ Tây như sau:

Vị trí hành chính: Hồ nằm ở 21°04' vĩ độ Bắc, 105°50' kinh độ Đông thuộc quận Tây Hồ, phía Tây Bắc Hà Nội. Phía Đông giáp với đường Thanh Niên, phía Tây giáp với đường Lạc Long Quân, phía Nam giáp với đường Thụy Khuê, phía Bắc giáp với đê Yên Phụ – Từ Liêm.

Mô tả về hồ: Hồ Tây là một hồ nước tự nhiên lớn nhất của đồng bằng châu thổ sông Hồng. Hồ Tây là hồ có nguồn gốc từ sông Hồng, trong quá trình dịch chuyển và đổi dòng lòng sông, nhưng bây giờ là một vực nước nửa đóng (Semi-closed) với dòng chảy vào và ra hồ rất nhỏ [31]. Trước đây, Hồ Tây bao gồm cả hồ Trúc Bạch, từ sau khi đắp đường Thanh Niên, hồ Trúc Bạch bị tách ra khỏi Hồ Tây, tuy nhiên 2 hồ vẫn còn có sự trao đổi nước qua cống Trúc Bạch (cống cây si) trên đường Thanh Niên. Hồ có dạng lòng chảo, hình móng ngựa, chia 2 phần, phần trên nhỏ và nông và phần dưới dài và sâu hơn [27]. Hồ Tây có nhiều biến động về diện tích nhưng cho đến nay diện tích hầu như ổn định và ít biến đổi do việc kè bờ. Theo số liệu của Ban quản lý Hồ Tây, diện tích Hồ Tây hiện nay là 527,517 ha [4].

Chế độ thủy văn

Độ sâu của hồ: Hồ Tây là một hồ tương đối nông. Độ sâu của Hồ Tây tại thời điểm 2015 dao động từ 0,1 m đến 2,8 m. Các điểm ven bờ có độ sâu chỉ 0,1 m (đặc biệt vào mùa khô từ tháng 10 đến tháng 4 năm sau) một số điểm còn lộ rõ phần đáy hồ. Điểm sâu nhất thuộc khu vực lòng hồ dưới mặt phía đường Thanh Niên lên phía Bắc hồ. Độ sâu trung bình của hồ về mùa mưa thường cao hơn mùa khô. Vào mùa khô, chỗ sâu nhất khoảng 2 - 2,3 m và vào mùa mưa, chỗ sâu nhất khoảng 2,5 – 3 m [53].

Mực nước: Mực nước hồ dao động trong năm là không lớn, mực nước lớn nhất + 6,31 m (tháng 8/1997) và mực nước thấp nhất là + 5,28 m (tháng 11/1997) [54]. Nguyên nhân của hiện tượng này là do nguồn bổ sung cho Hồ Tây cơ bản từ mưa khí quyển, ngoài ra chỉ có một phần từ các dòng chảy bề mặt lưu vực bồn thu nước xung quanh [21].

Hệ thống cống quanh hồ: Xung quanh hồ có 12 cống chính đổ nước thải vào hồ. Ngoài ra còn có các hệ thống thoát nước thải vào hồ từ các hộ dân xung quanh. Các cống thải chủ yếu là cống Tàu Bay, Cây Si, Nhật Tân. Các cống khác là cống thoát nước của lưu vực hồ, cống thoát chủ yếu là cống Xuân La [53].

Chế độ khí hậu

Hồ Tây với đặc điểm nổi bật nhất của khí hậu Hà Nội là sự tương phản giữa mùa đông và mùa hè, cả về tính chất, phạm vi và cường độ các trung tâm khí áp, các khối không khí thịnh hành và hệ thống thời tiết kèm theo. Mùa nóng kéo dài từ tháng 5 tới tháng 9, kèm theo mưa nhiều, từ tháng 11 tới tháng 3 năm sau là khí hậu của mùa đông. Cùng với hai thời kỳ chuyển tiếp vào tháng 4 và tháng 10, có đủ bốn mùa xuân, hạ, thu và đông. Hà Nội quanh năm tiếp nhận lượng bức xạ Mặt Trời rất dồi dào đặc biệt vào các tháng mùa hè.

Nhiệt độ: Hồ Tây nằm trong khu vực có nhiệt độ không khí trung bình hàng năm: 23,4°C, tháng nóng nhất: 29,9°C (tháng 7, 2013), tháng lạnh nhất: 12,8°C. Nhiệt độ không khí dao động trong ngày: Cả năm là 6,1°C, tháng lớn nhất là 7,2°C (tháng 5), tháng nhỏ nhất là 4,7°C (tháng 3) [11].

Lượng mưa: Hồ Tây nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa mang tính chất điển hình của khí hậu Hà Nội, với lưu lượng mưa trung bình năm 1.624 mm (trong các năm từ 2016 -2019); trong đó có tháng mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 10 (mùa hè) chiếm tới hơn 80% tổng lượng mưa cả năm. Đặc biệt

vào giữa mùa hè tháng 7 và tháng 8, mỗi tháng có đến 16-18 ngày mưa với lượng mưa trung bình là 262 – 380 mm [11].

Hướng gió: Hồ Tây nằm trong vùng ảnh hưởng gió mùa. Gió chủ đạo mùa hè là gió mùa Đông Nam với tần suất từ 41,5 đến 57,5%, bắt nguồn từ Thái Bình Dương mang theo không khí mát và ẩm từ đại dương. Gió chủ đạo về mùa đông là gió mùa Đông Bắc với tần suất 28,6% đến 29,8% mang tính khô vào đầu mùa lạnh và ẩm thịnh hành về cuối mùa. Trong mùa đông cũng xuất hiện gió mùa Đông Nam với tần suất khá cao 28,3% đem lại thời tiết dễ chịu. Ngoài ra, về mùa hè Hà Nội còn chịu ảnh hưởng của gió mùa hướng Tây khô nóng song tần suất không lớn.

Số giờ nắng và bức xạ: Bức xạ mặt trời là yếu tố quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến chế độ nhiệt trong vùng, ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng của vi tảo trong hồ. Trong các năm từ 2012- 2016 : Lượng bức xạ tổng cộng năm đạt 120-123 kcal/cm²/năm. Lượng bức xạ đạt giá trị lớn nhất vào tháng 7 là 15-15,2 kcal/cm²/tháng, thấp nhất là 5,2-6,0 kcal/cm²/tháng vào các tháng 1 và 2. Số giờ nắng trung bình năm dao động khoảng 1.200-1.500 giờ. Tháng 6 có nhiều nắng nhất trung bình 166 giờ/tháng, tháng 3 có ít nắng nhất trung bình 52 giờ/tháng [11].

Đặc điểm kinh tế xã hội khu vực quanh Hồ Tây

Có 6 phường liên quan trực tiếp đến Hồ Tây là: phường Thụy Khuê; phường Yên Phụ; phường Quảng An; phường Nhật Tân; phường Xuân La; phường Bưởi với tổng dân số năm 2015 là 160,3 nghìn người, mật độ 6572 người/ km². Dân cư tập trung ở phía Nam và đông Nam của hồ. Họ chủ yếu sinh sống bằng nghề thủ công, buôn bán nhỏ. Ngoài ra có khoảng 200 khách sạn và nhà hàng dịch vụ vui chơi, ăn uống trên bờ hồ và hàng chục công ty tham gia hoạt động kinh doanh vui chơi giải trí trên hồ phục vụ các khách du

lịch trong và ngoài nước nên số lượng khách vắng lai rất lớn (số liệu của Ban quản lý hồ Tây, 2016) [3].

Về mặt kinh tế, Hồ Tây có ý nghĩa kinh tế khá lớn là vừa cá đem lại nguồn thu lớn cho người dân quanh hồ. Sản lượng cá đánh bắt được đạt 400 – 600 tấn/năm, tôm 50 tấn/năm, ốc trai 200 tấn/năm [1]. Hồ Tây được coi là đệ nhất danh thắng quốc gia mang đậm tính tâm linh với 64 di tích lịch sử, trong đó có 22 di tích được xếp hạng như đền Quan Thánh, chùa Trấn Quốc, phủ Tây Hồ... cùng với đó là một số làng nghề truyền thống nổi tiếng như: làng hương Yên Phụ, làng đào, quất Nhật Tân, Quảng An, trà sen Quảng An...[50]. Diện tích đất nông nghiệp xung quanh khu vực hồ Tây là 26,4 ha. Hàng năm có một lượng khá lớn hóa chất nông nghiệp và thuốc bảo vệ thực vật được sử dụng, gây ảnh hưởng đến hồ [22].

2.1.2 Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu bao gồm các yếu tố chất lượng nước, các loài sinh vật trong hệ sinh thái Hồ Tây và dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây cụ thể như sau:

- Các yếu tố chất lượng nước: nhiệt độ ($t^{\circ}\text{C}$), pH, Oxy hòa tan trong nước (DO), nhu cầu Oxy sinh hóa (BOD_5), nhu cầu oxy hóa học (COD), Amoni (N-NH_4^+), Nitrat (N-NO_3^-), tổng Nitơ, Photphat (P-PO_4^{3-}), tổng Phốt pho.

- Các loài sinh vật trong hệ sinh thái hồ: Do thực vật phù du và cá là 2 mắt xích đầu và cuối của chuỗi thức ăn trong hệ sinh thái hồ nên nghiên cứu phân tích tác động BĐKH đối với hệ sinh thái tập trung vào hệ thực vật phù du và khu hệ cá Hồ Tây.

- Dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây: Nghiên cứu tập trung đánh giá hiện trạng của tất cả nhóm dịch vụ hệ sinh thái của hồ đô thị với các chức năng/giá trị chính của các dịch vụ bao gồm: dịch vụ cung cấp (cung cấp thực phẩm, cung cấp tài nguyên nông nghiệp, cung cấp nước); dịch vụ điều tiết (điều hòa khí hậu, kiểm soát thiên tai, điều tiết chế độ thủy văn, kiểm soát ô nhiễm);

dịch vụ văn hóa (giá trị cảnh quan, giá trị tâm linh, giá trị giáo dục); dịch vụ hỗ trợ (hỗ trợ đa dạng sinh học, hỗ trợ chu kỳ dinh dưỡng).

2.1.3 Địa điểm và thời gian thu mẫu

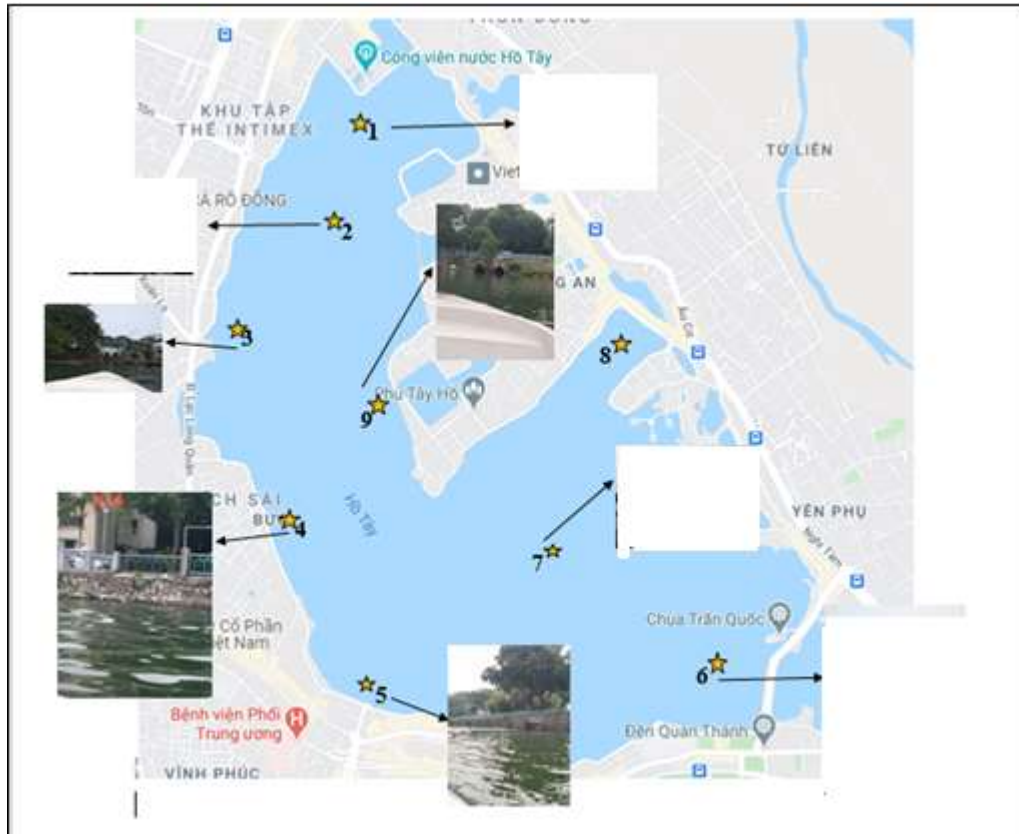
a. Đợt 1:

- Thời gian lấy mẫu: Thực hiện vào tháng 7/2020

Mục đích: đánh giá hiện trạng chất lượng nước và xem xét mức độ ô nhiễm và mức phú dưỡng khác nhau ở các vị trí gần cống thải và giữa hồ.

Tiêu chí lấy mẫu: Mẫu phải đại diện để để bảo xem xét được mức độ ô nhiễm và dinh dưỡng khác nhau ở vị trí quanh hồ. Do vậy mẫu sẽ được lấy ở các vị trí gần cống thải và các vị trí ở giữa hồ.

- Địa điểm lấy mẫu: Tại vùng lưu vực Hồ Tây, nguồn thải điểm theo các cống vào rất nhiều (khoảng 30 cống) [53], nhưng cho đến nay chỉ thống kê được một số cống là những nguồn thải điểm chủ yếu và đặc trưng để lựa chọn thu mẫu, phân tích chất lượng nước, bao gồm: Cống Cái (công viên nước Hồ Tây), cống Xuân La (đưa nước ra Hồ Tây khi mực nước cao), Cống Trích Sài (phường Bưởi), Cống Đô (Thụy Khê- điều tiết mực nước hồ ra sông Tô Lịch khi cao), Cống Trúc Bạch (thông với hồ Trúc Bạch), cống gần Khách sạn Sheraton, cống Quảng An (gần phủ Tây Hồ). Mẫu được lấy tại 7 vị trí gần các cống trên và 2 vị trí giữa hồ theo sơ đồ được thể hiện ở hình 2.1 và bảng 2.1.



Hình 2.1: Sơ đồ các vị trí lấy mẫu

Bảng 2.1: Vị trí lấy mẫu đợt 1

TT	Mô tả vị trí	Tọa độ
1	Cổng cái (công viên nước Hồ Tây)	N 21°04'21'', E 105°49'24''
2	Giữa hồ trên	N 21°04'9'', E 105°49'10''
3	Cổng Xuân La	N 21°03'38'', E 105°48'33''
4	Cổng Trích Sài (phường Bưởi)	N 21°02'47'', E 105°48'55''
5	Cổng Đô (Thụy Khê)	N 21°02'37'', E 105°50'33''
6	Cổng Trúc Bạch	N 21°02'37'', E 105°50'32''
7	Giữa hồ dưới	N 21°03'6'', E 105°50'11''
8	Khách sạn Sheraton	N 21°03'25'', E 105°49'27''
9	Quảng An (gần phủ Tây Hồ)	N 21°03'3'', E 105°48'5''

b. Đợt 2

- Thời gian lấy mẫu: tháng 1/2021

Mục đích: Xác định thành phần loài thực vật phù du và mật độ tảo khi xuất hiện hiện tượng bùng phát tại Hồ Tây.

Tiêu chí lấy mẫu: Mẫu phải đại diện để đảm bảo đánh giá được mật độ tảo cao nhất khi xuất hiện hiện tượng bùng phát tảo. Do quanh Hồ Tây hiện tượng bùng phát tảo quan sát rõ nhất tại các khu vực hồ nằm sát các đoạn đường Nhật Chiêu, Vệ Hồ, Trích Sài, Nguyễn Đình Thi nên mẫu đã được lấy tại các điểm ở các khu vực này nhằm thu được các mẫu đại diện nhất

- Địa điểm lấy mẫu: Các mẫu được lấy tại 4 điểm theo vị trí ở bảng 2.2

Bảng 2.2: Vị trí lấy mẫu đợt 2

TT	Mô tả vị trí	Tọa độ
1	Đường Nhật Chiêu (HT1)	N 21°04'32'', E 105° 49'18''
2	Đường Vệ Hồ (HT2)	N 21°03'21'', E 105°48'22''
3	Đường Trích Sài (HT3)	N 21°02'21'', E 105°48'35''
4	Đường Nguyễn Đình Thi (HT4)	N 21°01'37'', E 105° 47'33''

2.2 Thời gian nghiên cứu và nguồn số liệu

2.2.1 Nghiên cứu về tính chất khí hậu (1960- 2019)

Nhiệt độ: tiến hành thu thập số liệu nhiệt độ trung bình hàng năm từ 1960 đến 2019 của thành phố Hà Nội (tại Trạm quan trắc khí tượng thủy văn Láng) để biết được diễn biến nhiệt độ trong vòng 60 năm.

Lượng mưa: tiến hành thu thập số liệu lượng mưa trung bình hàng năm từ 1960 đến 2019 của thành phố Hà Nội (tại Trạm quan trắc khí tượng thủy văn Láng) để biết được diễn biến lượng mưa trong vòng 60 năm.

Các hiện tượng thời tiết cực đoan: thu thập các thông tin về các đợt không khí lạnh gây rét đậm rét hại, các đợt nắng nóng và các đợt mưa lớn

diễn hình ảnh hưởng đến Hà Nội trong 5 năm gần đây (2016 đến 2020) từ các nguồn thông tin đại chúng và từ các Báo cáo “Đặc điểm thời tiết, thủy văn khu vực Hà Nội” năm 2016, 2017, 2018, 2019 và 2020 của Trung tâm khí tượng thủy văn [38], [39], [40], [41], [42]. Lựa chọn giai đoạn này để xem xét về các hiện tượng thời tiết cực đoan do đây là những năm điển hình về các yếu tố thời tiết cực đoan.

2.2.2 Đặc điểm hệ sinh thái

Nghiên cứu diễn biến chất lượng nước Hồ Tây: tiến hành thu thập số liệu về các thông số chất lượng nước tại Hồ Tây trong thời gian 10 năm (từ năm 2010 đến 2019) với các thông số sau: nhiệt độ ($t^{\circ}\text{C}$), pH, Oxy hòa tan trong nước (DO), nhu cầu Oxy sinh hóa (BOD_5), nhu cầu oxy hóa học (COD), Amoni (N-NH_4^+), Nitrat (N-NO_3^-), Photphat (P-PO_4^{3-}). Số liệu do Chi cục bảo vệ môi trường Hà Nội cung cấp.

Đặc điểm khu hệ thực vật phù du: Để nghiên cứu diễn biến về thành phần loài, mật độ thực vật phù du trong giai đoạn từ năm 1996 đến năm 2018 tham khảo các kết quả từ các nghiên cứu sau:

- Báo cáo đánh giá tác động môi trường “Dự án nạo vét bùn hồ Tây” do Viện Khoa học công nghệ và Môi trường, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội làm tư vấn năm 2018 [50]: Số liệu về thành phần, mật độ các loài TVPD khảo sát năm 2018.

- Đề án: “Điều tra đánh giá hiện trạng ô nhiễm môi trường nước, hệ sinh thái lòng Hồ Tây, đề xuất các giải pháp giảm thiểu ô nhiễm và khai thác sử dụng hợp lý Hồ Tây” của Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật năm 2011 [52]: Số liệu về số lượng loài TVPD khảo sát năm 2011

- Đề tài: “Xác định năng suất sơ cấp và năng suất thứ cấp cho Hồ Tây, Hà Nội bằng mô hình toán” do tác giả Lưu Lan Hương thực hiện năm 2010 [22]: Số liệu về số lượng các loài TVPD khảo sát năm 2009.

- Nghiên cứu: “Cơ sở sinh thái học để bảo vệ môi trường phát triển nguồn lợi thủy sản ở hồ Tây - Hà Nội” tác giả thực hiện năm 1996 [25]: Số liệu về số lượng loài TVPD khảo sát năm 1996.

Đặc điểm khu hệ cá: Đề nghiên cứu diễn biến về thành phần khu hệ cá Hồ Tây từ năm 1992 đến năm 2017 tham khảo các kết quả từ các nghiên cứu sau:

- Đề án: “Điều tra đánh giá hiện trạng ô nhiễm môi trường nước, hệ sinh thái lòng Hồ Tây, đề xuất các giải pháp giảm thiểu ô nhiễm và khai thác sử dụng hợp lý Hồ Tây” của Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật năm 2011 [52]: số lượng loài cá Hồ Tây điều tra năm 2011.

- Báo cáo: “Tổng hợp thực hiện dự án đánh giá hiện trạng trữ lượng thủy sản và đề xuất các giải pháp bảo tồn phát triển nguồn lợi thủy sản Hồ Tây, Hà Nội” do Viện Kinh tế và Quy hoạch thủy sản thực hiện năm 2017 [51]: số lượng loài cá Hồ Tây điều tra năm 2017.

- Nghiên cứu: “Tổng quan các điều tra nghiên cứu về đa dạng sinh học Hồ Tây” do tác giả Mai Đình Yên thực hiện năm 2001 [55]: số lượng loài cá Hồ Tây điều tra năm 1999.

2.3 Phương pháp nghiên cứu

2.3.1 Phương pháp thu thập số liệu

2.3.1.1 Phương pháp đo đạc và thu mẫu nước

- Các mẫu nước được lấy tại 9 điểm theo sơ đồ hình 2.1, phương pháp lấy mẫu nước theo tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành: Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6663:3- 2016) [5].

- Đo đạc tại chỗ các thông số chất lượng nước cơ bản: nhiệt độ (t°C), pH, oxy hòa tan trong nước (DO) bằng máy TOA-QC 22A của Nhật.

2.3.1.2 Phương pháp thu mẫu thực vật phù du

- Tiến hành thu mẫu thực vật phù du (tảo) tại 9 địa điểm nghiên cứu theo sơ đồ tại hình 2.1.

- Dùng lưới vớt thực vật phù du (dạng hình chóp, có đường kính miệng lưới là 30 cm, chiều dài 0,7m và đường kính mắt (lỗ) lưới 25 μ m) kéo ngang

theo hình số 8 tại điểm thu. Mẫu thu được chuyển vào lọ thủy tinh nút mài 125 ml, đánh dấu mẫu và bảo quản bằng lugol 1% hay Formaline 2%.

2.3.1.3 Phương pháp hồi cứu tài liệu:

- Tổng hợp, đúc rút và kế thừa, áp dụng kinh nghiệm trên thế giới và trong nước được thực hiện trước đó dựa trên các số liệu thứ cấp bao gồm: các số liệu về chế độ thủy văn, chất lượng nước hồ, đa dạng sinh học, chương trình nghiên cứu đã được thực hiện theo chủ đề tại khu vực liên quan đến nội dung thực hiện nghiên cứu.

- Thu thập các số liệu, tài liệu về điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội khu vực quanh Hồ Tây dựa vào các nghiên cứu trước và website có liên quan. Ngoài ra, luận án cũng đã kế thừa các công trình nghiên cứu sẵn có làm phong phú cho nội dung nghiên cứu. Tất cả các tài liệu thu thập được khi đi điều tra, khảo sát sẽ được xây dựng thành hệ thống dữ liệu của luận án.

2.3.1.4 Phương pháp khảo sát điều tra xã hội học

- Nội dung khảo sát: Hiện trạng và tầm quan trọng của các dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây

- Hình thức khảo sát: Thông qua phỏng vấn cộng đồng để thực hiện điều tra về hiện trạng và vai trò của hệ sinh thái Hồ Tây.

Kết quả phỏng vấn dùng tham khảo và củng cố thêm đánh giá về dịch vụ hst HT đã được thực hiện trong các nghiên cứu trước đây.

- Đối tượng phỏng vấn và số lượng mẫu phiếu: Tổng cộng có 30 mẫu phiếu điều tra với 4 nhóm chính được phỏng vấn là dân cư (14 phiếu); khách vãng lai (13 phiếu); các tổ chức địa phương và Ban quản lý Hồ Tây (3 phiếu).

- Nội dung mẫu phiếu: Mẫu phiếu bao gồm 17 câu hỏi phỏng vấn với 2 nội dung chính về tầm quan trọng và hiện trạng dịch vụ hệ sinh thái. Chi tiết câu hỏi phỏng vấn tại phụ lục 1.

2.3.1.5 Phương pháp tham vấn chuyên gia

- Phương pháp này được sử dụng để tập hợp các ý kiến và đánh giá của các chuyên gia đầu ngành làm sáng tỏ các vấn đề nghiên cứu và tư vấn nghiên

cứu, đặc biệt đối với các vấn đề về sinh trưởng của các loài cá đặc hữu ở Hồ Tây hay các đánh giá về tác động của BĐKH đối với dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây.

- Danh sách các chuyên gia tham vấn và các lĩnh vực tham vấn được trình bày ở phụ lục 2.

2.3.2 Phương pháp phân tích các chỉ tiêu chất lượng trong phòng thí nghiệm

2.3.2.1 Phương pháp phân tích hóa học

Bảng 2.3: Các phương pháp phân tích hóa học

Các thông số	Thông số cụ thể	Phương pháp phân tích	Địa điểm thực hiện
Dinh dưỡng	Amoni (N-NH ₄ ⁺)	Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6620:2000 (ISO 6778: 1984)	Phòng Hóa môi trường, Viện Hóa học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.
	Nitrat (N-NO ₃ ⁻)	Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6180:1996 (ISO 7890/3: 1988)	
	Photphat (P-PO ₄ ³⁻)	Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6202:2008 (ISO 6878: 2004)	
	Tổng Nitơ (TN),	Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6638:2000 (ISO 10048: 1991)	
	Tổng phốt pho (TP)	Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6202:2008 (ISO 6878: 2004)	
Chất lượng nước	BOD ₅	Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6001-1:2008 (ISO 5815-1: 2003)	
	COD	Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6491:1999 (ISO 6060: 1989)	

2.3.2.2 Phương pháp xác định các thông số đánh giá thực vật phù du

a. Mật độ tảo

- Mẫu định tính được quan sát dưới kính hiển vi với pha tương phản và huỳnh quang.

- Mẫu nước dành cho nghiên cứu định lượng được lắng trong các ống đong hình trụ, qua nhiều giai đoạn trong vòng 48 - 96 giờ sau đó loại bỏ phần nước trên và giữ lại phần mẫu cuối cùng với thể tích 3 – 5 ml, thao tác này

cần nhẹ nhàng và phải rất cẩn thận để tránh mất tế bào thực vật phù du trong mẫu. Xác định mật độ tế bào theo phương pháp của UNESCO (1978). Sử dụng buồng đếm Sedgewick-Rafter có thể tích 1ml để lắng (3-5 phút) và đếm tế bào.

- Được thực hiện tại phòng thí nghiệm Thủy sinh học Môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

b. Phân tích Chlorophyll – a

- Theo phương pháp của Lorenzen (1967). Mẫu được lọc qua giấy lọc GF/C với kích thước lỗ 45 μ m, sau đó được chiết xuất bằng acetone 96%.

- Được thực hiện tại phòng thí nghiệm thủy sinh học môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

2.3.3 Phương pháp xử lý số liệu

- Các số liệu thu thập được ngoài thực địa được ghi chép cẩn thận và nhập vào chương trình Microsoft Excel để xử lý thống kê sinh học, xây dựng các biểu đồ sử dụng phần mềm excel.

2.3.4 Các phương pháp đánh giá tổng hợp

2.3.4.1 Đánh giá chất lượng nước dựa trên thông số riêng lẻ

- Hồ Tây là hồ cảnh quan, mục đích chính để phục vụ vui chơi, giải trí, do đó tiêu chuẩn để đánh giá chất lượng nước trong hồ cần được áp dụng theo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt QCVN 08-MT: 2015/BTNMT cột B1.

2.3.4.2 Đánh giá chất lượng nước dựa trên chỉ số chất lượng nước WQI

Chỉ số chất lượng nước (Water Quality Index – WQI) là một thông số tổng hợp được tính toán từ các thông số chất lượng nước đơn lẻ. Việc phân loại chất lượng nước theo WQI được thực hiện theo sổ tay hướng dẫn tính toán chỉ số chất lượng nước theo Quyết định số 1460/QĐ-TCMT ban hành ngày 12/11/2019 [7].

Việc sử dụng WQI có thể khắc phục được các hạn chế trong cách đánh giá nghiên cứu diễn biến chất lượng nước theo phương pháp truyền thống.

Cách tính toán:

- Thực hiện theo Quyết định số 1460/QĐ-TCMT. Theo qui định này có 5 nhóm thông số sẽ sử dụng trong tính toán là: (i) Nhóm I: thông số pH (ii) nhóm II: thông số thuốc bảo vệ thực vật; (iii) Nhóm III: thông số kim loại nặng; (iv) Nhóm IV: nhóm thông số hữu cơ và dinh dưỡng; (v) Nhóm V: thông số vi sinh. Số liệu để tính toán VN_WQI phải bao gồm tối thiểu 03/05 nhóm thông số, trong đó bắt buộc phải có nhóm IV. Trong nhóm IV có tối thiểu 03 thông số được sử dụng để tính toán. Trường hợp thủy vực chịu tác động của các nguồn ô nhiễm đặc thù bắt buộc phải lựa chọn nhóm thông số đặc trưng tương ứng để tính toán: thủy vực chịu tác động của ô nhiễm thuốc BVTV bắt buộc phải có nhóm II, thủy vực chịu tác động của kim loại nặng bắt buộc phải có nhóm III.

- Do Hồ Tây là thủy vực không chịu tác động của nguồn ô nhiễm KLN hay thuốc BVTV nên sử dụng 3 nhóm thông số để tính toán số liệu WQI. Các thông số được sử dụng để tính WQI bao gồm: DO, BOD₅, COD, N-NH₄, P-PO₄, TSS, pH, tổng Coliform.

Cách đánh giá: Dựa trên tổng số điểm thu được từ các thông số đã trình bày ở trên, đánh giá chất lượng nước theo WQI như sau:

Bảng 2.4: Tiêu chuẩn đánh giá chất lượng nước theo WQI

Khoảng giá trị WQI	Chất lượng nước	Màu sắc
91 - 100	Rất tốt	Xanh nước biển
76 - 90	Tốt	Xanh lá cây
51 - 75	Trung bình	Vàng
26 - 50	Xấu	Da cam
10 - 25	Kém	Đỏ
< 10	Ô nhiễm rất nặng	Nâu

2.3.4.3 Đánh giá mức độ phú dưỡng

Phương pháp 1: Xác định yếu tố tới hạn tổng P và tổng N

- Nguyên nhân chính gây ra sự phú dưỡng là do hàm lượng các chất dinh dưỡng (chủ yếu là N và P) trong nước cao. Tùy thuộc vào nguồn nước mà N và/hoặc P là yếu tố quyết định sự phú dưỡng hay còn được gọi là yếu tố tới hạn sự phú dưỡng.

- Theo WHO, yếu tố giới hạn sự phú dưỡng của một nguồn nước được xác định dựa vào tỉ số tổng nitơ/tổng photpho (TN/TP) trong nguồn nước đó. Ở điều kiện bình thường có giá trị thấp, P thường là nguyên nhân chính của phú dưỡng (so với N) vì đây là yếu tố tăng trưởng hạn chế của tảo trong hồ.

Phương pháp 2: Xác định chỉ số trạng thái dinh dưỡng tổng hợp Carlson TSI và TRIX

Để đánh giá mức độ phú dưỡng của nước hồ, tiến hành đánh giá theo hai chỉ số phú dưỡng phổ biến là chỉ số Vollenweider Tropic Index – TRIX và chỉ số Tropic State Index – TSI.

Cách tính toán:

Tính toán chỉ số TRIX [95].

TRIX được xác định dựa trên hàm lượng Chlorophyll - a, tổng photpho, tổng nitơ, phần trăm chênh lệch giữa lượng oxy hòa tan đo được với oxy bão hòa. Một số nghiên cứu chỉ ra rằng tảo sử dụng PO_4^{3-} và DIN ($NH_4^+-N+NO_3^-+NO_2^-+N$) và một số nghiên cứu gần đây cũng cho thấy hiện tượng phú dưỡng hóa liên quan đến N, P dạng vô cơ hòa tan vì vậy trong nghiên cứu này sẽ sử dụng PO_4^{3-} , DIN thay cho TP và TN.

$$TRIX = \log(\text{Ch-a} \times \text{PO}_4 \times \text{DIN} \times |\text{aD\%}|) + 1.5$$

Trong đó:

- *Chl-a* - hàm lượng Chlorophyll-a trong nước ($\mu\text{g/l}$).
- PO_4^{3-} - hàm lượng orthophosphate trong nước ($\mu\text{g/l}$).

- $aD\%$ - độ lệch giữa DO đo được và DO_h ở nhiệt độ xác định (%).
- DIN – Tổng hàm lượng nitơ vô cơ hòa tan trong nước ($\mu\text{g/l}$).

Tính toán chỉ số TSI [61].

Tính toán TSI (Chỉ số tình trạng dinh dưỡng) sử dụng 4 thông số là PO_4^{3-} , Chlorophyll-a (Chl-a), độ trong đo bằng Secchi disk và DIN ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$).

- $\text{TSI}_{\text{PO4}} = 14,42 \cdot \ln(\text{PO}_4^{3-}) + 4,15$ (PO_4^{3-} : $\mu\text{g/l}$)
- $\text{TSI}_{\text{Chl}} = 9,81 \cdot \ln(\text{Chl-a}) + 30,6$ (Chl-a: $\mu\text{g/l}$)
- $\text{TSI}_{\text{SD}} = 60 - 14,41 \cdot \ln(\text{Secchi depth})$ (Độ sâu Secchi: m)
- $\text{TSI}_{\text{DIN}} = 54,45 + 14,43 \cdot \ln(\text{DIN})$ (TN: mg/l)
- $\text{TSI} = (\text{TSI}_{\text{PO4P}} + \text{TSI}_{\text{Chl}} + \text{TSI}_{\text{SD}} + \text{TSI}_{\text{DIN}}) / 4$

Cách đánh giá: Mức độ phú dưỡng của thủy vực theo các chỉ số phú dưỡng được phân loại theo bảng 2.5.

Bảng 2.5: Phân loại chất lượng nước theo chỉ số phú dưỡng

Mức độ phú dưỡng	Điểm TSI	Điểm TRIX
Oligotrophic: nghèo dinh dưỡng (O)	0 – 40	0 – 4
Mesotrophic: trung dưỡng (M)	40 – 50	4 – 6
Eutrophic: phú dưỡng (E)	50 – 70	6 – 8
Hypereutrophic: siêu phú dưỡng (H)	>70	>8

Nguồn: Carlson, 1996 [61], Vollenweider, 1998 [95]

2.3.4.4 Đánh giá mức độ ô nhiễm hồ theo chỉ số sinh học: [88]

Sử dụng phương pháp Palmer (1969) để đánh giá mức độ ô nhiễm của nước hồ dựa vào sự xuất hiện của một số chi hoặc loài tảo điển hình. Khung đánh giá theo Palmer (1969) về các chi, loài tảo điển hình có khả năng chịu ô nhiễm như sau:

Bảng 2. 6: Các chi, loài tảo điển hình có khả năng chịu ô nhiễm

Chỉ số ô nhiễm	Chi	Tảo silic Bacillariophyta	Tảo Lục Chlorophyta	Vi khuẩn Lam Cynobacteria
Mức 1: Điểm từ 0-10	Chi/loài tảo không chịu ô nhiễm	<i>Melosira</i> , <i>Cyclotella</i> , <i>Gomphonema</i>	<i>Pandorina</i> , <i>Micractinium</i> , <i>Closterium</i>	<i>Phormidium</i>
Mức 2: Điểm từ 11-15	Chi/loài chịu ô nhiễm trung bình	<i>Synedra</i>	<i>Ankistrodemus</i> , <i>Stigeoclonium</i>	
Mức 3: Điểm từ 16-20	Chi/ loài tảo có thể ô nhiễm ở mức độ cao	<i>Naviculla</i>	<i>Chlorella</i>	
Mức 4: Điểm từ 21 trở lên	Chi/loài tảo chắc chắn chịu ô nhiễm ở mức độ cao	<i>Nitzschia</i> , <i>Cymbella</i> , <i>Fragilaria</i> , <i>Synedra</i> , <i>Achnanthes</i> , <i>Navicula</i> , <i>Melosira</i>	<i>Pediastrum</i> , <i>Coelastrum</i> , <i>Scenedesmus</i> , <i>Ankistrodesmu</i> , <i>Astinas</i> , <i>Chlorella</i> , <i>Ocystis</i> , <i>Chodatella</i>	<i>Microcystis</i> , <i>Oscillatoria</i> , <i>Spirulina</i> , <i>Eugelina</i> , <i>Phacus</i>

Nguồn: Palmer, 1969 [88]

2.3.4.5 Đánh giá tương quan các yếu tố

- Đánh giá tương quan được sử dụng để đánh giá mối tương quan giữa các yếu tố sau:

(i) Nhiệt độ không khí (x) và nhiệt độ nước mặt (y).

(ii) Nhiệt độ nước mặt (x) và các thông số dinh dưỡng (y) bao gồm: N-NH₄, N-NO₃, TN, P-PO₄, TP.

(iv) Nhiệt độ nước mặt (x) và hàm lượng Chlorophyll-a (y).

- Sử dụng phần mềm Excel để tính toán giá trị trung bình và hệ số tương quan giữa hai đại lượng x và y. Đánh giá mối quan hệ giữa hai đại lượng và

kiểm định độ tin cậy của hệ số tương quan theo Phạm Tiên Dũng (2006) [26], trong đó r_{xy} là hệ số tương quan giữa hai đại lượng được tính với công thức sau:

$$r_{xy} = \frac{SXY - \frac{(SX \times SY)}{n}}{\sqrt{(SXX - \frac{(SX)^2}{n})(SYY - \frac{(SY)^2}{n})}}$$

Với $Sx = \sum xi$; $Sxx = \sum xi^2$; $Syy = \sum yi^2$; $Sxy = \sum xiyi$

So sánh hệ số tương quan: Xác định hệ số tương quan r_{xy} (r thực nghiệm) và so sánh với r_{lt} (r lý thuyết) ở mức $\alpha=0,05$):

- Nếu $r_{tn} (r_{xy}) < r_{lt}$: Hệ số tương quan không đáng tin cậy.
- Nếu $r_{tn} (r_{xy}) \geq r_{lt}$: Hệ số tương quan đáng tin cậy hay có tồn tại (ký hiệu là r^*).

Đánh giá hệ số tương quan

Bảng 2.7: Đánh giá hệ số tương quan

$r=0$	Đại lượng x và đại lượng y độc lập tuyến tính
$ r =1$	Đại lượng x và đại lượng y là hằng số
$0,3 < r \leq 0,5$	Đại lượng x và y có quan hệ yếu
$0,5 < r \leq 0,7$	Đại lượng x và y có quan hệ vừa
$0,7 < r \leq 0,9$	Đại lượng x và y có quan hệ tương đối chặt
$0,9 < r \leq 1$	Đại lượng x và y có quan hệ rất chặt

2.3.5 Phương pháp đánh giá tác động của biến đổi khí hậu

2.3.5.1 Phương pháp đánh giá tác động biến đổi khí hậu

Mục đích, phương pháp và công cụ theo “Tài liệu hướng dẫn đánh giá tác động của BĐKH và xác định các giải pháp thích ứng” (2011) và “Biến đổi khí hậu và tác động ở Việt Nam” (2010) của Viện Khí tượng Thủy văn Biển đổi khí hậu [48], [49] như sau:

Mục đích đánh giá: Xác định chiều hướng tác động của BĐKH đối với các yếu tố hệ sinh thái Hồ Tây (các thông số môi trường nước, thành phần thực vật phù du và đa dạng khu hệ cá Hồ Tây, dịch vụ hệ sinh thái), dự kiến mức độ tổn hại về tài nguyên thiên nhiên và xây dựng các giải pháp giảm thiểu tác động BĐKH.

Các thức tiếp cận: Tác động của BĐKH tới hệ sinh thái hồ được minh họa theo nhiều mức độ khác nhau theo cách tiếp cận gián tiếp tức là định tính hoặc bán định lượng. Mức định tính cho thấy xu hướng tác động của BĐKH theo chiều hướng tăng hay giảm mức độ trầm trọng của hiện trạng hệ sinh thái. Mức đánh giá bán định lượng căn cứ trên cơ sở nhiều yếu tố cùng tác động tới hệ sinh thái theo hướng cùng gia tăng mức độ trầm trọng của hiện trạng hệ sinh thái.

Phương pháp đánh giá: Tác động BĐKH đối với hệ sinh thái hồ được đánh giá theo những phương pháp sau (bảng 2.8):

+ Phương pháp dự kiến tác động: Do các điều kiện khí hậu được minh họa trong các kịch bản là điều kiện tương lai nên các đánh giá về tác động BĐKH tới điều kiện hệ sinh thái chỉ là ngoại suy về tương lai.

+ Phương pháp tương tự thực nghiệm: Nội dung chính của phương pháp này là mối quan hệ giữa các điều kiện khí hậu với các yếu tố của hệ sinh thái trong lịch sử được lập lại hoàn toàn hoặc xảy ra một cách gần đúng trong tương lai.

Công cụ đánh giá: sử dụng ma trận đánh giá trong đó xác định những tác động chính của BĐKH đối với từng thông số của hệ sinh thái, hiện trạng của hệ sinh thái và dự báo tác động của BĐKH.

Bảng 2.8: Tổng hợp phương pháp đánh giá tác động biến đổi khí hậu tới hệ sinh thái Hồ Tây

Các yếu tố hệ sinh thái	Tiếp cận	Phương pháp	Công cụ đánh giá
Thực vật phù du	Định tính và bán định (mức độ tác động mạnh hay yếu)	Phương pháp dự kiến tác động Phương pháp tương tự thực nghiệm	Xác định các đặc điểm và hiện trạng về đa dạng thành phần thực vật phù du (loài có mật độ chiếm ưu thế, diễn biến thành phần loài), các yếu tố khí hậu tác động chính, khả năng chống đỡ với các tác động tác động BĐKH
Chất lượng nước	Định tính và bán định lượng (mức độ tác động mạnh hay yếu)	Phương pháp dự kiến tác động Phương pháp tương tự thực nghiệm	Xác định hiện trạng về chất lượng nước (các thông số chất lượng nước: DO, pH, các thông số dinh dưỡng), các yếu tố khí hậu tác động chính, khả năng chống đỡ với các tác động BĐKH
Khu hệ cá	Định tính và bán định lượng (mức độ tác động mạnh hay yếu)	Phương pháp dự kiến tác động Phương pháp tương tự thực nghiệm	Xác định hiện trạng khu hệ cá (thành phần loài, đặc điểm sinh trưởng loài đặc hữu, quý hiếm), các yếu tố khí hậu tác động chính, khả năng chống đỡ với các tác động BĐKH.
Dịch vụ hệ sinh thái	Định tính và bán định lượng (mức độ tác động mạnh hay yếu)	Phương pháp dự kiến tác động Phương pháp tương tự thực nghiệm	Xác định hiện trạng dịch vụ hệ sinh thái với các chức năng chính, các yếu tố khí hậu tác động chính, khả năng chống đỡ của dịch vụ hệ sinh thái với các tác động BĐKH.

2.3.5.2 Phương pháp phân tích SWOT [43]

SWOT được sử dụng nhằm xác định nguyên nhân và định hướng các giải pháp giảm thiểu tác động của BĐKH nhằm xây dựng các giải pháp phát

triển bền vững hệ sinh thái Hồ Tây. Trình tự thực hiện như sau: (i) Xác định các điểm mạnh (S) và điểm yếu (W) nội tại hệ sinh thái Hồ Tây; (ii) Xác định các yếu tố ngoại vi có tác động đến hệ sinh thái Hồ Tây trong mối quan hệ với BDKH – bao gồm những thách thức (T) lẫn cơ hội (O); từ đó định hướng giải pháp giảm thiểu BDKH tương thích.

2.4 Tiểu kết luận chương 2

- Để nghiên cứu tác động của BDKH đối với hệ sinh thái Hồ Tây, 3 nhóm đối tượng chủ yếu được nghiên cứu là: Các yếu tố chất lượng nước, các loài sinh vật trong hồ (TVPD và cá), dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây (4 nhóm dịch vụ).

- Các phương pháp chủ yếu được sử dụng để đánh giá tác động BDKH đối với hệ sinh thái Hồ Tây bao gồm: (i) phương pháp tương quan để đánh giá mối tương quan giữa nhiệt độ và sự phát triển của tảo, các tiêu chí chất lượng nước (các muối dinh dưỡng), mức độ phú dưỡng (ii) Nhóm phương pháp đánh giá tác động BDKH: Đánh giá theo mức định tính hoặc bán định lượng, sử dụng phương pháp dự kiến tác động và phương pháp tương tự thực nghiệm với công cụ ma trận đánh giá để dự báo diễn biến của BDKH đối với hệ sinh thái.

CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VỀ TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐỐI VỚI HỆ SINH THÁI HỒ TÂY

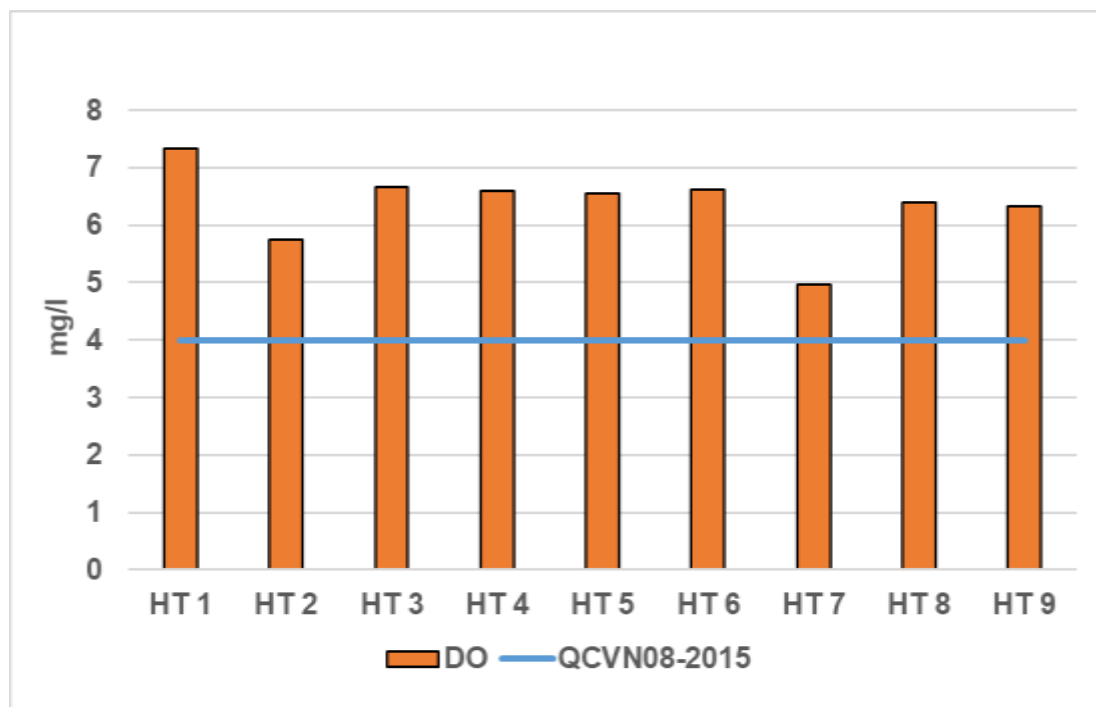
3.1 Đánh giá hiện trạng và vai trò của hệ sinh thái Hồ Tây

3.1.1 Đánh giá hiện trạng chất lượng nước Hồ Tây

3.1.1.1 Đánh giá chất lượng nước theo các chỉ tiêu đơn lẻ

*/ Nồng độ Oxy hòa tan (DO)

Kết quả đo đạc tại 9 điểm ở Hồ Tây vào khoảng 8h -9h sáng 27/7/2020 cho thấy nước hồ có DO dao động lớn, từ 4,9 mg/l đến 9,31 mg/l (hình 3.1).



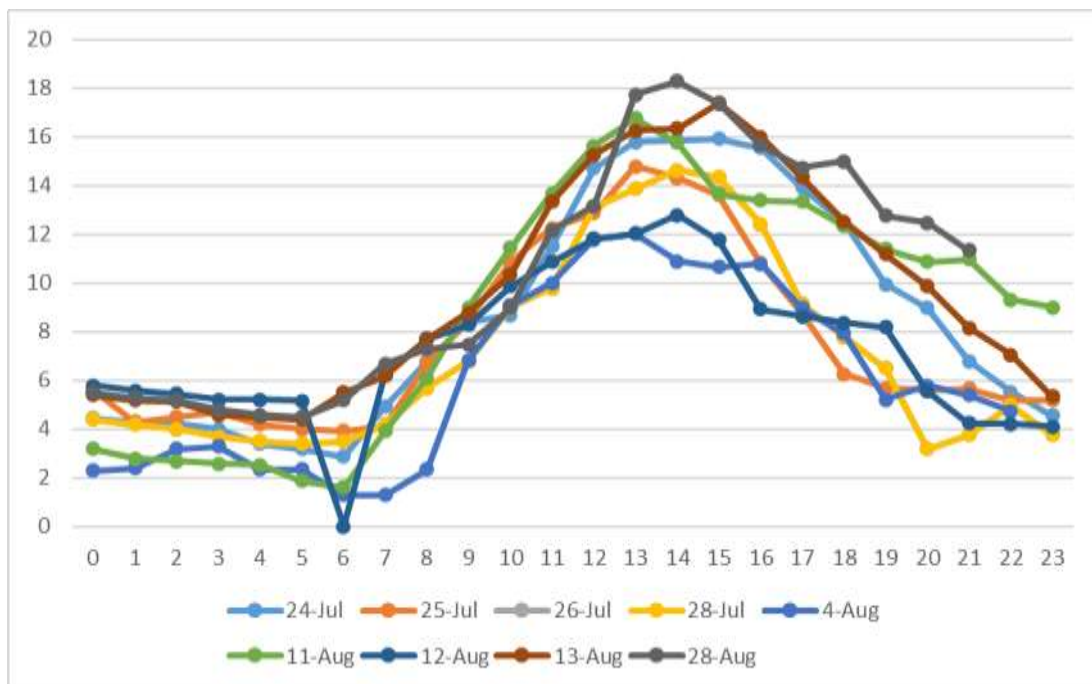
Hình 3.1: Kết quả DO Hồ Tây ngày 27/7/2020

Biến thiên nồng độ DO trong ngày:

Kết quả theo dõi DO trong 6 ngày liên tiếp trong tháng 7 và tháng 8/2020 (từ ngày từ 25/7 đến 27/7 và từ ngày 11 /8 đến ngày 13/8) tại trạm quan trắc tự động tại Hồ Tây được thể hiện tại hình 3.2. Dựa vào kết quả phân tích cho thấy, giá trị DO xuống rất thấp vào khoảng thời gian rạng sáng, từ 4 – 6 h, thấp hơn giới hạn cho phép của QCVN08-MT: 2015/BTNMT, hạng B1 (< 4 mg/l), thậm chí có thời điểm chỉ đạt 1,62 mg/l (hình 3.2). Khi hàm lượng DO quá thấp, dẫn đến các loài sinh vật trong nước sẽ gia tăng khả năng lấy

oxy cho nhu cầu cơ thể, tăng cường trao đổi chất làm cho chất độc của môi trường xâm nhập vào cơ thể nhiều hơn dẫn đến các loài sinh vật trong nước nhiễm độc, hoặc bị chết do thiếu oxy để duy trì hoạt động sống. Hiện tượng này thông thường xảy ra đối với động vật thủy sinh vào thời điểm nêu trên.

Kết quả nghiên cứu cũng thống nhất với các nghiên cứu về hồ phú dưỡng trên thế giới: Đối với các hồ phú dưỡng biến thiên nồng độ DO thay đổi theo ngày, đạt giá trị thấp nhất thường vào khoảng từ 4 - 6 giờ sáng và đạt cao nhất khoảng 15-17 giờ chiều. Trong ngày do cường độ ánh sáng gia tăng, quá trình quang hợp của tảo rất mạnh và giải phóng một lượng lớn oxy là sản phẩm của quá trình quang hợp. Đến đêm, sự hô hấp của tảo rất mạnh do mật độ cao đã tiêu tốn một lượng lớn DO làm cho DO sụt giảm. Ở những hồ phú dưỡng, nồng độ DO thường thấp nhất trước lúc bình minh và cao nhất trước khi hoàng hôn. Ở những hồ này, oxy trong nước bị mất đi do quá trình oxy hóa vào ban đêm nhiều hơn rất nhiều so với oxy nhận được từ không khí [62], [68], [78].

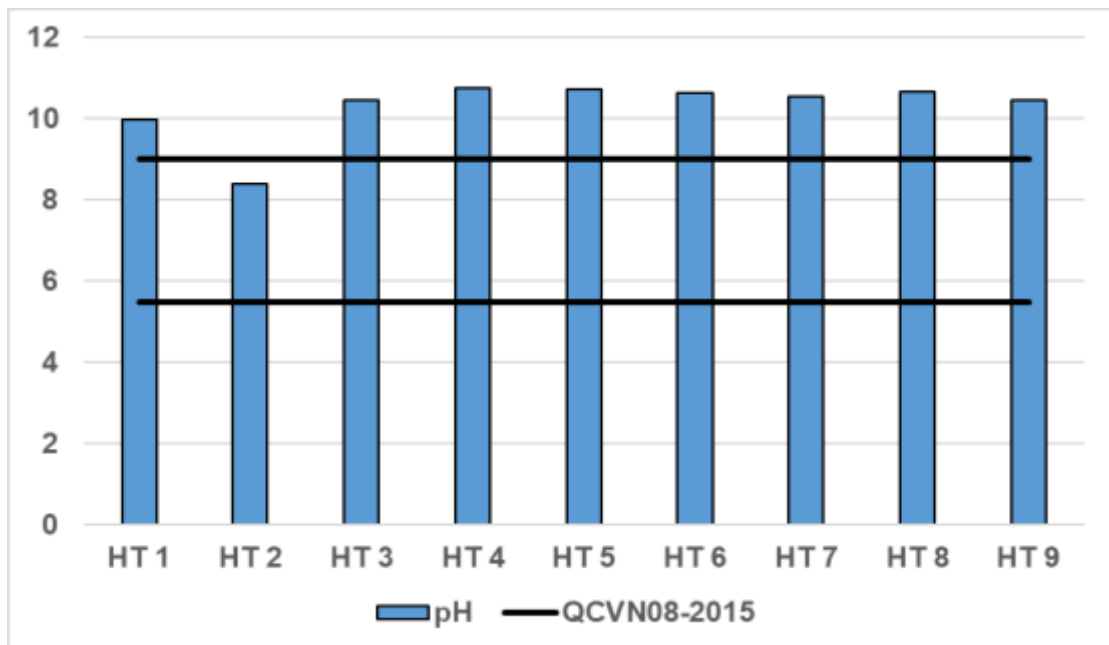


Hình 3.2: Diễn biến DO trong ngày tại Hồ Tây

(Nguồn: Sở Tài nguyên và môi trường Hà Nội, <http://chisoquantracnuoc.vn/>)

***/ Thông số pH**

Tương tự DO, độ pH của nước hồ cũng có dao động cao, trong khoảng 8,4 đến 10,6. Ở nhiều điểm quan trắc, pH của nước hồ vượt tiêu chuẩn 5,5 – 9 theo QCVN 08-MT:2015/BTNMT (cột B1) (hình 3.3). Kết quả này cũng thống nhất với nhiều nghiên cứu trước của Hoàng Thị Lê Vân và cộng sự đã công bố năm 2019: pH ở Hồ Tây dao động từ khoảng 8,13÷10,53 có tính kiềm [47]. pH cao là một trong những biểu hiện của quá trình phú dưỡng trên hồ, khi CO₂ hòa tan trong nước bị giảm mạnh trong quá trình quang hợp của tảo.



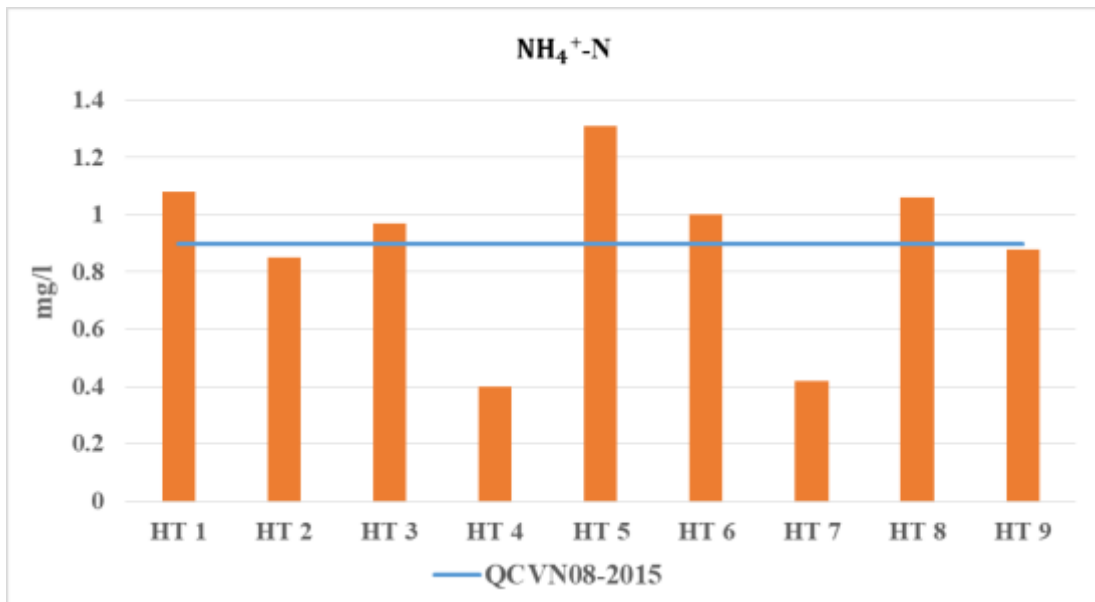
Hình 3.3: Kết quả pH Hồ Tây ngày 27/7/2020

Như vậy qua kết quả của hai thông số DO và pH cho thấy mức chênh lệch DO trong ngày cao và pH nước hồ cao đều là biểu hiện của hồ phú dưỡng.

***/ Thông số Amoni (NH₄⁺.N)**

Nồng độ amoni ở hầu hết các vị trí đều vượt giới hạn nồng độ cho phép theo giá trị B1 của QCVN 08-MT:2015/BTNMT trừ các vị trí ở giữa hồ (HT2 và HT7) (hình 3.4). Do lớp bùn lồi hồ tương đối dày, theo khảo sát năm 2017 của Viện Kinh tế và Quy hoạch Thủy sản là từ 0,6 – 1 m. Chính lớp bùn

dày đã tạo điều kiện cho các quá trình phân hủy thiếu khí và yếm khí trên bề mặt bùn và dưới đáy hồ, giải phóng amoni vào nước, dẫn đến nồng độ amoni của nước Hồ Tây cao, vượt quy chuẩn cho phép tại một số điểm quan trắc. Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu đã thực hiện trước đó về Hồ Tây. Nghiên cứu năm 2001 của Hồ Thanh Hải và cộng sự đã công bố hàm lượng amoni trong nước Hồ Tây dao động từ 0,01 – 2 mg/l [8], [51] hay Báo cáo hiện trạng Hồ Tây tháng 10 năm 2016 của Viện Kinh tế và Quy hoạch Thủy sản, nồng độ amoni trong nước mặt cũng dao động từ 0,28 đến 0,5 mg/l [51].



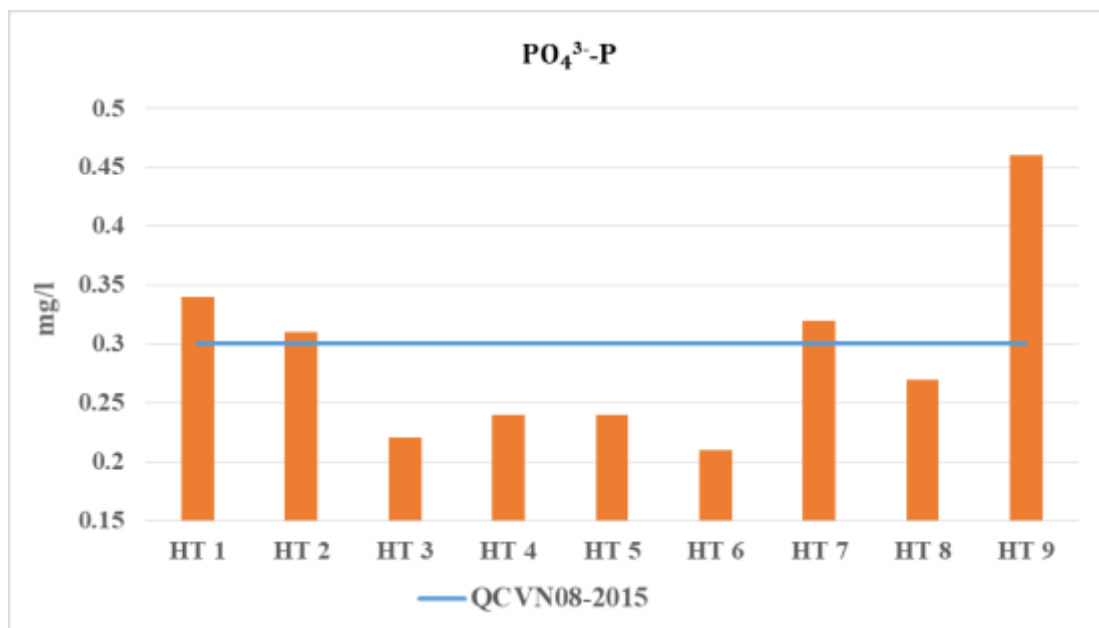
Hình 3.4: Kết quả nồng độ Amoni Hồ Tây tại các điểm đo

***/ Thông số Nitrat (NO_3^-)**

Hàm lượng nitrat của nước Hồ Tây nói chung thấp, cao nhất trong các điểm khảo sát là 0,12 mg/L (tại vị trí số 4) nhưng vẫn thấp hơn so với giới hạn cho phép của quy chuẩn 08:2015/BTNMT (Cột B1: 10). Kết quả này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Hoàng Thị Lê Vân và cộng sự đã công bố kết quả năm 2018: Hàm lượng nitrat của nước Hồ Tây thấp, cao nhất trong các điểm khảo sát là 1,146 mg/L [47].

***/ Thông số Photphat (PO_4^{3-P})**

Hàm lượng photphat dao động trong khoảng từ 0,21 đến 0,46 mg/l, ở một số điểm gần công thải nồng độ photphat cũng vượt quy chuẩn 08:2015/BTNMT (cột B1) và cao hơn các điểm thu mẫu giữa hồ (hình 3.5). Nguyên nhân cũng do thời gian dài tiếp nhận nước thải và nước mưa chảy tràn, bùn lắng đọng xuống cục bộ, theo thời gian, vi sinh vật phân hủy dần dần và giải phóng photphat vào nước, khiến cho mức độ ô nhiễm tăng cao.



Hình 3.5: Kết quả hàm lượng Photphat tại các điểm đo

***/ Nhu cầu oxy hóa học (COD) và nhu cầu oxy hóa sinh học (BOD_5)**

BOD_5 và COD của nước Hồ Tây tương ứng là 23,59 mg/l và 53,8 mg/l ở mức vượt giá trị B1 QCVN 08:2015/BTNMT. Kết quả này cũng phù hợp với nhiều nghiên cứu trước đó.

Báo cáo tổng hợp về Hồ Tây của Viện Kinh tế và Quy hoạch Thủy sản thực hiện sau vụ cá chết ở hồ vào tháng 10/2016 cũng đã chỉ ra nước hồ ô nhiễm hữu cơ với giá trị COD dao động từ 27,8 – 33,2 mg/l, hàm lượng BOD_5 từ 14,6 – 17,6 mg/l, nhiều giá trị đều vượt QCVN 08-MT:2015/BTNMT (cột B1) [51].

Báo cáo đánh giá tác động môi trường dự án nạo vét Hồ Tây tháng 11/2018 cũng chỉ ra nước hồ ô nhiễm hữu cơ với COD dao động từ 15- 92 mg/l, hàm lượng BOD₅ từ 8 – 42 mg/l, nhiều giá trị đều vượt QCVN 08-MT: 2015/BTNMT (cột B1) [50].

Đối với các thông số dinh dưỡng, nước hồ chủ yếu bị ô nhiễm bởi các hợp chất photpho. Nồng độ amoni trong nước hồ tương đối cao, nhiều điểm đo có amoni vượt QCVN 08-MT:2015 (B1).

Do hiện nay hầu hết nước thải quanh hồ đã được thu gom và xử lý tại các nhà máy xử lý nước thải, nước thải sau khi được xử lý được đưa vào hệ thống nước thải của thành phố mà không chảy vào Hồ Tây nên hiện nay nguồn N có trong hồ chủ yếu do nước mưa đưa vào hồ và phần lớn photpho trong hồ đều có nguồn gốc từ bùn đáy hồ [50].

3.1.1.2 Đánh giá chất lượng nước theo WQI

Để có cái nhìn tổng quát hơn, chất lượng nước hồ được đánh giá phân loại dựa theo chỉ số chất lượng nước tổng hợp WQI. Kết quả được trình bày ở bảng 3.1.

Bảng 3.1: Đánh giá chỉ số chất lượng nước

STT	Tên mẫu	WQI _{pH}	WQI _{N-NH4}	WQI _{P-PO4}	WQI _{N-NO3}	WQI	Phân loại
1	HT1	70	24	45	100	48	Xấu
2	HT2	70	30	49	100	50	Trung bình
3	HT3	70	25	70	100	52	Trung bình
4	HT4	70	67	65	100	51	Trung bình
5	HT5	70	24	73	100	53	Trung bình
6	HT6	70	25	48	100	56	Trung bình
7	HT7	70	29	30	100	45	Xấu
8	HT8	70	65	58	100	50	Trung bình
9	HT9	70	27	56	100	43	Xấu
	TB	70	35	59	100	52	Trung bình

Kết quả tính toán bảng 3.1 cho thấy chất lượng nước Hồ Tây đạt mức trung bình. Giá trị WQI tại các điểm thu mẫu giao động từ 43 – 56, hầu hết xếp ở mức độ trung bình.

Kết quả bảng trên cũng cho thấy yếu tố chi phối chất lượng nước Hồ Tây là $N-NH_4^+$ và $P-PO_4^{3-}$.

3.1.1.3 Đánh giá hiện trạng phú dưỡng Hồ Tây

Hiện tượng phú dưỡng là một dạng suy giảm chất lượng nước thường xảy ra ở các hồ chứa do nồng độ các chất dinh dưỡng trong hồ tăng cao, làm gia tăng sinh khối tảo, dẫn đến gia tăng hàm lượng các chất lơ lửng, chất hữu cơ, làm suy giảm lượng oxy trong nước vào ban đêm, nhất là ở tầng dưới sâu, có thể gây chết cá và ảnh hưởng lớn đến các loài thủy sản khác. Để đánh giá mức độ phú dưỡng của Hồ Tây sử dụng đồng thời 2 phương pháp sau:

Phương pháp 1: Xác định yếu tố tới hạn tổng P và tổng N

Nguyên nhân chính gây ra sự phú dưỡng là do hàm lượng các chất dinh dưỡng (chủ yếu là nitơ và photpho) trong nước cao. Tùy thuộc vào nguồn nước mà N và/hoặc P là yếu tố quyết định sự phú dưỡng hay còn được gọi là yếu tố tới hạn sự phú dưỡng.

Bảng 3.2: Kết quả quan trắc tổng P, tổng N và Chlorophyll – a

Điểm mẫu	Tổng N	Tổng P	TN/TP	Chlorophyll - a
1	6,1	0,48	12,7	117,48
2	6,2	0,69	9	96,12
3	8,3	0,47	17,7	117,48
4	10,1	0,84	12,0	138,84
5	6,9	0,48	14,4	148,84
6	4	0,23	17,4	157,48
7	5,7	0,52	11	167,48
8	10,7	0,55	19,5	163,84
9	9,32	0,47	19,8	85,44
TB	7,48	0,53	14,11	132,56

Theo WHO, yếu tố giới hạn sự phú dưỡng của một nguồn nước được xác định dựa vào tỉ số tổng nitơ/tổng photpho (TN/TP) trong nguồn nước đó.

Ở điều kiện bình thường có giá trị thấp, P thường là nguyên nhân chính của phú dưỡng (so với N) vì đây là yếu tố tăng trưởng hạn chế của tảo trong hồ. Tảo thường sử dụng N cao gấp từ 4 - 10 lần so với P, trong đó tỷ lệ N/P trong nước thải thường chỉ là 3 lần. Kết quả phân tích cho thấy, tỉ số TN/TP của tất cả 9 điểm quan trắc năm 2020 trong Hồ Tây đều ở mức ≥ 6 , dao động trong khoảng từ 9 – 19,8 (trung bình 14,11). Điều này thể hiện P là yếu tố giới hạn đối với quá trình phú dưỡng trên Hồ Tây (bảng 3.2).

Phương pháp 2: Xác định chỉ số trạng thái dinh dưỡng tổng hợp Carlson TSI và TRIX

Kết quả xác định chỉ số trạng thái dinh dưỡng Carlson TSI và TRIX được trình bày ở bảng 3.3.

Bảng 3.3: Kết quả tính toán chỉ số TSI và TRIX

Tên mẫu	TSI (SD)	TSI (Chl-a)	TSI (PO4)	TSI (DIN)	TSI	Class TSI	TRIX	Class TRIX
HT1	75	77	88	57	74	Siêu phú dưỡng	8,8	Siêu phú dưỡng
HT2	75	75	87	54	73	Siêu phú dưỡng	8,8	Siêu phú dưỡng
HT3	74	77	82	55	72	Siêu phú dưỡng	8,7	Siêu phú dưỡng
HT4	75	79	83	44	70	Siêu phú dưỡng	8,5	Siêu phú dưỡng
HT5	74	79	83	58	74	Siêu phú dưỡng	8,9	Siêu phú dưỡng
HT6	75	77	81	55	72	Siêu phú dưỡng	8,7	Siêu phú dưỡng
HT7	75	77	87	44	71	Siêu phú dưỡng	8,7	Siêu phú dưỡng
HT8	75	79	85	57	74	Siêu phú dưỡng	8,9	Siêu phú dưỡng
HT9	75	74	93	54	74	Siêu phú dưỡng	8,8	Siêu phú dưỡng
Trung bình					73			8.8

Kết quả được nghiên cứu bảng 3.3 cho thấy tất cả 9 điểm quan trắc, nước hồ đều ở mức độ siêu phú dưỡng, cụ thể:

- Giá trị chỉ số TSI từ 70 – 74 trung bình 73.
- Giá trị chỉ số TRIX từ 8,7 – 8,9 trung bình 8,8.

Như vậy mức độ phú dưỡng ở vùng giữa hồ hay ở các điểm gần cống thải là như nhau. Kết quả trên cũng trùng lặp với kết quả báo cáo đánh giá tác động môi trường dự án nạo vét Hồ Tây năm 2018 cho thấy hầu hết ở 22 điểm quan trắc nước hồ đều ở siêu phú dưỡng với chỉ số TSI trung bình là 73 và TRIX trung bình là 8,63.

Nguyên nhân gây ra phú dưỡng là do hàm lượng các chất dinh dưỡng trong nước hồ cao do nhận từ các nguồn dinh dưỡng bên ngoài hoặc từ lớp bùn tích tụ lâu ngày tại hồ.

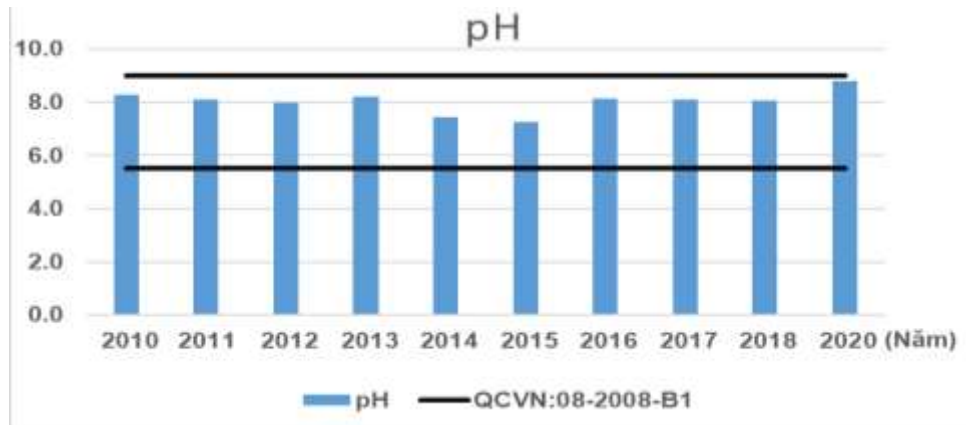
Theo khảo sát năm 2018 của Viện Khoa học Môi trường Bách khoa Hà Nội cho thấy chiều sâu lớp bùn lớn hơn ở vùng giữa hồ và nhỏ hơn ở các vùng ven bờ, một phần do cấu trúc nền của lòng Hồ Tây, bùn tích tụ và dồn về giữa hồ do cấu trúc dạng lòng chảo của hồ từ khi hình thành đến nay. Lớp bùn chứa cả các chất ô nhiễm vô cơ và các chất hữu cơ, xác sinh vật, chất bài tiết của động vật có thể trở thành nguồn gây ô nhiễm đối với nước hồ [50]. Như vậy lớp bùn dày ở vùng giữa hồ đã góp phần làm gia tăng mức độ phú dưỡng ở hồ đặc biệt là các vị trí giữa hồ.

3.1.2 Đánh giá chất lượng nước Hồ Tây giai đoạn 2010 - 2020

3.1.2.1 Đánh giá theo thông số đơn lẻ

****/ Thông số pH***

Độ pH trung bình theo năm của nước Hồ Tây có dao động cao, trong khoảng 8,2 đến 8,9 tuy nhiên vẫn nằm trong khoảng cho phép theo QCVN 08-MT:2008/BTNMT (cột B1) từ 5,5 đến 9. Trong các năm thì năm 2020 giá trị pH đạt cao nhất (pH=8,9) và thấp nhất là năm 2015 có pH= 7,2 (hình 3.6).



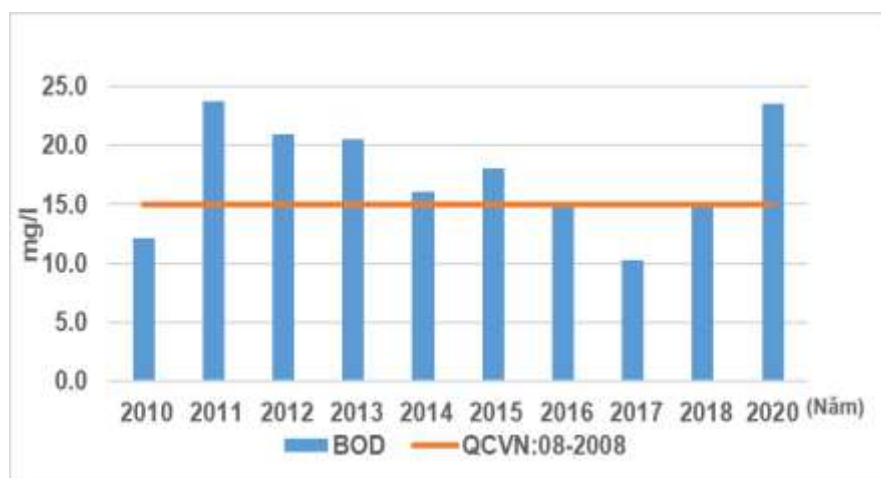
Hình 3.6: Đồ thị diễn biến thông số pH của nước Hồ Tây giai đoạn 2010-2020

(Nguồn: Tác giả tổng hợp từ số liệu do Chi cục bảo vệ môi trường Hà Nội) [Phụ lục 5]

pH Hồ Tây luôn ở mức cao là do trong nước Hồ Tây có nhiều vi tảo, quá trình quang hợp mạnh mẽ của tảo làm tăng lượng oxy hòa tan trong nước, đồng thời tiêu thụ một lượng đáng kể CO₂ khiến cho cân bằng CO₂ trong nước chuyển dịch về phía tạo ra ion CO₃²⁻ làm tăng pH của nước.

***/ Nhu cầu oxy sinh hóa (BOD₅)**

Giá trị BOD₅ trung bình theo năm từ 2011-2020 của nước Hồ Tây ở mức cao. Hầu hết các năm giá trị đo trong đợt quan trắc vượt giá trị B1 QCVN 08:2008/BTNMT (hình 3.7).

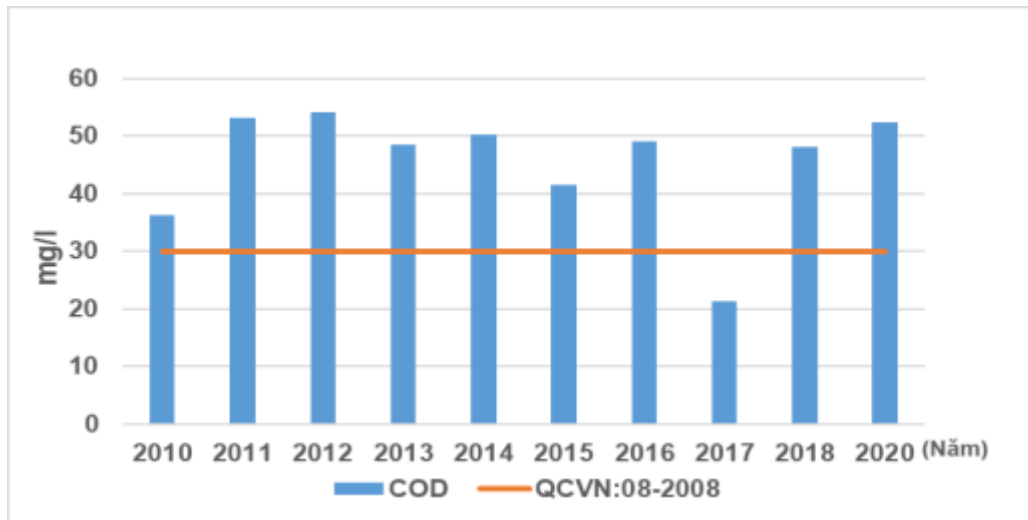


Hình 3.7: Đồ thị thể hiện diễn biến chỉ số BOD₅ Hồ Tây giai đoạn 2010-2020.

(Nguồn: Tác giả tổng hợp từ số liệu Chi cục bảo vệ môi trường Hà Nội) [Phụ lục 5]

***/ Nhu cầu oxy hóa học (COD)**

Giá trị COD trung bình theo năm từ 2010-2020 của nước Hồ Tây cũng ở mức rất cao. Hầu hết các năm giá trị đo trong đợt quan trắc vượt giá trị B1 QCVN 08:2008/BTNMT trừ năm 2017 (hình 3.8).

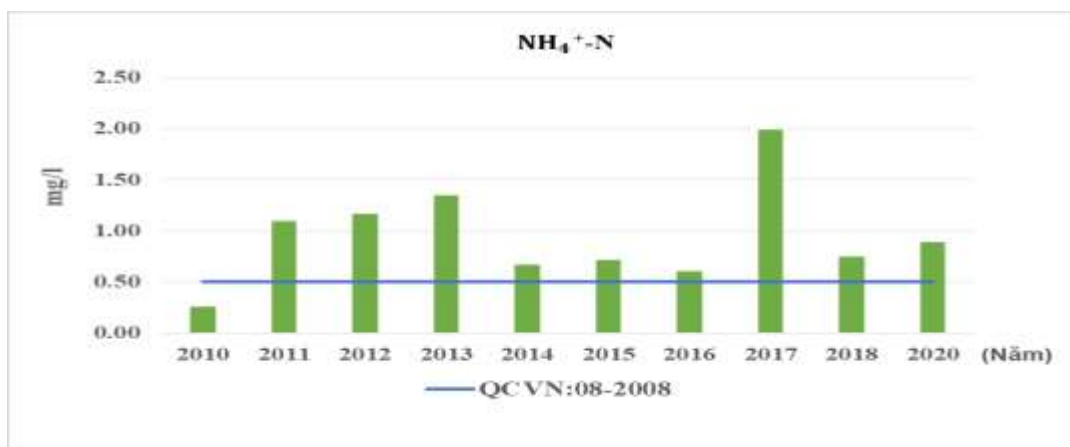


Hình 3.8: Đồ thị diễn biến chỉ số COD Hồ Tây giai đoạn 2010-2020

(Nguồn: Tác giả tổng hợp từ số liệu Chi cục bảo vệ môi trường Hà Nội) [Phụ lục 5]

***/ Thông số Amoni (NH_4^+-N)**

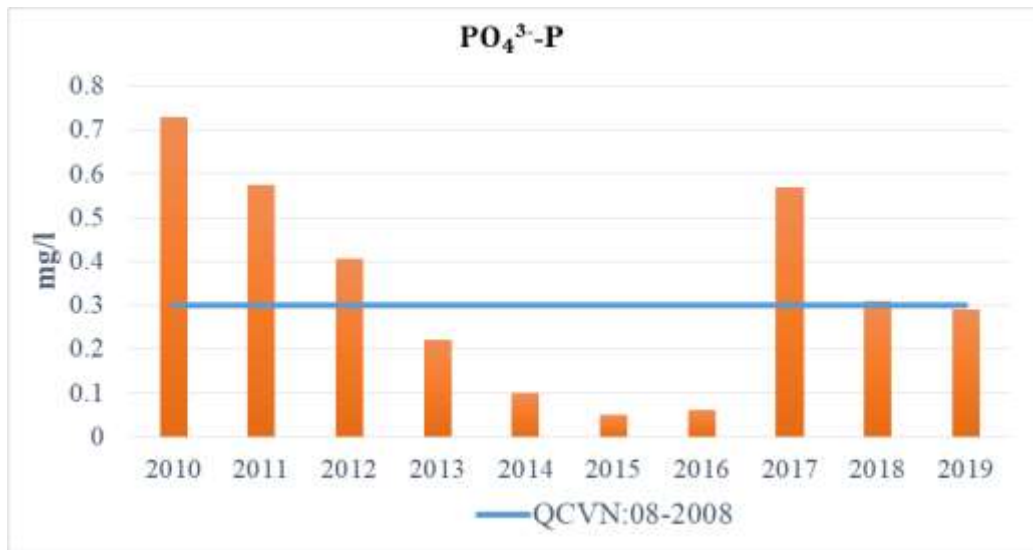
Nồng độ Amoni tại hầu hết các năm đều nằm ngoài giới hạn nồng độ cho phép theo giá trị B1 của QCVN 08-MT:2008/BTNMT (hình 3.9).



Hình 3.9: Đồ thị diễn biến hàm lượng Amoni giai đoạn 2010- 2020

(Nguồn: Tác giả tổng hợp từ số liệu Chi cục bảo vệ môi trường Hà Nội) [Phụ lục 5]

****/ Thông số Photphat ($PO_4^{3-}-P$)***



Hình 3.10: Đồ thị diễn biến hàm lượng Photphat giai đoạn 2010-2020
(Nguồn: Tác giả tổng hợp từ số liệu do Chi cục bảo vệ môi trường Hà Nội)

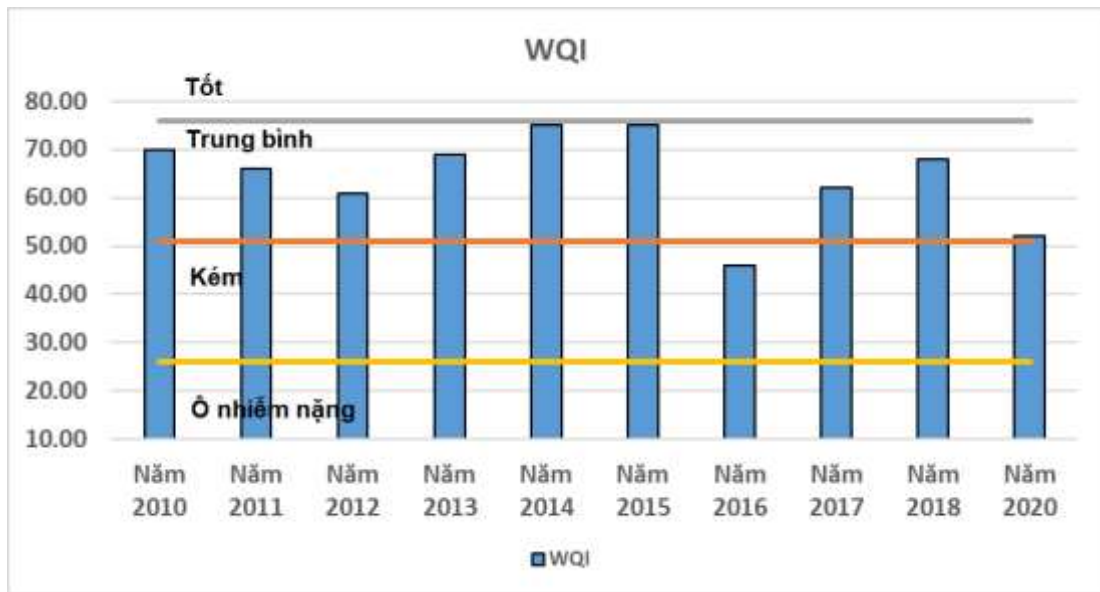
[Phụ lục 5]

Nồng độ Photphat trong nhiều năm (năm 2010 đến 2012 và năm 2017 đến 2020) đều nằm ngoài giới hạn nồng độ cho phép theo giá trị B1 của QCVN 08-MT:2008/BTNMT (hình 3.10).

Như vậy xem xét các thông số chất lượng nước trong 10 năm cho thấy: COD và BOD₅, Amoni, Photphat là 4 thông số chính chỉ thị cho ô nhiễm hữu cơ và dinh dưỡng trong hồ đều nằm ngoài giới hạn nồng độ cho phép theo giá trị B1 của QCVN 08-MT: 2008/BTNMT trong nhiều năm. Một số nguyên nhân dẫn đến tình trạng này như: (i) Tiếp nhận nước thải trực tiếp (ii) Lớp bùn đáy chứa nhiều dinh dưỡng do tích tụ nước thải nhiều năm và do tảo sau khi chết là các thành phần hữu cơ cũng lắng xuống lớp bùn đáy.

3.1.2.2 Đánh giá chất lượng nước tổng hợp theo chỉ số chất lượng nước WQI

Kết quả đánh giá chất lượng nước tổng hợp theo chỉ số chất lượng nước WQI từ năm 2010 đến 2020 được trình bày tại Hình 3.111



Hình 3.11: Diễn biến chỉ số WQI Hồ Tây giai đoạn 2010-2020

(Nguồn: Tác giả tổng hợp từ số liệu Chi cục bảo vệ môi trường Hà Nội) [Phụ lục 5]

Kết quả tính toán cho thấy, giá trị WQI nước Hồ Tây giai đoạn 2010 – 2020 đa phần ở mức trung bình và chưa có giai đoạn nào ở mức tốt. Riêng năm 2016 ở mức xấu, đây cũng là năm xảy ra hiện tượng cá chết hàng loạt với khối lượng lớn (khoảng 200 tấn). Nguyên nhân chính giá trị WQI năm 2016 thể hiện nước hồ ở mức xấu do nhiều yếu tố như: nước thải của các khu dân cư, nhà hàng trong khu vực vẫn tiếp tục xả ra hồ, hệ thống thu gom nước thải vẫn chưa hoàn thiện, dự án thoát nước mương Thụy Khuê đoạn từ dốc La Pho đến Cống Đỡ vẫn chưa hoàn thành, từ đó kéo theo tình trạng vào mùa mưa, nước từ mương Thụy Khuê có thể chảy ngược ra Hồ Tây, gây ô nhiễm nước hồ.

Kết quả tính toán cũng chỉ ra rằng giá trị trung bình WQI nước Hồ Tây năm 2020 mặc dù vẫn ở mức trung bình song đã cải thiện và cao hơn so với các năm trước đó. Nguyên nhân đóng góp phần đáng kể để cải thiện nước hồ ở đây là giai đoạn này không còn các nguồn gây ô nhiễm như chất thải từ hoạt động thả nuôi cá với số lượng không phù hợp để kinh doanh, không còn việc xả thải từ các nhà hàng, thuyền/ tàu không hoạt động trên/ bên hồ, nước thải

ven hồ đã được thu gom và xử lý và không xả vào hồ sau xử lý, nước hồ đã được xử lý sau vụ cá chết.

3.1.2.3 Chính sách quản lý Hồ Tây và các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng nước Hồ Tây.

Các kết quả trên cho thấy giá trị WQI nước Hồ Tây giai đoạn 2010 – 2020 đa phần ở mức trung bình và chưa có giai đoạn nào ở mức tốt, các thông số COD và BOD₅, Amoni, Photphat là 4 thông số chính chỉ thị cho ô nhiễm hữu cơ và dinh dưỡng trong hồ đều nằm ngoài giới hạn nồng độ cho phép theo giá trị B1 của QCVN 08-MT: 2008/BTNMT trong nhiều năm. Một số nguyên nhân cho hiện trạng này là (i) Tiếp nhận nước thải trực tiếp (ii) Lớp bùn đáy chứa nhiều dinh dưỡng do tích tụ nước thải nhiều năm và do tảo sau khi chết là các thành phần hữu cơ cũng lắng xuống lớp bùn đáy. Dẫn đến hiện trạng này do quá trình quản lý Hồ Tây đã trải qua các giai đoạn sau:

- Từ năm 1967 UBND thành phố cho phép thành lập Quốc Doanh cá Hồ Tây (tiền thân của Công ty TNHH một thành viên Hồ Tây ngày nay) với nhiệm vụ chính là nuôi cá để cung cấp thịt cho Thành phố và các vùng lân cận.

- Trước năm 2009, Hồ Tây do một số đơn vị quản lý như Sở NN&PTNT, Sở Giao thông Vận tải, Sở Tài nguyên Môi trường mỗi đơn vị một chức năng riêng nhưng đều cùng nhiệm vụ khai thác phát huy giá trị Hồ Tây. Năm 2009 để thống nhất việc quản lý Hồ Tây, UBND thành phố ra quyết định số 92/2009/QĐ-UBND về qui định quản lý Hồ Tây giao UBND Quận Tây Hồ chịu trách nhiệm tổ chức thực hiện quản lý Hồ Tây. Trong quá trình thực hiện UBND Quận chủ động phối hợp với các Sở ban ngành thành phố để quản lý và khai thác Hồ Tây một cách hiệu quả (Sở Giao thông vận tải quản lý các phương tiện trên hồ, Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn quản lý nuôi trồng, khai thác thủy sản và mực nước hồ, Công ty thoát nước chịu trách nhiệm chống úng ngập, Sở Tài nguyên Môi trường chịu trách

nhiệm về môi trường hồ) [45]. Hiện nay một số nguồn thải có thể ảnh hưởng đến Hồ Tây đang được quản lý như sau:

Nguồn ô nhiễm điểm: Nước thải của các khu dân cư, nhà hàng, khách sạn trong khu vực vẫn tiếp tục xả ra hồ cho đến năm 2016 các cơ sở xả thải mới được hướng dẫn thủ tục đấu nối và đến cuối năm 2018 mới hoàn thành việc đấu nối toàn bộ các cơ sở xả thải vào hệ thống chung. Đối với hệ thống thu gom nước thải của các khu dân cư cũng đã cơ bản hoàn thành vào năm 2018 và được thu gom về nhà máy xử lý nước thải Hồ Tây để xử lý. Đối với phương tiện hoạt động trên Hồ Tây đã bị dừng hoàn toàn vào tháng 10 năm 2017(chi tiết xem phụ lục 7) [50]. Như vậy các nguồn xả thải điểm quanh hồ và trên hồ cơ bản đã được khống chế sẽ góp phần làm giảm ô nhiễm hồ. Tuy nhiên xung quanh hồ còn khá nhiều các hộ kinh doanh buôn bán lấn chiếm cảnh quan quanh hồ cũng làm ảnh hưởng đến môi trường hồ.

Nguồn ô nhiễm phân tán: Một số di tích lịch sử văn hóa được xếp hạng cùng với các công trình tôn giáo tín ngưỡng nên thường xuyên diễn ra các hoạt động tâm linh. Việc đốt vàng mã, phóng sinh cũng gián tiếp ảnh hưởng đến chất lượng nước hồ. Quá trình rửa trôi và xói mòn do mưa và do sử dụng nước không qua hệ thống công cố định cũng góp phần đưa các dinh dưỡng tới hồ. Các công trình xây dựng xung quanh hồ, các hoạt động tại vùng lưu vực hồ có thể góp phần gây ô nhiễm hồ thông qua mưa hay quá trình xói mòn.

Nguồn gây ô nhiễm nội tại hồ: Việc tiếp nhận nước thải nhiều năm đã tích tụ lượng không nhỏ bùn ở Hồ Tây. Theo khảo sát năm 2018 của Viện Khoa học Môi trường Bách khoa Hà Nội cho thấy lớp bùn lắng trong hồ rất dày dao động từ 0,6 -1 m. Cao trình đáy bùn dao động từ +2,8 đến +2,9 m, cao trình đỉnh bùn từ +3,8 đến +4,5m. Lớp bùn chứa cả các chất ô nhiễm vô cơ và các chất hữu cơ, xác sinh vật, chất bài tiết của động vật có thể trở thành nguồn gây ô nhiễm đối với nước hồ [50].

3.1.3 Đánh giá hiện trạng thành phần thực vật phù du Hồ Tây

3.1.3.1 Diễn biến thành phần loài thực vật phù du Hồ Tây

Tổng hợp các kết quả nghiên cứu về diễn biến từ năm 1996 đến nay về số lượng loài TVPD được trình bày ở bảng 3.4.

Bảng 3.4: Tổng hợp diễn biến thành phần thực vật phù du từ năm 1996 đến 2018.

Ngành tảo	1996	2002	2007	2009	2011	2018
Tảo silic - Bacillariophyta	12	18	12	13	21	33
Tảo lục - Chlorophyta	73	71	20	21	19	22
Vi khuẩn Lam - Cyanobacteria	19	12	12	21	15	23
Tảo mắt - Euglenophyta	7	7	8	10	14	18
Tảo giáp - Pyrrophyta	4	4	0	0	3	-
Tổng cộng	115	112	52	65	72	96

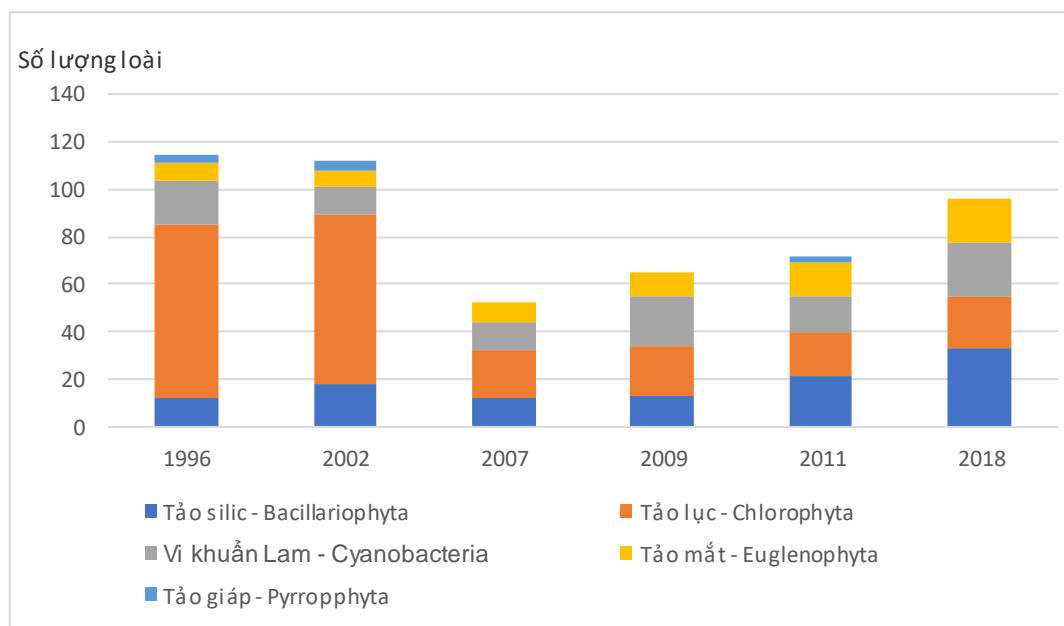
Nguồn: Lưu Lan Hương, 2007, 2010, [21], [22], Vũ Đăng Khoa, 1996 [25], Đặng Ngọc Thanh, 2002 [34], Viện Khoa học và Công nghệ, 2018 [50], Viện Sinh thái và tài nguyên sinh vật [52]

Kết quả bảng 3.4 cho thấy từ năm 1996 cho đến năm 2018 cấu trúc thành phần thực vật phù du ở Hồ Tây đã thay đổi đáng kể:

Năm 1996, TVPD ở Hồ Tây có 115 loài với 5 ngành: ngành Tảo Silic 12 loài (chiếm 10,43% tổng số loài), tảo Lục có số lượng nhiều nhất là 73 loài (chiếm 63,48%), Vi khuẩn Lam 19 loài (chiếm 16,52%), tảo Mắt 7 loài (chiếm 6,09%) và ngành tảo Giáp với số lượng ít nhất gồm 2 chi với 4 loài (chiếm 3,47%) [25]. Kết quả nghiên cứu gần đây nhất (năm 2018) của Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường (INEST) phối hợp với Viện Sinh thái và Tài nguyên Sinh vật cho thấy số loài thực vật phù du là 96 loài với 4 ngành: ngành vi khuẩn Lam (Cyanobacteria) có 23 loài, tảo Lục (Chlorophyta) có 22 loài, tảo Silic (Bacillariophyta): 33 loài, tảo Mắt (Euglenophyta): 18 loài. Về thành phần loài, ngành tảo Silic có số lượng loài nhiều nhất (33 loài) các chi chiếm ưu thế như *Melosira*, *Synedra*, *Navicula*, *Nitzschia*. Tiếp đến ngành tảo

Lục (22 loài) với các chi khác nhau *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Chlorella*... trong đó tảo *Scenedesmus* với 5 loài [50].

Sau hơn 20 năm đa dạng loài thực vật phù du thay đổi như sau: Ngành tảo Silic tăng lên đáng kể từ 12 loài lên 33 loài trong khi đó ngành tảo Lục giảm rất đáng kể từ 73 loài xuống 22 loài. Thành phần loài của ngành tảo Mắt và vi khuẩn Lam cũng tăng tương ứng từ 7 loài lên 18 loài và 19 loài lên 23 loài (hình 3.12).



Hình 3.12: Diễn biến thành phần thực vật phù du từ năm 1996 đến 2018

Nguồn: Lưu Lan Hương, 2007, 2010, [21], [22], Vũ Đăng Khoa, 1996 [25], Đặng Ngọc Thanh, 2002 [34], Viện Khoa học và Công nghệ, 2018 [50], Viện Sinh thái và tài nguyên sinh vật [52].

3.1.2.2 Diễn biến mật độ thực vật phù du Hồ Tây

Xem xét mật độ tế bào sẽ cho thấy loài có mật độ chiếm ưu thế trong quần xã thực vật phù du. Dựa trên kết quả một số nghiên cứu đã thực hiện từ năm 1960 đến 2018 về mật độ tế bào của quần xã thực vật phù du tại Hồ Tây để đánh giá về diễn biến mật độ thực vật phù du nhằm đánh giá diễn biến loài có mật độ chiếm ưu thế. Kết quả được cho ở bảng 3.5.

Bảng 3.5: Diễn biến mật độ thực vật nổi ở Hồ Tây.

Thời gian	1960 - 1970	1996	2011	2018
Mật độ tế bào	3 triệu đến 200 triệu tb/l	600.000 - 10.600.000 tb/l	98.400.000 đến 104.780.000 tb/l	122.700 đến 153.700 tb/l
Ghi chú	Vi khuẩn Lam chiếm 60-90% mật độ	Vi khuẩn Lam chỉ chiếm 40,3% về số lượng Tảo silíc lại chiếm ưu thế, đạt 65,5% về khối lượng	Vi khuẩn Lam có mật độ rất lớn chiếm tới 60% tổng số TVN	Vi khuẩn Lam chiếm trên 90%; tảo lục chiếm 5% và các nhóm khác có mật độ không đáng kể
Nguồn tham khảo	Tác giả Dương Đức Tiến [37]	Tác giả Vũ Đăng Khoa [25]	Nhóm tác giả (Viện Sinh thái Tài nguyên Sinh vật) [52]	Nhóm tác giả (Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường) [50]

Kết quả cho thấy mật độ thực vật phù du tại Hồ Tây biến động khá lớn phụ thuộc vào mùa trong năm. Tuy nhiên mật độ của vi khuẩn Lam tăng dần, từ năm 1996 vi khuẩn Lam chỉ chiếm 40,3%, năm 2012 vi khuẩn Lam chiếm 60% mật độ và đến năm 2018 chiếm 90% mật độ. Điều này cho thấy hiện nay vi khuẩn Lam đang là loài có mật độ chiếm ưu thế của quần xã thực vật phù du tại Hồ Tây.

Mật độ tảo và thành phần tảo trong điều kiện bùng phát tảo

Tháng 1/2021 xảy ra hiện tượng bùng phát tảo tại Hồ Tây, mặt nước xuất hiện lớp váng màu xanh lục, đặc biệt là những nơi gần bờ hồ (ảnh 1). Tiến hành xác định thành phần và mật độ tảo tại các khu vực xuất hiện hiện tượng bùng phát tảo tháng 1/2021. Kết quả trình bày bảng 3.6

Bảng 3.6: Thành phần và mật độ thực vật phù du tháng 1/2021

TVPD	VK Lam Tb/l (%)	Tảo Lục Tb/l (%)	Tảo khác Tb/l (%)	Tổng số Tb/l (%)
HT1	61.500.000 (78)	17.900.000 (21,8)	2.600.000(3,2)	82.000.000 (100)
HT2	67.800.000 (75)	22.500.000 (21,8)	1.600.000 (1,8)	91.900.000 (100)

HT3	54.000.000 (78)	14.100.000 (20,3)	1.200.000 (1,7)	69.300.000 (100)
HT4	68.600.000 (77)	19.400.0 (21,7)	1.200.000 (1,3)	89.200.000 (100)

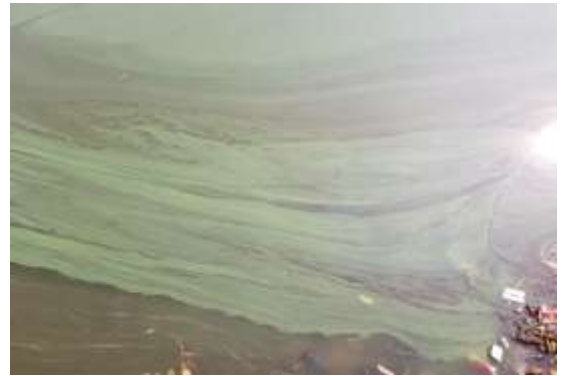
Kết quả bảng 3.6 cho thấy:

- Trong giai đoạn bùng phát, mật độ TVPD tăng lên rất cao 69 triệu đến 89 triệu tb/l.

- Vi khuẩn Lam chiếm mật độ chủ yếu (từ 75% - 78%), tiếp theo là tảo Lục (từ 20,3% đến 21,8%), các loài tảo khác (tảo Silic, tảo Mắt) chiếm mật độ không đáng kể.



1.a: Điểm xa bờ



1.b: Điểm gần bờ

Hình 3.13: Ảnh bùng phát tảo tại Hồ Tây tháng 1/2021

3.1.4 Đánh giá hiện trạng khu hệ cá Hồ Tây

Tổng hợp các nghiên cứu trong thời gian từ năm 1992 để đánh giá diễn biến thành phần loài cá ở Hồ Tây. Kết quả được trình bày ở bảng 3.7.

Bảng 3.7: Diễn biến thành phần loài cá Hồ Tây

Năm	Số lượng loài							Tổng số loài	Nguồn tham khảo
	Bộ cá trích	Bộ cá chép	Bộ cá nheo	Bộ cá sóc	Bộ cá kình	Bộ lươn	Bộ Cá vược		
1992	1	14	3	1	1	1	4	25	Viện Sinh thái và Tài nguyên Sinh vật [52]
1999	1	24	3	1	0	1	9	39	Mai Đình Yên [55]
2003	1	11	3	1	1	1	5	23	Viện Sinh thái và Tài nguyên Sinh vật [52]
2011	1	28	3	1	1	1	11	46	Viện Sinh thái và Tài nguyên Sinh vật [52]

2017	1	11	2	0	1	0	3	18	Viện Kinh tế và Quy hoạch thủy sản [51]
2018	1	11	2	0	1	0	3	18	Viện Khoa học Công nghệ và Môi trường [50]

Nhóm tác giả Viện Sinh thái và Tài nguyên Sinh vật có nhiều nghiên cứu về thành phần loài cá ở Hồ Tây nhất. Theo nhóm tác giả có 46 loài cá ở Hồ Tây được khảo sát vào năm 2011 [52]. Đây được coi là nghiên cứu đầy đủ nhất về thành phần loài cá ở Hồ tây. Theo khảo sát của Viện Kinh tế và quy hoạch thủy sản vào năm 2017 có 18 loài cá, đều thuộc các loài đã ghi nhận trước đây [51].

Nhằm đánh giá diễn biến thành phần loài khu hệ cá Hồ Tây, dựa trên nghiên cứu đầy đủ nhất của Viện Sinh thái và Tài nguyên Sinh vật (IEBR, 2011) về thành phần của các loài cá Hồ Tây và dựa trên đặc điểm sinh học và sinh thái học của các loài cá, tiến hành phân loại các loài cá Hồ Tây thành các nhóm như sau: (i) Nhóm A: cá nuôi thả hàng năm, gồm 6 loài; (ii) Nhóm B: loài ngoại lai, gồm 4 loài; (iii) Nhóm C: bị đe dọa tiêu diệt, trong đó C1 là loài quý hiếm thuộc sách đỏ, C2 là loài đặc hữu, gồm 6 loài; (iv) Nhóm D: có nguồn gốc phương Nam, gồm 3 loài; (v) Nhóm LE: giới hạn thấp về chịu đựng môi trường, gồm 9 loài; (vi) Nhóm HT: giới hạn chịu đựng cao, gồm 16 loài.

Dựa trên các kết quả nghiên cứu về thành phần các nhóm cá Hồ Tây từ năm 1992 đến 2018 (xem phụ lục 8) [50], [51], [52], tiến hành đánh giá diễn biến xuất hiện các loài cá Hồ Tây theo phân loại trên. Kết quả trình bày ở bảng 3.8.



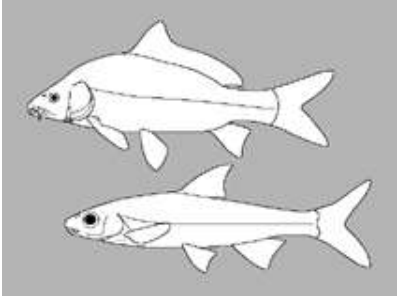
Bảng 3.8: Diễn biến thành phần loài cá Hồ Tây giai đoạn 1992 -2018

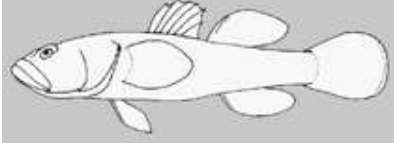
Nhóm cá	Đặc điểm	1992	2003	2011	2017	2018
A	Cá nuôi thả hàng năm	5/6	4/6	6/6	4/6	4/6
B	Ngoại lai	1/5	2/5	4/5	3/5	3/5
C	Loài quý hiếm và đặc hữu	1/5	4/5	5/5	1/5	1/5
DS	Nguồn gốc phương Nam	2/4	2/4	3/4	2/4	2/4
LE	Giới hạn chịu đựng thấp	5/8	5/8	8/8	2/8	2/8
HT	Giới hạn chịu đựng cao	6/14	5/14	14/14	5/14	5/14

Tổng số loài	20	22	46	18	18
--------------	----	----	----	----	----

Nguồn: Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường, 2018 [50], Viện kinh tế và Quy hoạch thủy sản, 2017 [51], Viện Sinh thái và tài nguyên sinh vật, 2011[52]

Bảng 3.9: Sinh trưởng của một số loài cá đặc hữu, quý hiếm ở Hồ Tây

TT	Loài	Tên khoa học	Đặc điểm sinh trưởng
1	Cá măng	<i>Elopichthys bambusa</i> 	Cá sống ở sông, không để được trong ao, hồ. Là loài quý hiếm. Là loài quý hiếm. Quần thể ngày càng ít ở tự nhiên (được đánh giá theo sách đỏ VN 2007 xếp bậc VU) [104].
2	Cá chuối	<i>Channa maculata</i> 	Sinh sản trong ao hồ, là loài dễ nuôi. Thích hợp với nhiệt độ cao. Là loài quý hiếm: (sách đỏ VN 2007, VU) [103].
3	Cá Ngão mắt to	<i>Ancherythroculter daovantieni</i>	Sống ở sông, sinh sản ở sông, ăn cá con ở tầng giữa. Là loài đặc hữu [80].
4	Cá thiên hồ hồ	<i>Pseudolaubuca hotaya</i> 	Không chịu được nhiệt độ cao. Thường ăn sinh vật phù du tầng mặt. Dễ bị tổn thương do quần thể ít, sinh sản giảm dẫn đến số lượng bị giảm hoặc diệt vong. Là loài đặc hữu ở Hồ Tây. Cần phải bảo vệ VU (IUCN 2020) [65].
5	Cá bóng đẹp	<i>Micropercops hotayensis</i>	Loài đặc hữu hồ Tây, quần thể ít, cần bảo vệ. Ăn ven bờ, tầng đáy, bao gồm giun và các

			động vật không xương sống [81].
--	--	---	---------------------------------

Kết quả bảng 3.8 cho thấy:

- Số lượng loài cá: Năm 2011 là năm có số lượng loài cá nhiều nhất (46 loài). Những năm gần đây (2017 và 2018) số lượng loài cá giảm hẳn đi (17 loài), do sau năm 2016 có hiện tượng cá chết hàng loạt.

- Thành phần loài:

+ Các loài cá đều giảm tuy nhiên loài cá nuôi giảm ít nhất, trong đó chủ yếu là cá mè trắng, mè hoa, cá trôi ấn, cá chép (phụ lục 8).

+ Loài giảm nhiều nhất thuộc nhóm C là loài quý hiếm và đặc hữu của Hồ Tây (bảng 3.9). Từ năm 2003 đến 2011 có 4-5 loài cá quý hiếm được ghi nhận nhưng trong các đợt khảo sát năm 2017 và 2018 do Viện Kinh tế và Quy hoạch thủy sản và Viện Khoa học Công nghệ và Môi trường, Đại học Bách Khoa thực hiện đã không ghi nhận loài quý hiếm nào. Nhóm thứ 2 giảm nhiều là nhóm có giới hạn chịu đựng thấp về môi trường. Từ năm 1992 đến 2011 có 5-8 loài quan sát được, nhưng đến năm 2017 và 2018 chỉ có 2 loài quan sát được là cá lênh canh và cá kìm sông (phụ lục 8).

Bảng 3.10: Kết quả khai thác thủy sản ở Hồ Tây từ năm 2001 đến 2017

Năm	Các loại cá (kg)	Cá mè (kg)	Cá trôi (kg)	Cá chép, trắm đen (kg)	Dầu hồ (kg)
2001	686.995	596.766	11.083	55.274	23.872
2002	677.488	578.386	14.128	43.379	41.235
2003	533.606	444.916	16.100	39.216	33.374
2004	580.120	497.515	15.156	30.519	37.030
2005	442.557	379.894	5.565	40.476	16.622
2006	209.853	181.859	4.668	18.535	14.791
2007	289.320	245.922	25.414	12.708	5.276
2008	306.245	257.245	28.773	14.333	5.894
2009	350.725	263.045	55.327	27.732	6.321
2010	316.832	221.782	67.144	22.382	5.524
2011	306.863	285.510	17.568	3.785	0

2017	270.000			675
------	---------	--	--	-----

Nguồn: Viện Kinh tế và quy hoạch Thủy sản, 2017 [51]

Bảng 3.10 cho thấy sản lượng cá Hồ Tây cũng đã giảm dần qua các năm.

3.1.5 Đánh giá các giá trị/chức năng của dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây

Tổng hợp các nghiên cứu từ năm 2012 cho thấy Hồ Tây có các chức năng dịch vụ hệ sinh thái như sau: Dịch vụ cung cấp (cung cấp nước và thực phẩm); Dịch vụ điều tiết (điều hòa khí hậu, kiểm soát thiên tai, điều tiết chế độ thủy văn, kiểm soát ô nhiễm); Dịch vụ văn hóa (cảnh quan giải trí, giá trị tâm linh); Dịch vụ hỗ trợ (Hỗ trợ đa dạng sinh học; Hỗ trợ chu kỳ dinh dưỡng). Trong đó dịch vụ điều tiết của Hồ Tây có ý nghĩa nhất với nhiều chức năng quan trọng như điều hòa nước mưa, hạn chế ngập lụt, điều hòa vi khí hậu. Các dịch vụ hỗ trợ cũng rất có ý nghĩa khi Hồ Tây là nơi cư trú của nhiều loài quý hiếm như tảo, chim sầm càm, sen Bách Diệp. Chức năng cung cấp cá và các loài thủy sản khác được coi là thứ yếu.

Bảng 3. 11: Mức độ ý nghĩa các dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây

Dịch vụ	Chức năng/ Giá trị	Hoạt động cụ thể	Mức độ ý nghĩa đối với lợi ích của Hồ Tây
Dịch vụ cung cấp	Cung cấp thực phẩm	Nuôi thủy hải sản, rau hoa quả	x
	Cung cấp nước	Cấp nước cho tưới tiêu và sinh hoạt	x
Dịch vụ điều tiết	Điều hòa khí hậu	Điều hòa nhiệt độ vi khí hậu của thành phố	xx
	Kiểm soát thiên tai	Điều hòa nước mưa, hạn chế ngập lụt	xx
	Điều tiết chế độ thủy văn	Nạp nước ngầm và trao đổi nước ngầm	x
	Kiểm soát ô nhiễm	Tiếp nhận và giữ trầm tích, hòa tan chất dinh dưỡng và chất ô nhiễm	x
Dịch vụ văn hóa	Cảnh quan giải trí	Cơ hội cho du lịch và các hoạt động vui chơi, giải trí, ngắm cảnh	xx
	Giá trị tâm linh	Tín ngưỡng, niềm tin của người dân	xx

	Giá trị giáo dục	Cơ hội cho giáo dục, đào tạo chính thông và ngoại khóa	xx
Dịch vụ hỗ trợ	Hỗ trợ đa dạng sinh học	Nơi cư trú cho các loài sinh vật	xx
	Hỗ trợ chu kỳ dinh dưỡng	Tiếp nhận và xử lý chất dinh dưỡng	xx

Nguồn: Hoàng Văn Thắng, 2016 [33].

Trên cơ sở các dịch vụ HST Hồ Tây đã được xác định tiến hành đánh giá lại hiện trạng sử dụng và vai trò của dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây trong giai đoạn hiện nay. Kết quả được từ phỏng vấn cộng đồng, ban quản lý Hồ Tây và tham vấn các chuyên gia được tổng hợp chi tiết xem phụ lục 3) và trình bày tóm tắt ở bảng 3.12.

Bảng 3.12: Kết quả khảo sát hiện trạng các dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây

Dịch vụ	Chức năng/ Giá trị	Hoạt động cụ thể	Tầm quan trọng	Hiện trạng sử dụng
Dịch vụ cung cấp	Cung cấp thực phẩm	Nuôi thả cá	2	2
		Cá, tôm, trai, ốc tự nhiên	3	2
	Cung cấp tài nguyên nông nghiệp	Trồng sen và cung cấp giống	3	2
	Cung cấp nước	Nước tưới cây	3	2
Dịch vụ điều tiết	Điều hòa khí hậu	Điều hòa nhiệt độ vi khí hậu của thành phố	4	3
	Kiểm soát thiên tai	Điều hòa nước mưa, hạn chế ngập lụt	4	2
	Điều tiết chế độ thủy văn	Nạp nước ngầm và trao đổi nước ngầm	3	3
	Kiểm soát ô nhiễm	Tiếp nhận và giữ trầm tích, hòa tan chất dinh dưỡng và chất ô nhiễm	3	2
Dịch vụ văn hóa	Cảnh quan giải trí	Câu cá giải trí	4	3
		Hoạt động trên mặt hồ (chèo thuyền)		3
		Hành lang hồ (hàng quán)		3
	Giá trị tâm linh	Tín ngưỡng, niềm tin của người dân	4	3
		Di sản văn hóa		3
	Giá trị giáo dục	Nghiên cứu khoa học và môi trường	4	3
Cơ hội cho giáo dục, đào tạo		4	2	
Dịch vụ	Hỗ trợ đa dạng sinh	Là nơi cư trú cho các loài	4	3

hỗ trợ	học	sinh vật		
	Hỗ trợ chu kỳ dinh dưỡng	Tiếp nhận và xử lý chất dinh dưỡng	3	2

Ghi chú:

Tầm quan trọng: 4: Rất quan trọng; 3: quan trọng; 2: trung bình; 1: không quan trọng.

Hiện trạng sử dụng: 1. Không sử dụng 2. Sử dụng 3. Sử dụng nhiều

Kết quả cho thấy Hồ Tây có 4 nhóm dịch vụ hệ sinh thái với 12 chức năng chính đều được đánh giá là quan trọng và rất quan trọng. Trong đó các dịch vụ điều tiết, dịch vụ hỗ trợ hay dịch vụ văn hóa đều được đánh giá rất quan trọng. Dịch vụ cung cấp ở mức độ thứ yếu hơn. Như vậy so với trước đây thì mức độ ý nghĩa lợi ích của các dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây vẫn không thay đổi.

Tuy nhiên việc sử dụng các dịch vụ này phần lớn chỉ được đánh giá mức 2 (có sử dụng). Điều này cho thấy mức độ chênh lệch giữa tầm quan trọng của các dịch vụ và hiện trạng sử dụng các dịch vụ hệ sinh thái. Theo đánh giá của các chuyên gia sở dĩ có tình trạng như vậy do quy mô và chất lượng của các dịch vụ hệ sinh thái hiện nay đã có nhiều thay đổi so với trước đây như sau:

Dịch vụ cung cấp: Với 3 nhóm chính là cung cấp tài nguyên thủy sản, cung cấp tài nguyên nông nghiệp, cung cấp nước cho sản xuất về quy mô và chất lượng đã có sự thay đổi như sau:

Cung cấp thủy sản: hiện nay quy mô giảm đi đáng kể, chủ yếu cung cấp các loài cá thả nuôi thả nuôi gồm mè trắng, mè hoa, chép, trôi Rohu, trôi Migran, trắm cỏ, các loài cá tự nhiên không đánh bắt được. Sản lượng các loài cá trong những năm gần đây cũng giảm đi [4]. Đặc biệt các loài sản vật độc đáo của Hồ Tây như cà cuống, trai nước ngọt đã không còn khi so sánh với 30 năm trước đây. Các loại ốc, tôm sản lượng và chất lượng cũng giảm.

Cung cấp tài nguyên nông nghiệp: Trước đây Hồ Tây cung cấp khoảng 20 loài thủy sinh (lau, củ ấu Tóc Tiên nước, các loại rong nhám, mái chèo,

đuôi chó, rong ly, sen Bách Diệp, hoa súng, hoa Trang..) nhưng hiện nay chỉ còn một diện tích nhỏ trồng sen Bách Diệp phục vụ du lịch và cung cấp giống cho các địa phương khác [18].

Cung cấp nước: Hồ Tây trước đây cũng giúp cung cấp một nguồn nước tưới hữu hiệu cho bộ phận các làng nghề trồng hoa cổ truyền quanh hồ như làng hoa Nhật Tân, Quảng Bá, Nghi Tàm, Phú Thượng, Tứ Liên tuy nhiên hiện nay do nước Hồ Tây bị ô nhiễm và các làng hoa đã chủ động nguồn nước tưới nên hầu như nước Hồ Tây không còn được sử dụng [18].

Dịch vụ điều tiết: Những chức năng chính của dịch vụ điều tiết bao gồm: Kiểm soát khí hậu (điều hòa không khí, vi khí hậu của thành phố); Kiểm soát thiên tai (kiểm soát lũ lụt); Điều tiết thủy văn (thu gom và trao đổi nước ngầm); Kiểm soát ô nhiễm (tiếp nhận và giữ trầm tích, hòa tan các chất dinh dưỡng và chất ô nhiễm, chất thải) đều là những chức năng quan trọng.

Trong các chức năng trên hai chức năng kiểm soát khí hậu và kiểm soát thiên tai (kiểm soát lũ lụt) đang phát huy tốt vai trò thì chức năng kiểm soát ô nhiễm và điều tiết thủy văn đang bị ảnh hưởng về qui mô và chất lượng.

Kiểm soát thiên tai: Đây được coi một trong những chức năng quan trọng nhất và hiện phát huy tác dụng khi đã hạn chế rất nhiều hiện tượng ngập lụt cho khu vực quanh hồ. Thống kê cho thấy, trong các trận lụt lịch sử của Hà Nội thì khu vực xung quanh Hồ Tây, khu vực quận Ba Đình, Tây Hồ mức độ thiệt hại tài sản do ngập, lụt (hư hỏng đồ đạc, phương tiện đi lại trong các gia đình...) thấp hơn so với các quận Đống Đa, Từ Liêm, Hoàng Mai. Vùng quanh Hồ Tây thời gian ngập chỉ tính trong vài giờ (chủ yếu do hệ thống cống tiêu thoát ra hồ không kịp), thiệt hại kinh tế không đáng kể [13]. Trong bối cảnh BĐKH khi các trận bão với cường độ cao, các cơn mưa lớn bất chợt không theo quy luật thì việc tích, điều hòa, thu nhận nước mưa chảy tràn của Hồ Tây sẽ giúp giảm đáng kể những thiệt hại về kinh tế và môi trường cho Hà

Nội. Ngoài ra, các lớp thực vật trên bờ giúp chống xói mòn của dòng chảy trên bề mặt đất, giúp nước mưa thấm thấu nhanh hơn, giảm ngập lụt một cách đáng kể cho vùng đất xung quanh hồ.

Kiểm soát ô nhiễm: Trước đây Hồ Tây có khả năng tự làm sạch khi tiếp nhận các chất dinh dưỡng và chất ô nhiễm, chất thải. Tuy nhiên hiện nay Hồ đã trong tình trạng phú dưỡng và ô nhiễm nên chức năng này rất hạn chế.

Dịch vụ văn hóa: Các chức năng của dịch vụ văn hóa gồm có giá trị tinh thần (niềm tin và tín ngưỡng của người dân); Giá trị cảnh quan, giải trí (cơ hội du lịch và các hoạt động giải trí, tham quan); Giá trị giáo dục (cơ hội học tập, đào tạo chính quy và ngoại khóa). Hiện nay các chức năng này đều đang phát huy tốt vai trò đối với đời sống cộng đồng. Tuy nhiên vẫn còn nhiều điểm hạn chế cần được khắc phục để các dịch vụ này tương xứng với quy mô của Hồ Tây, cụ thể như sau:

Về qui hoạch và quản lý: Các giá trị về cảnh quan và giải trí đã được tận dụng tốt nhưng một số dịch vụ tự phát và chưa có quy hoạch nên sự phát triển của các dịch vụ này ảnh hưởng đến môi trường Hồ Tây. Việc lấn chiếm sử dụng hành lang hồ của một số quán quán cà phê, giải khát gây ảnh hưởng đến vệ sinh hồ. Ý thức của của một bộ phận người dân còn chưa cao nên rác thải xây dựng và sinh hoạt vẫn bị đổ trộm ra hồ (đoạn qua phường Yên Phụ, ảnh 2). Sau sự kiện cá chết trên Hồ Tây vào tháng 10 năm 2017, tất cả các hoạt động của du thuyền trên Hồ Tây bị dừng hoàn toàn, các nhà hàng nổi cũng phải di rời khỏi khu vực Hồ Tây để hạn chế tối đa nguồn ô nhiễm đến nước hồ. Tuy nhiên hiện vẫn còn nhiều thuyền không hoạt động được dón một góc hồ gây mất mỹ quan và ảnh hưởng đến môi trường. Đồng thời việc không có thuyền hoạt động trên hồ cũng là điều đáng tiếc đối với Hồ Tây trong khi các thành phố phát triển trên thế giới đều tận dụng lợi thế tương tự để phát triển du lịch, quảng bá thiên nhiên, văn hóa của những thành phố đó.



Hình 3.14: Hồ Tây đoạn qua Yên Phụ (ảnh chụp tháng 1/2021)

Nâng cao giá trị giáo dục: Hồ Tây cũng được sử dụng như một điểm nghiên cứu về các giá trị đa dạng sinh học, giá trị nguồn gen, về các loài động, thực vật tự nhiên và là nơi thực tập ngoài trời tốt cho sinh viên và học sinh một số trường đại học và phổ thông trên địa bàn Hà Nội. Giá trị của Hồ Tây như là nơi nghiên cứu, giáo dục về bảo vệ môi trường, bảo tồn đa dạng sinh học đã được nghiên cứu nhưng chưa được tận dụng triệt để là nơi đào tạo. Cho đến nay rất ít các trường phổ thông chọn hệ thống sông hồ Hà Nội hoặc Hồ Tây để nghiên cứu học tập.

Dịch vụ hỗ trợ: Hỗ trợ đa dạng sinh học (môi trường sống của các loài); Hỗ trợ chu trình dinh dưỡng (lấy/ giữ và xử lý chất dinh dưỡng) là những chức năng quan trọng của dịch vụ hỗ trợ.

Hỗ trợ đa dạng sinh học: Đây là một chức năng đã bị suy giảm nhanh chóng về quy mô và chất lượng. Trước đây Hồ Tây hỗ trợ nơi cư trú của nhiều loài động, thực vật trong đó có một số loài quý hiếm đặc hữu như chim Sâm cầm, sen Bách Diệp Hồ Tây. Hồ Tây được coi như một hình mẫu về quỹ gen của đồng bằng Bắc bộ bởi có tới 122 loài vi tảo, 38 loài động vật nổi và hàng chục loài cá, động vật đáy khác, đã được Thủ tướng phê duyệt thành khu vực bảo tồn vực nước nội địa cấp quốc gia [24].

Tuy nhiên quá trình đô thị hóa, phát triển kinh tế một cách nhanh chóng trong thời gian qua đã làm cho mức độ ô nhiễm hồ ngày càng gia tăng

do lượng nước thải đổ ra hồ ngày một nhiều, thành phần loài hệ sinh vật của Hồ Tây thay đổi. Quá trình kè bờ, tác động của con người làm biến đổi hai nhóm sinh vật quan trọng của hồ là thực vật thủy sinh và động vật đáy bị suy giảm nghiêm trọng. Nhiều loài đặc hữu của hồ đã bị mất đi, xuất hiện một số loài ngoại lai mới. Đa dạng sinh học ở Hồ Tây hiện nay được đánh giá là suy giảm. Hồ Tây hiện nay được đánh giá là kém đa dạng sinh học [23].

Hỗ trợ chu trình dinh dưỡng: Là nơi cung cấp dinh nguồn dinh dưỡng cho hệ sinh thái và hỗ trợ chu trình dinh dưỡng tự nhiên của hệ sinh thái.

Kết quả trên cho thấy trong bối cảnh đô thị hóa nhanh chóng đã dẫn đến việc tăng cường một hay nhiều dịch vụ hệ sinh thái này mà dẫn đến suy giảm dịch vụ hệ sinh thái khác. Nơi cư trú của nhiều loài sinh vật bị mất hoặc ảnh hưởng, giảm khả năng điều tiết, kiểm soát ô nhiễm, giảm khả năng cung cấp nước và các sản phẩm nông nghiệp là những chức năng chính đang bị ảnh hưởng nghiêm trọng. Trong khi đó các dịch vụ tận dụng không gian quanh hồ lại đang được tận dụng tối đa gây ảnh hưởng đến môi trường hồ. Như vậy Hồ Tây với 4 dịch vụ hệ sinh thái và 12 chức năng chính được đánh giá từ quan trọng đến rất quan trọng đối với khu vực đô thị. Tuy nhiên các chức năng này chưa được sử dụng tối ưu hoặc đang bị suy thoái cho thấy sự phát triển kém bền vững của các dịch vụ hệ sinh thái này.

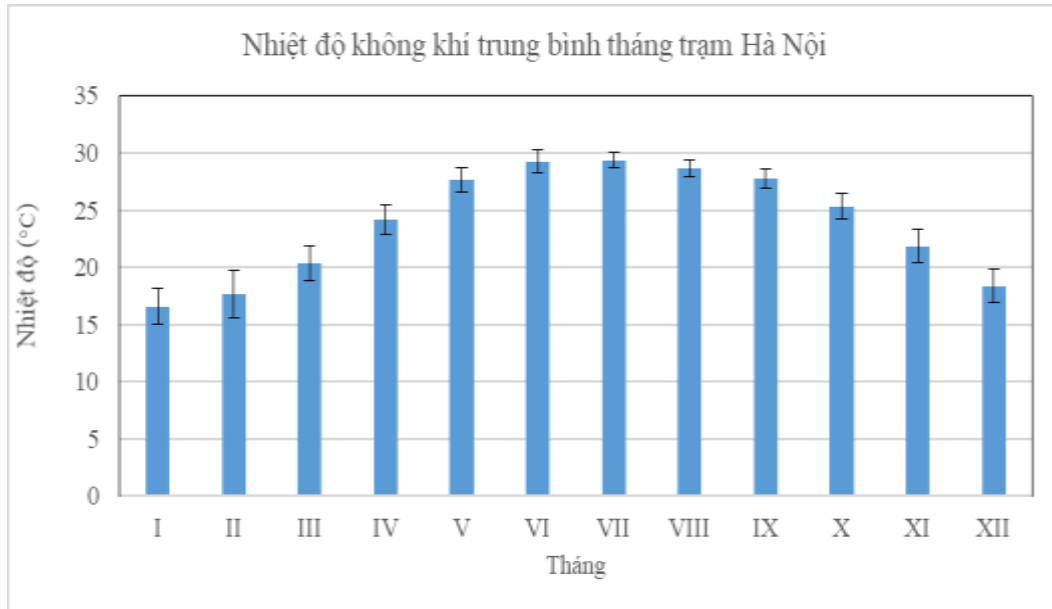
3.2 Đánh giá mức độ biến đổi khí hậu ở khu vực Hà Nội trong 60 năm

3.2.1 Xu thế biến đổi của nhiệt độ trong 60 năm

3.2.1.1 Nhiệt độ không khí trung bình

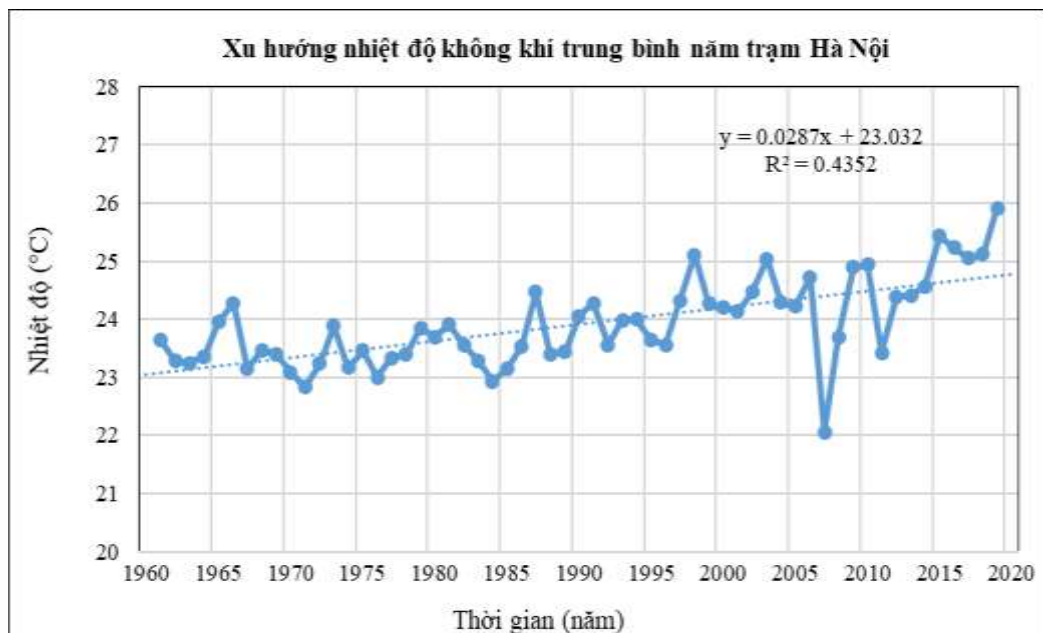
Số liệu trạm Láng (Hà Nội) cho thấy nhiệt độ không khí trung bình phân bố không đều trong năm, nhiệt độ cao nhất là vào các tháng mùa hè từ tháng 5-9 với mức nhiệt từ 27,5-29,5 °C, nhiệt độ thấp nhất là vào các tháng mùa đông từ tháng 12-2 năm sau với mức nhiệt dao động từ 16,5-18,5 °C (hình

3.15). Nhiệt độ có xu hướng tăng dần qua các năm, thời kỳ từ 1960-2019 nhiệt độ tăng dần khoảng 1,69 °C (hình 3.16).



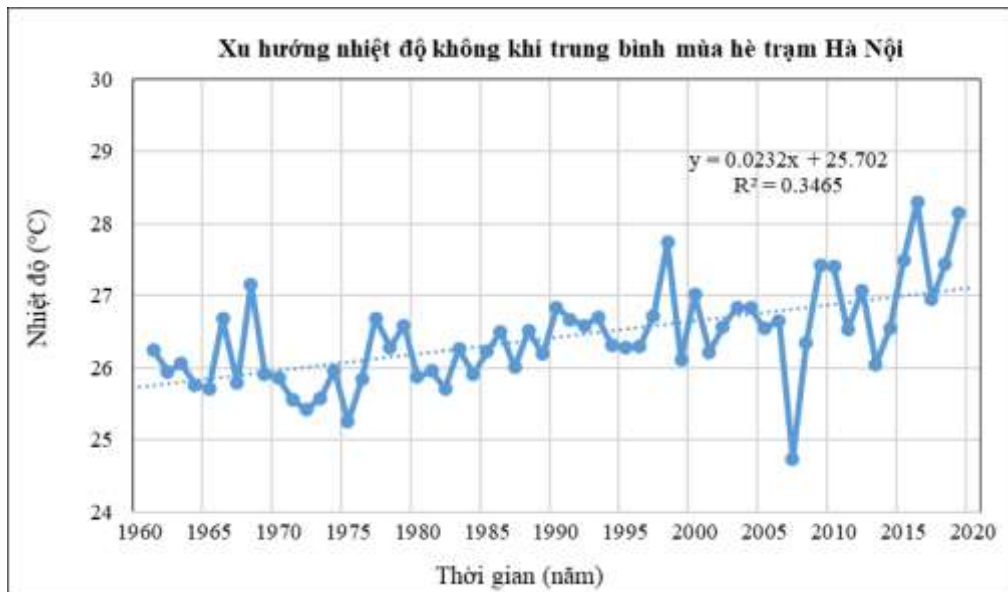
Hình 3.15: Nhiệt độ không khí trung bình tháng giai đoạn 1960 – 2019

Nguồn: Tác giả tổng hợp từ số liệu do Trung tâm khí tượng thủy văn (trạm Láng, Hà Nội) cung cấp [Phụ lục 4]



Hình 3.16: Xu hướng nhiệt độ không khí trung bình năm giai đoạn 1960-2019

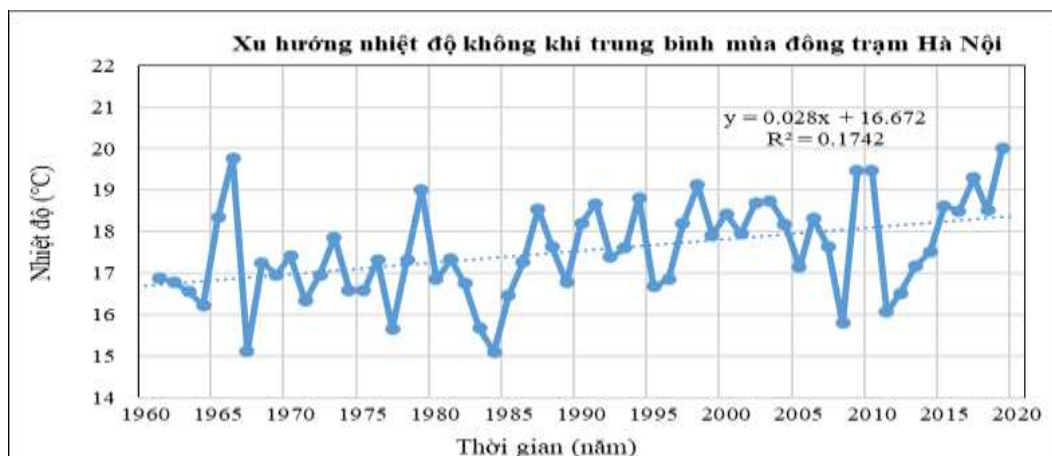
Nguồn: Tác giả tổng hợp từ số liệu do Trung tâm khí tượng thủy văn (trạm Láng, Hà Nội) cung cấp [Phụ lục 4]



Hình 3.17: Xu hướng nhiệt độ không khí trung bình mùa hè năm 1960-2019

Nguồn: Tác giả tổng hợp từ số liệu do Trung tâm khí tượng thủy văn (trạm Láng, Hà Nội) cung cấp [Phụ lục 4]

Nhiệt độ không khí trung bình mùa hè cũng có xu hướng tăng, giai đoạn 1960- 2019 nhiệt độ tăng dần khoảng 1,36 °C (hình 3.17). Nhiệt độ không khí trung bình mùa đông cũng có xu hướng tăng, giai đoạn 1960- 2019 nhiệt độ tăng dần khoảng 1,65 °C (hình 3.18).

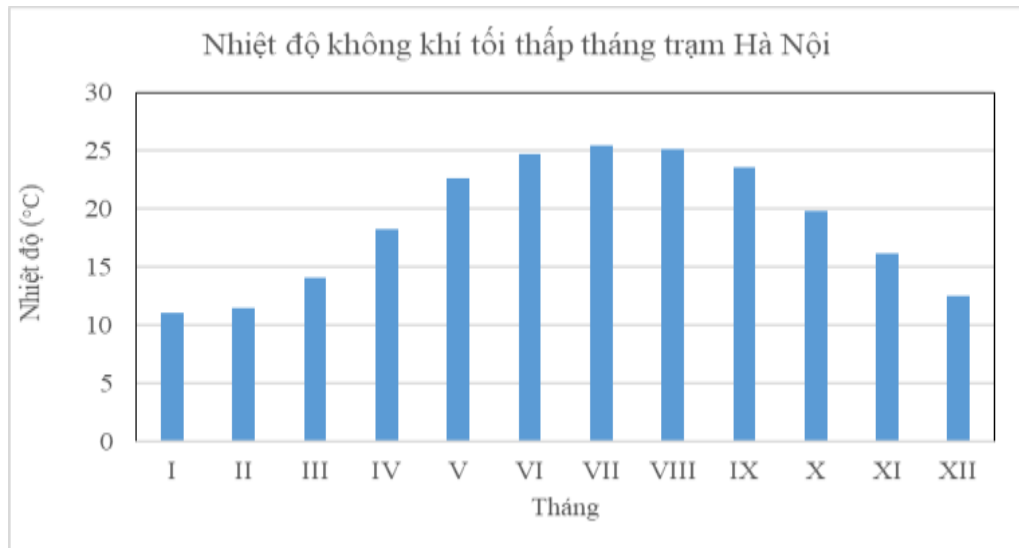


Hình 3.18: Xu hướng nhiệt độ không khí trung bình mùa đông năm 1960- 2019

Nguồn: Tác giả tổng hợp từ số liệu do Trung tâm khí tượng thủy văn (trạm Láng, Hà Nội) cung cấp [Phụ lục 4]

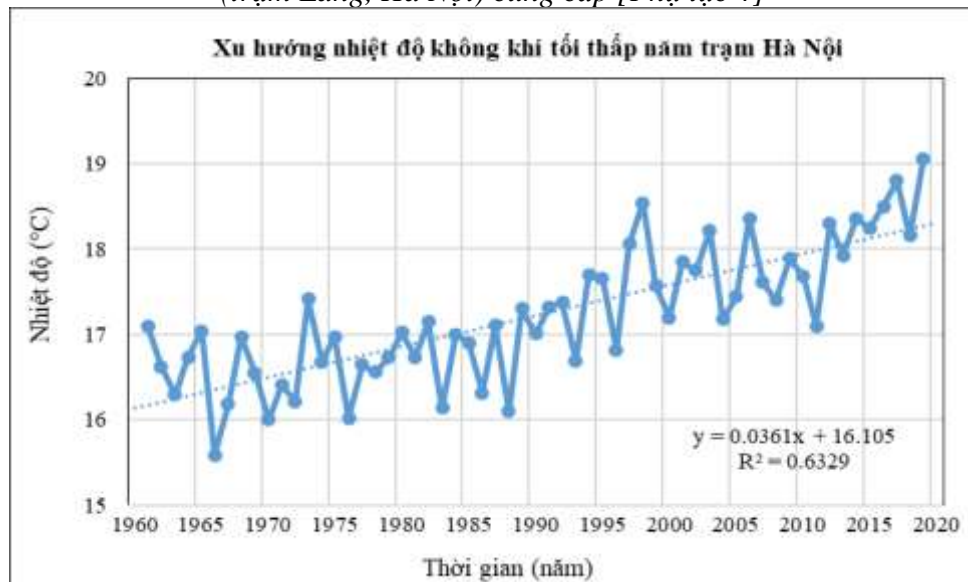
3.2.1.2 Nhiệt độ không khí tối thấp

Nhiệt độ không khí tối thấp có xu hướng tăng dần, thời kỳ từ 1960-2000 nhiệt độ tăng dần khoảng 1,4 °C, thời kỳ từ 2000-2019 nhiệt độ tăng dần khoảng 0,68 °C (hình 3.20).



Hình 3.19: Nhiệt độ không khí tối thấp tháng giai đoạn 1960- 2019

Nguồn: Tác giả tổng hợp từ số liệu do Trung tâm khí tượng thủy văn (trạm Láng, Hà Nội) cung cấp [Phụ lục 4]

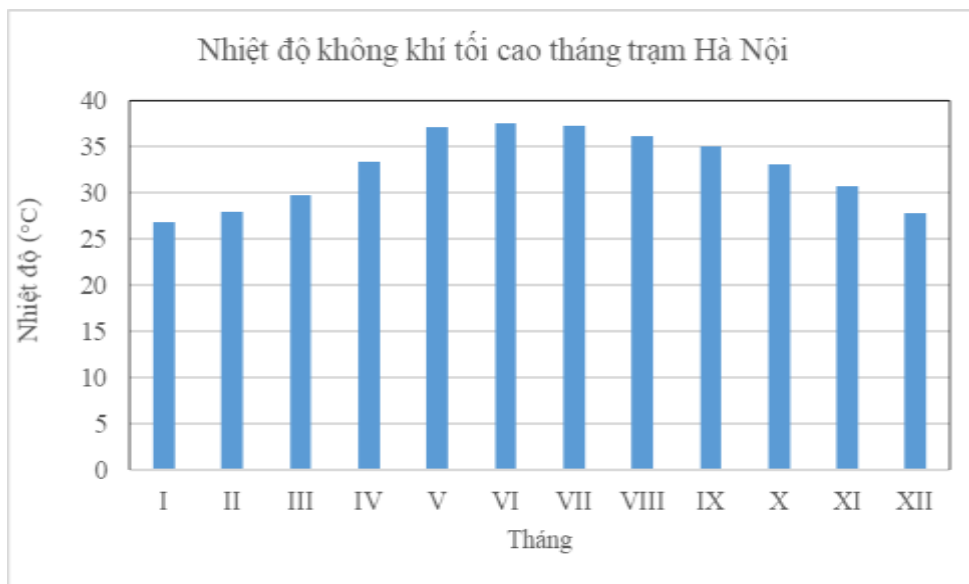


Hình 3.20: Xu hướng nhiệt độ không khí tối thấp năm giai đoạn 1960-2019

Nguồn: Tác giả tổng hợp từ số liệu do Trung tâm khí tượng thủy văn (trạm Láng, Hà Nội) cung cấp [Phụ lục 4]

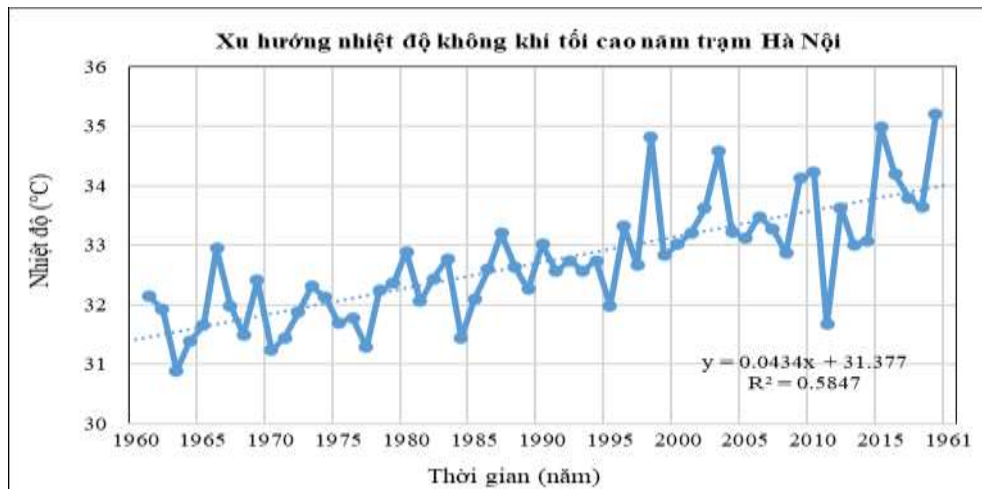
3.2.1.3 Nhiệt độ không khí tối cao

Nhiệt độ không khí tối cao có xu hướng tăng dần, thời kỳ từ 1960-2000 nhiệt độ tăng dần khoảng 1,7 oC, thời kỳ từ 2000 - 2019 nhiệt độ tăng dần khoảng 0,82 °C (hình 3.22).



Hình 3.21: Nhiệt độ không khí tối cao tháng giai đoạn 1960- 2019

Nguồn: Tác giả tổng hợp từ số liệu do Trung tâm khí tượng thủy văn (trạm Láng, Hà Nội) cung cấp [Phụ lục 4]



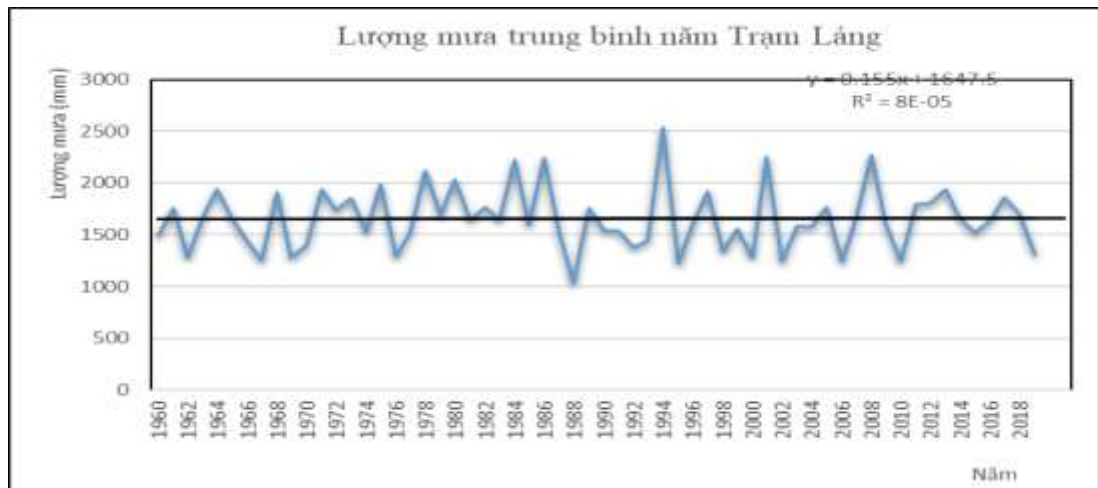
Hình 3.22: Xu hướng nhiệt độ không khí tối cao năm giai đoạn 1960 -2019

Nguồn: Tác giả tổng hợp từ số liệu do Trung tâm khí tượng thủy văn (trạm Láng, Hà Nội) cung cấp [Phụ lục 4]

Như vậy trong vòng 60 năm qua nhiệt độ không khí trung bình tại Hà Nội tăng trong khoảng 1,7 °C, nhiệt độ trung bình mùa đông tăng cao hơn nhiệt độ trung bình mùa hè. Biên độ nhiệt độ trong 2 thập kỷ gần đây cao hơn biên độ nhiệt độ trong 4 thập kỷ trước đó tương ứng là 3,9 °C và 2,3 °C.

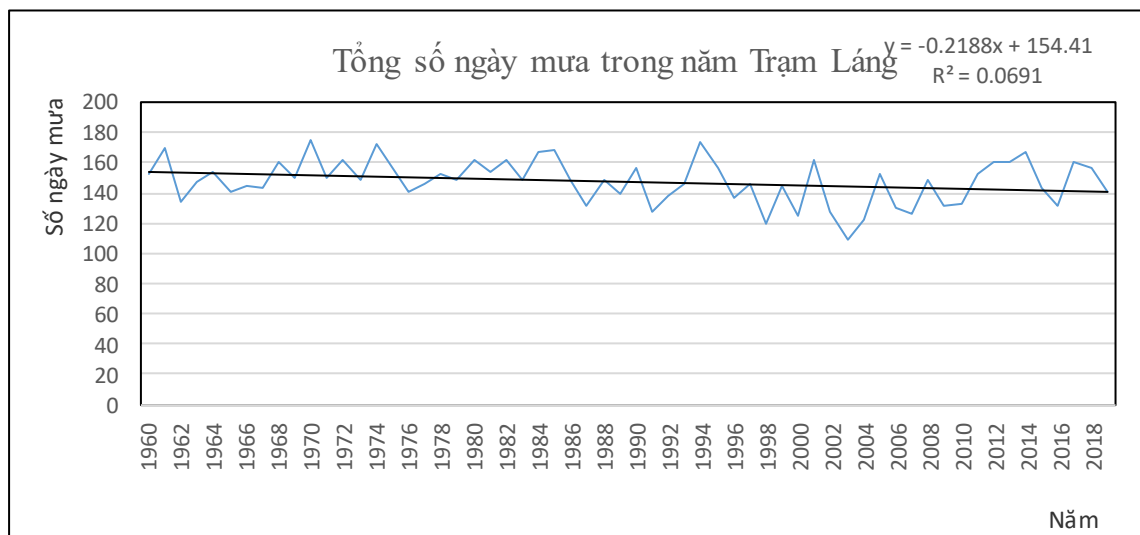
3.2.2 Đánh giá mức độ biến đổi lượng mưa trong vòng 60 năm

Diễn biến tổng lượng mưa và tổng số ngày mưa trong vòng 60 năm tại Hà Nội được thu thập tại trạm Láng (từ năm 1960 đến 2019). Kết quả nghiên cứu được biểu diễn tại các đồ thị hình 3.23, hình 3.24.



Hình 3.23: Tổng lượng mưa trung bình năm giai đoạn 1960 đến 2019

Nguồn: Tác giả tổng hợp từ số liệu do Trung tâm khí tượng thủy văn (trạm Láng, Hà Nội) cung cấp [Phụ lục 4]



Hình 3.24: Tổng số ngày có mưa trong năm giai đoạn 1960 đến 2019

Nguồn: Tác giả tổng hợp từ số liệu do Trung tâm khí tượng thủy văn (trạm Láng, Hà Nội) cung cấp [Phụ lục 4]

Kết quả cho thấy thấy diễn biến lượng mưa trung bình từ năm 1960 đến 2019 hầu hết có xu hướng tăng tuy nhiên số ngày mưa trong năm lại có xu hướng giảm.

3.2.3 Các hiện tượng thời tiết cực đoan

Các hiện tượng thời tiết cực đoan do tác động của biến đổi khí hậu bao gồm mưa lũ, nắng nóng, rét đậm, rét hại có tác động không nhỏ tới hệ sinh thái hồ. Thu thập các số liệu từ báo cáo “Đặc điểm thời tiết, thủy văn khu vực Hà Nội” cho thấy từ năm 2016 đến 2020 hiện tượng thời tiết cực đoan diễn ra khá thường xuyên. Kết quả tổng hợp được trình bảng 3.13

Bảng 3.13: Các hiện tượng thời tiết cực đoan xảy ra tại Hà Nội từ 2016 đến 2020

TT	Các hiện tượng thời tiết cực đoan	Năm 2016	Năm 2017	Năm 2018	Năm 2019	Năm 2020
1	Các đợt không khí lạnh gây rét đậm rét hại	-Tổng 19 đợt không khí lạnh, trong đó có 13 đợt không khí lạnh gây rét đậm, rét hại. -Ngày 23 và 24/11/2016 Hà Nội có đợt KKL tăng cường làm nhiệt độ giảm sâu trung bình từ 7,8-9°C.	- Tổng 23 đợt không khí lạnh, trong đó có 03 đợt không khí lạnh gây rét đậm, rét hại. - Ngày 11 -23/11/2017 Hà Nội có đợt KKL tăng cường làm nhiệt độ giảm sâu trung bình từ 5,5-6,5 °C	-Tổng 23 đợt không khí lạnh, trong đó có 03 đợt không khí lạnh gây rét đậm, rét hại. -Ngày 11 đến 13/01/2018, Hà Nội có đợt KKL tăng cường làm nhiệt độ trung bình ngày sau 24 giờ giảm từ: 5,8 – 6,9°C.	-Tổng 19 đợt không khí lạnh, trong đó có 03 đợt không khí lạnh gây rét đậm, rét hại. - Ngày 01 đến 10/12/2019, Hà Nội có đợt KKL tăng cường làm nhiệt độ trung bình ngày sau 24 giờ giảm từ: 9.1-12°C.	- Tổng 26 đợt không khí lạnh, trong đó có 05 đợt không khí lạnh gây rét đậm, rét hại. - Ngày 15 đến 20/12/2020, Hà Nội có đợt KKL tăng cường làm nhiệt độ trung bình ngày sau 24 giờ giảm từ: 9-12°C.
3	Nắng nóng	-Toàn mùa có 10 đợt nắng nóng, trong đó có 02 đợt nắng nóng cục bộ và 08 đợt nắng nóng trên toàn khu vực Hà Nội. - Chủ yếu ở các tháng 5-8 - Nhiệt độ cao nhất tuyệt đối tại Trạm Láng 39,4 °C ngày 02/6/2016	- Toàn mùa có 05 đợt nắng nóng và nắng nóng gay gắt. - Chủ yếu ở các tháng 5-8 - Diễn hình là đợt nắng nóng từ ngày 31/5 - 06/6, nắng nóng đặc biệt gay gắt kéo dài 05 ngày xảy ra trên diện rộng. - Nhiệt độ tối cao tuyệt đối tại Láng 41,8 °C (ngày 04/6)	- Toàn mùa có 08 đợt nắng nóng và nắng nóng gay gắt. - Chủ yếu ở các tháng 5-8 - Diễn hình là đợt nắng nóng từ ngày 29/6 - 06/7, nắng nóng đặc biệt gay gắt kéo dài 07 ngày xảy ra trên diện rộng. - Nhiệt độ tối cao tuyệt đối tại Láng 40,2 °C (ngày 05/7).	- Toàn mùa có 08 đợt nắng nóng và nắng nóng gay gắt. - Chủ yếu ở các tháng 4-6 - Diễn hình là đợt nắng nóng từ ngày 16/5 – 20/5, nắng nóng đặc biệt gay gắt kéo dài 05 ngày xảy ra trên diện rộng. - Nhiệt độ tối cao tuyệt đối tại Láng 40,1 °C (ngày 19/5).	- Toàn mùa có 06 đợt nắng nóng và nắng nóng gay gắt. - Chủ yếu ở các tháng 5-8 - Diễn hình là đợt nắng nóng từ ngày 22/7 - 26/7, nắng nóng đặc biệt gay gắt kéo dài 05 ngày xảy ra trên diện rộng. - Nhiệt độ tối cao tuyệt đối tại Láng 40,9 °C (ngày 21/5).

TT	Các hiện tượng thời tiết cực đoan	Năm 2016	Năm 2017	Năm 2018	Năm 2019	Năm 2020
5	Các đợt mưa lớn điển hình ảnh hưởng đến Hà Nội	- Tổng lượng mưa năm 2016 trên khu vực phân bố không đều, dao động từ: 1.630,2 – 1.907,8mm -Trong năm có: 08 đợt mưa lớn.	-Tổng lượng mưa năm 2017 trên khu vực phân bố không đều, dao động từ: 1312,6 – 2100,3mm -Trong năm có: 08 đợt mưa lớn.	-Tổng lượng mưa năm 2018 trên khu vực phân bố không đều, dao động từ: 1.200,8-1859,3mm. -Trong năm có: 12 đợt mưa lớn.	-Tổng lượng mưa năm 2018 trên khu vực phân bố không đều, dao động từ: 1107-1593 mm. -Trong năm có: 04 đợt mưa lớn.	-Tổng lượng mưa năm 2018 trên khu vực phân bố không đều, dao động từ: 1.200,8-1859,3mm. -Trong năm có: 12 đợt mưa lớn.

Nguồn: Tác giả tổng hợp từ Báo cáo “Đặc điểm thời tiết thủy văn khu vực Hà Nội các năm 2016, 2017, 2018, 2019, 2020”, Trung tâm khí tượng thủy văn [38], [39], [40], [41] [42]

Kết quả bảng 3.13 cho thấy:

- Rét đậm, rét hại trong những năm gần đây thường xảy ra từ tháng 12 năm trước đến tháng 3 năm sau, nhiệt độ xuống thấp dưới 10 °C, thời gian có đợt kéo dài thường là 4-7 ngày.
- Nắng nóng thường xảy ra từ tháng 5 đến tháng 8 hàng năm. Nhiệt độ cao nhất có lúc lên đến 41,8 °C gây ảnh hưởng đến đời sống, sức khỏe, sinh hoạt và năng suất lao động, sản xuất của người dân thủ đô.
- Các trận mưa to điển hình hàng năm và đợt lũ đã thường xảy ra ở Hà Nội trong những năm gần đây (xuất hiện từ tháng 5 đến tháng 10). Các đợt mưa lớn trong năm ngày càng nhiều hơn.

Kết luận về xu hướng khí hậu trong thời gian 1960 - 2019:

Nhiệt độ: Trong vòng 60 năm qua nhiệt độ không khí trung bình tại Hà Nội tăng trong khoảng 1,7 °C, nhiệt độ trung bình mùa đông tăng cao hơn nhiệt độ trung bình mùa hè. Biên độ nhiệt độ trong 2 thập kỷ gần đây cao hơn biên độ nhiệt độ trong 4 thập kỷ trước đó tương ứng là 3,9 °C và 2,3 °C. Nhiệt độ tăng sẽ ảnh hưởng đến nhiệt độ nước mặt tăng và dẫn tới ảnh hưởng hệ sinh thái hồ.

Lượng mưa: Trong vòng 60 năm (từ năm 1960 đến 2019) diễn biến lượng mưa trung bình năm hầu hết có xu hướng tăng. Số ngày mưa trong năm cũng có xu hướng giảm.

Hiện tượng thời tiết cực đoan: các hiện tượng thời tiết cực đoan mưa to điển hình và lũ lụt, đặc biệt là nắng nóng kỷ lục và kéo dài đã thường xuyên xảy ra từ năm 2016 đến 2020, nhiệt độ cao có khi lên tới 41,8 °C. Các yếu tố này đều gây ảnh hưởng bất lợi đến hệ sinh thái hồ.

3.2.4 Kịch bản biến đổi khí hậu và dự báo tác động cho khu vực Hà Nội

Nhiệt độ không khí được dự báo sẽ tăng trong vòng 100 năm từ năm 2000 đến năm 2100 theo hai kịch bản: RCP 2.6 (kịch bản phát thải thấp) và RCP 8.5

(kịch bản phát thải cao). Đến cuối thế kỷ 21 nhiệt độ sẽ tăng từ 2,6 đến 4,8 °C với kịch bản RCP 8.5 và tăng từ 0,3 -1,7 °C đối với kịch bản RCP 2.6 [55].

Đặc biệt ở Việt Nam được dự báo nhiệt độ tăng 1,9÷2,4 °C ở phía Bắc và 1,7÷1,9 °C ở phía Nam theo kịch bản RCP 4.5 và nhiệt độ tăng 3,3÷4,0 °C ở phía Bắc và 3,0÷3,5 °C ở phía Nam theo kịch bản RCP 8.5 cho thấy các thách thức liên quan đến BĐKH mà Việt Nam sẽ phải đối mặt [6].

Tại Hà Nội theo kịch bản RCP 4.5, nhiệt độ tăng 2,0÷2,8 °C so với thời kỳ cơ sở. Nhiệt độ cực trị có xu thế tăng rõ rệt. Cũng theo kịch bản RCP 4.5, lượng mưa năm tăng phổ biến từ 1,9 – 52,3%, trung bình cả năm tăng 24,0% so với thời kỳ cơ sở.

Với kịch bản BĐKH được đưa ra, có thể dự đoán tác động của BĐKH đến khu vực Hà Nội như sau:

Nhiệt độ: Cùng với xu thế nóng lên toàn cầu, nhiệt độ trong vùng đồng bằng Bắc Bộ sẽ tiếp tục tăng trong các thập kỷ tới, riêng khu vực Hà Nội, do ảnh hưởng của đô thị hóa sẽ làm cho nhiệt độ ở Hà Nội cao hơn các vùng xung quanh.

Cực đoan khí hậu

Nắng nóng, hạn hán và rét đậm rét hại: Nhiệt độ cao nhất có thể đạt những kỷ lục mới cùng với sự kéo dài hơn của mùa nóng, sự gia tăng các đợt nắng nóng và số ngày nắng nóng. Số ngày khô hạn gia tăng. Nhiệt độ thấp nhất hàng năm tăng lên cùng với sự giảm đi của các đợt lạnh, số ngày lạnh và sự rút ngắn của mùa lạnh. Tuy nhiên, do biến động của nhiệt độ tăng lên, không loại trừ khả năng xuất hiện các đợt lạnh và số ngày lạnh kéo dài kỷ lục.

Mưa lớn: Tính thất thường của chế độ mưa tăng lên làm cho mùa mưa từ năm này qua năm khác biến động nhiều hơn và những kỷ lục về lượng mưa ngày lớn nhất trong các tháng, kỷ lục về lượng mưa tháng, mùa và năm có thể

xảy ra với những trị số cao hơn trước đây, ảnh hưởng trực tiếp đến chế độ thủy văn và tài nguyên nước.

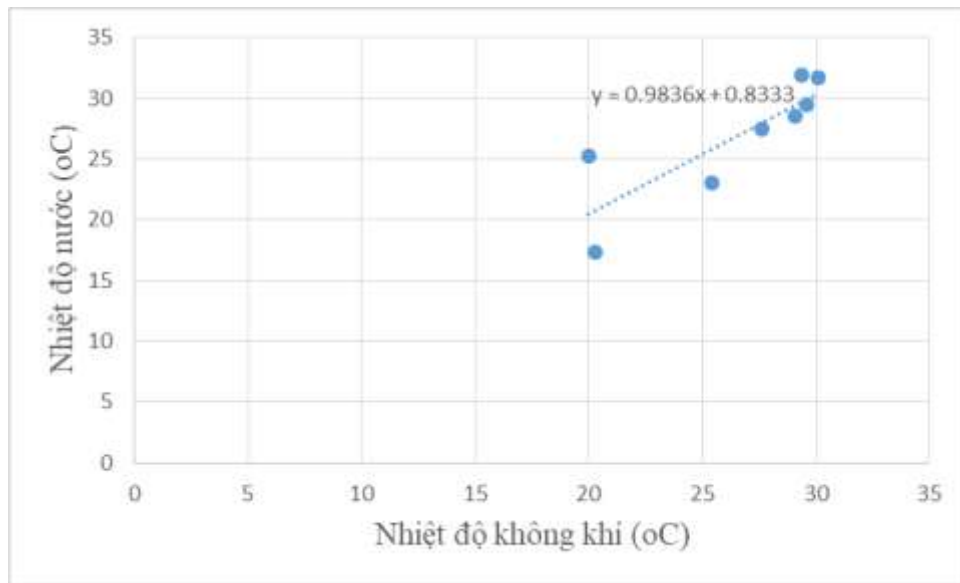
3.3 Tác động của biến đổi khí hậu hệ sinh thái Hồ Tây

3.3.1 Nhận diện mối quan hệ giữa nhiệt độ, các thông số dinh dưỡng và sự phát triển của tảo

3.3.1.1 Giữa nhiệt độ không khí và nhiệt độ nước hồ

Theo kết quả nghiên cứu của Rui Xia và cộng sự (2016) phản ứng ngay lập tức khi nhiệt độ không khí thay đổi được xác định đó là thay đổi nhiệt độ nước mặt của hồ vì nhiệt độ trong nước có mối quan hệ rất cân bằng với nhiệt độ không khí. Trong điều kiện BĐKH nhiệt độ không khí tăng sẽ dẫn đến nhiệt độ trong nước tăng cũng như ảnh hưởng đến các đặc tính vật lý hóa học của nước [70]. Một số nghiên cứu tại Phòng thí nghiệm Jet Propulsion của NASA (JPL) ở California sử dụng dữ liệu vệ tinh lại cho thấy trong 25 năm qua, các hồ lớn nhất thế giới đang dần nóng lên, có thể tới 4°F (2.2°C). Xu hướng này cao gấp hai lần so với chênh lệch nhiệt độ không khí cùng kỳ, tức là nhiệt độ của nước hồ ấm lên nhanh hơn nhiều so với nhiệt độ của không khí [72].

Để đánh giá tương quan giữa nhiệt độ không khí và nhiệt độ nước tại Hồ Tây, tham khảo số liệu quan trắc của Chi cục môi trường Hà Nội trong các năm 2012, 2015, 2014 và 2016, kết quả tương quan giữa nhiệt độ không khí trung bình năm và nhiệt độ nước ở hình 3.25.



Hình 3.25: Mối tương quan giữa nhiệt độ không khí và nhiệt độ nước
(Nguồn: Tác giả tổng hợp từ số liệu do Chi cục bảo vệ môi trường Hà Nội)[Phụ lục 5]

Kết quả phân tích của về tương quan giữa nhiệt độ không khí và nhiệt độ nước cho thấy: Hệ số tương quan giữa nhiệt độ không khí và nhiệt độ nước: $r^* = 0,834$ ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Theo kết quả này ($0,7 \leq r^* \leq 0,9$) cho thấy hai đại lượng có mối quan hệ chặt.

Kết quả trên cho thấy khi nhiệt độ không khí tăng sẽ dẫn đến nhiệt độ nước hồ tăng. Qua đó có thể dự báo xu hướng nhiệt độ nước hồ gia tăng trong thời gian 60 năm khi mà nhiệt độ không khí có xu hướng tăng, đồng thời có thể dự báo xu hướng nhiệt độ nước Hồ Tây thay đổi trong tương lai khi nhiệt độ tăng theo các kịch bản đã dự báo.

3.3.1.2 Giữa nhiệt độ và các thông số dinh dưỡng hồ

Theo Abril (2005) biến đổi khí hậu bao gồm nhiệt độ và lượng mưa tăng sẽ làm ảnh hưởng tới hàm lượng N trong nước thông qua thúc đẩy các phản ứng hóa học và hoạt động của các vi sinh vật tham gia các phản ứng hóa học [57].

Theo Rui Xa (2016) nhiệt độ cao thúc đẩy quá trình hoạt động của các vi sinh vật trong lớp trầm tích và đất ở đáy hồ, vì thế thúc đẩy tăng lượng P nội sinh của hồ và có thể tạo ra một tỷ lệ lớn tổng lượng P trong nước. Dưới điều kiện

biến đổi khí hậu thì nước hồ có thể trở nên phú dưỡng do việc giải phóng dinh dưỡng P từ nguồn dinh dưỡng nội sinh hồ [92].

Tiến hành phân tích mối tương quan giữa nhiệt độ và các dạng nitơ, hàm lượng nitơ tổng số (TN); tương quan giữa nhiệt độ và hàm lượng P (PO_4^{3-}) và TP trong tháng 8/2020. Kết quả trình ở bảng 3.14.

Bảng 3.14: Tương quan giữa nhiệt độ và các dạng Nitơ, photpho

Thời gian	N-NO ₃	N-NH ₄	TN	P-PO ₄	TP
Hệ số tương quan (r)	0,1897	0,777*	0,297	0,763*	0,321

Nguồn: Tác giả tổng hợp từ số liệu do Chi cục bảo vệ môi trường Hà Nội) [Phụ lục 5]

Kết quả bảng 3.14 phân tích của về tương quan giữa nhiệt độ nước mặt hồ và các muối dinh dưỡng cho thấy:

Hệ số tương quan giữa nhiệt độ nước và hàm lượng N-NH₄: $r^* = 0,777$ ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Theo kết quả này ($0,7 \leq r^* \leq 0,9$) cho thấy hai đại lượng có mối quan hệ chặt.

Kết quả phân tích về tương quan giữa nhiệt độ nước và hàm lượng P-PO₄: Hệ số tương quan giữa nhiệt độ nước và hàm lượng P-PO₄: $r^* = 0,763$ ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Theo kết quả này ($0,7 \leq r^* \leq 0,9$) cho thấy hai đại lượng có mối quan hệ chặt.

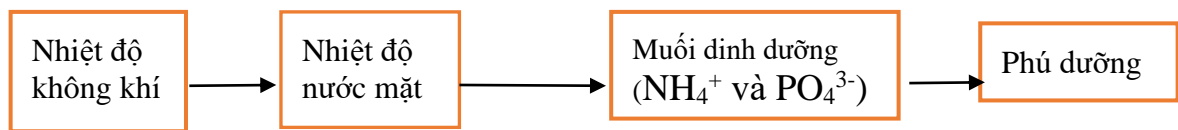
Kết quả trên cho thấy trong điều kiện mùa mưa, nhiệt độ có thể là một trong những nguyên nhân gia tăng hàm lượng N và P trong hồ. Theo nghiên cứu của Đặng Ngọc Thanh (2012) cho thấy trong mùa khô có sự chênh lệch lớn về hàm lượng photphat giữa khu vực khác nhau của hồ. Trong khi đó mức độ chênh lệch trong mùa mưa không lớn biểu thị sự tương đối đồng đều hơn về hàm lượng giữa các yếu tố thủy hóa trong hồ [34].

Xem xét mối tương quan giữa yếu tố nhiệt độ và chất lượng nước đưa ra kết luận cho các tương quan sau:

- Nhiệt độ không khí có tương quan chặt với nhiệt độ nước hồ.

- Nhiệt độ nước có mối tương quan chặt với các muối dinh dưỡng amoni và photphat cho thấy trong điều kiện nhiệt độ tăng cao làm gia tăng hàm lượng các muối dinh dưỡng. Các muối dinh dưỡng đều liên quan đến mức độ phú dưỡng của nước.

Biểu diễn mối quan hệ giữa nhiệt độ và các thông số chất lượng nước theo sơ đồ sau:



Hình 3. 26: Sơ đồ mối quan hệ giữa nhiệt độ và các thông số dinh dưỡng

3.3.1.3 Giữa nhiệt độ với hàm lượng Chlorophyll a

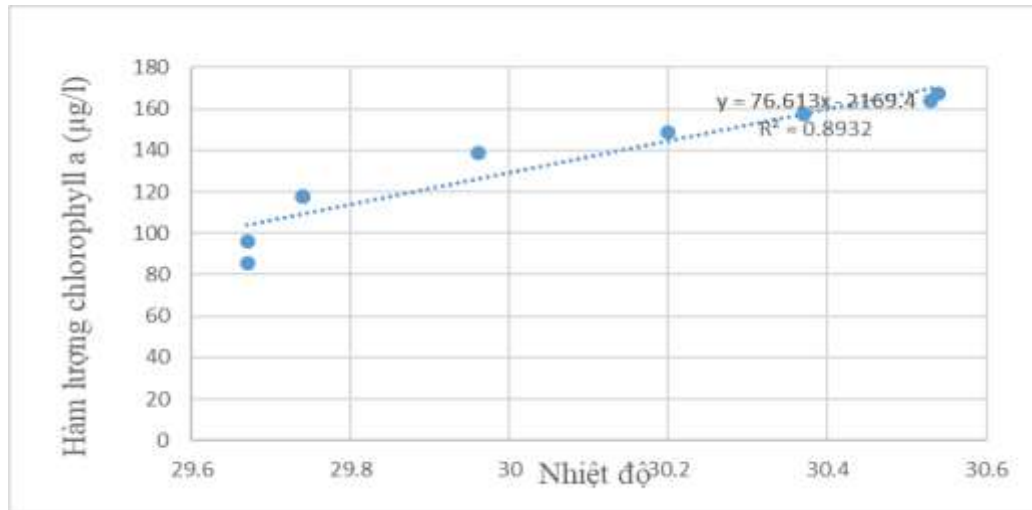
Chlorophyll-a thường được dùng để đánh giá lượng sinh khối TVPD có trong các hồ hay thủy vực. Hàm lượng Chlorophyll-a (Chl.a) được coi là chỉ thị cho mật độ TVPD, giá trị Chl.a càng cao chứng tỏ sinh khối của TVPD càng lớn.

Tại 9 điểm khảo sát bao gồm 7 điểm gần các công xả thải vào hồ và 2 điểm giữa hồ, hàm lượng Chl.a khá cao giao động từ 85,44 đến 138,84 µg/l, trong đó các điểm giữa hồ có hàm lượng Chl.a thấp hơn các điểm gần với công xả vào hồ. Trong điều kiện tháng 7 nền nhiệt độ cao thì hàm lượng Chl.a ở tất các điểm gần công xả đều rất cao, nhất là các điểm gần khu vực gần khu vực phía Đông hồ với hàm lượng Chl.a đạt 138,44 µg/l. Đánh giá chỉ số TSI theo hàm lượng Chl.a cho thấy cả 9 vị trí đều siêu phú dưỡng (bảng 3.15).

Bảng 3.15: Đánh giá mức độ phú dưỡng dựa trên chỉ số TSI

Vị trí	HT1	HT2	HT3	HT4	HT5	HT6	HT7	HT8
TSI	77	75	77	79	77	77	79	74

Kết quả phân tích của về tương quan giữa nhiệt độ và hàm lượng Chl.a cho thấy: Hệ số tương quan giữa nhiệt độ và hàm lượng Chl.a là: $r^*=0,9451$ ở mức ý nghĩa 0,05. Theo kết quả này ($0,9 \leq r \leq 1$) cho thấy hai đại lượng có mối quan hệ rất chặt.



Hình 3.27: Mối quan hệ giữa nhiệt độ và hàm lượng Chl.a

(Nguồn: Tác giả tổng hợp từ số liệu do Chi cục bảo vệ môi trường Hà Nội)[Phụ lục 5]

Như vậy có thể thấy nhiệt độ có ảnh hưởng rất rõ rệt lên sinh khối TVPD. Nhiệt độ tăng làm tăng sinh khối của TVPD tại hồ nhưng lại làm tăng ô nhiễm hữu cơ khi TVPD chuyển sang pha suy vong.

3.3.1.4. Giữa thành phần dinh dưỡng trong nước và hàm lượng Chlorophyll a

Kết quả phân tích của về tương quan giữa hàm lượng Chl.a và các yếu tố dinh dưỡng (bảng 3.16) cho thấy: Hệ số tương quan giữa Chl.a và tổng phospho (TP) là 0,672 ở mức ý nghĩa 0,05. Theo kết quả này ($0,5 \leq r \leq 0,7$) cho thấy hai đại lượng có mối quan hệ tương đối chặt.

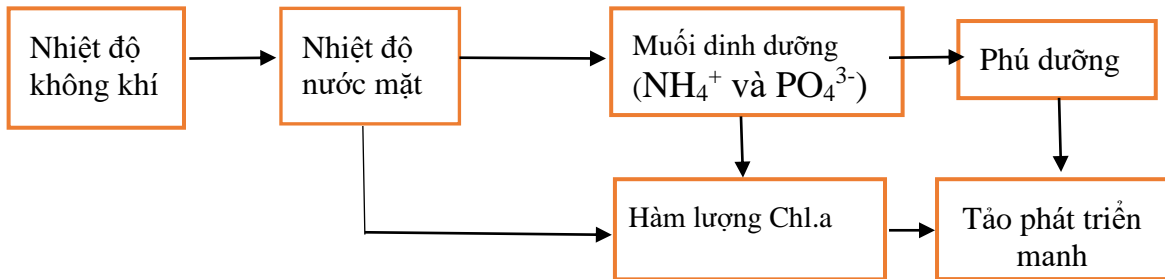
Bảng 3.16: Hệ số tương quan giữa hàm lượng Chl.a và các thông số dinh dưỡng

Thông số dinh dưỡng	TN	TP
Chl.a	0,03	0,672*

Tảo phát triển nhờ các yếu tố dinh dưỡng chính là nitơ và photpho. Các thông số môi trường như photphat, amoni, nitrit và nitrat với nồng độ cao chính nguyên nhân gây mật độ tảo cao, hiện tượng tảo nở hoa và gây độc cho môi trường nước. Điều kiện Hồ Tây đang trong tình trạng phú dưỡng là điều kiện thuận lợi thúc đẩy sinh trưởng của tảo.

Trên cơ sở các mối quan hệ đã xác định giữa nhiệt độ và các muối dinh dưỡng, hàm lượng Chl.a, mối quan hệ giữa các muối dinh dưỡng và sự phát

triển của tảo, xây dựng sơ đồ về mối quan hệ giữa nhiệt độ và thông số dinh dưỡng và tảo như sau:



Hình 3. 28: Sơ đồ mối quan hệ giữa nhiệt độ, thông số dinh dưỡng và tảo

3.3.2 Tác động của biến đổi khí hậu đến sự phát triển thực vật phù du

3.3.2.1 Đánh giá mối liên quan giữa phân bố tảo với điều kiện sinh thái

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu đã được thực hiện trong thời gian từ năm 2011 đến 2018 về điều tra thành phần các loài TVPD tại Hồ Tây (phụ lục 6), tiến hành đánh giá mối liên quan giữa sự thay đổi về thành phần loài thực vật phù du với điều kiện môi trường dựa trên chỉ số đánh giá Palmer (1969): Các chi tảo càng có khả năng chịu đựng cao đối với môi trường ô nhiễm điểm đánh giá càng cao [76]. Kết quả về tần suất xuất hiện các chi tảo có khả năng chịu ô nhiễm tại Hồ Tây được trình bày ở bảng 3.17.

Kết quả cho thấy: So với năm 2011 thì số lượng loài trong một chi tảo được đánh giá có khả năng chịu đựng với môi trường ô nhiễm đều tăng lên ở năm 2018: Tảo Silic - Bacillariophyta năm 2011 xuất hiện 14 chi, năm 2018 xuất hiện 25 chi; Tảo Lục - Chlorophyta xuất hiện 10 chi đến năm 2018 xuất hiện 15 chi; Vi khuẩn Lam – Cynobacteria năm 2011 xuất hiện 16 chi nhưng năm 2018 xuất hiện 24 chi. Nhiều loài tảo trong các chi tảo được đánh giá có mức chịu đựng cao nhất đối với môi trường ô nhiễm đều xuất hiện nhiều hơn vào năm 2018 đó là các chi *Nitzschia*, *Navicula*, *Chlorella*, *Euglena*. Đặc biệt loài tảo *Chlorella vulgaris* được đánh giá là một trong những loài tảo có mức chịu đựng môi trường ô nhiễm cao nhất đã xuất hiện vào năm 2018. Như vậy các chi tảo có

khả năng chịu đựng ô nhiễm môi trường ngày càng xuất hiện nhiều hơn.

Bảng 3.17: Tần suất xuất hiện các chi tảo có khả năng chịu ô nhiễm tại Hồ Tây

Ngành	Chi	Điểm đánh giá	Số loài	
			Năm 2011	Năm 2018
Tảo silic - Bacillariophyta	<i>Nitzschia</i>	98	3	6
	<i>Cymbella</i>	24	2	3
	<i>Fragilaria</i>	33	-	3
	<i>Synedra</i>	58	2	3
	<i>Achnanthes</i>	19	-	2
	<i>Navicula</i>	92	3	4
	<i>Meliorisa</i>	51	4	4
	Tổng số		14	25
Tảo lục - Chlorophyta	<i>Pediastrum</i>	35	3	2
	<i>Coelastrum</i>	24	1	2
	<i>Scenedesmus</i>	112	4	4
	<i>Ankistrodesmus</i>	57	1	2
	<i>Actinastrum</i>	24	1	1
	<i>Chlorella</i>	112	-	1
	<i>Oocystis</i>	28	-	2
	<i>Chodatella</i>		-	1
	Tổng số		10	15
Vi khuẩn Lam – Cynobacteria	<i>Microcystis</i>	49	1	4
	<i>Oscillatoria</i>	161	3	3
	<i>Spirulina</i>	25	2	3
	<i>Euglena</i>	172	8	10
	<i>Phacus</i>	57	2	4
	Tổng số		16	24
	Tổng cộng		40	64

Nguồn: Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường, 2018 [50],

Viện Sinh thái và tài nguyên sinh vật, 2011 [52]

Vi khuẩn Lam hiện là loài chiếm ưu thế trong quần xã thực vật nổi ở Hồ Tây. Một số vi khuẩn Lam có tác động tới quá trình phú dưỡng của thủy vực nước ngọt. Vi khuẩn Lam sinh trưởng mạnh trong điều kiện nhiệt độ cao, nhiệt độ tối đa cho vi khuẩn Lam sống và quang hợp được là +65°C và thích hợp nhất trong khoảng 30°C. Vi khuẩn Lam có thể trải qua được nhiệt độ cao như vậy là nhờ trạng thái keo đặc biệt của chất nguyên sinh. Ở nhiệt độ cao chất nguyên sinh có thể từ từ kết vón lại [35]. Như vậy trong điều kiện nhiệt độ cao và nắng nóng kéo dài là điều kiện thuận lợi để VK Lam duy trì sinh

trường so với các loài tảo khác. Kết quả đánh giá diễn biến thành phần loài vi khuẩn Lam được trình bày ở bảng 3.18.

Bảng 3.18: Diễn biến thành phần loài vi khuẩn Lam

Loài vi khuẩn Lam	2011[52]	2018 [50]
Họ Microcystaceae		
<i>Gloeocapsa minor</i> (Kutz.) Hollerb.		x
<i>Gloeocapsa minuta</i> (Kutz.) Hollerb Ampl.		x
<i>Gloeocapsa punctana</i> (Näg) Hollerb .		x
<i>Microcystis aeruginosa</i> f. <i>marginata</i> (Menegh.) Ele.	x	x
<i>Microcystis pulverea</i> f. <i>minor</i> (Lemm.) hollerb.		x
<i>Microcystis vietnamensis</i> Duong		x
Họ Nostocaceae		
<i>Anabaena circinalis</i> (Kiitz.) Hansg.	x	x
<i>Anabaena viguieri</i> Denis & Frémy	x	
<i>Anabaenopsis raciborskii</i> Wolosz	x	x
Họ Oscillatoriaceae		
<i>Lyngbya birgei</i> G.M.S.Smith	x	x
<i>Lyngbya contorta</i> Lemm.	x	x
<i>Oscillatoria formosa</i> Bory	x	x
<i>Oscillatoria irrigua</i> (Kutz.) Gom.		x
<i>Oscillatoria limosa</i> J. Ag. Ex Gom	x	x
<i>Oscillatoria raciborckii</i>	x	
<i>Oscillatoria rupicola</i> Hansg		x
<i>Phormidium mucicola</i> Nauman & Huber-Pestalozzi	x	
<i>Phormidium tenue</i> (Menegh)	x	
Họ Spirulinaceae		
<i>Spirulina hanoiensis</i> Duong	x	x
<i>Spirulina princeps</i> W& G.S.West	x	x
<i>Spirulina spirulinoides</i> (Ghose) Geitl		x
Họ Coelosphaeriaceae		
<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Næg.		x
Họ Merismopediaceae		
<i>Aphanocapsa elachista</i> W. et G.S.West		x
<i>Merismopedia glauca</i> f. <i>insignis</i> (Schkorb.) Geitl.	x	x
<i>Merismopedia minima</i> G.Beck.		x
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	x	
Tổng cộng	16	21

Nguồn: Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường, 2018 [50],

Viện Sinh thái và tài nguyên sinh vật, 2011 [52]

Kết quả bảng 3.18 cho thấy: so với năm 2011 thì năm 2018 các loài vi khuẩn Lam xuất hiện nhiều hơn tương ứng là 16 và 21. Trong đó các loài thuộc chi *Microcystis* và *Merismopedia* xuất hiện nhiều hơn vào năm 2018.

Tế bào của *Microcystis* chứa các không bào khí nên có màu đen. Đôi lúc chúng chìm xuống đáy ao hồ (vào mùa thu do sự tích lũy hydratcarbon làm tăng tỷ trọng của tảo, vào mùa xuân khi nhiệt độ của nước tăng, tảo lại nổi lên). Khi còn non tập đoàn có dạng hình cầu, khi trưởng thành và già biến dạng mạnh. Theo Reynold et al. (1981), hàm lượng O₂ tối ưu để các quần thể non *Microcystis* sinh trưởng khi nước nở hoa là từ 1- 4 mg/l. Như vậy trong điều kiện oxy hòa tan giảm ở Hồ Tây kéo dài sẽ thúc đẩy sự sinh trưởng của chi tảo này [90]. Hiện tượng tảo nở hoa do các vi khuẩn Lam như *Microcystis*, *Anabaena*, *Merismopedia* gây ra làm cho cá chết hàng loạt, ảnh hưởng đến mùi vị và chất lượng nước. Sự xuất hiện gia tăng VK Lam chi *Microcystis* cũng lý giải cho hiện tượng bùng phát tảo thường xuyên xảy ra trong giai đoạn gần đây ở Hồ Tây.

Như vậy sự xuất hiện của các loài thực vật phù du ở Hồ Tây đều liên quan đến yếu tố môi trường ô nhiễm, nhiệt độ cao kéo dài và hàm lượng oxy hòa tan giảm.

3.3.2.2 Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến sự phát triển vi khuẩn Lam ở Hồ Tây.

Tảo Lục với các chi *Closterium*, *Cosmarium*,... được coi là một loài đặc trưng của ao hồ nói chung trong điều kiện dinh dưỡng ổn định và không ô nhiễm. Tuy nhiên khi có sự thay đổi nhiệt độ và môi trường sống thành phần tảo biến đổi nhanh chóng. Theo Jingwen Yang, sự cạnh tranh giữa vi khuẩn Lam và tảo Lục đã ảnh hưởng đến diễn thế của thực vật phù du quyết định loài nào chiếm ưu thế trong quần xã thực vật phù du [98]. Khí hậu nóng lên và pH thay đổi theo hướng axit hóa hoặc kiềm hóa là những vấn đề được quan tâm làm thay đổi hệ sinh thái nước ngọt. Để đánh giá sự cạnh tranh giữa tảo

Lục và vi khuẩn Lam trong các điều kiện môi trường thay đổi, một nghiên cứu thực nghiệm đã được thực hiện với *Microcystis aeruginosa* và *Scenedesmus obquus* ở khoảng nhiệt độ 15-35 °C và khoảng pH từ 5-9. Kết quả cho thấy *Scenedesmus Obquus* cạnh tranh cao hơn ở 15 °C. Ở 20-30 °C, quần thể của cả *Scenedesmus* và *Microcystis* đều bị ức chế bởi sự hiện diện của nhau. Trong giai đoạn ban đầu, *Scenedesmus Obquus* đã thống trị cạnh tranh, nhưng cuối cùng đã bị thay thế bởi *Microcystis aeruginosa*. *Microcystis* giữ lợi thế cạnh tranh ở 35 °C. Trong khi *Scenedesmus* vượt qua *Microcystis* ở điều kiện axit (pH ≤ 6) thì các điều kiện trung tính và kiềm yếu (pH 7-9) đã hỗ trợ việc thay thế sự thống trị cạnh tranh từ *Scenedesmus* thành *Microcystis*. Nghiên cứu cho thấy sự ấm lên của khí hậu có thể đẩy nhanh quá trình kế thừa của thực vật phù du từ tảo lục sang vi khuẩn Lam cùng với sự nở hoa của vi khuẩn Lam được dự đoán. Đồng thời, quá trình kiềm hóa nước khiến *Microcystis* càng trở thành một đối thủ cạnh tranh mạnh hơn lần át tảo Lục.

Ngoài ra nhiều nghiên cứu khác cũng chỉ ra khi nhiệt độ trong khoảng 20°C sẽ tạo ra sự cạnh tranh đáng kể giữa vi khuẩn Lam với các loài tảo Lục và tảo bám, nhưng khi nhiệt độ trên 25 °C thì sẽ thúc đẩy trực tiếp sự sinh trưởng của vi khuẩn Lam so với các loài tảo khác. Đồng thời vi khuẩn Lam sẽ trở nên ưu thế trong tập hợp các loài thực vật phù du trong môi trường phú dưỡng đặc biệt là các giai đoạn ấm nhất trong năm [77].

Các nghiên cứu trên đã lý giải quá trình trở thành loài có mật độ chiếm ưu thế của vi khuẩn Lam ở Hồ Tây: Theo kết quả phân tích mục 3.1.2.1, pH của Hồ Tây khá cao (lớn hơn 7) liên tục 10 năm và có xu hướng tăng lên trong những năm gần đây. pH cao là hệ quả của việc tảo phát triển mạnh, trong quá trình quang hợp mạnh mẽ của tảo đã tiêu thụ một lượng đáng kể CO₂ khiến cho cân bằng CO₂ trong nước chuyển dịch về phía tạo ra ion CO₃²⁻ làm tăng pH của nước. Tuy nhiên pH tăng cao lại là điều kiện thuận lợi thúc đẩy vi khuẩn Lam phát triển đặc biệt là các chi gây độc. Kết hợp với điều kiện

nhệt độ cao đặc biệt trong các giai đoạn nắng nóng kéo dài là điều kiện thuận lợi để vi khuẩn Lam với các chi *Microcystis* phát triển.

Như vậy quá trình mà BDKH (nhệt độ tăng) đã làm vi khuẩn Lam phát triển và chiếm ưu thế trong quần thể thực vật phù du ở Hồ Tây như sau:

(i) Nhệt độ tăng làm tăng sinh khối thực vật phù du ở Hồ Tây. Nhệt độ tăng cũng thúc đẩy dinh dưỡng tăng và dẫn đến gia tăng sinh khối thực vật phù du.

(ii) Sinh khối thực vật phù du tăng lên làm cho pH tăng dần do quá trình quang hợp tạo sử dụng nhiều CO_2 làm dịch chuyển cân bằng pH trong nước theo hướng kiềm hóa. pH tăng cao lại là điều kiện thuận lợi thúc đẩy vi khuẩn Lam phát triển đặc biệt là các chi gây độc và hiện tượng bùng phát tảo.

3.3.2.3 Tác động của biến đổi khí hậu đến thành phần thực vật phù du Hồ Tây

Kết quả các nghiên cứu trên (mục 3.3.2.1, 3.3.2.2 và 3.3.2.3) cho thấy cơ sở lý luận cho tác động của nhệt độ tăng đối với sự thay đổi thành phần các loài thực vật phù du thông qua các tác động lẫn nhau giữa các thành phần hữu sinh và vô sinh trong hệ sinh thái, đó là:

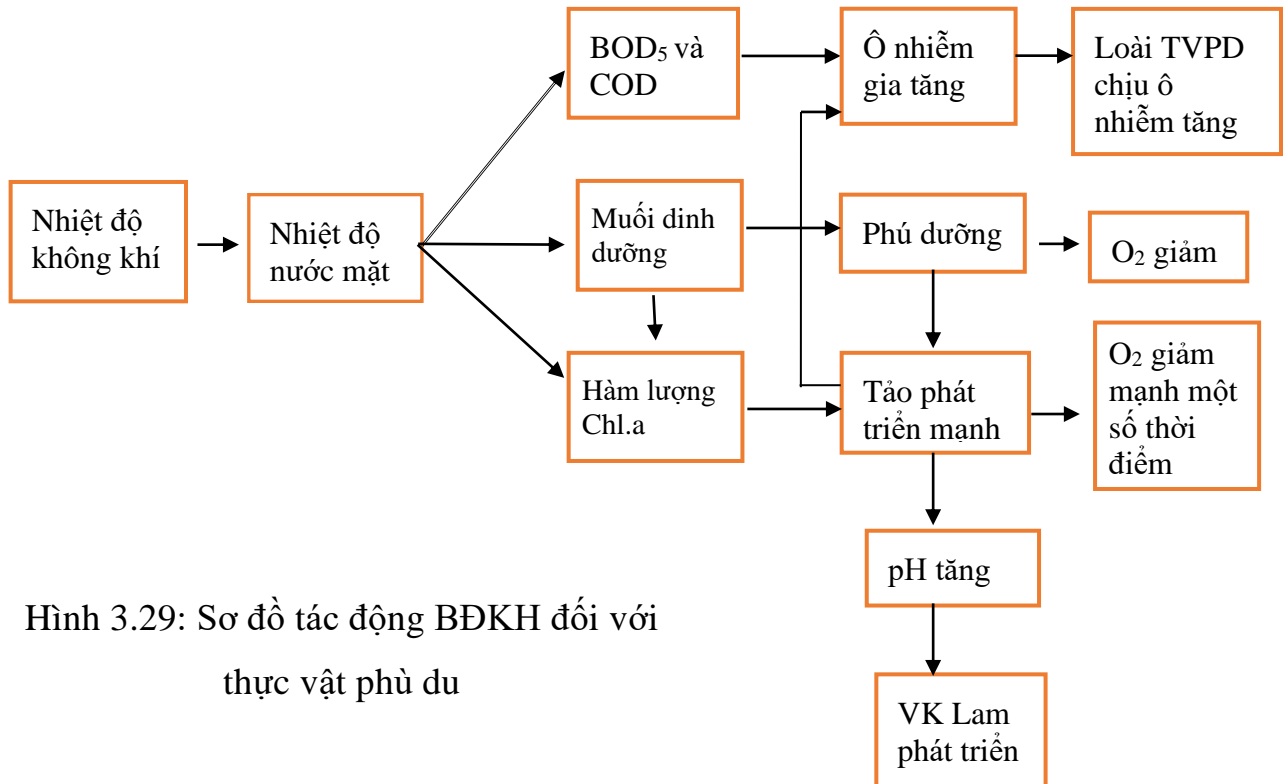
(i) Nhệt độ làm tăng một số loại muối dinh dưỡng nội tại ở Hồ Tây qua đó thúc đẩy tảo phát triển mạnh.

(ii) Nhệt độ kết hợp với nồng độ CO_2 cao trực tiếp thúc đẩy sinh trưởng của tảo. Sinh khối thực vật phù du tăng lên làm cho pH tăng dần do quá trình quang hợp tạo sử dụng nhiều CO_2 làm dịch chuyển cân bằng pH trong nước theo hướng kiềm hóa. pH tăng cao lại là điều kiện thuận lợi thúc đẩy vi khuẩn Lam phát triển đặc biệt là các chi gây độc và hiện tượng bùng phát tảo.

(iii) Tảo phát triển mạnh dẫn đến tăng ô nhiễm nước khi tảo chuyển sang pha suy vong. Ô nhiễm nước càng tăng dẫn đến thay đổi thành phần thực vật phù du với các loài chịu ô nhiễm xuất hiện nhiều hơn.

(iv) Nhệt độ tăng cao đặc biệt là các cực đoạn thời tiết thúc đẩy sự phát triển của vi khuẩn Lam đặc biệt là chi *Mycrositys*.

Tóm tắt tác động của BĐKH (nhiệt độ tăng, cực đoan thời tiết) đối với thực vật phù du được trình bày ở sơ đồ 3.29



Hình 3.29: Sơ đồ tác động BĐKH đối với thực vật phù du

3.3.2.4 Dự báo tác động của biến đổi khí hậu đến sự phát triển thực vật phù du

Trên cơ sở sơ đồ 3.29 về các mối quan hệ giữa nhiệt độ và các yếu tố vô sinh và hữu sinh trong hệ sinh thái Hồ Tây, dự báo về tác động của BĐKH đến sự phát triển của thực vật phù du dựa trên cơ sở mối quan hệ giữa các điều kiện khí hậu với các yếu tố của hệ sinh thái trong lịch sử được lặp lại hoàn toàn hoặc xảy ra một cách gần đúng trong tương lai. Mức đánh giá tác động căn cứ trên cơ sở các yếu tố cùng tác động hoặc tác động trực tiếp tới TVPD theo hướng cùng gia tăng mức độ trầm trọng. Kết quả được trình bày ở bảng 3.19.

Bảng 3.19: Dự báo ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến thực vật phù du

Những tác động chính của BĐKH	Các yếu tố hệ sinh thái	Chi tiết	Mức độ tác động
Nhiệt độ tăng, các cực đoan thời tiết	Các muối dinh dưỡng N và P	TVPD phát triển mạnh hơn làm pH tăng. Ô nhiễm tăng	Vi khuẩn Lam sẽ tiếp tục chiếm ưu thế (++) , các chi Mycosytis sẽ xuất hiện nhiều hơn (+) Loài chịu ô nhiễm xuất hiện nhiều hơn (+)
	Sinh trưởng của TVPD		
Lượng mưa tăng	Gia tăng các chất gây ô nhiễm vào hồ thông qua nước mưa chảy tràn. Tăng dinh dưỡng của hệ sinh thái	Tảo phát triển mạnh hơn Ô nhiễm tăng	

Dưới tác động của nhiệt độ tăng, cực đoan thời tiết nắng nóng kéo dài, kết hợp thêm yếu tố lượng mưa gia tăng sẽ dẫn đến tăng dinh dưỡng và mức độ ô nhiễm trong hồ làm TVPD phát triển mạnh hơn, pH gia tăng và thúc đẩy vi khuẩn Lam có ưu thế phát triển. Đặc biệt với trong điều kiện thời tiết cực đoan nắng nóng kỷ lục và kéo dài sẽ thúc đẩy sự phát triển vi khuẩn Lam do điều nhiệt độ cao rất thích hợp với sự phát triển của vi khuẩn Lam. Sự phát triển của vi khuẩn Lam được đánh giá ở mức (++).

Ô nhiễm gia tăng sẽ làm thay đổi thành phần loài thực vật phù du theo hướng các loài chịu ô nhiễm cao, các chi tảo gây độc và nở hoa sẽ xuất hiện nhiều hơn, được đánh giá ở mức (+).

3.3.3 Tác động của biến đổi khí hậu đối với chất lượng nước Hồ Tây

3.3.3.1 Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến chất lượng nước Hồ Tây

Nhiệt độ không khí và nhiệt độ nước mặt Hồ Tây có mối quan hệ thuận chiều rõ rệt, nhiệt độ không khí tăng sẽ làm nhiệt độ nước mặt tăng. Nhiệt độ nước và các muối dinh dưỡng N và P cũng có mối quan hệ thuận chiều. Khi nhiệt độ tăng sẽ làm các thông số này tăng lên. Đặc biệt trong điều kiện Hồ

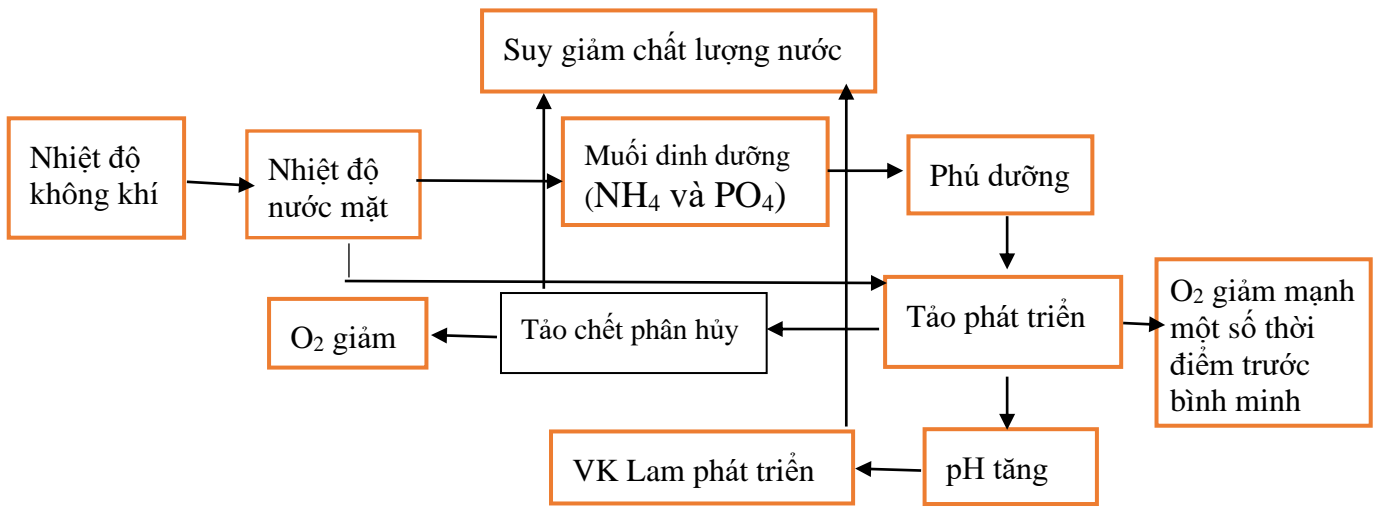
Tây đã tiếp nhận phần lớn các nguồn nước thải vào hồ trong một thời gian dài và các muối dạng N và P được tích lũy trong lớp bùn đáy sẽ gia tăng khi nhiệt độ tăng kết hợp với mưa lớn. Quá trình này càng làm tăng tình trạng phú dưỡng của Hồ Tây. Điều này phù hợp với nhiều nghiên cứu cho rằng nhiệt độ không khí tăng dẫn đến xu hướng thúc đẩy quá trình phú dưỡng của hệ sinh thái nước ngay cả trong điều kiện dinh dưỡng ngoại sinh ổn định [69], [70]. Như vậy nhiệt độ tăng góp phần gia tăng phú dưỡng ở Hồ Tây.

Tảo phát triển mạnh đồng thời do 2 lý do là dinh dưỡng tăng cao và nhiệt độ tăng. Với tình trạng phú dưỡng như ở Hồ Tây hiện nay, ban ngày nhiệt độ cao sẽ thúc đẩy sinh trưởng của tảo và làm gia tăng hàm lượng oxy hòa tan. Tuy nhiên đến đêm khi tảo chuyển sang pha hô hấp cần tiêu tốn một lượng oxy lớn sẽ làm giảm lượng oxy hòa tan có trong hồ. Lượng tảo càng lớn càng làm cho oxy hòa tan càng giảm mạnh và sẽ dẫn đến ảnh hưởng trầm trọng sự sống của các sinh vật trong hồ. Thực tế hiện tượng cá chết hàng loạt ở Hồ Tây năm 2016 đã minh chứng cho điều này. Số liệu quan trắc trực tuyến cũng cho thấy trong nhiều ngày hàm lượng DO rất thấp tại một số thời điểm trước bình minh. Tảo phát triển mạnh nhưng lại có chu kỳ sống ngắn nên khi chết đi sinh khối tảo trở thành một nguồn hữu cơ lớn cần phân giải và gây ảnh hưởng đến chất lượng nước hồ.

Sự phát triển mạnh của vi khuẩn Lam với nhiều chi *Mycrositis* sẽ dẫn đến hiện tượng bùng phát tảo và gây ảnh hưởng đến chất lượng nước hồ. Thực tế cho thấy đã có hiện tượng bùng phát tảo đã xảy ra liên tục trong giai đoạn từ tháng 1-4/2021 gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến chất lượng nước hồ [101].

Như vậy phân tích trên cho thấy BĐKH đã góp phần gia tăng phú dưỡng, làm oxy hòa tan giảm mạnh vào các thời điểm trước bình minh, pH tăng và suy giảm chất lượng nước Hồ Tây.

Tóm tắt tác động của BĐKH đối với chất lượng nước theo sơ đồ sau:



Hình 3.30: Sơ đồ tác động BĐKH tới các yếu tố chất lượng nước

3.3.3.2 Dự báo động của biến đổi khí hậu đến chất lượng nước Hồ Tây

Trên cơ sở phân tích mối quan hệ giữa nhiệt độ và các yếu tố chất lượng nước Hồ Tây tiến hành dự báo về tác động của BĐKH đến chất lượng nước hồ trên cơ sở mối quan hệ giữa các điều kiện khí hậu với các yếu tố của hệ sinh thái trong lịch sử được lặp lại hoàn toàn hoặc xảy ra một cách gần đúng trong tương lai. Mức đánh giá tác động căn cứ trên cơ sở các yếu tố cùng tác động hoặc tác động trực tiếp tới chất lượng nước theo hướng cùng gia tăng mức độ trầm trọng. Kết quả được trình bày ở bảng 3.20.

Kết quả 3.20 cho thấy BĐKH với các tác động từ quá trình tăng nhiệt độ kết hợp với các cực đoan về nhiệt độ như nắng nóng liên tục và kéo sẽ có tác động lên chất lượng nước Hồ Tây theo hướng làm trầm trọng hiện trạng chất lượng nước bị suy thoái mà Hồ Tây đang phải đối mặt. Nếu kết hợp thêm yếu tố gia tăng cường độ mưa, đặc biệt là đối với các trận mưa có lượng mưa kỷ lục làm gia tăng vận chuyển các chất gây ô nhiễm vào hồ và sẽ kéo theo lượng hữu cơ hòa tan lên trên lớp nước mặt làm tăng dinh dưỡng của hệ sinh thái [65].

Bảng 3.20: Dự báo về tác động của biến đổi khí hậu đến chất lượng nước Hồ Tây

Những tác động chính của BĐKH	Các yếu tố hệ sinh thái	Chi tiết	Mức độ tác động
Nhiệt độ tăng	Dinh dưỡng N và P tăng	Siêu phú dưỡng Oxi hòa tan giảm mạnh vào thời điểm trước bình minh pH tăng Chất lượng nước suy giảm	- Mức độ phú dưỡng ngày càng tăng (++)
	Tảo phát triển mạnh		- Ô xi hòa tan ngày càng giảm tại các thời điểm sáng sớm và có thể kéo dài hơn gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống của động vật thủy sinh (++)
Các hiện tượng thời tiết cực đoan: nắng nóng kỷ lục và kéo dài hơn	Tảo phát triển mạnh hơn (nhiệt độ tăng và bức xạ mặt trời tăng cao)		
Lượng mưa tăng, kỷ lục về lượng mưa ngày lớn hơn có thể xảy ra với trị số ngày cao hơn trước đây	Gia tăng các chất gây ô nhiễm vào hồ thông qua nước mưa chảy tràn. Tăng dinh dưỡng của hệ sinh thái		- pH ngày càng tăng (+) - Ô nhiễm ngày càng trầm trọng hơn (+)

Dưới tác động của tổng hợp các yếu tố này chất lượng nước hồ ngày càng suy giảm. Tuy nhiên các thông số sẽ bị ảnh hưởng ở các mức độ khác nhau như sau:

(i) Phú dưỡng ngày càng gia tăng mạnh mẽ và được đánh giá ở mức (++) do chịu ảnh hưởng trực tiếp và đồng thời từ hai yếu tố nhiệt độ và lượng mưa tăng.

(ii) Hàm lượng oxy hòa tan giảm mạnh tại một số thời điểm trong đêm đến trước bình minh và thời gian có thể kéo dài hơn gây ảnh hưởng đến đời sống của các loài thủy sinh và được đánh giá ở mức (++) do chịu ảnh hưởng trực tiếp từ yếu tố tảo sinh trưởng ngày càng mạnh mẽ.

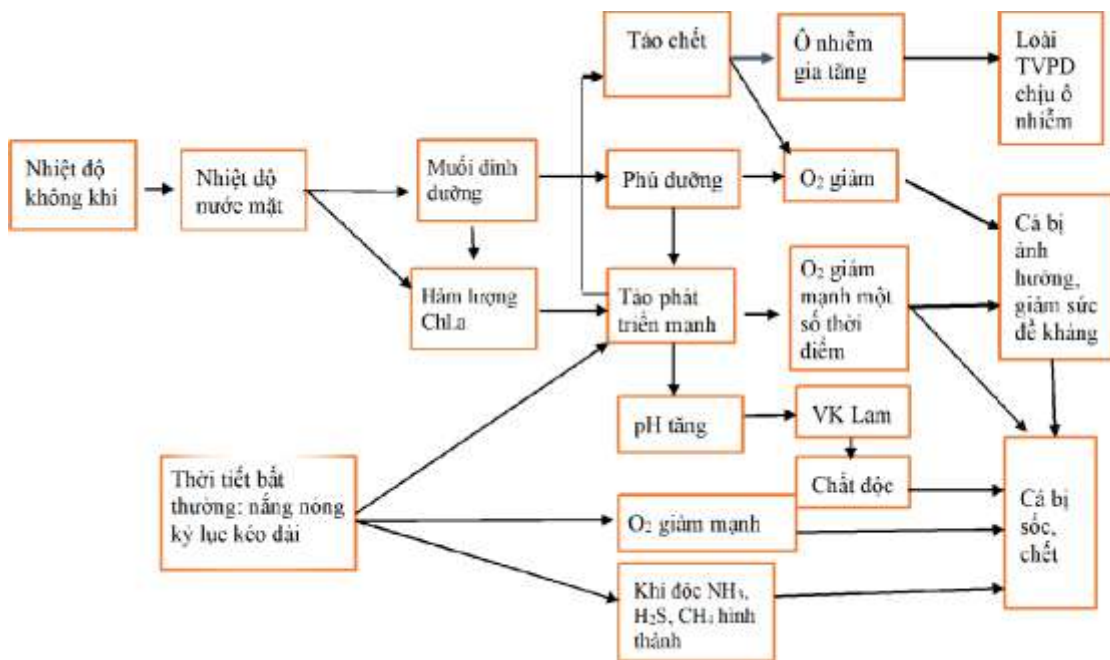
(iii) Ô nhiễm nước hồ ngày càng trầm trọng hơn do ảnh hưởng gián tiếp từ gia tăng sinh khối tảo và được đánh giá ở mức (+).

(iv) pH nước hồ ngày càng tăng do ảnh hưởng gián tiếp từ tảo sinh trưởng ngày một tăng ở mức (+).

3.3.4 Tác động của biến đổi khí hậu đến đa dạng khu hệ cá Hồ Tây

Cá là một loài động vật có xương sống và chiếm tỷ lệ lớn trong hệ sinh thái thủy sinh và sống hầu hết các tầng nước. Cá là động vật biến nhiệt, cơ thể cá có phản ứng lại với nước tăng nhiệt độ và một số áp lực khác. Đã có nghiên cứu đưa ra nhận định rằng “Ở mức độ đơn giản, nhiều loài cá nước ngọt có thể sẽ bị ảnh hưởng bởi biến đổi khí hậu một cách tương tự như các loài trên cạn. Việc tăng nhiệt độ nước, giảm nồng độ oxy thay đổi tải lượng dinh dưỡng và sự thay đổi chế độ thủy văn có thể ảnh hưởng đến sản lượng cá tự nhiên và có thể dẫn đến tuyệt chủng một số loài cá trên thế giới” [63].

Do cá là sinh vật cuối cùng trong chuỗi thức ăn hệ sinh thái thủy sinh nên tác động của BĐKH đối với cá sẽ là tổng hợp các yếu tố bao gồm môi trường sống, nguồn thức ăn. Dựa trên các mối quan hệ giữa nhiệt độ và sự phát triển của tảo, chất lượng nước đã được phân tích ở mục trên, xây dựng sơ đồ về tác động của các yếu tố nhiệt độ và cực đoan thời tiết đối với sinh trưởng của cá.



Hình 3.31: Sơ đồ mối quan hệ giữa nhiệt độ đến sinh trưởng của cá

Theo Magnuson (1997), đối với các hồ nông trong điều kiện nhiệt độ tăng sẽ mất đi tầng lạnh cần thiết cho cá nước lạnh (nhiều loài cá ăn thịt quan trọng) và có thể bị suy giảm sinh cảnh. Trong những hồ phú dưỡng bị hạn chế về tầng lạnh thì nước ở tầng đáy có thể thiếu oxy do phân hủy của tảo và những chất hữu cơ khác ở tầng nước mặt. Khi khí hậu nóng lên, làm giảm tầng lạnh và tăng năng suất tầng mặt hiện tượng suy giảm oxy trong vùng nước sâu có thể trở nên nghiêm trọng hơn [82].

Như vậy đối với Hồ Tây là hồ nông và bị phú dưỡng, trong điều kiện nhiệt độ tăng đặc biệt là vào các giai đoạn nắng nóng cao hơn 40°C và kéo dài, kết hợp với môi trường đã bị suy thoái sẽ dẫn tới điều kiện sống của cá bị ảnh hưởng trầm trọng hơn: hàm lượng oxy hòa tan giảm mạnh đặc biệt là tầng đáy, khí độc (NH_3 , H_2S , CH_4) hình thành làm cho cá bị ngạt, ngộ độc, giảm sức đề kháng. Thành phần các loài tảo chịu ô nhiễm, vi khuẩn Lam gây độc xuất hiện chiếm ưu thế gây ảnh hưởng đến chuỗi thức ăn và nguồn thức ăn của các loài cá ăn bị ảnh hưởng đặc biệt là các loài cá ăn thực vật phù du như cá Thiên hồ hồ (loài đặc hữu Hồ Tây). Trong điều kiện như vậy hầu hết các loài cá đều bị ảnh hưởng.

Năm 2016 là năm đã xảy ra hiện tượng cá chết hàng loạt với khối lượng lớn (khoảng 200 tấn). Thống kê thành phần các loài cá đều giảm mạnh đặc biệt là đối với các loài cá đặc hữu quý hiếm, các loài giới hạn chịu đựng thấp về môi trường (bảng 3.8). Đây là những loài có quần thể ít, sinh sản giảm nên rất khó hồi phục khi bị chết hàng loạt trong điều kiện môi trường thay đổi (bảng 3.9). Nguyên nhân xảy ra hiện tượng cá chết hàng loạt chủ yếu do thiếu oxy hòa tan do cá không đủ dưỡng khí (oxy) đầy đủ để thực hiện quá trình trao đổi chất. Lượng oxy hòa tan trong nước thấp quá giới hạn sẽ làm làm cho cá chết ngạt. Trên thực tế mức độ yêu cầu về lượng oxy hòa tan khác nhau ở các loài cá khác nhau. Ví dụ cá trắm cỏ, cá trắm đen, cá mè trắng, cá mè hoa

thường hàm lượng oxy trong nước khoảng 1 mg/l, cá bắt đầu nổi đầu đến 0,4-0,6 mg/l thì cá chết chết ngạt. Cá chép, cá diếc chết ngạt ở lượng oxy hòa tan 0,1-0,4mg/l. Tại thời điểm cá chết hàng loạt tại Hồ Tây mức oxy hòa tan tầng mặt chỉ đạt 0 mg/l (tháng 7/2016) [99]. Việc thiếu oxy có thể do một số nguyên nhân sau:

(i) Điều kiện thời tiết: Thời tiết thay đổi bất thường được xác định là một trong những nguyên nhân gây cá chết hàng loạt. Trong giai đoạn tháng 7/2016 nắng nóng gay gắt kéo dài khiến lượng oxy trong nước giảm thấp hơn so với điều kiện thời tiết bình thường. Đồng thời nhiệt độ nước hồ ấm hơn là điều kiện thúc đẩy quá trình phát triển của tảo và các loài thủy sinh vật khác hấp thụ oxy nhiều hơn và lấy hết dưỡng khí của cá. Hồ Tây là hồ nông và bị phú dưỡng nên trong điều kiện này oxy tầng đáy giảm mạnh. Thiếu oxy dẫn đến quá trình phân hủy thiếu khí tạo thành các khí độc: NH_3 , H_2S , CH_4 sẽ dẫn tới tình trạng cá bị sốc, ngộ độc, giảm sức đề kháng và bệnh sẽ phát triển.

(ii) Một số nguyên nhân khác: nước thải của các khu dân cư, nhà hàng trong khu vực tại thời điểm đó vẫn xả ra hồ. Hệ thống thu gom nước thải vẫn chưa hoàn thiện, từ đó kéo theo tình trạng vào mùa mưa, nước từ mương Thụy Khuê có thể chảy ngược ra hồ Tây, gây ô nhiễm nước hồ.

Theo các phân tích trên dự báo xu hướng biến đổi của khu hệ cá Hồ Tây trong điều kiện BĐKH trên cơ sở là mối quan hệ giữa các điều kiện khí hậu với các yếu tố của hệ sinh thái trong lịch sử được lập lại hoàn toàn hoặc xảy ra một cách gần đúng trong tương lai. Mức đánh giá tác động căn cứ trên cơ sở các yếu tố cùng tác động hoặc tác động trực tiếp tới các loài cá theo hướng cùng gia tăng mức độ trầm trọng. Kết quả trình bày bảng 3.21.

Bảng 3.21: Dự báo xu hướng biến đổi khu hệ cá Hồ Tây dưới tác động của biến đổi khí hậu

Nhóm cá	Các loài	Đặc điểm	Dự báo xu hướng	Mức độ
A	Trắm cỏ, trắm đen, trôi migran, mè trắng, mè hoa, trôi rô hu	Cá nuôi thả hàng năm	Tùy thuộc vào chính sách thả nuôi	
B	Cá cộ bề, rô phi đen, rô phi vằn, rô phi xanh	Loài ngoại lai: thích hợp nhiệt độ cao	Giảm số lượng trong các điều kiện thời tiết cực đoan nhưng vẫn có ưu thế cạnh tranh	++
C	Cá chuối	Loài quý hiếm và đặc hữu, thích hợp với nhiệt độ cao	Giảm số lượng trong các điều kiện thời tiết cực đoan nhưng vẫn có thể phát triển	+
C	Cá măng, cá ngỗng mắt to	Loài quý hiếm số lượng hạn chế, sinh sản ở sông	Đễ bị mất giống hoặc diệt vong	++
C	Cá thiên hồ hồ, Cá bóng đẹp	Loài đặc hữu hồ tây, quần thể ít, không chịu được ngưỡng nhiệt độ cao.	Giảm số lượng hoặc diệt vong	++
DS	Cá lóc sộp, cá đuôi cờ, cá rô	Nguồn gốc phương Nam: Chịu được nhiệt độ cao, quần thể đông	Giảm số lượng trong các điều kiện thời tiết cực đoan nhưng vẫn phát triển do có ưu thế cạnh tranh	+
LE	Cá lành canh, cá chày trắng, cá chày mắt đỏ, cá đục chấm, cá nheo, cá bò, cá kìm sông	Nguồn gốc cửa sông, không thích hợp sinh sản tại hồ, quần thể ít không chịu được ngưỡng nhiệt độ cao, không chịu được môi trường ô nhiễm	Số lượng có thể giảm tối đa	++
HT	Cá chép, cá diếc, cá ngỗng gì, cá ngỗng, cá đầu sông, cá thè be, cá mại bầu, cá mương, cá hầu hồ, cá đầu ao, cá chạch bùn, các trê đen, cá tép ap, lươn, cá bông trắng, cá bóng đá	Loài thích ứng sống trong ao hồ, ngưỡng nhiệt độ rộng	Giảm số lượng trong các điều kiện thời tiết cực đoan nhưng vẫn có thể phát triển	+

Kết quả bảng 3.21 cho thấy tác động của BĐKH sẽ làm giảm số lượng các loài cá, các loài quý hiếm, đặc hữu có thể bị diệt vong, các loài có giới hạn chịu đựng thấp về môi trường số lượng có thể sẽ giảm tối đa, các loài gốc phương Nam và các loài có giới hạn chịu đựng cao là những loài ưu thế trong khu hệ cá. Các kết quả này cũng phù hợp với các dự báo của GS.TS Mai Đình Yên về tác động của BĐKH đối với đa dạng sinh học Hồ Tây.

3.3.5 Tác động của biến đổi khí hậu tới dịch vụ hệ sinh thái

Nghiên cứu của Hiệp hội các nhà Khoa học Hoa Kỳ đã chỉ ra rằng BĐKH sẽ có ảnh hưởng tới các dịch vụ hệ sinh thái của các hồ, trong đó có các hồ nước ngọt.

Phân tích tác động của BĐKH tới các chức năng của dịch vụ hệ sinh thái trên cơ sở là mối quan hệ giữa các điều kiện khí hậu với các yếu tố của hệ sinh thái trong lịch sử được lặp lại hoàn toàn hoặc xảy ra một cách gần đúng trong tương lai. Mức đánh giá tác động căn cứ trên cơ sở các yếu tố cùng tác động hoặc tác động trực tiếp tới các yếu tố dịch vụ hệ sinh thái theo hướng cùng gia tăng mức độ trầm trọng. Kết quả được tóm tắt ở bảng 3.22.

Bảng 3.22: Tác động của biến đổi khí hậu đến các dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây

Yếu tố tác động	Dịch vụ cung cấp	Dịch vụ hỗ trợ	Dịch vụ điều tiết	Dịch vụ văn hóa
Nhiệt tăng, cực đoan thời tiết Mưa tăng	Chất lượng nước, số lượng nước bị giảm Đa dạng sinh học giảm	Hỗ trợ đa dạng sinh học và chu trình dinh dưỡng bị ảnh hưởng	Điều tiết chất lượng nước, khả năng nạp nước ngầm bị ảnh hưởng	Ảnh hưởng đến các hoạt động ngoài trời.
Mức độ tác động BĐKH	++	++	++	+

Dưới tác động của BĐKH như nhiệt độ tăng cao, nắng nóng kéo dài hay mưa lớn gia tăng sẽ dẫn đến ảnh hưởng các chức năng dịch vụ hệ sinh thái như sau:

Chất lượng và số lượng nước bị giảm: Dưới điều kiện nhiệt độ tăng hay các cực đoan thời tiết (nắng nóng kỷ lục và kéo dài) đều ảnh hưởng đến chất lượng nước làm cho nước trở nên ô nhiễm hơn. Tảo phát triển mạnh và khi chết xác tảo lắng đọng, gây bồi lấp lòng hồ, dần dần hồ sẽ bị giảm thể tích chứa nước dẫn đến việc cung cấp nước bị ảnh hưởng về cả số lượng và chất lượng. Lượng mưa lớn trong thời gian ngắn, làm thay đổi cường độ và tần suất mưa, làm gia tăng ngập lụt vùng hồ và vùng phụ cận. Nước mưa kết hợp với nước thải sinh hoạt tràn ra từ hệ thống cống rãnh, ven hồ có thể biến thành ổ dịch bệnh liên quan đến môi trường nước tù đọng, ô nhiễm.

Hồ bị nông hóa: Biến đổi khí hậu làm cho lượng mưa tăng, tuy ít nhưng lại không đều, lúc thì lũ lụt, lúc thì hạn, nên lượng xói mòn tăng, lượng trầm tích tăng, tuổi thọ của hồ sẽ bị giảm do hồ bị nông dần với mức độ nhanh chóng hơn hiện nay.

Đa dạng sinh học giảm, giảm nguồn cá tự nhiên: Hồ Tây vốn là nơi cung cấp nhiều loài cá tự nhiên và đặc hữu. Dưới tác động của BĐKH đã thúc đẩy quá trình phú dưỡng. Sự phú dưỡng làm thay đổi đa dạng sinh học và đặc biệt là thành phần khu hệ cá Hồ Tây với nhiều loài đặc hữu và quý hiếm bị mất đi và nhiều loài ngoại lai xuất hiện. Nhiệt độ tăng trong mùa hè nắng nóng gay gắt, có thể ảnh hưởng đến các sinh vật bên trong hồ cũng như trên bờ hồ.

Nhiệt độ cao, mưa lớn ảnh hưởng đến các hoạt động ngoài trời: Các hoạt động ngoài trời như văn hóa, thể thao du lịch đều bị ảnh hưởng khi có mưa lớn và nắng nóng kéo dài.

Các dịch vụ hệ sinh thái với các chức năng sẽ bị ảnh hưởng như sau:

Dịch vụ cung cấp: (i) Chức năng cung cấp nước sẽ bị ảnh hưởng về mặt chất lượng và số lượng; (ii) Chức năng cung cấp thủy hải sản và tài nguyên nông nghiệp: ngày càng ít loài cá tự nhiên được cung cấp và sản lượng cá cũng ít hơn. Tổng hợp tác động từ nhiều yếu tố nên mức độ tác động được đánh giá (++)).

Dịch vụ điều tiết: Nhiều chức năng điều tiết sẽ bị ảnh hưởng như điều tiết chất lượng nước, điều hòa bệnh tật, khả năng nạp nước ngầm bị ảnh hưởng. Tổng hợp tác động từ nhiều yếu tố nên mức độ ảnh hưởng được đánh giá (++)).

Dịch vụ văn hóa: Các hoạt động ngoài trời và các hoạt động thể thao du lịch liên quan đến nước bị ảnh hưởng. Mức độ tác động được đánh giá (+)

Dịch vụ hỗ trợ: Chức năng hỗ trợ đa dạng sinh học sẽ bị ảnh hưởng nhiều nhất do môi trường sống của các loài bị thay đổi. Chức năng hỗ trợ chu trình dinh dưỡng cũng sẽ bị ảnh hưởng. Tổng hợp tác động từ nhiều yếu tố nên mức độ ảnh hưởng được đánh giá (++)).

3.4 Tiểu kết luận chương 3

Hiện trạng môi trường và vai trò của hệ sinh thái Hồ Tây

- Môi trường nước Hồ Tây đang bị siêu phú dưỡng biểu hiện bằng nhiều thông số: giá trị chỉ số TSI trung bình 73 và giá trị chỉ số TRIX trung bình 8,8; mức chênh lệch DO trong ngày cao và pH nước hồ cao (từ 8,4 đến 10,6); chỉ số TSI theo hàm lượng Chlorophylla cao (74 -79) ở các điểm khảo sát.

- Nhiều thông số chất lượng nước vượt tiêu chuẩn B1 về chất lượng môi trường nước mặt QCVN08-MT:2015 đó là amoni, photphat, COD và BOD₅. Đây cũng là những yếu tố chi phối chất lượng của Hồ Tây, là các thông số chính chỉ thị cho ô nhiễm hữu cơ và dinh dưỡng trong hồ. Giá trị WQI giao động từ 43 – 56, chất lượng nước ở hầu hết các điểm xếp ở mức độ trung bình.

- Trong vòng 10 năm (2010 -2020) chất lượng nước ở Hồ Tây như sau: pH luôn ở mức cao giao động từ 8,2 đến 8,9; Giá trị BOD₅ và COD luôn ở mức cao và hầu hết vượt giá trị B1QCVN 08:2008/BTNMT (trừ năm 2017); Giá trị WQI nước Hồ Tây giai đoạn 2010-2020 đa phần ở mức trung bình và chưa có giai đoạn nào ở mức tốt. Riêng năm 2016 giá trị WQI đạt mức kém (dưới 50). Một số nguồn ô nhiễm điểm cơ bản đã được khống chế, tuy nhiên vẫn còn các nguồn gây ô nhiễm cho hồ đến từ nội tại hồ và các nguồn phân tán.

- Diễn biến hiện trạng thành phần thực vật phù du: Thành phần TVPD ở Hồ Tây đã có sự thay đổi đáng kể ngành tảo silic tăng lên, tảo lục giảm đi, vi khuẩn Lam tăng lên; các loài chịu ô nhiễm xuất hiện nhiều hơn. Vi khuẩn Lam là loài chiếm mật độ ưu thế so với các loài tảo khác trong quần thể TVPD. Hiện tượng bùng phát tảo đã xảy ra liên tục trong tháng 1/2021 với mật độ tảo rất cao từ 69 triệu tế bào/l đến 89 triệu tế bào/l, vi khuẩn Lam là loài chiếm ưu thế với mật độ từ 75 - 78%.

- Hiện trạng đa dạng khu hệ cá Hồ Tây: So với năm 2011, số loài cá năm 2018 giảm hẳn đi tương ứng là 46 và 17 loài, trong đó các loài cá nuôi giảm ít nhất tương ứng là 6 và 4 loài; các loài cá loài quý hiếm đặc hữu giảm nhiều nhất tương ứng là 5 loài (2011) và 1 loài (2018).

- Hiện trạng dịch vụ hệ sinh thái: Hồ Tây có 4 dịch vụ hệ sinh thái và 12 chức năng chính đều được đánh giá quan trọng đặc biệt là các dịch vụ điều tiết (điều tiết lũ, vi khí hậu) và dịch vụ văn hóa. Quá trình đô thị hóa nhanh chóng đã dẫn đến việc sử dụng mất cân bằng các dịch vụ hệ sinh thái. Nhiều chức năng đã bị ảnh hưởng nghiêm trọng như: cung cấp nơi cư trú của nhiều loài sinh vật, khả năng điều tiết, kiểm soát ô nhiễm, giảm khả năng cung cấp nước và các sản phẩm nông nghiệp.

Xu hướng khí hậu trong 60 năm

- Trong vòng 60 năm (từ năm 1960 đến 2019) nhiệt độ không khí trung bình ở Hà Nội tăng khoảng 1,7°C, nhiệt độ không khí tối thấp có xu hướng tăng dần khoảng 2,1°C. Diễn biến lượng mưa trung bình năm có xu hướng tăng, số ngày mưa trong năm có xu hướng giảm.

- Các hiện tượng thời tiết cực đoan, đặc biệt là nắng nóng kỷ lục và kéo dài trong thời gian gần đây đã thường xuyên xảy ra trong giai đoạn 2016- 2018. Các yếu tố này đều gây ảnh hưởng bất lợi đến hệ sinh thái hồ.

Mối quan hệ giữa nhiệt độ và các thông số chất lượng nước hồ

- Nhiệt độ có mối quan tương quan chặt với nhiều thông số chất lượng nước như hàm lượng N-NH₄⁺ và P-PO₄³⁻, hàm lượng Chlorophyll-a cho thấy tác động của nhiệt độ tăng đối với các thông số chất lượng nước, sinh trưởng của TVPD qua đó ảnh hưởng đến các mối quan hệ giữa các thành phần vô sinh và hữu sinh trong hồ.

Tác động BĐKH đến thực vật phù du

- Nhiệt độ thúc đẩy tạo phát triển mạnh làm cho pH tăng dần. pH tăng cao lại là điều kiện thuận lợi thúc đẩy vi khuẩn Lam phát triển trở thành loài có mật độ chiếm ưu thế trong hệ TVPD ở Hồ Tây, đặc biệt là các chi gây độc và hiện tượng bùng phát tảo.

- BĐKH sẽ góp phần thay đổi thành phần loài TVPD, với các chi và loài tảo chịu ô nhiễm sẽ xuất hiện nhiều hơn và vi khuẩn Lam tiếp tục chiếm ưu thế trong quần xã TVPD.

Tác động BĐKH đối với chất lượng nước

- Nhiệt độ tăng góp phần gây hiện tượng phú dưỡng, pH tăng, oxy hòa tan giảm tại một số thời điểm trước bình minh và ô nhiễm gia tăng.

- BĐKH sẽ góp phần (i) Gia tăng hiện tượng phú dưỡng; (ii) Hàm lượng oxy hòa tan giảm mạnh tại một số thời điểm trước bình minh và có thể

kéo dài hơn gây ảnh hưởng đến sinh sống của các loài thủy sinh; (iii) Ô nhiễm hữu cơ gia tăng; (iv) pH ngày càng tăng.

Tác động của BĐKH đến khu hệ cá Hồ Tây

- Nhiệt độ cao và cực đoan thời tiết (nắng nóng kéo dài) tác động trực tiếp và gián tiếp lên các yếu tố hệ sinh thái làm giảm oxy trong nước đặc biệt là tầng đáy hồ, gây ảnh hưởng đối với các loài cá. Trong điều kiện này có thể gây cá chết hàng loạt do việc thiếu oxy kết hợp với môi trường ô nhiễm, phát sinh khí độc làm cho cá bị sốc, ngộ độc, giảm sức đề kháng và bệnh sẽ phát triển.

- BĐKH sẽ làm giảm số lượng các loài cá, các loài quý hiếm, đặc hữu có thể bị diệt vong, các loài có giới hạn chịu đựng thấp về môi trường số lượng có thể sẽ giảm tối đa, các loài gốc phương Nam và các loài có giới hạn chịu đựng cao là những loài ưu thế trong trong khu hệ cá.

Tác động của BĐKH đến các dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây

- BĐKH ảnh hưởng đến các chức năng của dịch vụ hệ sinh thái đó là dịch vụ cung cấp, dịch vụ điều tiết, dịch vụ văn hóa và dịch vụ hỗ trợ. Các dịch vụ đặc biệt bị ảnh hưởng là dịch vụ cung cấp bao gồm cả số lượng và chất lượng; dịch vụ điều tiết với các chức năng điều tiết và dịch vụ hỗ trợ với chức năng hỗ trợ đa dạng sinh học.

CHƯƠNG 4: ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP GIẢM THIỂU TÁC ĐỘNG BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

4.1 Nguyên tắc xây dựng các giải pháp giảm thiểu tác động biến đổi khí hậu

Nguyên tắc xây dựng các giải pháp giảm thiểu tác động của BĐKH dựa trên hiện trạng hệ sinh thái, dự báo tác động của BĐKH đối với hệ sinh thái Hồ Tây và các chiến lược giảm thiểu tác động BĐKH đã được áp dụng thành công với các hồ tương tự. Cụ thể như sau:

- Hiện trạng hệ sinh thái Hồ Tây: Kết quả nghiên cứu đánh giá cho thấy hệ sinh thái Hồ Tây đã suy thoái đặc biệt là: (i) Chất lượng nước hiện ở tình trạng siêu phú dưỡng và ô nhiễm hữu cơ; (ii) Hàm lượng oxy hòa tan trong giai đoạn trước bình minh giảm mạnh gây ảnh hưởng đến đời sống thủy sinh (iii) Hồ bị nông hóa do lớp bùn dày; (iv) Thành phần các loài TVPD thay đổi, đặc biệt là vi khuẩn Lam chiếm ưu thế về mật độ với chi độc phát triển mạnh dễ gây ra hiện tượng bùng phát tảo; (v) Các loài cá đặc hữu và quý hiếm ngày càng cạn kiệt; (vi) Dịch vụ hệ sinh thái suy giảm về qui mô và chất lượng.

- Dự báo tác động của BĐKH: BĐKH có xu hướng làm trầm trọng hóa các yếu tố hệ sinh thái vốn đã suy thoái trầm trọng đặc biệt là chất lượng nước sẽ có các vấn đề sau: (i) Phú dưỡng tiếp tục gia tăng (ii) Hàm lượng oxy hòa tan giảm mạnh tại một số thời điểm trước bình minh và có thể kéo dài hơn gây ảnh hưởng đến sinh sống của các loài thủy sinh; (iii) Ô nhiễm hữu cơ gia tăng; (iv) pH ngày càng tăng. Đối với hệ sinh vật, BĐKH sẽ góp phần thay đổi thành phần loài TVPD, với các chi và loài tảo chịu ô nhiễm sẽ xuất hiện nhiều hơn và vi khuẩn Lam tiếp tục chiếm ưu thế trong quần xã TVPD. Các loài cá quý hiếm, đặc hữu có thể bị diệt vong, các loài có giới hạn chịu đựng thấp về môi trường số lượng có thể sẽ giảm tối đa.

- Áp dụng chiến lược giảm thiểu tác động của BĐKH do Moss đề ra đó là: (i) Tăng khả năng phục hồi của hệ sinh thái trong đó phục hồi chất lượng

nước đóng vai trò quan trọng do nước đảm bảo chất lượng sẽ giúp phục hồi hệ động thực vật; (ii) Giảm áp lực do con người tạo ra và tăng bảo tồn đa dạng sinh học [86].

- Chiến lược này cũng phù hợp với nguyên tắc của Hulme trong chiến lược ứng phó với BĐKH của các hệ sinh thái dễ bị tổn thương bao gồm các mục đích: (i) Giảm áp lực gia tăng tổn thương; (ii) Tăng cường khả năng đáp ứng nội tại của các loài và hệ sinh thái tại các hệ sinh thái dễ bị tổn thương; (iii) Tăng cường sự linh hoạt trong quản lý các hệ sinh thái dễ bị tổn thương [73].

- Dựa trên hiện trạng hệ sinh thái Hồ Tây và dự báo về mức độ tác động của BĐKH đối với hệ sinh thái Hồ Tây, áp dụng các chiến lược giảm thiểu tác động BĐKH đã được áp dụng cho các hệ sinh thái dễ bị tổn thương là tăng khả năng hồi phục của hệ sinh thái, giảm áp lực do con người tạo ra và tăng bảo tồn đa dạng sinh học, đề xuất các mục tiêu để xây dựng các giải pháp giảm thiểu tác động BĐKH đối với hệ sinh thái Hồ Tây như sau:

Mục tiêu 1: Khôi phục và duy trì chất lượng nước Hồ Tây

Nhằm tăng khả năng hồi phục của hệ sinh thái thì chất lượng nước Hồ Tây cần được khôi phục nhằm đảm bảo đáp ứng các tiêu chuẩn hiện hành (B1 QCVN 08:2008/BTNMT) và giảm tình trạng phú dưỡng. Đây là mục tiêu cần thực hiện ngay để đảm bảo hệ sinh thái tăng dần khả năng hồi phục.

Mục tiêu 2: Tăng bảo tồn và khôi phục đa dạng sinh học

Duy trì đa dạng sinh học được coi là yếu tố then chốt để có được các dịch vụ HST nước ngọt, cũng như có thể “bảo hiểm”, ngăn không cho HST suy sụp khi gặp yếu tố bất lợi. Vì vậy tăng bảo tồn và khôi phục đa dạng sinh học sẽ góp phần tăng khả năng hồi phục HST góp phần giảm thiểu tác động BĐKH.

Mục tiêu 3: Hệ sinh thái Hồ Tây cần được phát triển hài hòa với quá trình đô thị hóa đang diễn ra tại khu vực quanh Hồ Tây và Hà Nội

Để tăng khả năng hồi phục hệ sinh thái thì quan trọng cần giảm các áp lực do con người tạo ra đối với HST đó. Tuy nhiên quá trình đô thị hóa ngày càng mạnh mẽ xung quanh khu vực Hồ Tây nên cần thiết tìm ra các giải pháp phát triển hài hòa HST Hồ Tây nhằm thỏa mãn những nhu cầu của con người và giúp bảo tồn HST. Có thể áp dụng chiến lược tiếp cận hệ sinh thái đang được sử dụng phổ biến cho các hệ sinh thái ĐNN hiện nay. Theo đó tiếp cận hệ sinh thái (Ecosystem approach) là một chiến lược quản lý tổng hợp đất, nước và tài nguyên sống nhằm tăng cường bảo vệ và sử dụng bền vững theo hướng công bằng. Trong quản lý theo hướng tiếp cận hệ sinh thái, con người cũng được coi là một cấu phần của hệ sinh thái và vai trò tích cực của con người luôn được đánh giá cao để tiến tới quản lý hệ sinh thái bền vững [30].

- Đối với từng mục tiêu sử dụng phương pháp phân tích SWOT nhằm

- (i) Xác định các điểm mạnh (S) và điểm yếu (W) nội tại hệ sinh thái Hồ Tây;
- (ii) Xác định các yếu tố ngoại vi có tác động đến hệ sinh thái Hồ Tây trong mối quan hệ với BDKH – bao gồm những thách thức (T) lẫn cơ hội (O) và định hướng các giải pháp để đạt được mục tiêu đề ra và góp phần giảm thiểu tác động BDKH phục vụ hệ sinh thái Hồ Tây phát triển bền vững.

4.2 Áp dụng phương pháp SWOT xây dựng các giải pháp giảm thiểu tác động của BDKH thúc đẩy hệ sinh thái Hồ Tây phát triển bền vững.

4.2.1 Mục tiêu 1. Khôi phục và duy trì chất lượng nước

Các giải pháp dựa trên phân tích SWOT nhằm khôi phục và duy trì chất lượng nước được trình bày ở bảng 4.1. Đây là mục tiêu cần thực hiện ngay vì vậy các giải pháp đưa ra cũng sẽ được đánh giá khả năng thực hiện.

Bảng 4.1: Bảng phân tích SWOT xác định các giải pháp khôi phục chất lượng nước Hồ Tây giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu

Phân tích SWOT	Nội dung	Giải pháp/ đánh giá giải pháp	Nhóm giải pháp
Điểm mạnh và cơ hội			
Chính sách kiểm soát ô nhiễm được duy trì	Hồ Tây đã được đầu tư hệ thống thu gom nước thải quanh hồ, phần lớn nước thải được đưa về nhà máy xử lý nước thải để xử lý, nước thải sau khi xử lý sẽ đưa vào hệ thống cống thoát của thành phố. Các hoạt động gây ô nhiễm hồ đã được hạn chế như toàn bộ các tàu thuyền và các nhà hàng nổi trên mặt hồ đã chấm dứt hoạt động.	<ul style="list-style-type: none"> - Tiếp tục chính sách kiểm soát ô nhiễm - Giám sát các hoạt động gây ô nhiễm từ các tàu thuyền và các nhà hàng ven bờ, - Tăng cường nhận thức và giám sát cộng đồng đối với các hoạt động gây ô nhiễm. 	Giải pháp chính sách, đào tạo và truyền thông.
	Thành phố vẫn đang áp dụng biện pháp tăng oxy cho hồ bằng hệ thống máy bơm sục khí, tạo oxy và các chế phẩm cải tạo môi trường nước.	<ul style="list-style-type: none"> - Tiếp tục duy trì hệ thống sục. - Cần đánh giá hiệu quả trước mắt và lâu dài của các chế phẩm cải tạo môi trường 	Giải pháp công nghệ

	<p>Tháng 12/2016 hệ thống máy quan trắc tự động chất lượng nước Hồ Tây đã được lắp đặt. Các thông số quan trắc hồ đều có thể dễ dàng theo dõi thông qua truy cập vào đường link chisoquantracnuoc.vn hoặc trang web của Sở tài nguyên môi trường Hà Nội.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tăng cường truyền thông về hệ thống quan trắc tự động - Xây dựng quy trình ứng phó khẩn cấp khi hệ thống quan trắc tự động cho thấy có dấu hiệu về sự cố môi trường 	<p>Giải pháp truyền thông</p> <p>Giải pháp chính sách</p> <p>.</p>
Điểm yếu và thách thức			
<p>Nội tại hệ sinh thái Hồ Tây</p>	<p>Chất lượng nước suy giảm và trong tình trạng phú dưỡng. Hồ bị nông hóa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Nạo vét hồ để loại bỏ lớp bùn lưu cữu lâu năm chứa nhiều chất ô nhiễm và giàu hữu cơ, tăng thể tích hồ và mực nước trong hồ, tăng cường khả năng tự làm sạch hồ. Là giải pháp có thể thực hiện được ngay sau khi đã có các đánh giá cẩn thận về tác động của việc nạo vét hồ. - Ngăn chặn các nguồn dinh dưỡng tới hồ nhằm giảm khả năng tiếp tục phú dưỡng. - Bổ cập nước cho hồ: Nghiên cứu các giải pháp phù hợp để bổ cập thêm nước cho hồ Tây 	<p>Giải pháp công nghệ</p>

Yếu tố bên ngoài tác động đến hệ sinh thái Hồ Tây	Nguy cơ ô nhiễm từ nước thải sinh hoạt từ hệ thống cống của dân cư quanh hồ và nước mưa chảy tràn từ các khu vực quanh hồ	<ul style="list-style-type: none"> - Tăng cường truyền thông nâng cao nhận thức cộng đồng nhằm hạn chế nước thải sinh hoạt trực tiếp vào hồ - Cải tạo hệ thống thu gom nước thải sinh hoạt. 	Giải pháp công nghệ và truyền thông
	Nguy cơ ô nhiễm từ một số khu vực vẫn còn rác thải quanh hồ và gàn bờ (đoạn qua Yên Phụ), các khu vực tàu thuyền không còn được sử dụng vẫn ở trên hồ	<ul style="list-style-type: none"> - Thu gom rác thải tại các khu vực bờ hồ và trên hồ, đặt biển cấm đổ rác tại các khu vực đó. Phạt hành chính các hộ dân cố tình đổ rác - Thu gom tàu thuyền không sử dụng trên hồ 	

4.2.2 Mục tiêu 2. Bảo tồn đa dạng sinh học

Các giải pháp dựa trên phân tích SWOT nhằm khôi phục và bảo tồn đa dạng sinh học Hồ Tây được trình bày ở bảng 4.2.

Bảng 4.2: Bảng phân tích SWOT xác định các giải pháp bảo tồn đa dạng sinh học Hồ Tây giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu

Phân tích SWOT	Nội dung	Giải pháp	Nhóm giải pháp
Điểm mạnh và cơ hội			
Được sự quan tâm của các bên liên quan.	Hồ Tây được đánh giá có đa dạng sinh học phong phú với nhiều nghiên cứu về đa dạng sinh học Hồ Tây đã được thực hiện.	<ul style="list-style-type: none"> - Tiếp tục đẩy mạnh các nghiên cứu về đa dạng sinh học Hồ Tây nhằm xây dựng các giải pháp phục hồi và bảo tồn đa dạng sinh học. - Đưa đa dạng sinh học Hồ Tây vào các giáo trình đào tạo học sinh ở các cấp. 	Giải pháp chính sách

Phân tích SWOT	Nội dung	Giải pháp	Nhóm giải pháp
Điểm yếu và thách thức			
Nội tại hồ	Hiện tượng bùng phát tảo xảy ra với vi khuẩn Lam chiếm ưu thế. Thành phần TVPD thay đổi với VK Lam lấn át các loài tảo khác.	Kiểm soát sự phát triển của tảo trong hồ, khống chế hiện tượng bùng phát tảo và loại bỏ các loài vi khuẩn Lam độc.	Giải pháp công nghệ
	Các loài cá tự nhiên, các loài cá loài quý hiếm đặc hữu và loài có giới hạn chịu đựng thấp về môi trường ngày càng giảm về thành phần và số lượng tại Hồ Tây.	Hạn chế cá nuôi với mật độ phù hợp	Giải pháp chính sách Giải pháp sinh thái
	Hệ sinh thái đất ngập nước bị kè xung quanh hồ, làm mất vùng bờ và là nước đẻ trứng, sinh trưởng của một số loại sinh vật trong hồ	- Tái tạo hệ đất ngập nước có kiểm soát tại một vài địa điểm trên hồ và ven hồ. - Tiêu diệt động vật ngoại lai, - Thả lại các loài thủy sinh đặc hữu, duy trì nguồn gen các giá trị lưu giữ	Giải pháp sinh thái

4.2.3 Mục tiêu 3. *Hài hòa với quá trình đô thị hóa tại Hồ Tây*

Phương pháp quản lý hồ đóng vai trò quan trọng nhằm phát triển hồ Tây hài hòa cùng quá trình đô thị hóa đang diễn ra nhanh chóng. Hiện nay UBND Quận Tây Hồ chịu trách nhiệm tổ chức thực hiện quản lý Hồ Tây. Trong quá trình thực hiện UBND Quận chủ động phối hợp với các Sở ban ngành thành phố để quản lý và khai thác Hồ Tây một cách hiệu quả (Sở Giao thông vận tải quản lý các phương tiện trên hồ, Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn quản lý nuôi trồng, khai thác thủy sản và mực nước hồ, Công ty

thoát nước chịu trách nhiệm chống úng ngập, Sở Tài nguyên Môi trường chịu trách nhiệm về môi trường hồ). Mặc dù có sự phân cấp phân nhiệm khá đầy đủ như vậy nhưng trong thực tế nước hồ vẫn bị ô nhiễm trong nhiều năm, bị phú dưỡng và siêu phú dưỡng, hệ động thực vật bị thay đổi khá nhiều so với trước đây. Có thể thấy cách quản lý hồ điển hình theo hướng quản lý từ trên xuống. Hệ thống này có thuận lợi là chức năng và nhiệm vụ của các bên đều rất rõ ràng, cũng cho phép huy động các cơ quan từ trên xuống tham gia khi có một hoạt động cụ thể cho một mục tiêu nhất định hay cho công tác truyền thông. Tuy nhiên cách quản lý trên sẽ dẫn đến ai cũng hoàn thành nhiệm vụ của mình nhưng hệ sinh thái hồ vẫn bị suy thoái và không ai chịu trách nhiệm. Áp dụng chiến lược tiếp cận hệ sinh thái để xây dựng chiến lược quản lý tổng hợp Hồ Tây nhằm cân bằng giữa việc sử dụng bền vững và tăng cường bảo vệ. Một trong những nguyên tắc quan trọng của việc tiếp cận hệ sinh thái là con người là một phần của hệ sinh thái trong đó nhấn mạnh vai trò của các bên liên quan chính (những người phụ thuộc vào tài nguyên); bên liên quan thứ hai và bên liên quan thứ ba bao gồm cán bộ chính quyền địa phương và những người sống gần nguồn tài nguyên nhưng không quá phụ thuộc vào nó, các cán bộ quản lý và các tổ chức quốc tế [30].

Các giải pháp dựa trên phân tích SWOT nhằm linh hoạt quản lý giúp Hồ Tây phát triển hài hòa trong quá trình đô thị hóa được trình bày ở bảng 4.3.

Bảng 4. 3: Bảng phân tích SWOT xác định các giải pháp phát triển Hồ Tây hài hòa với quá trình đô thị hóa giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu

Phân tích SWOT	Nội dung	Giải pháp	Nhóm giải pháp
Điểm mạnh và cơ hội			
Được sự quan tâm của các bên liên	Hồ Tây đã có một bề dày lịch sử và đã trở thành biểu tượng	- Tiếp tục nghiên cứu về hệ sinh thái Hồ Tây và đưa vào các các chương trình giáo dục	Đào tạo, truyền thông

Phân tích SWOT	Nội dung	Giải pháp	Nhóm giải pháp
quan (các cơ quan quản lý, các nhà khoa học, tổ chức quốc tế)	niềm tự hào của Thủ đô, đồng thời đóng vai trò quan trọng trong đời sống của cộng đồng về giá trị cảnh quan, giải trí, văn hóa và du lịch.	đối với học sinh cấp 2,3. - Tiếp tục thu hút sự tham gia của các bên liên quan trong lập kế hoạch quản lý hồ Tây trong cơ quan quản lý được giao quản lý Hồ Tây và chính quyền địa phương sẽ đóng vai trò chủ chốt thu hút sự tham gia của các bên khác	
	Hồ Tây đã nằm trong qui hoạch Khu bảo tồn vùng nước nội địa cấp quốc gia (theo quyết định số 1479/QĐ-TTg ngày 13/10/2008 về Phê duyệt quy hoạch khu bảo tồn vùng nước nội địa đến năm 2020). Đồng thời Hồ Tây cũng đã được ghi danh vào danh sách các hồ trên thế giới cần được bảo tồn	Tăng cường truyền thông tới các bên về chính sách bảo tồn đối với Hồ Tây	Truyền thông
Điểm yếu và thách thức			
Nội tại các dịch vụ hệ sinh thái	Quy mô và chất lượng của các hệ sinh thái (cung cấp, hỗ trợ, điều tiết, văn hóa) đã có nhiều thay đổi so với trước đây do quá trình đô thị hóa, chưa có sự quy hoạch và quản lý đồng bộ hoặc chưa tận dụng hết các tiềm năng	- Lượng giá dịch vụ hệ sinh thái và đưa vào quy hoạch phát triển - Nâng cao nhận thức cộng đồng và giá trị dịch vụ hệ sinh thái. - Xây dựng các giải pháp sử dụng dịch vụ hệ sinh thái theo	Giải pháp sinh thái và chính sách và truyền thông

Phân tích SWOT	Nội dung	Giải pháp	Nhóm giải pháp
		chiến lược “được – được” (win- win)	
Cách quản lý theo hướng tiếp cận từ trên xuống thiếu quản lý theo khía cạnh hệ sinh thái.	Thiếu sự tham gia của bên liên quan chính (những người hưởng lợi từ tài nguyên của Hồ Tây) trong các hoạt động quản lý hồ	Tăng cường chính sách đối thoại và tuyên truyền về lợi ích của hồ đối với nhóm bên liên quan chính	Truyền thông và giải pháp

4.3 Đề xuất các nhóm giải pháp cụ thể

Trên cơ sở các giải pháp từ phân tích SWOT và kết hợp các nguyên tắc của Hume trong chiến lược đáp ứng với BĐKH của hệ sinh thái dễ bị tổn thương, đưa ra các giải pháp theo thứ tự ưu tiên như sau:

(i) Nhóm giải pháp công nghệ: mang tính chất ưu tiên cần thực hiện ngay nhằm góp phần kiểm soát ô nhiễm hồ, khôi phục và duy trì chất lượng nước hồ. Với việc chất lượng nước hồ được cải thiện và duy trì sẽ giảm áp lực gia tăng tổn thương cũng như tăng cường khả năng đáp ứng nội tại của các loài và hệ sinh thái tại các hệ sinh thái dễ bị tổn thương. Các giải pháp cụ thể như sau

Thứ nhất, nạo vét hồ: Nạo vét bùn đáy hồ giúp tăng độ sâu cho hồ và làm tăng khả năng tự làm sạch của hồ, tăng mực nước cho hồ, loại bỏ lớp bùn lâu năm chứa nhiều chất ô nhiễm và giàu hữu cơ, loại bỏ photpho giúp giảm tình trạng phú dưỡng. Tuy nhiên quá trình nạo vét cũng sẽ làm mất đi nguồn sinh vật đáy là tác nhân phân hủy hữu cơ trong quá trình khoáng hóa, cân bằng môi trường sinh thái lớp trầm tích và khối nước trong hệ sinh thái. Đây

là giải pháp quan trọng và có thể thực hiện được ngay nhất là khi thành phố đã có những dự án đánh giá tác động môi trường hồ khi nạo vét. Kết quả đánh giá tác động môi trường hồ của Viện Khoa học Công nghệ và Môi trường Bách Khoa, Hà Nội cho thấy trong thời gian ngắn sau nạo vét, nước hồ ở có thể trạng thái ô nhiễm tạm thời nhưng có khả năng tự làm sạch rất tốt sau thời gian ổn định hồ [50].

Thứ hai, tăng cường hệ thống sục: Tiếp tục duy trì hệ thống sục nhằm giảm bớt sự hình thành của tảo và tăng cường oxy cho hồ. Cần đảm bảo một hệ thống sục mạnh cho Hồ Tây theo quy mô công nghiệp. Ngoài ra việc đặt hệ thống sục nên chú ý vào các thời điểm mà nồng độ DO xuống thấp, các ngày nắng nóng kéo dài. Đây là giải pháp có thể thực hiện được ngay.

Thứ ba, kiểm soát sự phát triển của tảo trong hồ, không chế hiện tượng bùng phát tảo và loại bỏ vi khuẩn Lam: hiện nay trên thế giới cũng như ở Việt Nam, đã có một số phương pháp xử lý hoặc không chế sự phát triển của tảo. Một số phương pháp như sau

- Loại bỏ tảo bằng hóa chất: trên thế giới người ta thường dùng tổ hợp hóa chất bao gồm FeCl_3 , Ca(OH)_2 , pH104, $\text{Ca(NO}_3)_2$... để diệt tảo, vi khuẩn gây bệnh, xử lý các chất ô nhiễm hữu cơ hoặc chế phẩm Red-oxy của Đức là tổ hợp hóa chất có 3 tác dụng là loại bỏ các cation kim loại, loại bỏ các anionm và oxy hóa các chất ô nhiễm hữu cơ. Được thử nghiệm tại 3 hồ là Đống Đa, Hoàn Kiếm, Hồ Tây, chế phẩm cho kết quả tốt không ảnh hưởng đến thành phần nổi của các hồ thử nghiệm nhưng lại có tác dụng giảm đáng kể mật độ thực vật nổi đối với hồ đang trong trạng thái phú dưỡng [9].

- Loại bỏ tảo làm trong nước hồ bằng phương pháp lọc: Bơm nước hồ qua bể lọc vật liệu lọc có cấu tạo và vận hành đơn giản, trong đó vật liệu lọc có thể là cát thạch anhm antraxit... Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam đã chế tạo máy tập thể dục góp phần loại bỏ tảo trong nước hồ bằng cách bơm nước thủ công qua bể lọc cát. Nhờ lực đập của người tập nước hồ sẽ được hút lên, đổ vào một bể lọc

trồng thủy trúc, đáy bể lọc là cát và các vật liệu có khả năng hấp phụ tạp chất hữu cơ gây ô nhiễm nguồn nước. Thiết bị tập thể đục này đã được lắp đặt thử nghiệm tại các hồ Hà Nội như hồ Ngọc Khánh, Xã Đàn và Thanh Nhàn [16].

- Tuyền nổi áp lực: phương pháp đặc biệt có hiệu quả trong việc loại bỏ các cặn bẩn, hữu cơ, sét, mùn có kích thước nhỏ gây nên độ đục, rong, tảo, các chất vô cơ và kim loại. Ngoài ra sử dụng phương pháp này ít tốn hóa chất, tạo ít bùn và ít gây hại cho môi trường nước hồ [2].

- Vớt rong tảo trên mặt hồ: có thể sử dụng robot vớt tảo là một trong những giải pháp vớt váng tảo nổi trên mặt hồ. Giải pháp này đã được thực hiện thí điểm tại hồ Xuân Hương (thành phố Đà Lạt) khi VK Lam nổi trên mặt hồ. Thiết kế chế tạo hệ thống thu gom tảo được cơ giới hóa là giải pháp tức thời đem lại hiệu quả đồng thời không gây ảnh hưởng đến chất lượng nước tại hồ. Robot vớt tảo có thể kết hợp với thiết bị tuyền nổi thành một hệ thống làm trong nước hồ ao hiệu quả [16].

Các phương pháp đều có thể giảm mật độ tảo hoặc lấy đi VK Lam gây độc. Tuy nhiên việc thực hiện giải pháp nào này cần có thời gian nghiên cứu về hiệu quả áp dụng tại Hồ Tây.

Thứ tư, kiểm soát nước thải từ các hộ dân: Mặc dù hệ thống công thu gom nước thải từ hộ dân đã được hoàn thành tuy nhiên vẫn cần phải giám sát chặt chẽ và nâng cao nhận thức các hộ kinh doanh lấn chiếm bờ hồ, không để các hộ dân xả nước thải trực tiếp xuống hồ. Đây là giải pháp có thể thực hiện được ngay.

Thứ năm, cải tạo hệ thống thu gom nước mưa: Cải tạo và nâng cấp hệ thống thu gom nước mưa để ngăn nước mưa chảy tràn xuống hồ. Đây là giải pháp có thể thực hiện được ngay.

Thứ sáu, bổ cập nước cho hồ: Nghiên cứu các giải pháp phù hợp tăng cường lưu thông hồ như xây dựng một kênh dẫn nước nối Hồ Tây với sông Hồng. Đây cũng là giải pháp đã được nhiều bên nhắc đến như nghiên cứu của

GS.TS Mai Đình Yên khi xây dựng giải pháp ứng phó BĐKH cho Hồ Tây [56]. Giải pháp cần có sự trao đổi thảo luận kỹ với các nhà khoa học để tìm ra phương án thực hiện tốt nhất [50].

Như vậy đối với nhóm giải pháp công nghệ là các giải pháp cần thực hiện ngay để khôi phục chất lượng nước hồ thì giải pháp tăng cường hệ thống sục là giải pháp có thể thực hiện được ngay. Các giải pháp nạo vét hồ và loại bỏ tảo bằng hóa chất đều đã được thành phố nghiên cứu trước đây cho thấy tiềm năng của việc thực hiện các giải pháp này trong việc khôi phục chất lượng nước hồ. Các giải pháp kiểm soát nước thải, nước mưa và bổ cập nước cho hồ cần phải được nghiên cứu ngay và sau đó tiến hành thực hiện để triệt để góp phần khôi phục chất lượng nước hồ và ngăn hồ bị ô nhiễm hoặc phú dưỡng trở lại.

(ii) Nhóm giải pháp sinh thái: Nhằm bảo tồn và phát triển đa dạng sinh học Hồ Tây, sử dụng bền vững dịch vụ hệ sinh thái góp phần giảm áp lực gia tăng tổn thương cũng như tăng cường khả năng đáp ứng nội tại của các loài và hệ sinh thái tại các hệ sinh thái dễ bị tổn thương. Các giải pháp cụ thể như sau:

Thứ nhất, khôi phục, bảo tồn và phát triển đa dạng sinh học Hồ Tây: Tiêu diệt các động vật ngoại lai ở Hồ Tây. Duy trì các giá trị lưu trữ nguồn gen đa dạng sinh học, tăng cường các hoạt động nghiên cứu về nhân nuôi và thả lại hồ một số loài thủy sinh đặc hữu như cá, ốc, sen Bách Diệp, chim sâm cầm. Giải pháp quan trọng để khôi phục hệ sinh thái tuy nhiên cần có sự thảo luận với các bên liên quan như chính quyền địa phương, cộng đồng để xây dựng các bước thực hiện tốt nhất.

Thứ hai, lượng giá dịch vụ hệ sinh thái: Cho đến nay, giá trị của các dịch vụ HST của Hồ Tây là rất to lớn, tuy nhiên vẫn chưa được đề cập trong các quyết định quy hoạch và đầu tư, các dịch vụ tự nhiên vẫn được xem là dịch vụ “miễn phí” hay “các sản phẩm công cộng”. Hiện nay việc chi trả cho

các dịch vụ hệ sinh thái tự nhiên đã được đề cập tại Điều 169, Dự thảo Nghị định Luật Bảo vệ môi trường 2020, theo đó: “Khu vực được áp dụng chi trả dịch vụ hệ sinh thái đất ngập nước là vùng đất ngập nước quan trọng theo pháp luật về đa dạng sinh học”. Vì vậy hoàn toàn có thể áp dụng lượng giá dịch vụ hệ sinh thái trong quản lý Hồ Tây. Đưa lượng giá dịch vụ hệ sinh thái vào quy hoạch phát triển đang được xem là công cụ hiệu quả giúp các nhà lập kế hoạch và ra quyết định hiểu rõ hơn giá trị của đa dạng sinh học và các loại hình dịch vụ hệ sinh thái khác nhau. Lượng giá dịch vụ hệ sinh thái cũng giúp xác định được mối tương quan giữa kinh tế-xã hội với việc sử dụng hệ sinh thái. Đối với công chúng – những người đang sử dụng hệ sinh thái, việc lượng giá các dịch vụ hệ sinh thái giúp hỗ trợ quá trình nhận thức và đánh giá, đồng thời nắm bắt được các giá trị kinh tế của các hệ sinh thái. Lượng giá kinh tế dịch vụ hệ sinh thái cũng giúp xác định các phần thưởng xứng đáng cho những người dân địa phương đang góp phần bảo vệ hệ sinh thái. Đồng thời nghiên cứu chế độ thu phí với việc sử dụng lòng hồ làm nơi vui chơi giải trí, dịch vụ ăn uống theo lượng giá kinh tế các dịch vụ hệ sinh thái. Tăng cường nhận thức về giá trị của dịch vụ hệ sinh thái và từng bước áp dụng chế độ thu phí. Đây là giải pháp dài hạn và cần có sự nghiên cứu, trao đổi với các bên liên quan để xây dựng các bước thực hiện tốt nhất.

Thứ ba, tạo lập các vùng đất ngập nước có kiểm soát: Tạo lập một số vùng đất ngập nước quanh hồ tạo điều kiện cho sự phát triển là nơi đẻ trứng cho các loài sinh vật trong hồ như ba ba. Giải pháp quan trọng để khôi phục hệ sinh thái tuy nhiên cần có sự thảo luận với các bên liên quan như chính quyền địa phương, cộng đồng để xây dựng các bước thực hiện tốt nhất.

Thứ tư, xây dựng một bảo tàng đa dạng sinh học các nguồn gen sống ở Hồ Tây: Đây sẽ là cơ sở hấp dẫn thu hút sự tham gia đóng góp của các nhà khoa học trong và ngoài nước về nguồn gen của một thủy vực tự nhiên nguồn gốc nước ngọt. Sen Hồ Tây được coi là một tài nguyên thiên nhiên rất tiêu

biểu cho Hà Nội vì vậy cũng cần được bảo tồn và được lưu trữ trong một bảo tàng tự nhiên của các loài sen Việt Nam và Sen Hà Nội. Nơi đây sẽ trở thành một địa điểm thu hút khách du lịch trong và ngoài nước. Đây là giải pháp dài hạn và cần có sự thảo luận với các bên liên quan như các trường đại học, chính quyền địa phương, cộng đồng để xây dựng các bước thực hiện hiệu quả.

Thứ năm, nghiên cứu xây dựng các giải pháp sử dụng dịch vụ hệ sinh thái theo chiến lược “được – được”: Như kết quả mục 3.1.5 cho thấy trong bối cảnh đô thị hóa nhanh chóng đã dẫn đến việc tăng sử dụng một hay nhiều dịch vụ hệ sinh thái này mà dẫn đến suy giảm dịch vụ hệ sinh thái khác. Đối với Hồ Tây, việc sử dụng không gian ven hồ để kinh doanh nhà hàng, quán cà phê, đồng thời với sự gia tăng dân số khu vực quanh hồ dẫn đến nhiều nguồn ô nhiễm vẫn xả vào hồ và làm ảnh hưởng đến khả năng điều tiết, đa dạng sinh học của hồ. Trong bối cảnh BĐKH, sự suy giảm các chức năng này lại càng diễn ra mạnh mẽ. Khái niệm “đánh đổi” (Trade -off) ra đời mô tả các xu thế phát sinh từ lựa chọn cách quản lý của con người nhằm cân bằng các mục tiêu quản lý hệ sinh thái. Trong các quan niệm thì “được- được” đang được sử dụng khá rộng rãi ở trong nước và quốc tế. Mục tiêu của giả thuyết này là phải cân bằng giữa các mục tiêu bảo tồn và phát triển kinh tế nhằm hạn chế tối đa “cạnh tranh” giữa hai mục tiêu này [32].

BĐKH tác động mạnh mẽ lên các dịch vụ hệ sinh thái, vì vậy cần nghiên cứu và đưa ra giải pháp theo chiến lược “được – được” đối với hệ sinh thái Hồ Tây để lựa chọn giữa bảo tồn và phát triển một cách hài hòa giữa 4 loại hình cung cấp, điều tiết, hỗ trợ và văn hóa. Đây là giải pháp dài hạn và cần có sự nghiên cứu, trao đổi với các bên liên quan để xây dựng các bước thực hiện hiệu quả.

(iii) Nhóm giải pháp truyền thông và đào tạo nâng cao năng lực

Là nhóm mang tính chất căn bản được thực hiện lâu dài giúp tăng cường sự linh hoạt trong quản lý hệ sinh thái dễ bị tổn thương, bao gồm các hoạt động sau:

Thứ nhất, tăng cường truyền thông nâng cao nhận thức cộng đồng về kiểm soát ô nhiễm hồ: Nước thải sinh hoạt vào hồ gây ô nhiễm và gia tăng phú dưỡng hồ. Trên bản đồ thủy văn của thế giới, hiện tượng phú dưỡng đã trở thành vấn đề chất lượng nước hàng đầu đáng lo ngại gây hạn chế việc sử dụng và có thể gây nguy hiểm nghiêm trọng đến sức khỏe đối với động vật và con người. Các hoạt động của con người là thủ phạm tồi tệ nhất của quá trình làm giàu chất dinh dưỡng và là nguyên nhân gốc rễ gây ra hiện tượng phú dưỡng các thủy vực. Các chất dinh dưỡng dư thừa đầu vào cho các vùng nước thường đến từ nước thải, chất thải công nghiệp, dòng chảy nông nghiệp, công trường xây dựng và khu vực đô thị. Hiện tượng phú dưỡng có thể được giảm thiểu bằng cách điều chỉnh nguồn dinh dưỡng, giảm sử dụng phân bón, thực hành quản lý đất hợp lý, thực hiện các mô hình toán học, xử lý thực vật ... và quan trọng là hạn chế các nguồn thải vào hồ.. Vì vậy cần thiết nâng cao nhận thức cho cộng đồng và các bên liên quan về vấn đề này để xây dựng các giải pháp kiểm soát ô nhiễm hồ như hạn chế nước thải sinh hoạt vào hồ, ngăn chặn hiện tượng phú dưỡng đang diễn ra mạnh mẽ tại Hồ Tây.

Thứ hai, tăng cường truyền thông về hệ thống quan trắc tự động: Thông tin về hệ thống quan trắc tự động trên Hồ Tây cần được phổ biến rộng đến các bên liên quan và cộng đồng để thực hiện chức năng giám sát cộng đồng với chất lượng nước của Hồ Tây. Hướng dẫn quy trình ứng phó khẩn cấp khi hệ thống quan trắc tự động cho thấy có dấu hiệu sự cố.

Thứ ba, tăng cường truyền thông về Hồ Tây và BDKH: Truyền thông tới các bên về chính sách bảo tồn vùng nước nội địa cấp quốc gia về chính

sách và các biện pháp bảo tồn Hồ Tây theo quyết định số 1479/QĐ-TTg ngày 13/10/2008. Đồng thời tăng cường phổ biến thông tin về BĐKH tới các bên liên quan, đặc biệt là cộng đồng tại khu vực Hồ Tây. Lồng ghép các thông tin về BĐKH và tác động BĐKH đối với Hồ Tây tại các cuộc họp địa phương, tổ dân phố. Các thông tin truyền tải cần đơn giản, dễ hiểu.

Thứ tư, đưa Hồ Tây vào các chương trình đào tạo, giáo dục: Sử dụng Hồ Tây như mô hình giáo dục trực quan và liên hoàn bao gồm hồ nước, vườn cây m bảo tàng với bộ tiêu bản sinh vật và diễn giải thông tin liên quan đến động thực vật ở Hồ Tây làm nên nét đặc sắc của Thủ đô. Ngoài ra có thể đưa Hồ Tây vào chương trình giáo dục thăm quan hàng năm của học sinh thủ đô.

(iv) Nhóm giải pháp về chính sách: Là nhóm giải pháp mang tính chất chiến lược thực hiện lâu dài nhằm khôi phục và quản lý bền vững hệ sinh thái

Thứ nhất, tiếp tục chính sách kiểm soát ô nhiễm hồ đang được thành phố áp dụng: Cần tiếp tục các chính sách kiểm soát ô nhiễm đang được áp dụng như thu gom và xử lý nước thải, chấm dứt hoạt động gây ô nhiễm từ các nhà hàng ven hồ và tàu thuyền trên hồ. Cần tăng cường nhận thức và thúc đẩy sự tham gia của cộng đồng trong công tác giám sát ô nhiễm hồ. Đây là giải pháp có thể thực hiện được ngay thông qua lồng ghép thông tin qua các cuộc họp tại địa phương.

Thứ hai, tăng cường chính sách kiểm soát và ứng phó sự cố: Xây dựng qui trình ứng phó khẩn cấp khi hệ thống quan trắc tự động cho thấy có dấu hiệu sự cố môi trường. Cần đánh giá hiệu quả trước mắt và lâu dài đối với các chế phẩm sẽ dùng để cải tạo môi trường Hồ Tây. Đây là giải pháp quan trọng để phòng ngừa và kiểm soát ô nhiễm cho Hồ Tây và có thể thực hiện được thông qua chính sách của thành phố.

Thứ ba, xây dựng chính sách sử dụng và quản lý hồ: Áp dụng phương pháp tiếp cận hệ sinh thái trong quản lý và sử dụng hồ nhằm thúc đẩy phát

triển bền vững hồ. Theo đó các bên liên quan đặc biệt là các bên được hưởng lợi từ hệ sinh thái hồ đều phải được tham gia trong quá trình ra quyết định. Công cụ để thực hiện chính sách này sẽ dựa trên cơ sở các nghiên cứu về lượng giá hệ sinh thái, tiến hành lồng ghép lượng giá hệ sinh thái vào các chính sách sử dụng hồ. Qua đó chính sách chi trả dịch vụ hệ sinh thái sẽ được lồng ghép vào quá trình ra quyết định với sự tham gia của các bên liên quan. Đồng thời trên cơ sở các nghiên cứu và giải pháp về chiến lược đánh đổi theo mục tiêu “được – được”, tiến hành lồng ghép các chính sách này vào chính sách sử dụng các dịch vụ hệ sinh thái hồ. Bước đầu hạn chế sử dụng hành lang hồ, lòng hồ cho các mục tiêu phát triển kinh tế mà không có sự kiểm soát về ô nhiễm như sử dụng hành lang hồ cho các dịch vụ ăn uống, giải khát. Việc thả cá tại hồ cần có chính sách kiểm soát chặt chẽ. Đây là giải pháp dài hạn và cần nghiên cứu và kết hợp trao đổi với các bên liên quan như chính quyền địa phương, cộng đồng, các nhà khoa học... để xây dựng các bước thực hiện hiệu quả.

Thứ tư, có chính sách thu hút các bên liên quan tham gia trong quá trình ra quyết định: Trong việc ra quyết định từ tư vấn, lập kế hoạch quản lý đến chương trình hoạt động cụ thể cần có sự tham gia của các chính quyền các cấp, các viện nghiên cứu, tổ chức phi chính phủ, các hội đoàn thể phụ nữ thanh niên, người cao tuổi, học sinh, giáo viên, các nhà nghiên cứu đặc biệt là các bên liên quan chính là những người hưởng lợi từ tài nguyên của Hồ Tây như các hộ kinh doanh sát hồ.

4.4 Tiểu kết luận chương 4

- Để xây dựng các giải pháp giảm thiểu tác động BĐKH, 3 mục tiêu đã được đề xuất là (i) Khôi phục chất lượng nước (ii) Khôi phục và bảo tồn đa dạng sinh học (iii) Phát triển hệ sinh thái Hồ Tây hài hòa với quá trình đô thị hóa.

- Để đạt được 3 mục tiêu này, dựa trên phương pháp phân tích SWOT, đề xuất nhóm các giải pháp ứng phó với BĐKH thúc đẩy phát triển bền vững hệ sinh thái Hồ Tây:

+ Nhóm giải pháp công nghệ là những giải pháp ưu tiên cần thực hiện ngay bao gồm: (i) Nạo vét hồ; (ii) Tăng cường hệ thống sục đặc biệt trong các giai đoạn oxy hòa tan giảm mạnh; (iii) Thu hồi tảo; (iv) Kiểm soát nước thải từ các hộ dân; (v) Kiểm soát hệ thống thug om nước mưa; (vi) Bổ cập nước và tăng cường lưu thông cho Hồ Tây như xây dựng một kênh dẫn nước nối Hồ Tây với sông Hồng.

+ Nhóm giải pháp sinh thái gồm: (i) Khôi phục, bảo tồn và phát triển đa dạng sinh học Hồ Tây; (ii) Lượng giá dịch vụ hệ sinh thái; (iii) Phát triển các vùng đất ngập nước có kiểm soát; (iv) Xây dựng một bảo tàng đa dạng sinh học các nguồn gen sống ở Hồ Tây; (v) Nghiên cứu xây dựng các giải pháp sử dụng dịch vụ hệ sinh thái theo chiến lược “được – được”.

+ Nhóm giải pháp truyền thông và giáo dục gồm: (i) Tăng cường truyền thông nâng cao nhận thức cộng đồng về kiểm soát ô nhiễm hồ; (ii) Tăng cường truyền thông về hệ thống quan trắc tự động; (iii) Tăng cường truyền thông về Hồ Tây và BĐKH; (iv) Đưa Hồ Tây vào các chương trình đào tạo, giáo dục.

+ Nhóm giải pháp chính sách: (i) Tiếp tục thúc đẩy chính sách kiểm soát ô nhiễm hồ đang được thành phố áp dụng; (ii) Tăng cường chính sách kiểm soát và ứng phó sự cố; (iii) Xây dựng chính sách sử dụng hồ trên cơ sở lượng giá dịch vụ hệ sinh thái và chiến lược đánh đổi theo mục tiêu “được – được”; (iv) Chính sách thu hút các bên liên quan tham gia trong quá trình ra quyết định và các chương trình cụ thể bảo vệ hồ.

KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

A. Kết luận

1. Diễn biến xu thế chất lượng nước và hệ sinh thái Hồ Tây

- Diễn biến môi trường chất lượng nước Hồ Tây: WQI trong 10 năm (2010 -2020) ở mức trung bình (từ 50 đến 70), đặc biệt năm 2016 ở mức xấu (WQI dưới 50), các thông số đơn lẻ (Amoni, Photphat, BOD5, COD) ở hầu hết các năm vượt giá trị B1 QCVN 08:2008/BTNMT, pH cao và có xu hướng gia tăng trong thời gian 2016-2020 (pH từ 8,2- 8,9). DO có xu hướng giảm mạnh vào các thời điểm từ đêm đến trước bình minh.

- Môi trường ngày càng siêu phú dưỡng, tảo phát triển mạnh và xuất hiện hiện tượng bùng phát tảo. Vào 1/2021, khi tảo bùng phát mật độ lên tới 69 triệu tế bào/l đến 89 triệu tế bào/l với thành phần chủ yếu là vi khuẩn Lam (mật độ chiếm từ 75-78%). Quá trình đô thị hóa và BĐKH đã dẫn đến việc mất cân bằng trong sử dụng các dịch vụ hệ sinh thái. Các chức năng điều tiết, cung cấp, đa dạng sinh học đang bị ảnh hưởng trầm trọng.

2. Tác động BĐKH đến hệ sinh thái Hồ Tây

- BĐKH với nhiệt độ tăng và các hiện tượng thời tiết cực đoan (nhiệt độ tăng cao và nắng nóng kỷ lục kéo dài) có tác động tới hệ sinh thái Hồ Tây. Nhiệt độ thúc đẩy tảo phát triển mạnh, quá trình quang hợp của tảo làm cho pH tăng dần. pH tăng cao lại là điều kiện thuận lợi thúc đẩy vi khuẩn Lam phát triển trở thành loài có mật độ chiếm ưu thế trong hệ TVPD ở Hồ Tây, đặc biệt là các chi gây độc và hiện tượng tảo nở hoa. Thông qua tác động với TVPD, BĐKH làm tăng pH tăng, oxy hòa tan giảm tại một số thời điểm. BĐKH cũng góp phần gia tăng phú dưỡng và mức độ ô nhiễm tại hồ. Nhiệt độ tăng cao và nắng nóng kéo dài có thể gây cá chết hàng loạt do việc thiếu oxy kết hợp với môi trường ô nhiễm, phát sinh khí độc làm cho cá bị sốc, ngộ độc, giảm sức đề kháng và bệnh sẽ phát triển.

- BĐKH sẽ làm trầm trọng hóa các yếu tố của hệ sinh thái: VK Lam sẽ tiếp tục phát triển; Phú dưỡng gia tăng; Hàm lượng oxy hòa tan giảm mạnh tại một số thời điểm trước bình minh và có thể kéo dài hơn gây ảnh hưởng đến sinh sống của các loài thủy sinh; Ô nhiễm hữu cơ gia tăng; pH ngày càng tăng; Thành phần khu hệ cá bị ảnh hưởng trong đó các loài đặc hữu quý có thể bị diệt vong, các loài có giới hạn chịu đựng thấp về môi trường có thể giảm tối đa, các loài gốc phương Nam và các loài giới hạn chịu đựng cao là các loài có ưu thế trong khu hệ cá.

- Đánh giá tác động của BĐKH đến HST thủy vực có thể thông qua đánh giá mối tương quan giữa nhiệt độ và sự phát triển của tảo, các tiêu chí chất lượng nước (pH, DO, các muối dinh dưỡng), mức độ phú dưỡng, xác định các mối tương quan giữa thông số khí hậu và môi trường. Từ đó, sử dụng các phương pháp dự kiến tác động và tương tự thực nghiệm để dự báo tác động của BĐKH đối với hệ sinh thái.

3. Giải pháp giảm thiểu tác động BĐKH

- Chiến lược của nhóm giải pháp giảm thiểu tác động BĐKH là tăng khả năng khôi phục HST và bảo tồn đa dạng sinh học với các mục tiêu là (i) Khôi phục chất lượng nước (ii) Khôi phục và bảo tồn đa dạng sinh học (iii) Phát triển hệ sinh thái Hồ Tây hài hòa với quá trình đô thị hóa.

-Trên cơ sở đó đề xuất 4 nhóm giải pháp bao gồm: Nhóm giải pháp công nghệ (5 giải pháp chủ yếu); Nhóm giải pháp sinh thái (5 giải pháp chủ yếu); Nhóm giải pháp truyền thông (4 giải pháp chủ yếu) và Nhóm giải pháp chính sách (4 giải pháp chủ yếu) để giảm thiểu tác động BĐKH phục vụ hệ sinh thái Hồ Tây phát triển.

B. Khuyến nghị

1. Nên tiếp tục đánh giá tương quan giữa lượng mưa và tần suất mưa với các yếu tố sinh thái hồ để đưa ra được các đánh giá toàn diện hơn về tác động của BĐKH đối với hệ sinh thái Hồ Tây.

2. Việc đánh giá tác động của BĐKH đối với Hồ Tây mới dừng ở phương pháp định tính giữa các yếu tố khí hậu và các yếu tố nội tại của hệ sinh thái hồ. Trên cơ sở đó Luận án đã đưa ra các dự báo về tác động BĐKH đối với hệ sinh thái. Nên tiếp tục mô hình hóa các dự báo này nhằm đánh giá cụ thể hơn về tác động của BĐKH đối với hệ sinh thái Hồ Tây.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. Nguyễn Trâm Anh, Trịnh Thị Thanh, Đoàn Hương Mai (2021), “Nghiên cứu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến sự phát triển thực vật phù du tại Hồ Tây”, *Tạp chí Môi trường*, chuyên đề I, tr.101-105.
2. Nguyễn Trâm Anh, Nguyễn Thị Thanh Hoài (2019), “Đánh giá tác động tiềm tàng của biến đổi khí hậu đến khu hệ cá Hồ Tây”, *Tạp chí khoa học biến đổi khí hậu*, 10, tr. 65- 72.
3. Nguyễn Trâm Anh (2018), “Tác động của biến đổi khí hậu đến chất lượng nước hồ: Nghiên cứu điển hình cho Hồ Tây, Hà Nội”, *Tạp chí khoa học biến đổi khí hậu*, 5, tr. 11-20.
4. Nguyen Tram Anh, Mai Dinh Yen, Trinh Thi Thanh (2018), *A Proposal plan of Restoration of Ho Tay (West Lake) – (Hanoi Capital Vietnam) for Sustainable development in the Context of Global Climate change*, Hanoi Forum 2018. Towards Sustainable Development Climate Change Response for Sustainability and Security.
5. Doan Mai Huong, Mai Dinh Yen, Phan Thi Hien, Nguyen Tram Anh (2018), *Climate change impact assessment on ecosystem services of West Lake, Hanoi capital and suggestion a system of mitigation and adaption measures*, 17th World Lake Conference, Lake Kasumigaura, Ibaraki, Japan.
6. Cái Anh Tú, Trịnh Thị Thanh, Nguyễn Trâm Anh (2020), *Đánh giá tình trạng ô nhiễm và phú dưỡng Hồ Tây*, Kỷ yếu hội thảo khoa học quốc gia, Môi trường và Phát triển Bền vững lần thứ IV, Đại học Quốc gia Hà Nội.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Đỗ Kim Anh (2007), *Dự báo sự biến động của một số nhóm sinh vật trong Hồ Tây - Hà Nội*, Luận văn thạc sỹ Sinh học, Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.
2. Nguyễn Việt Anh (2012), "Một số giải pháp công nghệ cải thiện nước hồ", *Kỷ yếu hội thảo quốc tế "Sử dụng bền vững hồ Hà Nội dựa vào cộng đồng trong bối cảnh đô thị hóa và biến đổi khí hậu"*, tr. 161-165.
3. Nguyễn Việt Anh, Lê Hiền Thảo, CTV (2000), *Đánh giá chất lượng nước hồ Tây qua các năm, Dự án "nâng cao chất lượng nước hồ Tây"*, Ủy ban Nhân dân Thành Phố Hà Nội cùng Đại học Quốc gia Hà Nội và Đại học Xây Dựng Hà Nội, Hà Nội.
4. Ban Quản lý Hồ Tây (2012), *Báo cáo tổng hợp thực hiện đề án Điều tra đánh giá hiện trạng ô nhiễm môi trường nước, hệ sinh thái lòng Hồ Tây, đề xuất các giải pháp giảm thiểu ô nhiễm và khai thác sử dụng hợp lý Hồ Tây*, UBND Quận Tây Hồ, Hà Nội.
5. Bộ Khoa học và Công nghệ (2016), *Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6663-3:2016 (ISO 5567-3: 2012) Chất lượng nước - Lấy mẫu - Phần 3: Bảo quản và xử lý mẫu nước*, Hà Nội.
6. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), *Kịch bản Biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*, Nhà xuất bản Tài nguyên môi trường và bản đồ Việt Nam, Hà Nội.
7. Bộ Tài nguyên và môi trường Tổng cục Môi trường (2019), *Quyết định số 1460/QĐ-TCMT Về việc ban hành Hướng dẫn kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số chất lượng nước Việt Nam (VN_WQI)*, Hà Nội.
8. Hoàng Xuân Cơ, Phạm Ngọc Hồ (1998), *Giáo trình Đánh giá tác động môi trường*, Đại học Quốc gia Hà Nội.

9. Công ty thoát nước Hà Nội (2016), *Báo cáo tình hình quản lý các hồ điều hòa*, Hà Nội.
10. Lê Trọng Cúc, Nguyễn Hữu Dụng, Đặng Thị Sy, nnk (1997), *Báo cáo kết quả điều tra thủy hoá và thủy sinh vật hồ Tây và hồ Trúc Bạch*, Tài liệu Trường Đại học KHTN, Đại học Quốc gia Hà Nội, Hà Nội.
11. Cục Thống kê thành phố Hà Nội (2016), *Niên giám thống kê 2015*, Nhà Xuất Bản Thống Kê, Hà Nội.
12. Nguyễn Kiên Cường (1998), *Khảo sát chất lượng nước Hồ Tây*, Hội nghị Hóa học toàn quốc lần thứ ba.
13. Phạm Ngọc Đăng (2010), *Biến đổi môi trường trong quá trình đô thị hóa thủ đô Hà Nội*, Hội thảo khoa học quốc tế kỷ niệm 1000 năm Thăng Long- Hà Nội: Phát triển bền vững Thủ đô Hà Nội Văn hiến Anh hùng vì hòa bình, Hà Nội.
14. Phạm Ngọc Đăng (2014), "Cần phải ngăn chặn triệt để nước thải chảy vào Hồ Tây nhằm phục hồi nước Hồ Tây trong sạch xứng đáng với danh thắng nổi tiếng của Hà Thành", *Hội thảo Bảo tồn, phát triển và phát huy giá trị Hồ Tây, 2014. Liên hiệp các hội khoa học kỹ thuật Việt Nam*, tr. 110-114.
15. Lê Thu Hà (1995), "Phân tích và đánh giá chất lượng nước một số hồ ở Hà Nội", *Tạp chí sinh vật học*, 17 (1), tr. 14-18.
16. Trần Đức Hạ (2016), *Hồ đô thị, quản lý kỹ thuật và kiểm soát ô nhiễm*, Nxb xây dựng, Hà Nội.
17. Hồ Thanh Hải, Nguyễn Khắc Đỗ, Phan Văn Mạch, Cao Thị Kim Thu (2001), *Chất lượng môi trường nước hồ Tây. Tuyển tập các công trình nghiên cứu Sinh thái và Tài nguyên Sinh vật*, Nxb Nông nghiệp Hà Nội, Hà Nội.
18. Trương Quang Hải, Trần Thanh Hà (2010), *Đánh giá điều kiện tự nhiên và tài nguyên thiên nhiên cho phát triển bền vững Thủ đô Hà Nội*, Nxb Đại học Quốc gia Hà Nội, Hà Nội.

19. Trương Quang Học (2011), *Tác động của biến đổi khí hậu lên đất ngập nước*, Kỷ yếu Hội thảo Khoa học Quốc gia: Đất ngập nước và Biến đổi khí hậu, Trung tâm Nghiên cứu Tài nguyên và Môi trường, ĐHQGHN, Hà Nội.
20. Trần Ngọc Hùng (2017), *Hội thảo Xây dựng giải pháp bảo vệ không gian hồ trong đô thị thích ứng với biến đổi khí hậu*, Tổng hội xây dựng Việt Nam, 2017.
21. Lưu Lan Hương (2007), *Mô hình hóa hệ sinh thái hồ Tây - Hà Nội nhằm bảo vệ và phát triển bền vững*, Đề tài đặc biệt cấp ĐHQG, Mã số: QG - 06-35.
22. Lưu Lan Hương (2010), *Xác định năng suất sơ cấp và năng suất thứ cấp cho hồ Tây, Hà Nội (bằng mô hình toán)*, Đề tài đặc biệt cấp ĐHQG, mã số: QG-09-19.
23. Lưu Lan Hương (2014), *Đánh giá hiện trạng và đề xuất một số biện pháp bảo tồn đa dạng sinh học của hồ Tây, Hà Nội*, Hội thảo Bảo tồn, phát triển và phát huy giá trị hồ Tây 2014. Liên hiệp các hội khoa học kỹ thuật Việt Nam, tr. 115-127.
24. Đặng Huy Huỳnh, Trần Nghĩa Hòa (2010), *Bảo tồn và phát triển bền vững tài nguyên sinh vật và đa dạng sinh học ở Hà Nội*, Hội thảo Phát triển bền vững Thủ đô Hà Nội Văn hiến Anh hùng Vì hòa bình, Hà Nội.
25. Vũ Đăng Khoa (1996), *Cơ sở sinh thái học để bảo vệ môi trường phát triển nguồn lợi thủy sản ở hồ Tây - Hà Nội*, Luận án Phó tiến sỹ khoa học Sinh học, Viện Sinh thái tài nguyên vi sinh vật, Hà Nội.
26. Nguyễn Thị Lan, Phạm Tiến Dũng (2006), *Giáo trình phương pháp thí nghiệm*, Nxb Nông Nghiệp, Hà Nội.
27. Trần Nghi, nnk (2000), *Lịch sử hình thành và tiến hoá địa chất - môi trường hồ Tây trong mối quan hệ với hoạt động sông Hồng*, Dự án "nâng cao

chất lượng nước hồ Tây", Ủy ban Nhân dân Thành Phố Hà Nội cùng Đại học Quốc gia Hà Nội và Đại học Xây Dựng Hà Nội, Hà Nội.

28. Phạm Văn Ninh (2001), "Khảo sát chất lượng nước Hồ Tây", *Tạp chí Bảo vệ Môi trường*, 11, tr. 31-32.

29. Nguyễn Xuân Quỳnh (1996), *Nghiên cứu về động vật không xương sống trong các thủy vực có nước thải vùng Hà Nội*, Luận án Phó Tiến sỹ khoa học Sinh học, Trường Đại học Tổng hợp Hà Nội, Hà Nội.

30. Shepherd G. (2004), *Tiếp cận Hệ sinh thái: Năm bước để thực hiện*, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

31. Vũ Trung Tạng (2008), *Sinh thái học các hệ sinh thái ở nước*, Nxb Giáo dục, Hà Nội.

32. Hoàng Văn Thắng (2016), "Đánh đổi các dịch vụ hệ sinh thái trong bối cảnh biến đổi khí hậu", *Đa dạng sinh học và bảo tồn*, tr. 13-17.

33. Hoàng Văn Thắng, Bùi Hà Ly, Hoàng Tuấn Anh (2016), "Đất ngập nước đô thị trong bối cảnh biến đổi khí hậu: Trường hợp điển hình ở Hồ Tây, Hà Nội", *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN*, 32 (1S), tr. 282-289.

34. Đặng Ngọc Thanh, Hồ Thanh Hải, Dương Đức Tiến, Mai Đình Yên (2002), *Thủy sinh học các thủy vực nước ngọt nội địa Việt Nam*, Nxb Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.

35. Dương Đức Tiến (1996), *Phân loại vi khuẩn lam*, Nxb Nông Nghiệp, Hà Nội.

36. Dương Đức Tiến (2014), "Hiện trạng, bảo tồn và phát triển đa dạng sinh học Hồ Tây", Hội thảo Bảo tồn, phát triển và phát huy giá trị Hồ Tây, 2014. Liên hiệp các hội khoa học kỹ thuật Việt Nam, tr. 97-109.

37. Dương Đức Tiến, nnk (1991), "Hiện trạng nước và vi tảo (Microalgae) trong các thủy vực ở Hà Nội", *Tạp chí Sinh học*, 15 (4).

38. Trung tâm khí tượng thủy văn (2016), *Báo cáo “Đặc điểm thời tiết thủy văn khu vực Hà Nội năm 2016”*, Hà Nội.
39. Trung tâm khí tượng thủy văn (2017), *Báo cáo “Đặc điểm thời tiết thủy văn khu vực Hà Nội năm 2017”*, Hà Nội.
40. Trung tâm khí tượng thủy văn (2018), *Báo cáo “Đặc điểm thời tiết thủy văn khu vực Hà Nội năm 2018”*, Hà Nội.
41. Trung tâm khí tượng thủy văn (2019), *Báo cáo “Đặc điểm thời tiết thủy văn khu vực Hà Nội năm 2019”*, Hà Nội.
42. Trung tâm khí tượng thủy văn (2020), *Báo cáo “Đặc điểm thời tiết thủy văn khu vực Hà Nội năm 2020”*, Hà Nội.
43. Lê Ngọc Tuấn, Trần Xuân Hoàn (2018), "Nghiên cứu đề xuất các giải pháp ứng phó với biến đổi khí hậu tại Vĩnh Long", *Tạp chí Phát triển khoa học & công nghệ, chuyên san khoa học tự nhiên*, 2 (3), tr. 113-122.
44. Nguyễn Thị Hạnh Tiên, Ngô Sỹ Vân, Vũ Thị Hồng Nguyên, Kim Thị Thoa, Nguyễn Đức Tuấn, Kim Văn Vạn (2018), "Hiện trạng môi trường nước, trầm tích hồ Tây (Hà Nội) và đề xuất một số giải pháp bảo vệ nguồn lợi thủy sản", *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 16 (5), tr. 464-472.
45. UBND Thành phố Hà Nội (2009), “Quyết định số 92/2009/QĐ-UBND, ngày 19 tháng 8 năm 2009 của UBND thành phố Hà Nội về Ban hành qui định quản lý Hồ Tây”, Hà Nội.
46. UBND Thành phố Hà Nội (2012), "Quyết định số 1745/QĐ-UBND, ngày 26/4/2012 của UBND Thành phố Hà Nội Ban hành Kế hoạch hành động ứng phó với Biến đổi khí hậu thành phố Hà Nội", Hà Nội.
47. Hoàng Thị Lê Vân, Lê Ngọc Cầu, Bạch Quang Dũng, Nguyễn Thị Kim Anh, Nguyễn Văn Tiến, Nguyễn Trường Giang, Ngô Kim Anh (2018), "Đánh giá hiện trạng chất lượng nước Hồ Tây", *Tạp chí Khoa học và Biến đổi khí hậu*, 8, tr. 58-62.

48. Viện Khí tượng Thủy văn Biến đổi khí hậu (2011), *Tài liệu hướng dẫn: Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và xác định các giải pháp thích ứng*, Nxb Tài nguyên môi trường và bản đồ Việt Nam, Hà Nội
49. Viện Khí tượng Thủy văn Biến đổi khí hậu (2010), *Biến đổi khí hậu và tác động ở Việt Nam*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
50. Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường Đại học Bách khoa Hà Nội (2018), *Báo cáo đánh giá Tác động Môi trường Dự án nạo vét bùn, bổ cập nước và xây dựng cột phun nước cho Hồ Tây*, Hà Nội.
51. Viện Kinh tế và Quy hoạch thủy sản (2017), *Báo cáo tổng hợp thực hiện dự án đánh giá hiện trạng trữ lượng thủy sản và đề xuất các giải pháp bảo tồn phát triển nguồn lợi thủy sản hồ Tây*, Hà Nội.
52. Viện Sinh thái và Tài nguyên Sinh vật (2011), *Đề án "Điều tra đánh giá hiện trạng ô nhiễm môi trường nước, hệ sinh thái lòng hồ Tây; đề xuất các biện pháp giảm thiểu ô nhiễm và khai thác sử dụng hợp lý hồ Tây" do UBND quận Tây Hồ và Ban quản lý hồ Tây quản lý và thực hiện*, Hà Nội.
53. Viện Tài nguyên và Môi trường (2017), *Báo cáo tổng hợp: Nghiên cứu, đánh giá hiện trạng và đề xuất giải pháp bảo tồn đa dạng sinh học Hồ Tây, thành phố Hà Nội*, Hà Nội.
54. Nguyễn Văn Việt (1997), *Xây dựng mô hình tính toán lan truyền ô nhiễm nước ở Hồ Tây*, Viện khí tượng thủy văn.
55. Mai Đình Yên (2001), *Tổng quan các điều tra nghiên cứu về đa dạng sinh học của hồ Tây*, Báo cáo Hội thảo KH Dự án Nâng cao chất lượng nước hồ Tây.
56. Mai Đình Yên (2011), *Sơ bộ phân tích biến đổi khí hậu đến hệ sinh thái Hồ Tây*, Hội thảo Khoa học Quốc gia: Đất ngập nước và Biến đổi khí hậu, Trung tâm nghiên cứu tài nguyên và môi trường, ĐHQGHN, Hà Nội.

Tiếng Anh

57. Abril G., Guérin F., Richard S., Delmas R., Lacaux C. G., Gosse P., Tremblay A., Varfalvy L., Santos M. A. D., Matvienko B. (2005), "Carbon dioxide and methane emissions and carbon budget of a 10 - year old tropical reservoir", *Global Biogeochemical cycles*, 19 (GB4007), pp. 16.
58. Admiraal W., Botermans Y. J. H. (1989), "Comparison of nitrification rates in three branches of the lower river Rhine", *Biogeochemistry*, 8, pp. 135-151.
59. Cairns J. Jr., Heath A. G., Parker B. C. (1975), "The effects of temperature upon the toxicity of chemicals to aquatic organisms", *Hydrobiologia*, 47 (1), pp. 135-171.
60. Cairns J. Jr., Heath A. G., Parker B. C. (1975), "Temperature influence on chemical toxicity to aquatic organisms", *J Water Pollut Control Fed*, 47 (2), pp. 267-280.
61. Carlson R. E., Simpson J. (1996), *A Coordinator's Guide to Volunteer Lake Monitoring Methods*, North American Lake Management Society.
62. Chapman G. (1986), *Ambient Water Quality Criteria for Dissolved Oxygen.*, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA.
63. Daufresne M., Boet P. (2007), "Climate change impact on structure and diversity of fish communities in rivers", *Global Change Biology*, 13, pp. 2467-2478.
64. Durance I., Ormerod S. J. (2007), "Climate change effects on upland stream macroinvertebrates over a 25-year period", *Global Change Biology*, 13 (5), pp. 942-957.
65. Endruweit M. (2014), "Taxonomical notes on selected freshwater fish species described from northern and central Vietnam (Cypriniformes: Balitoridae, Cobitidae, Cyprinidae, Nemacheilidae; Perciformes: Channidae,

- Osphronemidae; Synbranchiformes: Mastacembelidae)", *Zoological Research*, 35 (2), pp. 142-159.
66. Ficke A. D., Myrick C. A., Hansen L. J. (2007), "Potential impacts of global climate change on freshwater fisheries", *Fish Biol Fisheries*, 17, pp. 581-613.
67. Foster L. G., Rohling E. J. (2013), "Relationship between sea level and climate forcing by CO₂ on geological timescales", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110 (4), pp. 1209-1214.
68. Franklin P. A. (2014), "Dissolved oxygen criteria for freshwater fish in New Zealand: a revised approach", *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 48 (1), pp. 112-126.
69. Hammond D. , Pryce A. R (2007), *Climate change impacts and water temperature*, Environment Agency Science Report SC060017/SR, Bristol, UK.
70. Hassan H., Aramaki T., Hanaki K., Matsuo T., Wilby R. (1998), "Lake stratification and temperature profiles simulated using downscaled GCM output", *Water Science and Technology*, 38 (11), pp. 217-226.
71. Hoang Van Thang, Mai Dinh Yen, Bui Ha Ly (2018), *Lessons learned from Management of Ho Tay (West Lake) in Hanoi Capital of Vietnam after a half century*, The 17th World Lake conference.
72. Hook S. J., Schneider P., Radocinski R. G., Wilson R.C. (2009), *Overview of US Activities Related to Remote Sensing of Temperatures of Inland Waters*, Presentation at Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology.
73. Hulme P. E. (2005), "Adapting to climate change: is there scope for ecological management in the face of a global threat?", *Journal of Applied Ecology*, 42, pp. 784-794.

74. ILEC (International Lake Environment Committee) (2009), *Promoting sustainable management of World's Lake and Reservoirs*.
75. International Panel on climate change (2001), *Third report of the working group of the intergovernmental panel on climate change. IPCC.*<http://www.ipcc>.
76. Jacoby, Orlb G. T., Myer G. L. (1990), "Impact of climate change on water quality", *Water quality.In: Climate change*, 4 (4), pp. 70-89.
77. Johnk K. D., Huisman J., Sharples J., Sommeijer B., Visser P. M., Stroom J. M. (2008), "Summer heatwaves promote blooms of harmful cyanobacteria", *Global Change Biology*, 14, pp. 495-512.
78. Justus B. G., Mize S. V., Wallace J., Kroes D. (2014), "Invertebrate and fish assemblage relations to dissolved oxygen minima in lowland streams of southwestern Louisiana", *River Research and Application*, 30 (1), pp. 11-28.
79. Kilham S. S., Theriot E. C., Fritz S. C. (1996), "Linking planktonic diatoms and climate change in the large lakes of the Yellowstone ecosystem using resource theory", *Limnology and Oceanography*, 41 (5), pp. 1052-1062.
80. Kottelat M. (2001), *Freshwater fishes of northern Vietnam. A preliminary check-list of the fishes known or expected to occur in northern Vietnam with comments on systematics and nomenclature*, Environment and Social Development Unit, East Asia and Pacific Region. The World Bank.
81. Kottelat M. (2013), "The fishes of the inland waters of Southeast Asia: a catalogue and core bibliography of the fishes known to occur in freshwaters, mangroves and estuaries", *The Raffles Bulletin of Zoology*, 27, pp. 1-663.
82. Magnuson J. J, Webster K. E., Assel R. A., Bower C. J., Dillon P.J., Eaton J.G., Evans H. E., Fee E. J., Hall R. I., Mortsch L. R., et al (1997), "Potential effects of climate change on aquatic systems: Laurentian Great Lakes and Precambrian shield are.", *Hydrological Precesses*, 11, pp. 825-871.

83. Mooij M. W., Ismann S. H., Domis L. N. D. S., Nolet B. A., Bodelier P. L. E., Boers P. C. M., Pires L. M. D., Gons H. J., Ibelings B. W., Noordhuis R., et al (2005), "The impact of climate change on lakes in the Netherlands: a review", *Aquatic Ecology*, 39 (4), pp. 381-400.
84. Moore M., Folt C. (1993), "Zooplankton body size and community structure: Effects of thermal and toxicant stress", *Trends Ecol Evol*, 8 (5), pp. 178-183.
85. Mortsch L., Alden M., Scheraga J. D. (2003), *Climate Change and Water Quality in the Great Lakes Region: Risks, Opportunities, and Responses*, Great Lakes Water Quality Board of the International Joint Commission.
86. Moss B., Kosten S., Meerhoff M., Battarbee R. W., Jeppesen E., Mazzeo N., Havens K., Lacerot G., Liu Z., Meester L. De, et al (2011), "Allied attack: climate change and eutrophication", *Inl. Wat.*, 1, pp. 101-105.
87. Mulholland J. P., Best G. R., Coutant C. C., Hornberger G. M., Meyer J. L., Robinson P. J., Stenberg J. R., Turner R. E., Herrera F. V., Wetzel R. G. (1997), "Effects of climate change on freshwater ecosystems of the South-Eastern United States and the Gulf Coast of Mexico", *Hydrological Processes*, 11 (8), pp. 949-970.
88. Palmer C. M. (1969), "A composite rating of algae tolerating organic pollution", *Journal of Phycology*, 5 (1), pp. 78-82.
89. Porter G. K., Saunders P. A., Haberyan K. A., Macubbin A. E., Jacobsen T. R., Hodson R. E. (1996), "Annual cycle of autotrophic and heterotrophic production in a small, monomictic Piedmont lake (Lake Oglethorpe): Analog for the effects of climatic warming on dimictic lakes", *Limnology and Oceanography*, 41 (5), pp. 1041-1051.

90. Reynolds C. S., Jaworski G. H. M., Leedale G. F. (1981), "On the annual cycle of the blue-green alga *Microcystis aeruginosa* Kutz. Emend Elenkin", *Philosophical transaction of the royal society B*, 293, pp. 419-477.
91. Ruby P., Ahilan B. (2018), "An overview of climate change impact in fisheries and aquaculture", *Climate Change*, 4 (13), pp. 87-94.
92. Rui X., Zhang Y., Critto A., Fan J., Zheng Z., Zhang Y. (2016), "The Potential Impacts of Climate Change Factors on Freshwater Eutrophication: Implications for Research and Countermeasures of Water Management in China", *Sustainability*, 8 (3), pp. 229.
93. Ryding O. S., Rast W. (1989), *The Control of eutrophication of lakes and reservoirs*, Paris, PaUnesco and The Parthenon Publishing Group.
94. UNEP (2009), *Connecting biodiversity and climate change mitigation and adaptation, Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change*, Canada.
95. Vollenweider R. A., Giovanardi F., Montanari G., Rinaldi A. (1998), "Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: Proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index Italy", *Environmetrics*, 9, pp. 329-357.
96. Waal V. D. D., Verschoor A., Verspagen J. M. H., Donk E. V., Huisman J. (2010), "Climate – driven changes in ecological stoichiometry of aquatic ecosystems", *Frontiers in the Ecology and the Environment*, 8 (3), pp. 145-152.
97. Wiener J. G., Spry D. J. (1996), *Toxicological significance of mercury in freshwater fish*, Beyer, W. N., Heinz, G. H., and Redmon-Norwood, A. W. (ed.) *Environmental Contaminants in Wildlife: Interpreting Tissue Concentrations*, Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.

98. Yang J., Tang H., Zhang X., Zhu X., Huang Y., Yang Z. (2018), "High temperature and pH favor *Microcystis aeruginosa* to outcompete *Scenedesmus obliquus*", *Environmental Science and Pollution Research*, 25 (5), pp. 4794-4802.
99. <https://bnews.vn/da-xac-dinh-duoc-nguyen-nhan-ca-chet-tai-ho-tay/89881.html>.
100. <https://nld.com.vn/thoi-su/ca-ho-tay-lai-chet-hang-loat-2018070910580056.htm>.
101. [https://Nước hồ Tây chuyên màu xanh rêu Bộ Tài nguyên và Môi trường nói gì? - Zing - Tri thức trực tuyến \(baomoi.com\)](https://Nước hồ Tây chuyên màu xanh rêu Bộ Tài nguyên và Môi trường nói gì? - Zing - Tri thức trực tuyến (baomoi.com))
102. <https://vneconomy.vn/thoi-su/ca-ho-tay-chet-hang-loat-do-4-nguyen-nhan-20161213104052591.htm>.
103. <https://www.fishbase.de/summary/Channa-maculata.html>.
104. <https://www.fishbase.de/summary/Elopichthys-bambusa.html>.

PHỤ LỤC

**PHỤ LỤC 1: PHIẾU KHẢO SÁT TẦM QUAN TRỌNG VÀ
HIỆN TRẠNG CÁC DỊCH VỤ HỆ SINH THÁI HỒ TÂY**

Phần I. Thông tin cá nhân

Họ và tên:

Giới tính:

Năm sinh:

Chức vụ: (tích “x” vào ô thích hợp)

 Dân cư Tổ chức địa phương Ban quản lý Hồ Tây**Phần II. Nội dung khảo sát**

Xin đánh dấu “x” vào ô mà quý vị cho là đúng nhất. Mỗi câu hỏi có 2 ý, xin hãy trả lời cả 2 ý.

1.	a. Theo quý vị, việc nuôi thả cá ở Hồ Tây có vai trò như thế nào?
	<input type="checkbox"/> Không quan trọng <input type="checkbox"/> Trung bình <input type="checkbox"/> Quan trọng <input type="checkbox"/> Rất quan trọng
	b. Quý vị có thường xuyên mua cá ở Hồ Tây không?
	<input type="checkbox"/> Không sử dụng <input type="checkbox"/> Sử dụng <input type="checkbox"/> Sử dụng nhiều
2.	a. Theo quý vị, cá, tôm, trai, ốc tự nhiên ở Hồ Tây có vai trò như thế nào?
	<input type="checkbox"/> Không quan trọng <input type="checkbox"/> Trung bình <input type="checkbox"/> Quan trọng <input type="checkbox"/> Rất quan trọng
	b. Quý vị có thường xuyên mua tôm, trai, ốc tự nhiên ở Hồ Tây không?
	<input type="checkbox"/> Không sử dụng <input type="checkbox"/> Sử dụng <input type="checkbox"/> Sử dụng nhiều
3.	a. Theo quý vị, việc trồng sen ở Hồ Tây có quan trọng không?
	<input type="checkbox"/> Không quan trọng <input type="checkbox"/> Trung bình <input type="checkbox"/> Quan trọng <input type="checkbox"/> Rất quan trọng
	b. Quý vị có thường xuyên mua sen Hồ Tây và sử dụng các sản phẩm từ sen không?
	<input type="checkbox"/> Không sử dụng <input type="checkbox"/> Sử dụng <input type="checkbox"/> Sử dụng nhiều
4.	a. Theo quý vị, Hồ Tây có vai trò cung cấp nước tưới như thế nào?
	<input type="checkbox"/> Không quan trọng <input type="checkbox"/> Trung bình <input type="checkbox"/> Quan trọng <input type="checkbox"/> Rất quan trọng
	b. Người dân có thường xuyên dùng nước tưới ở Hồ Tây không?
	<input type="checkbox"/> Không sử dụng <input type="checkbox"/> Sử dụng <input type="checkbox"/> Sử dụng nhiều
5.	a. Theo quý vị, Hồ Tây giúp điều hòa nhiệt độ vi khí hậu của thành phố như thế nào?
	<input type="checkbox"/> Không quan trọng <input type="checkbox"/> Trung bình <input type="checkbox"/> Quan trọng <input type="checkbox"/> Rất quan trọng
	b. Hồ Tây có đóng vai trò chủ yếu giúp điều hòa khí hậu thành phố không?
	<input type="checkbox"/> Không sử dụng <input type="checkbox"/> Sử dụng <input type="checkbox"/> Sử dụng nhiều
6.	a. Theo quý vị, Hồ Tây giúp điều hòa nước mưa, kiểm soát ngập lụt ở Hà Nội như thế nào?

	<input type="checkbox"/> Không quan trọng <input type="checkbox"/> Trung bình <input type="checkbox"/> Quan trọng <input type="checkbox"/> Rất quan trọng
	b. Hồ Tây có phải là nơi thường xuyên giúp điều hòa nước mưa, giúp giảm ngập lũ ở Hà Nội không?
	<input type="checkbox"/> Không sử dụng <input type="checkbox"/> Sử dụng <input type="checkbox"/> Sử dụng nhiều
7.	Theo quý vị, vai trò của Hồ Tây trong việc nạp nước ngầm và trao đổi nước ngầm như thế nào?
	<input type="checkbox"/> Không quan trọng <input type="checkbox"/> Trung bình <input type="checkbox"/> Quan trọng <input type="checkbox"/> Rất quan trọng
	Hồ Tây có thường xuyên nạp nước ngầm và trao đổi nước ngầm không?
	<input type="checkbox"/> Không sử dụng <input type="checkbox"/> Sử dụng <input type="checkbox"/> Sử dụng nhiều
8.	a. Theo quý vị, vai trò của Hồ tây trong việc tiếp nhận và giữ trầm tích, hòa tan chất dinh dưỡng và chất ô nhiễm như thế nào?
	<input type="checkbox"/> Không quan trọng <input type="checkbox"/> Trung bình <input type="checkbox"/> Quan trọng <input type="checkbox"/> Rất quan trọng
	b. Hồ Tây có thường xuyên tiếp nhận, hòa tan chất dinh dưỡng và chất ô nhiễm không?
	<input type="checkbox"/> Không sử dụng <input type="checkbox"/> Sử dụng <input type="checkbox"/> Sử dụng nhiều
9.	a. Theo quý vị, hoạt động câu cá giải trí ở Hồ tây có quan trọng không?
	<input type="checkbox"/> Không quan trọng <input type="checkbox"/> Trung bình <input type="checkbox"/> Quan trọng <input type="checkbox"/> Rất quan trọng
	b. Quý vị có thường câu cá ở Hồ Tây không?
	<input type="checkbox"/> Không sử dụng <input type="checkbox"/> Sử dụng <input type="checkbox"/> Sử dụng nhiều
10.	a. Theo quý vị, hoạt động xe đạp nước ở Hồ tây có quan trọng không?
	<input type="checkbox"/> Không quan trọng <input type="checkbox"/> Trung bình <input type="checkbox"/> Quan trọng <input type="checkbox"/> Rất quan trọng
	b. Quý vị có thường xuyên đạp xe đạp nước ở Hồ Tây không?
	<input type="checkbox"/> Không sử dụng <input type="checkbox"/> Sử dụng <input type="checkbox"/> Sử dụng nhiều
11.	a. Theo quý vị, hoạt động chèo thuyền ở Hồ tây có quan trọng không?
	<input type="checkbox"/> Không quan trọng <input type="checkbox"/> Trung bình <input type="checkbox"/> Quan trọng <input type="checkbox"/> Rất quan trọng
	b. Quý vị có thường xuyên thấy chèo thuyền ở Hồ Tây không?
	<input type="checkbox"/> Không sử dụng <input type="checkbox"/> Sử dụng <input type="checkbox"/> Sử dụng nhiều
12.	a. Theo quý vị, Hồ tây có ý nghĩa tín ngưỡng, niềm tin như thế nào?
	<input type="checkbox"/> Không quan trọng <input type="checkbox"/> Trung bình <input type="checkbox"/> Quan trọng <input type="checkbox"/> Rất quan trọng
	b. Quý vị có thường xuyên đi lễ, bái, thả cá ở Hồ Tây không?

	<input type="checkbox"/> Không sử dụng	<input type="checkbox"/> Sử dụng	<input type="checkbox"/> Sử dụng nhiều
13.	a. Theo quý vị, Hồ tây có ý nghĩa di sản văn hóa như thế nào?		
	<input type="checkbox"/> Không quan trọng	<input type="checkbox"/> Trung bình	<input type="checkbox"/> Quan trọng <input type="checkbox"/> Rất quan trọng
	b. Quý vị có thường xuyên tham quan,		
	<input type="checkbox"/> Không sử dụng	<input type="checkbox"/> Sử dụng	<input type="checkbox"/> Sử dụng nhiều
14.	a. Theo quý vị, Hồ Tây có giúp nghiên cứu khoa học và môi trường như thế nào?		
	<input type="checkbox"/> Không quan trọng	<input type="checkbox"/> Trung bình	<input type="checkbox"/> Quan trọng <input type="checkbox"/> Rất quan trọng
	b. Quý vị có thường xuyên đọc được những nghiên cứu về Hồ Tây không		
	<input type="checkbox"/> Không sử dụng	<input type="checkbox"/> Sử dụng	<input type="checkbox"/> Sử dụng nhiều
15.	a. Theo quý vị, Hồ tây có vai trò cho giáo dục đào tạo như thế nào?		
	<input type="checkbox"/> Không quan trọng	<input type="checkbox"/> Trung bình	<input type="checkbox"/> Quan trọng <input type="checkbox"/> Rất quan trọng
	b. Hồ Tây có thường xuyên được sử dụng cho giáo dục, đào tạo không?		
	<input type="checkbox"/> Không sử dụng	<input type="checkbox"/> Sử dụng	<input type="checkbox"/> Sử dụng nhiều
16.	a. Theo quý vị, Hồ tây có là nơi cư trú quan trọng cho các loài sinh vật không?		
	<input type="checkbox"/> Không quan trọng	<input type="checkbox"/> Trung bình	<input type="checkbox"/> Quan trọng <input type="checkbox"/> Rất quan trọng
	b. Có nhiều loài sinh vật cư trú ở đây không		
	<input type="checkbox"/> Không sử dụng	<input type="checkbox"/> Sử dụng	<input type="checkbox"/> Sử dụng nhiều
17.	a. Theo quý vị, Hồ Tây có vai trò quan trọng trong việc tiếp nhận và xử lý chất dinh dưỡng không?		
	<input type="checkbox"/> Không quan trọng	<input type="checkbox"/> Trung bình	<input type="checkbox"/> Quan trọng <input type="checkbox"/> Rất quan trọng
	b. Hồ Tây có thường xuyên tiếp nhận và xử lý chất dinh dưỡng không?		
	<input type="checkbox"/> Không sử dụng	<input type="checkbox"/> Sử dụng	<input type="checkbox"/> Sử dụng nhiều

Xin cảm ơn sự giúp đỡ của quý vị!

PHỤ LỤC 2: DANH SÁCH CHUYÊN GIA THAM VẤN

TT	Tên chuyên gia	Cơ quan công tác	Lĩnh vực tham vấn
1	GS.TS Mai Đình Yên	Đại học khoa học tự nhiên, Đại học quốc gia Hà Nội.	Tầm quan trọng và hiện trạng sử dụng dịch vụ hệ sinh thái. Phân loại các loài các quý hiếm và đặc hữu Hồ Tây. Đánh giá tác động của BĐKH đến dịch vụ hệ sinh thái và đa dạng sinh học khu hệ cá Hồ Tây.
2	TS. Hoàng Văn Thắng	Viện Tài nguyên và Môi trường, Đại học Quốc gia Hà Nội.	Tầm quan trọng và hiện trạng sử dụng dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây Đánh giá tác động môi trường đến dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây.
3	Ông Hoàng Anh Tuấn	Ban quản lý Hồ Tây	Hiện trạng hệ thống xử lý nước thải Hồ Tây Hiện trạng dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây
4	PGS.TS Nguyễn Thu Hà	Khoa sinh học, Đại học KHTN, Đại học Quốc gia HN	Tầm quan trọng dịch vụ hệ sinh thái Hồ Tây
5	PGS.TS Nguyễn Thị Liên	Đại học KHTN, Đại học quốc gia HN	Đặc điểm vi tảo hồ và tác động BĐKH đến thành phần vi tảo
6	TS. Bùi Thị Hoa	Đại học KHTN, Đại học quốc gia HN	Đặc điểm hệ sinh thái Hồ Tây

7	Ths. Nguyễn Anh Tuấn	Viện nghiên cứu nuôi trồng thủy sản	Đặc điểm sinh trưởng của một số loài cá
8	Ths. Nguyễn Văn Chính	Trung tâm khí tượng thủy văn	Diễn biến xu thế khí hậu Hà Nội trong 60 năm
9	PGS.TS Nguyễn Thu Thủy	Viện Công nghệ Môi trường	Đặc điểm sinh trưởng của một số loài tảo

PHỤ LỤC 3: KẾT QUẢ KHẢO SÁT CỘNG ĐỒNG VỀ HIỆN TRẠNG VÀ VAI TRÒ CÁC DỊCH VỤ HST HỒ TÂY

Dịch vụ	Chức năng/ Giá trị	Hoạt động cụ thể	Tầm quan trọng				Hiện trạng sử dụng		
			Không quan trọng	Trung bình	Quan trọng	Rất quan trọng	Không sử dụng	Sử dụng	Sử dụng nhiều
Dịch vụ cung cấp	Cung cấp thực phẩm	Nuôi thả cá	2/30	5/30	18/30	5/30	2/30	20/30	8/30
		Cá, tôm, trai, ốc tự nhiên	1/30	6/30	18/30	5/30	3/30	21/30	6/30
	Cung cấp tài nguyên nông nghiệp	Trồng sen và cung cấp giống	5/30	6/30	15/30	4/30	3/30	18/30	9/30
	Cung cấp nước	Nước tưới cây	1/30	3/30	20/30	6/30	2/30	20/30	8/30
Dịch vụ điều tiết	Điều hòa khí hậu	Điều hòa nhiệt độ vi khí hậu của thành phố	1/30	2/30	8/30	19/30	2/30	8/30	20/30
	Kiểm soát thiên tai	Điều hòa nước mưa, hạn chế ngập lụt	1/30	1/30	9/30	19/30	1/30	10/30	19/30
	Điều tiết chế độ thủy văn	Nạp nước ngầm và trao đổi nước ngầm	1/30	2/30	17/30	10/30	5/30	15/30	10/30
	Kiểm soát ô nhiễm	Tiếp nhận và giữ trầm tích, hòa tan chất dinh dưỡng và chất ô nhiễm	3/30	3/30	18/30	6/30	3/30	17/30	10/30
Dịch vụ văn hóa	Giá trị cảnh quan giải trí	Câu cá giải trí	2/30	4/30	10/30	14/30	2/30	16/30	12/30
		Hoạt động trên nước (chèo thuyền)	3/30	3/30	9/30	15/30	10/30	11/30	9/30
		Sử dụng hành lang hồ	2/30	2/30	10/30	16/30	11/30	10/30	9/30

	Giá trị tâm linh (tinh thần)	Tín ngưỡng, niềm tin của người dân	1/30	1/30	8/30	20/30	2/30	13/30	15/30
		Di sản văn hóa	1/30	3/30	10/30	16/30	1/30	17/30	12/30
	Giá trị giáo dục	Nghiên cứu khoa học và môi trường	3/30	4/30	10/30	13/30	2/30	17/30	11/30
		Cơ hội cho giáo dục, đào tạo	3/30	4/30	11/30	12/30	4/30	18/30	8/30
Dịch vụ	Hỗ trợ đa dạng sinh học	Là nơi cư trú cho các loài sinh vật	2/30	2/30	10/30	16/30	2/30	13/30	15/30
hỗ trợ	Hỗ trợ chu kỳ dinh dưỡng	Tiếp nhận và xử lý chất dinh dưỡng	2/30	5/30	16/30	7/30	3/30	16/30	11/30

PHỤ LỤC 4: DIỄN BIẾN NHIỆT ĐỘ TẠI HÀ NỘI TRONG 60 NĂM**Nhiệt độ không khí trung bình tháng (T°C)**

Năm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
1960													
1961	15.7	16.1	20.3	24.7	27.1	28.3	29.5	28.4	27.3	25.3	22.1	18.8	29.5
1962	14.3	18.0	19.5	22.7	27.9	28.5	29.1	28.2	27.1	24.9	21.0	17.9	29.1
1963	14.8	16.4	19.2	22.9	27.0	28.6	28.6	28.5	27.8	23.8	22.9	18.6	28.6
1964	16.8	14.9	20.3	25.1	27.5	28.4	29.1	28.6	27.2	24.9	20.6	17.0	29.1
1965	18.0	19.6	19.6	24.8	26.9	27.5	29.0	28.9	27.3	25.9	22.6	17.4	29.0
1966	18.2	19.6	21.6	25.4	26.4	27.5	29.2	28.5	27.2	24.8	21.3	21.5	29.2
1967	15.1	15.0	19.9	23.4	28.6	29.2	29.6	29.1	26.5	24.3	21.7	15.3	29.6
1968	17.6	12.0	19.4	21.8	27.0	28.1	29.6	28.8	27.9	24.8	22.7	22.2	29.6
1969	17.0	16.4	19.7	23.3	28.3	28.8	29.2	28.2	27.4	25.7	19.3	17.4	29.2
1970	15.2	19.0	17.8	22.9	27.2	28.2	29.0	28.0	27.2	24.1	20.3	18.1	29.0
1971	14.6	16.6	19.5	24.2	26.8	29.1	28.3	27.0	27.4	22.8	20.1	17.9	29.1
1972	16.6	16.8	20.5	22.4	27.4	29.2	28.2	26.9	27.1	25.3	21.0	17.4	29.2
1973	16.2	20.7	22.3	25.0	28.6	29.2	28.7	27.7	26.7	24.1	20.8	16.7	29.2
1974	15.8	15.6	17.9	23.2	27.8	28.8	28.8	27.9	27.7	24.5	21.6	18.3	28.8
1975	16.3	18.4	21.2	24.6	27.6	28.4	29.3	28.2	27.6	25.0	19.8	15.1	29.3
1976	15.9	18.1	19.0	22.3	26.8	28.3	29.2	27.9	27.4	24.5	18.4	18.0	29.2
1977	13.1	14.5	20.4	23.5	28.8	29.6	28.8	29.0	27.2	25.6	20.1	19.4	29.6
1978	16.1	16.7	20.5	24.0	27.0	28.4	29.0	28.6	26.3	24.1	20.8	19.2	29.0
1979	17.3	19.8	20.2	23.7	26.8	28.5	29.7	28.2	27.5	24.5	20.2	19.9	29.7
1980	17.4	15.1	22.0	23.8	27.1	28.1	28.7	28.7	27.1	24.9	23.4	18.0	28.7
1981	17.1	18.1	22.1	25.8	26.6	28.7	28.8	29.5	28.2	24.4	20.7	16.8	29.5
1982	18.0	16.5	20.1	23.1	26.9	29.2	29.4	28.5	26.8	25.9	22.6	15.7	29.4
1983	14.4	16.4	18.4	23.7	28.0	29.8	30.3	28.7	28.1	25.0	20.3	16.3	30.3
1984	13.5	14.7	19.1	23.9	26.6	28.6	29.5	28.5	27.4	23.6	22.7	17.1	29.5
1985	14.1	17.4	17.0	22.0	28.1	29.4	29.0	28.6	27.2	25.2	21.9	17.9	29.4
1986	16.5	16.2	19.8	24.4	26.9	28.9	29.0	28.9	27.1	24.4	21.2	19.1	29.0
1987	19.1	20.3	22.7	24.0	28.7	29.6	29.4	28.8	27.7	25.7	21.5	16.2	29.6
1988	17.8	16.3	17.3	22.5	28.2	29.3	29.5	28.4	28.0	24.0	20.7	18.9	29.5
1989	15.2	16.7	19.6	23.7	26.5	28.6	29.1	28.7	28.1	24.7	21.9	18.4	29.1
1990	17.5	17.6	20.0	24.3	26.1	28.9	28.7	30.2	28.2	25.1	22.5	19.6	30.2
1991	17.5	19.0	21.7	23.4	27.4	28.8	29.3	29.1	28.6	25.8	21.3	19.5	29.3
1992	16.0	16.5	19.8	24.1	27.3	28.9	28.5	29.3	28.1	24.4	20.2	19.6	29.3
1993	16.2	19.1	20.3	24.0	27.0	30.2	30.2	28.9	27.9	24.4	22.1	17.5	30.2

1994	17.8	18.9	18.4	25.3	27.7	28.7	28.4	28.5	27.1	24.3	23.1	19.7	28.7
1995	15.7	16.5	19.4	24.2	27.3	29.7	29.3	28.1	28.0	26.7	20.8	17.9	29.7
1996	16.2	16.4	20.1	21.0	27.4	29.2	29.6	28.4	27.8	25.8	22.9	18.0	29.6
1997	18.4	17.0	20.7	24.5	28.1	29.8	28.8	29.1	26.0	26.4	23.8	19.2	29.8
1998	17.8	19.2	20.8	26.4	28.6	30.3	30.7	29.7	28.3	26.1	23.0	20.3	30.7
1999	17.7	19.9	21.7	25.4	26.3	29.4	30.1	28.7	28.4	25.4	22.0	16.2	30.1
2000	18.5	16.2	20.3	25.2	27.5	28.6	29.7	29.2	27.7	25.4	21.8	20.6	29.7
2001	18.6	17.5	21.3	24.3	27.2	29.0	29.3	28.7	28.5	26.1	21.3	17.8	29.3
2002	17.7	19.5	22.5	25.9	27.7	29.6	29.4	28.4	27.6	25.2	21.2	18.9	29.6
2003	16.9	20.8	21.9	26.2	29.0	30.0	29.8	29.1	27.8	26.6	23.9	18.5	30.0
2004	17.2	18.1	20.7	24.2	26.6	29.7	29.2	29.1	28.3	26.1	23.1	19.3	29.7
2005	16.2	17.8	19.2	24.3	29.2	30.3	29.7	28.8	28.7	26.3	22.7	17.4	30.3
2006	18.3	18.4	20.3	25.4	27.3	30.2	30.0	28.1	28.2	27.4	24.7	18.3	30.2
2007	14.7	19.8	19.5	21.1	24.4	26.9	27.5	26.1	24.6	23.4	18.3	18.5	27.5
2008	15.2	13.8	21.4	24.7	27.6	28.6	29.4	29.0	28.3	26.5	21.4	18.4	29.4
2009	16.0	22.5	21.0	24.7	27.1	30.3	29.6	29.9	29.1	26.8	21.9	19.9	30.3
2010	18.1	20.9	21.9	23.5	28.7	30.9	30.7	28.6	28.7	25.7	22.1	19.4	30.9
2011	12.8	17.8	17.1	23.8	27.2	29.5	30.0	29.0	27.6	24.6	24.0	17.6	30.0
2012	14.7	16.1	20.3	26.2	29.0	30.5	29.7	29.4	28.0	26.8	23.4	18.7	30.5
2013	15.3	19.9	24.0	25.0	28.9	30.0	28.9	29.1	27.0	25.6	22.8	16.3	30.0
2014	17.7	17.2	20.0	25.3	29.3	30.1	29.5	29.0	29.2	27.0	22.9	17.6	30.1
2015	18.1	19.2	21.6	25.4	30.6	30.9	30.4	30.1	28.5	27.2	24.6	18.6	30.9
2016	17.1	16.9	20.3	25.6	28.8	31.5	30.7	29.6	29.4	28.1	23.3	21.5	31.5
2017	19.7	20.1	21.9	25.1	28.1	30.8	29.4	29.5	29.3	26.0	22.7	18.1	30.8
2018	18.2	17.5	22.8	24.4	29.5	30.7	30.1	29.1	29.0	26.1	24.2	19.9	30.7
2019	18.0	22.4	22.6	27.5	28.3	31.6	31.4	30.0	29.5	26.7	23.5	19.6	31.6
2020													
Trung bình	16.6	17.7	20.4	24.2	27.6	29.3	29.4	28.7	27.7	25.3	21.9	18.4	31.6

Nhiệt độ không khí tối cao tháng (t°C)

Trạm Láng

Kinh độ : 105° 51'

Năm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
1960													
1961	6.4	10.9	13.5	18.0	20.5	22.6	23.0	22.2	22.8	19.8	14.6	10.9	23.0
1962	8.5	9.4	13.1	15.3	21.9	22.8	23.3	23.0	22.2	18.2	12.7	9.1	23.3
1963	6.3	9.1	10.2	13.4	20.0	22.6	23.5	24.0	21.9	17.2	15.6	11.7	24.0
1964	8.7	8.1	14.7	19.2	20.6	20.0	22.9	23.7	21.3	19.1	13.7	8.8	23.7
1965	11.4	11.0	12.5	18.4	19.2	22.9	22.6	22.5	21.8	19.6	13.9	8.7	22.9
1966	9.0	9.8	15.1	5.7	17.3	21.5	24.0	24.3	20.4	18.3	14.0	7.6	24.3
1967	6.2	8.8	11.1	16.6	22.4	21.2	23.4	24.3	20.5	17.7	13.0	9.0	24.3
1968	9.3	5.0	11.9	16.6	20.3	23.6	23.1	23.8	21.4	19.0	17.9	11.8	23.8
1969	9.5	9.3	13.2	14.4	22.0	21.8	24.6	23.3	21.2	19.8	10.6	8.9	24.6
1970	10.2	10.6	12.0	14.3	19.2	22.8	23.2	23.4	16.1	14.8	13.5	11.9	23.4
1971	7.0	9.5	12.2	18.6	19.9	24.4	22.3	23.1	21.2	15.2	10.9	12.6	24.4
1972	9.3	8.5	10.3	14.9	21.9	22.7	21.0	23.4	20.1	17.9	14.8	9.8	23.4
1973	9.5	13.7	14.3	17.7	22.7	24.2	24.1	23.3	22.7	16.9	13.4	6.5	24.2
1974	6.1	8.4	11.4	15.6	20.7	22.9	23.3	21.8	23.1	19.5	15.7	11.6	23.3
1975	11.3	12.4	14.6	18.4	22.2	23.7	23.5	23.0	21.8	17.0	10.7	5.1	23.7
1976	8.0	11.3	11.2	14.6	18.5	21.2	24.1	22.8	20.3	20.4	11.5	8.3	24.1
1977	5.4	6.0	11.7	18.7	23.2	22.7	23.5	22.7	20.7	20.3	12.4	12.4	23.5
1978	9.6	10.1	12.5	16.6	20.6	22.5	22.5	23.2	21.5	13.9	14.2	11.5	23.2
1979	9.2	10.9	14.0	13.9	20.8	22.1	23.2	23.5	23.4	18.0	10.6	11.1	23.5
1980	10.6	8.2	14.2	13.1	20.0	22.8	23.2	23.7	22.9	16.1	18.4	11.1	23.7
1981	9.0	10.4	14.7	19.6	17.5	22.3	23.9	23.0	24.1	16.3	11.3	8.7	24.1
1982	10.7	9.5	13.0	16.2	19.6	22.6	23.9	24.0	21.4	21.6	16.3	7.0	24.0
1983	7.0	11.0	11.4	17.1	18.1	22.0	24.2	23.7	23.7	17.8	10.4	7.3	24.2
1984	8.5	9.3	12.0	19.8	19.7	22.8	23.5	23.8	21.7	16.9	16.8	9.2	23.8
1985	9.5	11.7	10.9	13.2	22.9	23.8	23.5	24.4	22.9	16.8	13.8	9.4	24.4
1986	7.9	8.9	7.0	17.3	20.6	23.8	23.9	22.5	20.7	18.0	12.7	12.5	23.9
1987	9.8	13.6	14.8	14.9	22.5	22.7	23.4	23.8	21.8	17.0	12.7	8.3	23.8
1988	9.9	7.1	10.2	15.4	20.6	23.7	22.4	24.2	19.9	15.9	13.1	10.8	24.2
1989	8.7	9.5	13.9	17.8	20.6	23.7	22.4	24.2	23.7	17.8	13.2	12.1	24.2

**PHỤ LỤC 5: TỔNG HỢP CHẤT LƯỢNG NƯỚC HỒ TÂY
GIAI ĐOẠN 2010- 2020**

	pH	DO	Nhiệt độ	BOD ₅	COD	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	Coliforms	WQI
2010-TB	8.3			12	36.3	0.25	2.21	0.03	0.73	1500	73
2011d1	7.8			27.3	61.8	0.97	2.2	0.22	0.43	2800	68
2011d2	8.4			21	44	1.2	3.05	0.17	0.72	5090	57
2011-TB	8.1			24.2	52.9	1.1	2.63	0.16	0.58		63.5
2012d1	7.9	5.0	17,0	23	64	1.07	1.16	0.32	0.40	4800	62
2012d2	8.1	6.0	31.9	19	44	1.27	0.86	0.11	0.41	4000	59
2012-TB	8.0	5.5	24.47	21	54	1.17	0.82	0.21	0.41	4400	61
2013d1	8.06	6.64	25.18	21.2	57	2.8	1.93	0.13	0.295	4290	64.6
2013d2	7.96	5.56	28	16.9	41.6	1.14	1.70	0.03	0.132	1530	75
2013-TB	8.01	6.1	26.6	21	49	1.97	1.81	0.08	0.21	1411	69
2014d1	7.95	6.73	25.35	22.6	49.7	2.06	2.03	0.08	0.262	5920	57.2
2014d2	6.89	7.66	28.5	9.6	50.8	0.67	1.16	0.03	<0.005	22890	54.5
2014-TB	7.4	7.2	26.9	16.1	50.3	1.37	1.59	0.05	<0.1335	14405	55.8 5
2015d1	6.9	4.7	31.7	20	41	0.55	1.7	0.05	0.08	1500	50
2015d2	7.6	4.7	23	16	42	0.88	1.6	0.04	0.05	93000	43
2015-TB	7.25	4.7	27.35	18	41.5	0.72	1.65	0.04	0.07	47250	46
2016d1	7.5	4.7	27.5	14	40	0.54	2.8	0.15	0.09	11000	76
2016d2	8.8	2.9	29.5	16	58	0.67	3	0.17	0.06	4300	81
2016-TB	8.15	3.8	28.5	15	49	0.61	2.9	0.16	0.075	7650	78
2017d1	7.9	3.7	32.7	12	22.2	2.48	2.5	0.14	0.67	1100	59
2017d2	8.5	5.3	22.9	8.4	20.4	1.5	1.38	0.22	0.47	1620	65
2017-TB	8.2	4.5	27.8	10.2	21.3	1.99	1.94	0.18	0.57	1360	62
2018d1	8.3	7.08	33.1	18.3	51.06	0.6	1.42	0.06	0.24	1850	70
2018d2	7.8	5.5	22.3	12.2	45.10	0.9	1.58	0.04	0.36	2750	66
2018-TB	8.05	6.29	27.7	15.2 5	48.13	0.75	1.50	0.05	0.3	2300	68

**PHỤ LỤC 6: DANH SÁCH CÁC LOÀI THỰC VẬT NỘI HỒ TÂY
NĂM 2011- 2018**

	2011	2018
Bacillariophyta		
Lớp Bacillariophyceae		
Bộ Bacillariales		
Họ Nitzschiaceae		
<i>Nitzschia acicularis</i>		x
<i>Nitzschia filiformis</i> Hust.	x	x
<i>Nitzschia nianensis</i>		x
<i>Nitzschia philippinarum</i> Ehr.	x	x
<i>Nitzschia recta</i> Hantsch	x	x
Bộ Cocconeidales		
Họ Cocconeidaceae		
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	x	x
Bộ Cymbellales		
Họ Cymbellaceae		
<i>Cymbella naviculiformis</i>		x
<i>Cymbella turgida</i> Clever	x	x
<i>Cymbella ventricosa</i> Kutz.	x	x
Bộ Fragilariales		
Họ Fragilariaceae		
<i>Fragilaria virescens</i> Ralfs		x
<i>Fragillaria construens</i> (Ehr.) Grun		x
<i>Synedra acus</i> Kutz.	x	x
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehr.	x	x
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehr. var <i>biceps</i> (Ag.) Schonf.	x	x
Bộ Mastogloiales		
Họ Achnanthaceae		
<i>Achnanthes coarctata</i> (Breb.) Grunow		x
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Breb.) Grunow		x
Bộ Naviculales		
Họ Naviculaceae		
<i>Gyrosigma attenuatum</i>		x
<i>Gyrosigma kutzingii</i>		x
<i>Navicula gastrum</i>	x	x
<i>Navicula gracillis</i> Ehr.		x
<i>Navicula placentula</i> fo. <i>Lanceolata</i>	x	x
<i>Navicula placentula</i> fo. <i>rostrata</i>		

<i>Navicula placentula</i> Grun	x	x
Họ Neidiaceae		
<i>Neidium affine</i> Ehr.		x
Họ Pinnulariaceae		
<i>Pinnularia gibba</i>		x
Bộ Surirellales		
Họ Surirellaceae		
<i>Surirella robusta</i> Ehr	x	x
<i>Surirella robusta</i> var. <i>splendida</i> (Ehrenb.) Van Heurck	x	x
Bộ Tabellariales		
Họ Tabellariaceae		
<i>Diatoma elongatum</i> Ehr.	x	x
<i>Tabelaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kutz.		x
Bộ Thalassiophysales		
Họ Catenulaceae		
<i>Amphora hendeyi</i>		x
Lớp Coscinodiscophyceae		
Bộ Melosirales		
Họ Melosiraceae		
<i>Melosira distans</i> (Ehr.) Kutz.	x	x
<i>Melosira granulata</i> (Ehr.) Ralfs	x	x
<i>Melosira granulata</i> var. <i>angutissima</i> (O. Mull) Hust	x	x
<i>Melosira islandica</i>		
<i>Melosira varians</i> Ag.	x	x
Lớp Mediophyceae		
Bộ Chaetocerotales		
Họ Leptocylindraceae		
<i>Leptocylindrus wangi</i>	x	x
Bộ Stephanodiscales		
Họ Stephanodiscaceae		
<i>Cyclotella stelligera</i> Cl. Et Grun.	x	x
TẢO LỤC – CHLOROPHYTA		
Lớp Chlorophyceae		
Bộ Chlamydomonadales		
Họ Volvocaceae		
<i>Eudorina elegans</i>		
<i>Pandorina morum</i>		
Bộ Sphaeropleales		
Họ Hydrodictyaceae		
<i>Pediastrum biradiatum</i> Meyen	x	

<i>Pediastrum duplex</i> Meyen, 1829 var. <i>duplex</i> Kor.	x	x
<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>danubiale</i>		
<i>Pediastrum simplex</i> (Mey.) Lemm. var. <i>duodenarium</i>		x
<i>Pediastrum simplex</i> var. <i>simplex</i>	x	
<i>Tetraëdron reticulatum</i> (Reinsch.) Hansg., 1889.		x
Họ Scenedesmaceae		
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dang.) Senn., 1899	x	x
<i>Coelastrum sphaericum</i> Naegeli, 1849		x
<i>Scenedesmus ellipsoideus</i> Chodat, 1926	x	x
<i>Scenedesmus bicaudatus</i> (Han.) Chod. var. <i>bicaudatus</i>	x	x
<i>Scenedesmus bijugatus</i> (Turp.) Kuet. var. <i>bijugatus</i>		x
<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turp.) Kuet. var. <i>obliquus</i>	x	x
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat	x	
<i>Scenedesmus obliquus</i> var. <i>obliquus</i>		
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Breb.	x	
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>		
Họ Schroederiaceae		
<i>Schroederia robusta</i> Korschik, 1953		x
<i>Schroederia setigera</i> (Schroed.) Lemm.,	x	x
Họ Selenastraceae		
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs, 1848		x
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> Ralfs (Corda) Ralfs	x	
<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reinsch) Korsch., 1953		x
Lớp Trebouxiophyceae		
Bộ Chlorellales		
Họ Chlorellaceae		
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lag. var. <i>gracile</i>	x	x
<i>Chlorella vulgaris</i> Beijerinck, 1890		x
Họ Oocystaceae		
<i>Chodatella amphitricha</i> (Lagerh.) Lemm., 1898		x
<i>Chodatella citrififormis</i> Snow, 1903		x
<i>Oocystidium ovale</i> Korsch., 1953		x
<i>Oocystis gigas</i> Arscher, 1877		x
<i>Oocystis lacustris</i> Chod., 1897		x
Bộ Trebouxiophyceae ordo incertae sedis		
Họ Trebouxiophyceae incertae sedis		
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schmidle)		x
<i>Crucigenia quadrata</i>		
<i>Crucigenia rectangularis</i> A.Br.Gay, 1891	x	x
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) W&G West	x	

Lớp Ulvophyceae		
Bộ Ulotrichales		
Họ Ulotrichaceae		
<i>Ulothrix zonata</i>		
Charophyta		
Lớp Zygnematophyceae		
Bộ Desmidiaceae		
Họ Closteriaceae		
<i>Closterium erhenbergii Meneghini</i>	X	
<i>Closterium gracile Breb.</i>	X	
<i>Closterium moniliferum</i>		
Họ Desmidiaceae		
<i>Cosmarium rectangularis</i>	X	
<i>Staurastrum stauphorum</i>		
Bộ Zygnematales		
Họ Zygnemataceae		
<i>Mougeotia viridis (Kutz.)</i>	X	
<i>Spirogyra ionia Wade</i>	X	
TẢO LAM – CYANOBACTERIA		
Lớp Cyanophyceae		
Bộ Chroococcales		
Họ Chroococcaceae		
<i>Dactylococcopsis acicularis Lemm.</i>		X
Họ Microcystaceae		
<i>Gloeocapsa minor (Kutz.) Hollerb.</i>		X
<i>Gloeocapsa minuta (Kutz.) Hollerb Ampl.</i>		X
<i>Gloeocapsa punctana (Näg) Hollerb .</i>		X
<i>Microcystis aeruginosa f. marginata (Menegh.) Ele.</i>	X	X
<i>Microcystis hotayensis</i>		
<i>Microcystis pulverea f. minor (Lemm.) hollerb.</i>		X
<i>Microcystis vietnamensis Duong .</i>		X
Bộ Nostocales		
Họ Nostocaceae		
<i>Anabaena circinalis (Kütz.) Hansg.</i>	X	X
<i>Anabaena viguieri Denis & Frémy</i>	X	
<i>Anabaenopsis raciborskii Wolosz</i>	X	X
Bộ Oscillatoriales		
Họ Oscillatoriaceae		
<i>Lyngbya birgei G.M.S.Smith</i>	X	X
<i>Lyngbya contorta Lemm.</i>	X	X

<i>Oscillatoria formosa</i> Bory	x	x
<i>Oscillatoria irrigua</i> (Kutz.) Gom.		x
<i>Oscillatoria limosa</i> J. Ag. Ex Gom	x	x
<i>Oscillatoria planetomica</i>		
<i>Oscillatoria princeps</i>		
<i>Oscillatoria raciborckii</i>	x	
<i>Oscillatoria rupicola</i> Hansg		x
<i>Phormidium mucicola</i> Nauman & Huber-Pestalozzi	x	
<i>Phormidium tenue</i> (Menegh)	x	
Bộ Spirulinales		
Họ Spirulinaceae		
<i>Spirulina hanoiensis</i> Duong	x	x
<i>Spirulina princeps</i> W& G.S.West	x	x
<i>Spirulina spirulinoides</i> (Ghose) Geitl		x
Bộ Synechococcales		
Họ Coelosphaeriaceae		
<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Näg.		x
Họ Merismopediaceae		
<i>Aphanocapsa elachista</i> W. et G.S.West		x
<i>Merismopedia glauca</i> f. <i>insignis</i> (Schkorb.) Geitl.	x	x
<i>Merismopedia hanoiensis</i>		
<i>Merismopedia minima</i> G.Beck.		x
<i>Merismopedia punctata</i>		
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	x	
Họ Synechococcaceae		
<i>Rhabdoderma lineare</i> f. <i>spirale</i> (Wol.) Holl.		x
EUGLENOPHYTA		
Class Euglenophyceae		
Bộ Euglenida		
Họ Euglenidae		
<i>Euglena acus</i> Ehr.	x	x
<i>Euglena caudata</i> Hübner	x	x
<i>Euglena ehrenbergii</i>		
<i>Euglena gaumei</i> Allorge & Lefèvre	x	x
<i>Euglena geniculata</i> (F. Schmitz) Dujardin	x	x
<i>Euglena gracillis</i> Klebs Kingston	x	x
<i>Euglena hemichromata</i> Skuja	x	x
<i>Euglena oxyuris</i>		x
<i>Euglena proxima</i>		
<i>Euglena rostifera</i>		x

<i>Euglena spirogyra</i> Ehrenberg	x	x
<i>Euglena splendens</i> P.A.Dangeard	x	x
<i>Strombomonas fluviatilis</i> var. <i>ettlii</i>		x
<i>Trachelomonas bernardinensis</i>		x
<i>Trachelomonas cervicula</i>		
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein	x	x
Họ Phacidae		
<i>Phacus acuminatus</i> Stokes	x	x
<i>Phacus caudatus</i> var. <i>voliensis</i>		
<i>Phacus longicauda</i>		x
<i>Phacus longicauda</i> var. <i>attenuata</i>		x
<i>Phacus pleuronectec</i>		
<i>Phacus torta</i> Lemm	x	x
Tảo Giáp -Cryptophyta		
Lớp Cryptophyceae		
Bộ Cryptomonadales		
Họ Cryptomonadaceae		
<i>Cryptomonas ovata</i>	x	
<i>Cryptomonas</i> sp	x	
Miozoa		
Lớp Dinophyceae		
Bộ Gymnodiniales		
Họ Gymnodiniaceae		
<i>Gymnodinium aeruginosum</i>	x	
Tổng cộng	135	97

PHỤ LỤC 7: LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN VÀ QUÁ TRÌNH QUẢN LÝ HỒ TÂY

1. Lịch sử phát triển Hồ Tây

Lịch sử phát triển của hồ Tây gắn chặt với lịch sử phát triển của sông Hồng và đồng bằng châu thổ sông Hồng. Sự hình thành của chúng là kết quả của quá trình địa chất sông với các chu kỳ kiến tạo thống nhất từ Pleitocen sớm đến Halocen muộn. Sự hình thành của hồ Tây là một bước ngoặt lớn của sông Hồng diễn ra trong Halocen và trải qua 3 giai đoạn:

+ *Giai đoạn biển tiến Flandrien:*

Loạt biển tiến Flandrien cách ngày nay khoảng 4500 năm. Trong đó giai đoạn bắt đầu của thời kỳ cách ngày nay khoảng 18000 năm. Cũng giống như sông Hồng và toàn bộ vùng châu thổ sông Hồng rộng lớn. Hồ Tây lúc đó vẫn là một đoạn của sông hồng cổ do sông Hồng chưa chuyển dòng, đều chìm ngập trong một chế độ biển vũng vịnh, với chế độ thủy động lực kém. Tuy nhiên cửa sông Hồng trong giai đoạn này ở vị trí như ngày nay mà ở Phúc Yên, Vĩnh Phúc. Hiện nay lớp trầm tích và những sản phẩm của giai đoạn này không còn thấy trong hồ Tây.

+ *Giai đoạn biển lùi Halocen muộn trước khi đắp đê sông Hồng:*

Sông Hồng là một con sông lớn hoạt động rất mạnh liệt. Trong giai đoạn đầu, hồ Tây còn một khúc của sông Hồng cổ nên các sản phẩm của lớp trầm tích trong giai đoạn biển tiến Flandrien không còn được bảo tồn trong đáy hồ mà chúng bị sông đào xói vận chuyển mang đi hết. Do đó, việc bắt gặp những sản phẩm trong giai đoạn này trong trầm tích của hồ Tây là một điều hết sức khó khăn. Thời kỳ sau của giai đoạn này, hồ Tây được hình thành do sông Hồng chuyển dòng lên phía Đông Bắc, bỏ lại khúc sông của mình chính là hồ Tây cổ. Tuy nhiên, hồ Tây khi đó còn cộng sinh với một hệ thống cồn cát mà ngày nay chính là đê Yên Phụ, vẫn còn chịu ảnh hưởng rất lớn của hoạt động địa chất sông Hồng. Chính lớp trầm tích hỗn hợp sông hồ màu nâu hồng là sản phẩm do quá trình tái lắng đọng trầm tích từ những bãi bồi phù sa cổ ven hồ được hình thành trong giai đoạn này. Với các khoáng vật sét như thạch anh, amfibol, fenspat và hidrogotit rất đặc trưng cho môi trường tạo thành

sông. Tuy nhiên, quá trình này đã bị gián đoạn hoàn toàn kể từ sau khi xuất hiện hệ thống đê sông Hồng cách đây 1000 năm từ thời Lý – Trần.

+ *Giai đoạn sau khi đắp đê sông Hồng:*

Việc đắp đê sông Hồng cách đây 1000 năm không những ảnh hưởng đến sự phát triển của đồng bằng Thái Bình mà còn đẩy hồ Tây vào thế cô lập tác động xấu đến môi trường địa chất của toàn vùng. Đây là một sự tác động thô bạo của con người đến quy luật phát triển tự nhiên của sông.

Sự xuất hiện của hệ thống đê đã cắt đứt mọi liên hệ của hồ Tây với sông Hồng, ngoài chế độ địa chất thủy văn. Nguồn vật liệu trầm tích trong hồ kể từ giai đoạn này chỉ chủ yếu được cung cấp bởi hoạt động nước bề mặt và các hoạt động nhân sinh diễn ra xung quanh hồ. Sự cô lập này sẽ góp phần vào việc giảm tuổi thọ của hồ một cách nhanh chóng theo cả xu hướng tự nhiên và xu hướng nhân sinh.

Như vậy, hồ Tây là một hồ móng ngựa có nguồn gốc từ sông Hồng. Sau đó, do thời gian các tác động tự nhiên và nhân sinh đã làm biến đổi môi trường, tạo nên những nét đặc trưng của hồ như hiện nay [50].

2. Các chính sách quản lý Hồ Tây

2.1 Quá trình quản lý Hồ Tây

Từ năm 1967 UBND thành phố cho phép thành lập Quốc Doanh cá Hồ Tây (tiền thân của Công ty TNHH một thành viên Hồ Tây ngày nay) với nhiệm vụ chính là nuôi cá để cung cấp thịt cho Thành phố và các vùng lân cận. Đến năm 1994, để đảm bảo vệ sinh môi trường, UBND thành phố xác định lại nhiệm vụ cho công ty là nuôi cá chỉ để làm sạch nước hồ và nghiêm cấm đồ các loại thức ăn cho cá xuống hồ.

Trước năm 2009, Hồ Tây do một số đơn vị quản lý như Sở NN&PTNT, Sở Giao thông vận tải, Sở tài nguyên môi trường mỗi đơn vị một chức năng riêng nhưng đều cùng nhiệm vụ khai thác phát huy giá trị Hồ Tây. Để thống nhất việc quản lý Hồ Tây, UBND thành phố ra quyết định số 92/2009/QĐ-UBND về qui định quản lý Hồ Tây giao UBND Quận Tây Hồ chịu trách

nhiệm tổ chức thực hiện quản lý Hồ Tây. Trong quá trình thực hiện UNDN Quận chủ động phối hợp với các Sở ban ngành thành phố để quản lý và khai thác Hồ Tây một cách hiệu quả (Sở Giao thông vận tải quản lý các phương tiện trên hồ, Sở Nông nghiệp và phát triển nông thôn quản lý nuôi trồng, khai thác thủy sản và mực nước hồ, Công ty thoát nước chịu trách nhiệm chống úng ngập, Sở tài nguyên môi trường chịu trách nhiệm về môi trường hồ) [45].

Ngày 8/8/2014 UBND Thành phố có quyết định số 4177/QĐ -UBND phê duyệt Quy hoạch phân khu đô thị khu vực Hồ Tây và phụ cận, đây là căn cứ góp phần kết nối đồng bộ các dự án đầu tư, bổ sung những quy định cụ thể kiểm soát và định hướng phát triển cho khu vực, phục vụ công tác quản lý xây dựng đô thị, làm cơ sở lập quy hoạch chi tiết đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế xã hội, văn hóa, trong thời kỳ đổi mới. Đây cũng là cơ sở pháp lý cho công tác quản lý, bảo vệ và phát huy các giá trị về văn hóa, lịch sử, cảnh quan thiên nhiên Hồ Tây, nhằm phục vụ ngày càng tốt hơn nhu cầu văn hóa, du lịch, góp phần cải thiện môi trường thủ đô.

2.2 Hiện trạng quản lý nước thải

2.2.1 Hiện trạng xử lý các điểm xả thải

Theo thống kê đến năm 2016, có 38 cơ sở xả thải ra Hồ Tây, cụ thể:

Xả nước thải sau xử lý ra hồ Tây: 04 điểm (khách sạn Thăng Lợi 02, khách sạn InterContinental 01 điểm và nhà khách 299 01 điểm)

Xả nước thải sau xử lý ra hồ Trúc Bạch: 02 điểm Bánh Tôm Hồ Tây

Xả nước thải qua hồ trung gian, đường cống thu gom nước mặt sau đó chảy ra hồ Tây: 06 điểm, gồm công ty TNHH Hoàng Viên Quảng Bá 01 điểm; công ty CPĐT và dịch vụ khách sạn Soleil 01 điểm; công ty Biệt thự Vàng 01 điểm, công ty cổ phần phát triển TN 01 điểm, công ty TNHH câu lạc bộ Hà Nội 01 điểm.

Qua quá trình kiểm tra tháng 12 năm 2016, đơn vị quản lý đã hướng dẫn 38/38 cơ sở trong quá trình hoạt động có phát sinh nước thải liên hệ với

Công ty cổ phần đầu tư xây dựng và thương mại Phú Điền (đơn vị vận hành Nhà máy xử lý nước thải Hồ Tây) để được hướng dẫn các thủ tục đấu nối vào hệ thống thu gom nước thải xung quanh khu vực Hồ Tây và ký hợp đồng xử lý nước thải. Có đến tháng 1/2018, các đơn vị đã tiến hành đấu nối còn lại 12 đơn vị sẽ tiếp tục hoàn thành việc đấu nối với hệ thống xử lý nước thải tập trung trong năm 2018 [50].

2.2.2 Hiện trạng thu gom nước thải của khu vực dân cư xung quanh hồ Tây

Hệ thống thu gom nước thải và 7 trạm bơm chuyên bậc giai đoạn 1 do Ban quản lý xây dựng dự án hạ tầng kỹ thuật xung quanh hồ Tây thi công có 01 trạm bơm nằm trên địa bàn phường Yên Phụ, trạm bơm 02, 03, 03C, 04, 06 nằm trên địa bàn phường Quảng An, trạm bơm số 05 nằm trên địa bàn phường Nhật Tân. Phần tuyến ống thu gom của gói thầu chủ yếu thu gom nước thải xung quanh khu vực các trạm bơm chuyên bậc, một số hống xả ra hồ Tây, thu gom về các trạm bơm chuyên bậc và từ các trạm bơm mới đưa về Nhà máy xử lý nước thải hồ Tây.

Đến nay gói thầu đã hoàn thành và tạm bàn giao cho các trạm bơm cho Công ty cổ phần đầu tư xây dựng và thương mại Phú Điền vận hành thu gom và đưa nước thải về Nhà máy xử lý nước thải hồ Tây để xử lý.

Hệ thống thu gom nước thải giai đoạn 2 của Dự án này cũng được khởi công từ cuối tháng 11/2016. Tính đến nay cơ bản đã hoàn thành, nước thải đã được thu gom về Nhà máy xử lý nước thải hồ Tây để xử lý [50].

2.2.3 Công trình khác

Xung quanh Hồ Tây có 21 di tích lịch sử - văn hóa được xếp hạng cùng với và các giá trị di sản, những công trình tôn giáo, tín ngưỡng tiêu biểu của Hà Nội nên thường xuyên diễn ra các hoạt động về tâm linh, tín ngưỡng đặc biệt là vào các ngày mùng 1 và ngày rằm âm lịch. Việc thắp hương, đốt vàng mã, phóng sinh đã gây các tác động gián tiếp cũng như trực tiếp đến chất lượng nước hồ và không gian môi trường quanh hồ. Để kiểm soát các hoạt động này, cần có các hướng dẫn quy định cụ thể nghiêm cấm việc phóng sinh,

đồ vàng mã, bát hương xuống hồ đi kèm với các chế tài đối với người vi phạm.

Việc mở rộng xây dựng các cơ sở hạ tầng của thành phố đặc biệt là các tòa nhà cao tầng quanh khu vực hồ khiến cho không gian hồ bị giới hạn bởi những toàn nhà lớn làm giảm kết nối về không gian của khu vực hồ. Các công trình xây dựng kéo theo lượng lớn cát bụi bị kéo xuống lòng hồ theo nước mưa dẫn đến gia tăng nhanh chóng lớp bùn trầm tích trong hồ.

Việc lấn chiếm cảnh quan quanh hồ làm nơi giao dịch, buôn bán cũng như mật độ dân cư và khách vãng lai rất lớn ở khu vực quanh hồ cũng làm ảnh hưởng đến tình trạng ô nhiễm môi trường hồ. Mật độ dân cư và khách du lịch ảnh hưởng đến lượng rác thải, đặc biệt nếu ý thức của cộng đồng chưa được tốt.

Việc giữ gìn cảnh quan và chất lượng môi trường Hồ Tây giữa lòng thủ đô không phải là việc riêng của một Phường, một Quận hay một ngành mà cần sự chung tay tham gia của mọi tầng lớp người dân Hà Nội và có sự phối hợp giữa các cấp, các ngành dưới sự chỉ đạo của lãnh đạo thành phố [50].

2.2.4 Hiện trạng tàu thuyền hoạt động trên Hồ Tây

Theo thống kê vào tháng 06/2016, hiện trên Hồ Tây có 13 doanh nghiệp với 8 du thuyền, 13 xuồng máy, 10 thuyền chèo tay, 115 vệt đập nước, 2 tàu thể thao, 16 cầu, sàn... hoạt động kinh doanh du thuyền, tàu, xuồng du lịch..., trong số này chỉ có 10 du thuyền, xuồng máy và 115 vệt đập nước của các đơn vị: Công ty CP Sông Potomac, Công ty TNHH Du thuyền Hồ Tây, Xí nghiệp Môi trường Hồ Tây... là được cấp phép hoạt động. Còn lại 15 phương tiện và 16 cầu, sàn đều hoạt động trái phép nhiều năm qua.

Bến thủy cho các du thuyền hoạt động được thành phố quy hoạch tại đầm Báy, hồ Tây, theo Quyết định số 4177/QĐ-UBND, về phê duyệt quy hoạch phân khu đô thị khu vực hồ Tây và phụ cận. Ngày 22/06/2016, Chủ tịch UBND thành phố đã giao UBND quận Tây Hồ chủ trì triển khai thực hiện dự án đầu tư xây dựng bến thủy hồ Tây để các du thuyền về neo đậu, kinh doanh, phục vụ du lịch theo hướng văn minh, hiện đại. Tuy nhiên sau sự kiện cá chết trên hồ Tây vào tháng 10 năm 2017, tất cả các hoạt động của du

thuyền trên hồ Tây bị dừng hoàn toàn, các nhà hàng nổi cũng phải di rời khỏi khu vực hồ Tây để hạn chế tối đa nguồn ô nhiễm đến nước hồ [50].

3. Các dự án nạo vét Hồ Tây:

Trong giai đoạn 2012-2017 Hồ Tây đã được thực hiện nạo vét thành thải do quận Tây Hồ thực hiện qua 4 dự án: (tổng khoảng 40ha).

- Dự án 1: nạo vét lòng Hồ Tây khu vực Đầm Báy, có diện tích $S = 190.662 \text{ m}^2$, cao độ nạo vét +4,2
- Dự án 2: nạo vét cải tạo lòng Hồ Tây đoạn từ Cổng Xuân La đến Công viên nước Hồ Tây (đoạn giáp với khu vực Đầm Báy), có diện tích $S = 104.930,03 \text{ m}^2$, cao độ nạo vét +4,2
- Dự án 3: nạo vét cải tạo lòng Hồ Tây đoạn từ Vọng Thị đến bán đảo Tây Hồ, có diện tích $S = 83.4000 \text{ m}^2$, cao độ nạo vét +4,2
- Dự án 4: nạo vét cải tạo lòng Hồ Tây (đoạn đường Thanh niên đến Câu lạc bộ Hà Nội – khu vực từ số 2 đến số 10 phố Nguyễn Đình Thi, có diện tích $S = 23.000 \text{ m}^2$, cao độ nạo vét +4,2

Giai đoạn 2018 đến nay: Viện Khoa học Công nghệ và Môi trường Đại học Bách Khoa đã thực hiện một báo cáo đánh giá tác động môi trường về việc nạo vét phần còn lại của Hồ Tây (trừ khu vực nghĩa trang) với tổng diện tích khoảng 463,93ha. Tuy nhiên đến nay thành phố chưa có quyết định nạo vét phần diện tích này của Hồ Tây [50].

PHỤ LỤC 8: DANH SÁCH CÁC LOÀI CÁ HỒ TÂY

TT	Loài	Tên latin	Nhóm	Đặc điểm sinh học và sinh thái	1992	2003	2011	2017	2018
1.	Cá Trôi mrigan	<i>Cirrhinus mrigala</i>	A	Cá nuôi, sinh sản nhân tạo, cung cấp cá con, ăn sinh vật đáy và mùn bã hữu cơ.		x	x	x	x
2.	Cá trắm đen	<i>Myls pharyngodon piceus</i>	A	Phân bố rộng rãi, thích hợp với các loại hình vực nước, sống ở tầng đáy và ăn động vật đáy. Sinh sản nhân tạo, lấy giống chuyển vào hồ	x	x	x		
3.	Cá Trắm cỏ	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	A	Sống ở nơi có nhiều thực vật thủy sinh, đẻ ở nơi nước chảy. Sinh sản nhân tạo, lấy giống chuyển vào hồ	x		x		
4.	Cá Mè trắng	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	A	Sống ở tầng mặt, ăn thực vật phù du, đẻ ở nơi nước chảy, thượng lưu sông Hồng. Được thả nuôi và thu hoạch hàng năm.	x	x	x	x	x
5.	Cá Mè hoa	<i>Aristichthys nobilis</i>	A	Cá nhập nội, sinh sản nhân tạo. Ăn động vật phù du.	x		x	x	x
6.	Cá trôi rô hu	<i>Labeo rohita</i>	A	Nhập nội từ Ấn Độ, sinh sản nhân tạo, lấy giống chuyển vào hồ. Ăn ở tầng đáy.		x	x	x	x
7.	Cá Vàng	<i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758)	A				x		
8.	Cá Chép vàng	<i>Cyprinus carpio</i>	A				x	x	x
9.	Cá Koi (Chép cảnh Nhật)	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	A				x		
10.	Cá cọ bễ/ cá tỳ bà	<i>Hypostomus punctatus</i>	B	Ăn rong rêu, đẻ được ao hồ, sống ở hang ven hồ. Loài ngoại lai thích nghi với nhiệt độ cao và quần thể phát triển do ít bị đánh bắt			x		

11.	Cá rô phi đen	<i>Oreochromis mossambicus</i>	B	Tự sinh sản ở ao hồ, ngậm trứng ở mồm bảo vệ nòi giống. Loài ăn tạp, nguồn gốc châu Phi, thích ứng với nhiệt độ cao.	x		x	x	x
12.	Cá rô phi vằn	<i>Oreochromis niloticus</i>	B	Kích thước to hơn rô phi đen, nhưng đặc điểm sinh thái tương tự.		x	x	x	x
13.	Cá rô phi xanh	<i>Oreochromis aureus</i>	B	Đặc điểm tương tự rô phi đen			x		
14.	Cá Tỳ bà lớn	<i>Pterygoplichthys pardalis</i> (Castalnu, 1855)	B					x	x
15.	Cá măng	<i>Elopichthys bambusa</i>	C1	Cá sống ở sông, không để được trong ao, hồ. Là loài quý hiếm. Quần thể ngày càng ít ở tự nhiên	x	x	x		
16.	Cá chuối	<i>Channa maculatus</i>	C1	Sinh sản trong ao hồ, là loài đẻ nổi. Thích hợp với nhiệt độ cao. Là loài quý hiếm .	X	x	x		
17.	Cá Ngõa mắt to	<i>Ancherythroculter daovantieni</i>	C2	Sống ở sông, sinh sản ở sông, ăn cá con ở tầng giữa. Là loài đặc hữu			x		
18.	Cá thiên hồ hồ	<i>Pseudolaubuca hotaya</i>	C2	Loài đặc hữu hồ Tây, quần thể ít, cần bảo vệ. Thường ăn sinh vật phù du tầng mặt.		X	x		
19.	Cá bóng đẹp	<i>Micropercops hotayensis</i>	C2	Loài đặc hữu hồ Tây, quần thể ít, cần bảo vệ. Ăn ven bờ, tầng đáy, bao gồm giun và các động vật không xương sống.		X	x		
20.	Cá Trê lai	<i>Clarias hybrid</i>	DS					x	x
21.	Cá lóc/ cá sộp	<i>Channa striata</i>	DS	Thích hợp sống ở hồ, nhiệt độ cao, loài ăn thịt ở các tầng nước.			x		
22.	Cá đuôi cờ	<i>Macropodus</i>	DS	Thích hợp sống ở hồ, nhiệt độ cao, loài ăn tạp ở các	x	x	x		

		<i>opercularis</i>		tầng nước.					
23.	Cá rô	<i>Anabas teslindinens</i>	DS		x	x	x	x	x
24.	Cá lảnh canh	<i>Coilia grayii Richardson</i>	LE	Sống ở cửa sông, ăn động vật không xương sống, sinh sản ở nơi có nước chảy.	x	x	x	x	x
25.	Cá chày trắng	<i>Ochetobhis elongatus</i>	LE	Sống ở sông, ăn động vật không xương sống, sinh sản ở nơi có nước chảy. Vào hồ ao do lọt tự nhiên khi thả cá bột.	x		x		
26.	Cá chày mắt đỏ	<i>Squaliobarbus curriculus</i>	LE		x	x	x		
27.	Cá đực chám	<i>Hemibarbus macracanthus</i>	LE					x	
28.	Cá đực	<i>Hemibarbus medius</i>	LE					x	
29.	Cá nheo	<i>Silurus asotus</i>	LE		x	x	x		
30.	Cá bò	<i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	LE		x	x	x		
31.	Cá kìm sông	<i>Hyporhamphus sinensis</i>	LE			x	x	x	x
32.	Cá Chép	<i>Cyprinus carpio</i>	HT	Sống ở hầu hết các vực nước ao hồ, thích hợp 20-27oC, oxi hòa tan : 2mg/l , pH 4-9. Sinh sản tại ao hồ	x	x	x		
33.	Cá Diếc	<i>Carassius auratus</i>	HT		x	x	x	x	x
34.	Cá Ngã gù	<i>Culter recurvirostris</i>	HT				x		
35.	Cá Dầu sông	<i>Hainania serrata</i>	HT				x		

36.	Cá thè be	<i>Acheilognathus tonkinensis</i>	HT				x		
37.	Cá mại bầu	<i>Rasborinus lineatus</i>	HT		x		x		
38.	Cá mương	<i>Hemiculter leucisculus</i>	HT		x		x		
39.	Cá dầu ao	<i>Toxabramis swinhonis</i>	HT				x		
40.	Cá Chạch bùn	<i>Misgurnis anguicaudatus</i>	HT		x	x	x	x	x
41.	Cá trê đen	<i>Clarias fuscus</i>	HT		x	x	x	x	x
42.	Cá tép ao?	<i>Oryzias sinensis</i>	HT						
43.	Lươn	<i>Monopterus albus</i>	HT		x	x	x	x	x
44.	Cá bông trắng	<i>Glossogobius giuris</i>	HT						
45.	Cá Bông đá	<i>Rhinogobius giurinus</i>	HT				x	x	x
46.	Cá Trê lai	<i>Clarias hybrid</i>	DS					x	x
47.	Cá Sóc	<i>Oryzias sinensis</i> (Chen, Uwa & Chu, 1989)			x	x	x		
48.	Cá Bông trắng	<i>Glossogobio giuris</i> (Hamilton, 1822)	HT				x	x	x
49.	Cá Bông đen tối	<i>Eleotris fasca</i> (Forster & Schleidez 1801)	HT				x		