

ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC NGUỒN NƯỚC CHẢY VÀO HỒ ĐAN KIA VÀ ÁP DỤNG MÔ HÌNH AQUATOX QUẢN LÝ CHẤT LƯỢNG NƯỚC HỒ

Trần Thị Tình^{1*}, Đoàn Như Hải², Bùi Nguyễn Lâm Hà¹, Nguyễn Thị Thanh Thuận¹

¹Trường Đại học Đà Lạt, *tinhtt_env@yahoo.com

²Viện Hải Dương học, Viện Hàn lâm KH & CN Việt Nam

TÓM TẮT: Các thông số chất lượng nước hồ Đan Kia được khảo sát hàng tháng trong năm 2014 gồm có nhiệt độ, pH, độ dẫn điện, độ trong secchi, ôxy hòa tan, các hợp chất chứa nitơ (amoni, nitrate), phosphate và chlorophyll *a*. Có 5 nhánh suối dẫn nước vào hồ, vì vậy, chất lượng nước hồ phụ thuộc vào các hoạt động trên lưu vực hồ và 5 nhánh suối này. Trong đó, nhánh suối S1 có lưu lượng nước chảy vào hồ cao nhất ($8,2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{năm}$) nhưng phần lớn chất dinh dưỡng được đưa vào hồ từ nhánh suối S4 và S5. Nồng độ amoni, nitrate và phosphate từ hai nhánh suối này lần lượt chiếm đến 89,82%, 58,15% và 57,16% tổng tải lượng dinh dưỡng vào hồ. Nghiên cứu đã xây dựng và mô phỏng ba kịch bản chất lượng nước hồ Đan Kia bằng mô hình AQUATOX. Kịch bản thứ nhất, tất cả các con suối vẫn được dẫn nước vào hồ như hiện tại. Kịch bản thứ hai, không cho bất kỳ con suối nào đổ nước vào hồ. Kịch bản thứ ba, tất cả các nguồn trên vẫn được đưa vào hồ trừ suối S4 và S5. Kết quả từ mô hình AQUATOX cho thấy với kịch bản đầu tiên, nồng độ các chất dinh dưỡng từ mô hình phù hợp với nồng độ đo đạc và đều vượt ngưỡng cho phép. Ở kịch bản thứ 2 và 3, nồng độ các chất dinh dưỡng giảm đáng kể, hầu hết các giá trị đều nằm dưới tiêu chuẩn cho phép đối với nước mặt. Kết quả nghiên cứu này khuyến cáo cần tập trung quản lý tình trạng canh tác nông nghiệp trên lưu vực hồ Đan Kia, đặc biệt là khu vực phía Đông Nam hồ. Nghiên cứu cũng đã mô phỏng xu hướng phát triển của động, thực vật phù du trong hồ Đan Kia.

Từ khóa: AQUATOX, chất lượng nước, mô hình hóa, thực vật phù du.

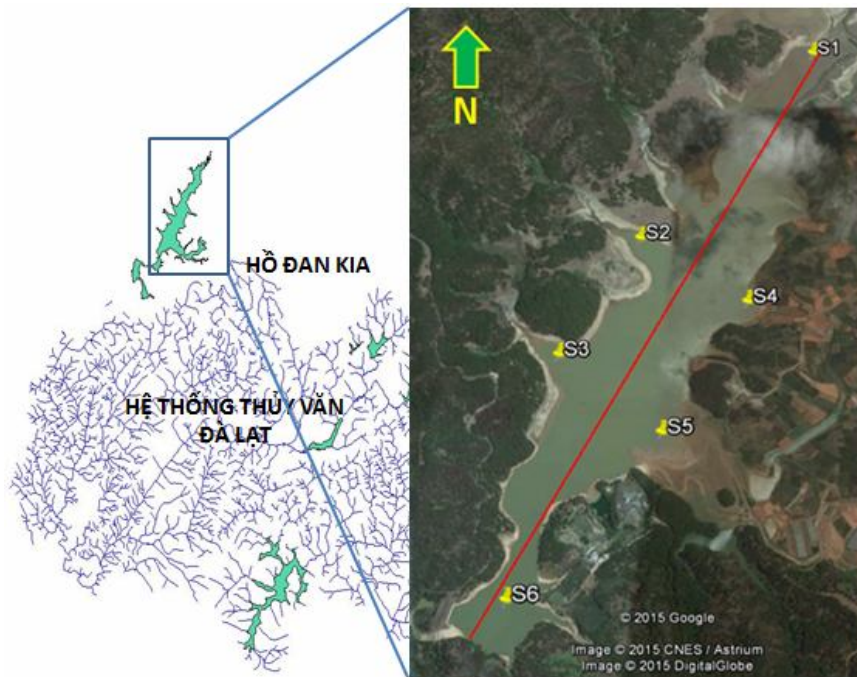
MỞ ĐẦU

Các nguồn dinh dưỡng từ bên ngoài, thông qua các hoạt động của con người, đã và đang gây ảnh hưởng không nhỏ đến chất lượng nước các thủy vực nội địa [15]. Nhiều kết quả điều tra, khảo sát môi trường nước cho thấy hiện trạng ô nhiễm hữu cơ, ô nhiễm các chất dinh dưỡng đang phổ biến ở nhiều thủy vực tiếp nhận nước thải, nước chảy tràn qua các khu dân cư và các khu vực canh tác nông nghiệp [13, 14]. Các thủy vực dạng hồ ở Đà Lạt tiếp nhận một lượng lớn chất thải từ các khu dân cư và khu vực canh tác nông nghiệp [19]. Những nguồn thải đã làm gia tăng nhanh chóng nồng độ chất dinh dưỡng, chất hữu cơ, các chất độc hại và trầm tích trong các hồ và hồ chứa [3]. Hồ Đan Kia cũng đang ở trong tình trạng này, hồ nằm cách trung tâm thành phố Đà Lạt 17 km về hướng Tây Bắc. Năm 1942, hồ được xây dựng trên diện tích lưu vực rộng khoảng 123 km², diện tích mặt hồ khoảng 245 ha với dung tích nước khoảng 21 triệu m³ (bảng 1). Ban đầu, hồ Đan Kia được xây dựng với mục đích làm thủy điện. Đến năm 1984, nhà máy nước Đan Kia

được đưa vào vận hành, cung cấp cho thành phố Đà Lạt khoảng 18.000 m³/ngày, sau đó công suất được nâng lên 27.000 m³/ngày [18]. Hiện nay, diện tích mặt hồ Đan Kia giảm mạnh ngoài việc người dân tự ý đổ đất lấn chiếm lòng hồ để canh tác nông nghiệp và quá trình bồi lắng tự nhiên phía thượng nguồn hồ, nhiều hộ dân còn xả rác thải, vật tư nông nghiệp vào lưu vực hồ. Sau những trận mưa, không ít các phế thải nông nghiệp, vật tư, phân bón, thuốc bảo vệ thực vật đổ vào hồ gây ảnh hưởng đến chất lượng nước hồ. Đáng tiếc, hồ không có hệ thống quan trắc môi trường mặc dù đây là nguồn cung cấp nước thô cho hai nhà máy nước của thành phố. Các thông số chất lượng nước hồ từ trước đến nay còn khá nghèo nàn [3]. Vì vậy, dẫn liệu có được trong nghiên cứu này là từ kết quả quan trắc liên tục năm 2014 của nhóm nghiên cứu Trường Đại học Đà Lạt tại 6 trạm. Các trạm thu mẫu và đo đạc chất lượng nước được thể hiện ở hình 1, tọa độ vị trí của chúng được thể hiện ở bảng 2. Trong đó, St.1 là điểm đầu nguồn, nằm gần cuối thôn Đan Kia, nơi đây đang diễn ra quá trình bồi lắng tự nhiên và cả hoạt động san lấp lòng

hồ để canh tác nông nghiệp. St.2 và St.3 là 2 trạm thuộc 2 nhánh suối nhỏ phía Tây Bắc, bắt nguồn từ khu vực được che phủ bởi phần lớn diện tích đất rừng. Hai trạm St.4 và St.5 nằm phía Đông Nam, hai nhánh suối này tiếp nhận nguồn nước từ các hoạt động canh tác nông

NGHIỆP và khu dân cư. Trong đó St.5 nằm giữa hai trạm bơm của nhà máy nước Đan Kia 1 và Đan Kia 2. Trạm St.6 nằm gần đập tràn của hồ. Tên của 5 nhánh suối đổ vào hồ được kí hiệu S1, S2, S3, S4 và S5 tương ứng với các trạm St.1, St.2, St.3, St.4 và St.5.



Hình 1. Bản đồ hồ Đan Kia, các trạm thu mẫu và các điểm tiếp nhận các nguồn nước vào hồ

Bảng 1. Các thông tin cơ bản của hồ Đan Kia

Nước vào trung bình năm	$236 \times 10^6 \text{ m}^3$
Thể tích	$21 \times 10^6 \text{ m}^3$
Diện tích bề mặt	245 ha
Diện tích lưu vực	123 km^2
Tổng chiều dài	3,6 km
Độ sâu trung bình	3,45 m

(Nguồn: Ban Quản lý hồ Đan Kia; Báo cáo hiện trạng Môi trường tỉnh Lâm Đồng 2011-2015).

Mô hình AQUATOX được áp dụng để mô phỏng các kịch bản chất lượng nước hồ Đan Kia. Ngoài ra, nghiên cứu còn sử dụng mô hình này để chạy dự báo chiều hướng phát triển của các thành phần lưới thức ăn trong hồ, cụ thể là các nhóm thực vật phù du (TVPD) và động vật phù du (ĐVPD).

AQUATOX là mô hình đánh giá tổng thể hệ

Bảng 2. Tọa độ các trạm thu mẫu và đo đạc chất lượng nước hồ Đan Kia

S TT	Ký hiệu trạm	Vĩ độ Bắc	Kinh độ Đông
1	St.1	12°1'48.78"N	108°23'27.86"E
2	St.2	12°1'11.65"N	108°22'56.55"E
3	St.3	12°0'50.63"N	108°22'43.27"E
4	St.4	12°0'59.69"N	108°23'14.23"E
5	St.5	12°0'37.42"N	108°22'59.81"E
6	St.6	12°0'11.54"N	108°22'36.36"E

sinh thái thủy vực. Mô hình mô tả tổ hợp các đặc điểm, diễn biến môi trường và tác động của các chất ô nhiễm điển hình, như chất dinh dưỡng, trầm tích và chất độc hóa học trong hệ sinh thái thủy vực. Mô hình còn đưa vào xem xét các bậc dinh dưỡng của lưới thức ăn thủy sinh, bao gồm tảo sống bám, TVPD, thực vật thủy sinh, động vật không xương sống và cá.

Mô hình được áp dụng cho nhiều loại hình thủy vực như bể, ao, suối, hồ, phân khúc hồ chứa, phân khúc sông và cửa sông. Trong AQUATOX, các biến trạng thái sinh học đại diện cho các bậc dinh dưỡng, các nhóm sinh vật. Liên quan mật thiết với các biến trạng thái là các biến chi phối như nhiệt độ, ánh sáng và tải lượng các chất dinh dưỡng. Những biến này tác động lên hệ thống theo những cách nhất định. Mô hình sử dụng phương trình số để biểu diễn tác động, mối quan hệ của những biến này. Trong mô hình, có nhiều mô đun mô phỏng các biến trạng thái và biến chi phối, tùy vào mô đun được lựa chọn mà các phương trình toán học và các hệ số ảnh hưởng sẽ tương tác với mô đun đó. Mô phỏng có thể được thực hiện với bất kỳ khoảng thời gian nào, từ vài ngày cho đến vài thập kỷ [11]. Trong những năm qua, AQUATOX đã được nhiều nước áp dụng như một công cụ quản lý chất lượng nước sông, suối, hồ và hồ chứa [7]. Tại Việt Nam, mô hình AQUATOX gần như chưa được áp dụng. Vì vậy, đây là một trong những nghiên cứu đầu tiên áp dụng mô hình AQUATOX để đánh giá tương tác của các yếu tố môi trường và sinh vật trong hồ chứa ở Cao nguyên Việt Nam. Từ kết quả đó, các kịch bản cải thiện chất lượng nước được mô phỏng làm cơ sở cho việc đề xuất và quyết định giải pháp trong quản lý chất lượng nước.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Thực hiện quan trắc chất lượng nước tại 6 trạm của hồ Đan Kia (hình 1), tại mỗi trạm, tiến hành thu mẫu và đo đạc 12 lần trong suốt thời gian từ tháng 1/2014 đến tháng 12/2014. Mẫu nước chỉ được thu ở tầng mặt (0-0,5 m), không thu ở đáy tầng quang hợp. Tầng quang hợp được xác định bằng cách nhân 2,7 lần độ trong secchi [5]. Tuy nhiên, thực tế đo đạc độ trong secchi của hồ Đan Kia quá thấp (0,2-0,3 m), do đó nghiên cứu không phân biệt hai tầng này. Trong tất cả các con suối đổ vào hồ, mẫu được thu ở vị trí trước điểm tiếp giáp với dòng nước hồ khoảng 30 m. Các thông số được đo đạc trong các nhánh suối bao gồm phosphate (PO_4^{3-}P), amonia ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) và nitrate ($\text{NO}_3^-\text{-N}$). Lưu lượng (Q , m^3/s) các dòng chảy vào hồ được ước tính theo Trần Hữu Uyển (2004) [21] như sau:

$$Q = v \times s$$

$$s = \frac{1}{2}(r^2 \times 3,14)$$

$$v = \sqrt{2} \times 9,8h$$

Trong đó, s (m^2) là tiết diện ngang miệng suối (xem như hình tròn chia đôi); v (m/s) là vận tốc nước chảy của suối; r (m) là bán kính miệng suối và h (m) là chiều cao cột nước.

Các thông số nhiệt độ, pH nước được đo nhanh bằng máy pH cầm tay hiệu 330 Profiline, hãng WTW, CHLB Đức. Độ dẫn điện được đo bằng máy hiệu TN100, hãng EUTECH, Singapore. Nồng độ CO_2 hòa tan trong nước được xác định bằng bộ kit Model 23-CA của hãng HACH, CHLB Đức. Mẫu nước được bảo quản trong hộp đá và chuyển về phòng thí nghiệm trong vòng 2-3 giờ. Xác định hàm lượng chlorophyll a bằng phương pháp trắc quang UV-Vis 10200-H theo US. EPA (2005) [1]. Amonia, nitrate và phosphate được đo bằng phương pháp chuẩn APHA, (2005) [1]. Thực vật phù du được thu bằng lưới có kích thước mắt lưới 25 μm và được cố định với dung dịch Lugol 1%, định loại theo các tài liệu hướng dẫn phân loại thực vật phù du nước ngọt [8, 16, 17, 23]. Mật độ tế bào được tính theo công thức được mô tả trong công bố của Findlay & Kling (1997) [6], đơn vị tính là tế bào/lít. Tuy nhiên, các thông số sinh học trong mô hình AQUATOX được tính bằng mg/l do đó cần chuyển đổi từ đơn vị tế bào/lít sang đơn vị mg/l . Sử dụng công thức của Mullin (1966) [10] như sau:

$$\text{Sinh khối TVPD (mg/l)} = \text{tế bào/ml} \times 0,0002$$

Thu mẫu định lượng ĐVPD theo Black & Dodson, (2003) [2] cùng với sự hỗ trợ của các Cán bộ phòng Sinh vật phù du biển, Viện Hải Dương học. Công thức chuyển đổi đơn vị tính sinh khối ĐVPD được tính như sau [10]:

$$\text{Sinh khối ĐVPD (mg/l)} = \frac{0,0006 \times \text{cá thể}}{5}$$

Để chạy mô hình AQUATOX, phải nhập dữ liệu ban đầu (dữ liệu nền) cho các biến trạng thái và biến chi phối. Ngoài ra, mô hình còn thiết kế để nhập chuỗi số liệu của các biến theo thời gian. Để mô phỏng ba kịch bản, tải lượng dinh dưỡng của các suối S1, S2, S3, S4 và S5

nạp vào mô hình ở dạng chuỗi số liệu (bảng 3), dữ liệu nền được nạp cho các biến còn lại (bảng 5). Kích bản thứ nhất, nạp tải lượng dinh dưỡng cho cả 5 suối đổ vào hồ. Kích bản thứ 2, bỏ qua tải lượng dinh dưỡng của 5 suối này và kích bản thứ 3, nạp tải lượng dinh dưỡng từ các nhánh suối S1, S2 và S3, không nạp tải lượng dinh

dưỡng của suối S4 và S5. Mô hình AQUATOX cho phép tính toán tỷ trọng đóng góp của mỗi nguồn gây ô nhiễm dựa trên các dữ liệu ban đầu và tải lượng của từng nhánh suối cung cấp cho mô hình. Từ đó, đánh giá được quy mô và mức độ ảnh hưởng của mỗi nhánh suối đối với chất lượng nước hồ Đan Kia.

Bảng 3. Nồng độ các chất dinh dưỡng và lưu lượng nước từ các nhánh suối đổ vào hồ Đan Kia

Các suối/hồ	NH ₄ ⁺ -N (mg/l)	NO ₃ ⁻ -N (mg/l)	PO ₄ ³⁻ -P (mg/l)	Lưu lượng nước vào hồ (m ³ /ngày)
	Giá trị trung bình ± SD (biến thiên theo tháng trong năm 2014)			
S1	1,84 ± 0,66	2,27 ± 0,66	1,97 ± 0,64	45245 (mùa mưa)
	(0,9-2,27)	(1,26-2,59)	(1,03-3,74)	72 (mùa khô)
S2	1,05 ± 0,38	1,77 ± 0,91	1,04 ± 0,71	13037 (mùa mưa)
	(0,66-1,45)	(0,83-1,74)	(0,63-2,04)	0 (mùa khô)
S3	0,96 ± 0,33	1,54 ± 0,66	1,09 ± 0,55	14026 (mùa mưa)
	(0,41-1,36)	(0,79-1,84)	(0,47-1,23)	0 (mùa khô)
S4	2,55 ± 1,03	2,89 ± 1,31	3,17 ± 0,82	25488 (mùa mưa)
	(1,01-2,88)	(3,87-5,21)	(2,54-5,51)	43 (mùa khô)
S5	2,26 ± 0,84	3,98 ± 1,02	2,84 ± 1,35	24543 (mùa mưa)
	(2,01-3,02)	(4,12-6,99)	(2,38-5,62)	52 (mùa khô)
S6	1,32 ± 0,41	2,04 ± 0,88	2,14 ± 0,77	-
	(0,92-2,67)	(0,48-2,43)	(0,59-2,73)	

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Đánh giá hiện trạng hồ Đan Kia

Có 5 nhánh suối chính dẫn nước vào hồ Đan Kia (hình 1) bao gồm S1, S2, S3, S4 và S5. Nồng độ các chất dinh dưỡng và lưu lượng nước từ các nhánh suối đổ vào hồ được thể hiện ở bảng 3. Nồng độ amonia, nitrate và phosphate tại suối S4 và S5 cao hơn hẳn so với các suối còn lại mặc dù 2 nhánh suối này cho lưu lượng nước vào hồ không cao bằng suối S1. Trên lưu vực của 2 nhánh suối S4 và S5, có một thị trấn nhỏ và diện tích rộng lớn đất canh tác nông nghiệp. Trong quá trình nghiên cứu, quan sát thấy nước vào hồ Đan Kia từ 2 nguồn này đã mang theo chất thải từ các hoạt động nông nghiệp và sinh hoạt. Ngoại trừ suối S2 và S3, các chỉ tiêu dinh dưỡng của những nhánh suối còn lại đều cao hơn so với QCVN 08:2008/BTNMT [12]. Từ kết quả bảng 3, nạp tải lượng dinh dưỡng của mỗi nguồn vào mô hình AQUATOX để tính tỷ lệ đóng góp NH₄⁺-N, NO₃⁻-N và PO₄³⁻-P vào hồ, kết quả được thể hiện ở bảng 4. Bảng 3 và 4 cho thấy,

ba nguồn đóng góp tải lượng ô nhiễm đáng kể cho hồ là S1, S4 và S5. Đóng góp phosphate cao nhất từ nhánh suối S4 là 32,49% trong khi đó, đóng góp từ nhánh suối S2 là 1,54%. Nguồn S4 đóng góp tải lượng amonia cao nhất, 41,59%. Nồng độ amonia từ nhánh suối này cao có thể là do nó tiếp nhận amonia từ cả hai nguồn, sinh hoạt và nông nghiệp. Trong khi đó, đóng góp amonia của suối S2 chỉ là 2,51%. Tương tự suối S4, nhánh suối S5 cũng có đóng góp không nhỏ tải lượng chất dinh dưỡng vào hồ. Tính riêng cho hai nguồn này, đóng góp tải lượng amonia, nitrate và phosphate lần lượt là 89,82; 58,15 và 57,16%. Đánh giá tổng quát các thông số ô nhiễm cho thấy nitơ, photpho là các yếu tố gây ô nhiễm chính ở hồ Đan Kia. Như vậy, tải lượng của nitơ và photpho đều cần được xem xét để kiểm soát ô nhiễm hồ Đan Kia.

Bên cạnh việc xác định tải lượng và đóng góp các chất dinh dưỡng vào hồ, nghiên cứu còn áp dụng mô hình AQUATOX để mô phỏng các kịch bản chất lượng nước hồ Đan Kia và dự báo xu hướng phát triển của các quần xã động,

thực vật thủy sinh trong hồ. Để có dữ liệu ban đầu nạp vào mô hình, nghiên cứu đã xác định các chỉ tiêu và thông số thủy, lý, hóa và sinh học, được thể hiện trong bảng 5. Trạm St.6 được chọn làm điểm đại diện để đo đạc các thông số này, tần suất đo 1 tháng/1 lần. Nhiệt độ nước ở tầng mặt cao nhất là 21,5°C vào tháng 1 và thấp nhất là 15,8°C vào tháng 8. Độ dẫn điện chỉ thị nồng độ các ion trong nước ngọt, dao động từ 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ đến 53 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ở tầng nước bề mặt. Hàm lượng oxy hòa tan (DO) cần thiết cho các dạng sống và điều khiển các phản ứng hóa học thông qua quá trình oxy hóa, là một chỉ thị cho sự suy thoái tiềm năng chất lượng nước [4], dao động từ 5,07 mg/l đến 6,69 mg/l ở tầng mặt, là dấu hiệu của thủy vực phú dưỡng. Độ trong secchi có giá trị thấp (0,2-0,3 m), cho thấy nước hồ Đan Kia thường xuyên ở trong tình trạng đục. Nồng độ amonia, nitrate và phosphate khá cao với giá trị trung bình lần lượt là 0,91; 3,76 và 2,15 mg/l. Nồng độ chlorophyll *a* (Chl-*a*) được khảo sát để bổ sung và đối chiếu với biến động mật độ TVPD ở tầng quang hợp của hồ. Không có sự tương quan giữa hàm lượng Chl-*a* với sinh khối TVPD. Hàm lượng Chl-*a* trung bình ở mức thấp, giá trị cao nhất là 26,17 $\mu\text{g}/\text{l}$ và thấp nhất là 3,74 $\mu\text{g}/\text{l}$. Có một điểm đáng lưu ý là trong khi nồng độ các chất dinh dưỡng trong nước hồ khá cao thì hàm lượng Chl-*a* lại thấp. Có lẽ độ đục đã có ảnh hưởng đến sinh trưởng của TVPD vì có những thời điểm độ trong secchi chỉ đạt 0,2 m. Mặt khác, trong số các nhóm tảo ưu thế của hồ Đan Kia, có nhóm tảo hai roi, đây là nhóm có lối sống dị dưỡng. Trong điều kiện độ trong thấp và kéo dài, hàm lượng Chl-*a* có thể xuống thấp [22].

Bảng 4. Tỷ lệ đóng góp tải lượng dinh dưỡng vào hồ Đan Kia của các nhánh suối

Suối	% đóng góp tải lượng các chất dinh dưỡng vào hồ		
	NH_4^+-N	NO_3^--N	$\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$
S1	28,26	10,13	8,65
S2	2,51	1,52	1,54
S3	3,77	3,24	9,64
S4	48,23	29,41	32,49
S5	41,59	28,74	24,67

Bảng 5. Các thông số thủy, lý, hóa đo đạc tại trạm St.6 tầng nước mặt hồ Đan Kia (0-0,5 m) trong năm 2014

Các thông số (đơn vị)	Trung bình (thấp nhất - cao nhất)
Nhiệt độ nước ($^{\circ}\text{C}$)	18,84 (15,80-21,50)
pH	6,83 (6,08-8,21)
Độ dẫn điện ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	37,5 (20,00-53,00)
DO (mg/l)	6,11 (5,07-6,69)
CO_2 hòa tan (mg/l)	0,77 (0,22-1,35)
Độ trong secchi (m)	0,33 (0,20-0,50)
Cường độ ánh sáng (lux)	7607,5 (930-30100)
Nitrate- NO_3^- (mg/l)	2,19 (0,08-6,23)
Amonia- NH_4^+ (mg/l)	0,91 (0,17-2,67)
Phosphate- PO_4^{3-} (mg/l)	2,15 (0,59-6,52)
Chl- <i>a</i> ($\mu\text{g}/\text{l}$)	16,06 (3,74-26,17)
Thực vật phù du (mg/l)	
- Vi khuẩn lam	0,0048 (0-35,3)
- Tảo hai roi	0,0045 (0,0019-0,023)
- Tảo vàng ánh	0,031 (0,0068-0,084)
- Tảo silic	0,033 (0-0,074)
Động vật phù du (mg/l)	
- Cladocera	0,620 (0,611-1,226)
- Copepoda	1,921 (1,651-3,504)

Các kịch bản được chạy trên mô hình AQUATOX

Hình 2 mô phỏng 3 kịch bản chất lượng nước hồ Đan Kia. Kịch bản đầu tiên mô tả kết quả khi cho tất cả các nguồn nước chảy vào hồ, tức là hồ tiếp nhận 100% các nhánh suối (hình 2a). Kịch bản thứ hai, hồ không tiếp nhận bất cứ nguồn nào (hình 2b), và kịch bản thứ 3, hồ chỉ nhận nguồn S1, S2 và S3 không nhận nguồn S4 và S5 (hình 2c). Các kịch bản này được chạy mô phỏng trong hai năm, từ tháng 1 năm 2014 đến tháng 12 năm 2015.

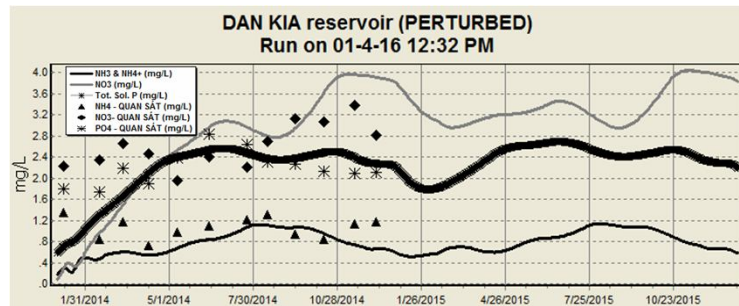
Kịch bản thứ nhất: tất cả các nguồn được đưa vào hồ (tình trạng hiện tại)

Ở kịch bản này, nghiên cứu quan tâm đến sự sai khác giữa kết quả đo đạc thực tế và kết quả từ mô hình về tải lượng dinh dưỡng. Kịch bản này cũng là để kiểm tra tính phù hợp của mô hình. Tải lượng của NH_4^+ , NO_3^- và PO_4^{3-} được mô phỏng trong AQUATOX (hình 2a), hầu hết các giá trị đo đạc và tính toán thống nhất với nhau. Nồng độ amonia tính toán cao hơn so với đo đạc ở hầu hết các tháng trừ tháng 9 và 10. Tuy nhiên, độ chênh lệch giữa giá trị tính toán và giá trị đo

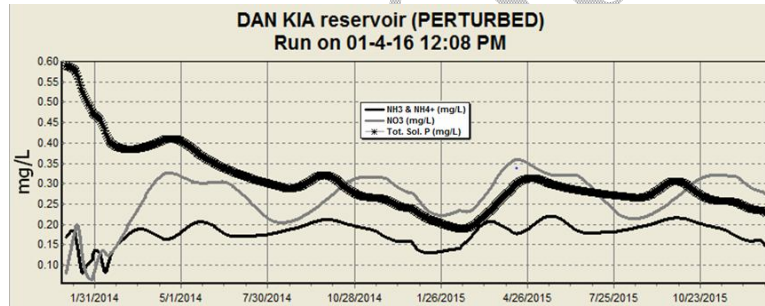
đặc không lớn. Hàm lượng nitrate tính toán và đo đạc gần như thống nhất và đều cao vào tháng 10. Đây cũng là thời điểm mà hoạt động sinh học có chiều hướng đi xuống. Tương tự với amonia và nitrate, nồng độ phosphate từ mô hình dao động lân cận với nồng độ phosphate đo đạc. Giá trị

phosphate từ mô hình cao nhất vào tháng 6 và thấp nhất vào tháng 1. So sánh các giá trị đo đạc với các giá trị tính toán ở kịch bản 1 cho thấy mô hình đã thành công trong việc tái hiện lại nồng độ amonia, nitrate và phosphate trong nước hồ Đan Kia.

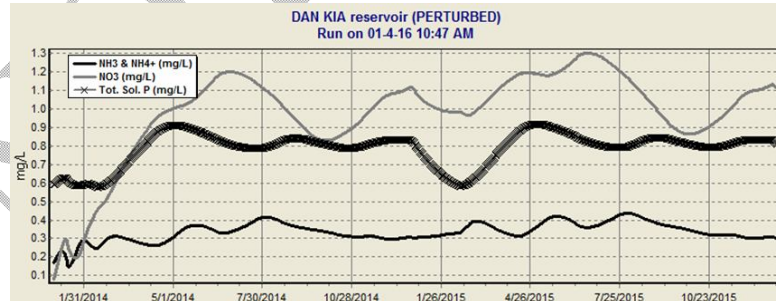
a. Tất cả các suối được đổ vào hồ Đan Kia (hiện trạng)



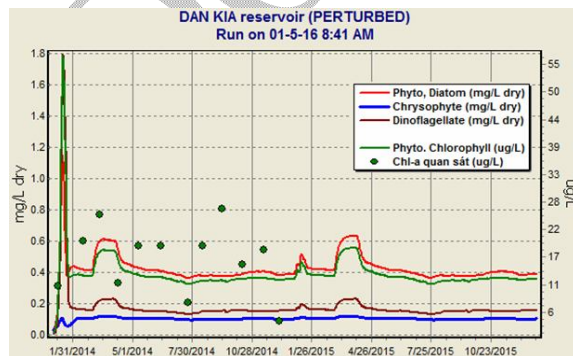
b. Không đưa bất kỳ nhánh suối nào vào hồ



c. Xả các suối vào hồ Đan Kia trừ 2 nhánh suối S4 và S5



Hình 2. Các thông số chất lượng nước tầng mặt thay đổi với từng kịch bản

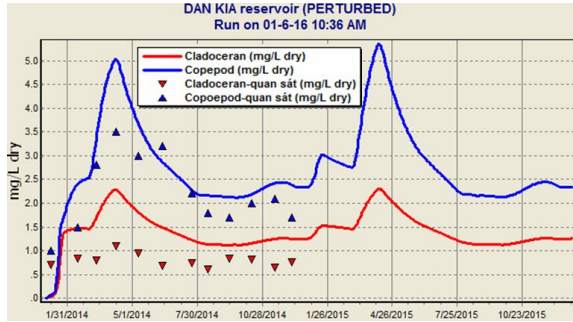


Hình 3. Biến động TVPD trong hồ Đan Kia theo mô hình AQUATOX

Bên cạnh việc mô phỏng nồng độ chất dinh dưỡng, AQUATOX còn chạy mô phỏng thành phần TVPD và ĐVPD của hồ. Trong hồ Đan Kia, nhóm TVPD ưu thế thuộc về tảo silic (Diatom), tảo vàng ánh (Chrysophyte) và tảo hai roi (Dinoflagellate), mỗi nhóm được mô hình hóa riêng rẽ (hình 3).

Theo kết quả của mô hình, sinh khối các nhóm tảo ưu thế gia tăng vào tháng 1 và cao nhất vào tháng 4 (hình 3). Hiện tượng này có thể là do sự thay đổi mùa, các chất dinh dưỡng trong nước hồ cũng gia tăng vào thời điểm này

(hình 2a). Kết quả nồng độ Chl-*a* từ mô hình phù hợp với hàm lượng Chl-*a* quan sát trong năm 2014. Mặt khác, nồng độ Chl-*a* từ mô hình biến thiên tương đồng với tảo silic, tảo hai roi.



Hình 4. Biến động ĐVDP trong hồ Đan Kia theo mô hình AQUATOX

Kết quả từ mô hình cũng cho thấy có hai nhóm ĐVDP chiếm ưu thế là Cladocera và Copepoda (hình 4), sinh khối Copepoda và Cladocera cao nhất vào tháng 4, với các giá trị lần lượt là 5,5 mg/l và 2,25 mg/l. Các giá trị này giảm xuống thấp nhất vào tháng 9. Hầu hết sinh khối ĐVDP đo đạc thực tế đều thấp hơn so với kết quả từ mô hình. Tuy nhiên, so với mức cho phép sai số (30%) của mô hình hóa, sự chênh lệch này không đáng kể. Điều này một lần nữa khẳng định tính phù hợp của mô hình AQUATOX áp dụng cho mô phỏng chất lượng nước và lưới thức ăn tự nhiên của hồ Đan Kia.

Kịch bản thứ hai: không cho các nhánh suối vào hồ Đan Kia

Khi bỏ qua các nguồn nước chảy vào hồ, nồng độ amonia, nitrate và phosphate tính toán từ mô hình lần lượt là 0,127; 0,225 và 0,210 mg/l, giảm đáng kể và thấp nhất trong tháng 1 (hình 2b). Tuy nhiên, sự suy giảm không diễn ra tức thời mà quá trình này đòi hỏi thời gian khá dài, ít nhất là 6 tháng.

Kịch bản thứ ba: không cho 2 nhánh suối S4 và S5 vào hồ Đan Kia

Khi 2 nguồn nước này không được đưa vào hồ có nghĩa là giảm tải lượng amonia, nitrate và phosphate vào hồ lần lượt là 89,82; 58,15 và 57,16%. Trong kịch bản này, nồng độ amonia, nitrate và phosphate giảm đáng kể. Đối chiếu với QCVN 08:2008/BTNMT cho thấy hàm lượng amonia tính toán từ mô hình của kịch bản

này nằm dưới ngưỡng cho phép của cột B1 (amonia cột B1 của QCVN 08:2008/BTNMT là 0,5 mg/l) đối với nước mặt. Hàm lượng nitrate được cải thiện tốt hơn, trong tất cả các tháng, hàm lượng nitrate đều nằm dưới ngưỡng cho phép của cột A1 (nitrate cột A1 của QCVN 08:2008/BTNMT là 2 mg/l). Riêng hàm lượng phosphate, kết quả từ mô hình cho thấy mặc dù không đưa 2 nhánh suối S4 và S5 vào hồ Đan Kia nhưng nồng độ chất này vẫn hơi vượt so với QCVN 08: 2008/BTNMT. Để cải thiện phosphate xuống dưới ngưỡng cho phép, cần lưu ý đến nguồn đóng góp phosphate của nhánh suối S1, xa hơn là xem xét lại thói quen, tập quán canh tác và sử dụng phân bón có chứa gốc photpho ở vùng chuyên canh nông nghiệp này.

KẾT LUẬN

Có 5 nguồn nước chính dẫn vào hồ Đan Kia, không có bất kỳ hệ thống xử lý nào nhằm giảm nồng độ chất thải trước khi đưa nước vào hồ. Hồ Đan Kia nhận một lượng đáng kể chất dinh dưỡng gây hiện tượng phú dưỡng với tầng bề mặt mỏng.

Ba kịch bản (thải vào hồ 100%, không thải vào hồ bất kỳ nguồn nào và đưa vào hồ các nguồn trừ 2 nhánh suối S4 và S5) đã được thực hiện để xem xét sự thay đổi chất lượng nước hồ. Giá trị của các thông số tính toán và đo đạc trong kịch bản 1 khá thống nhất với nhau, điều này khẳng định tính phù hợp của mô hình. Trong kịch bản 2, có sự cải thiện chất lượng nước hồ nhưng không diễn ra tức thời. Kết quả cho thấy, hệ sinh thái cần thời gian dài để hồi phục về trạng thái ban đầu. Với kịch bản thứ 3, ngừng thải nguồn S4 và S5 vào hồ, có sự cải thiện đáng kể chất lượng nước hồ. Rõ ràng, lưu vực phía Đông Nam hồ Đan Kia (khu dân cư tập trung và đất nông nghiệp) đang có tác động mạnh mẽ lên chất lượng nước hồ Đan Kia. Điều này cảnh báo cần sớm có biện pháp khắc phục.

Lời cảm ơn: Tác giả xin cảm ơn Trường đại học Đà Lạt và Viện Hải dương học tại Nha Trang đã tạo điều kiện về tài chính và trang thiết bị cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. APHA, 2005. Standard methods for the

- examination of water and wastewater (21sted.). Washington, DC: AmericanPublic Health Association, p. 541.
2. Black A. R., Dodson S. I., 2003. Limnology and Oceanography: Methods. American Society of Limnology and Oceanography, Inc, 45-50.
 3. Cole J. J., Caraco N. F., Kling G. W., Kratz T. W., 1994. Carbon dioxide supersaturation in the surface waters of lakes. *Science*, 265: 1568-1570.
 4. East J. W, Liscum F., 2000. Estimated effects on water quality of Lake Houston from interbasin transfer of water from the Trinity River. U.S. Geological Survey, Water-Resources Investigations Report 00-4082, 5.
 5. Effler S. W., 1996. Limnological and Engineering Analysis of a Polluted Urban Lake. Springer, New York, p. 263-283.
 6. Findlay D. L., King H. J., 2000. Ecological Monitoring and Assessment Network (EMAN). Undated (a). Protocols for Measuring Biodiversity: Phytoplankton in Freshwater, p 19.
 7. Funder S. G., 2009. Risk Assessment of the Skensved Field Site: Review and Application of Surface Water Models. Technical University of Denmark, Lyngby Denmark, p 77.
 8. Komarek J., Anagnostidis K., 2000. Cyanoprokaryota: Chroococcales. Spektrum Akademischer Verlag. Komarek J., Anagnostidis K., 2005. Cyanoprokaryota: Oscillatoriales. Spektrum Akademischer Verlag, p. 759.
 9. Mauriello D. A., Park R. A., 2002. An adaptive framework for ecological assessment and management. Pages: 509-514.
 10. Mullin M. M., Sloan P. R., Eppley P. W., 1966. Relationship between carbon content, cell volume and area in phytoplankton. *Limnol Oceanogr*, 11: 307-311.
 11. Park R. A., Clough J. S., Wellman M. C., Donigian A. S., 2005. Nutrient criteria development with a linked modeling system: Calibration of AQUATOX Across a nutrient gradient. Pages 885-902. TMDL 2005. Water environment Federation, Philadelphia, Penn.
 12. QCVN 08: 2008/BTNMT, 2008. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt. Bộ Tài nguyên Môi trường Việt Nam.
 13. Đặng Ngọc Thanh, Hồ Thanh Hải, 2001. Diễn thế sinh thái hồ đầm nước ngọt nội địa Việt Nam. Tuyển tập các công trình nghiên cứu sinh thái học và tài nguyên sinh vật. Nxb. Nông nghiệp Hà Nội, 483 trang.
 14. 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 và Kỹ thuật, 399 trang.
 15. Đặng Ngọc Thanh, Hồ Thanh Hải, 2007. Cơ sở thủy sinh học. Nxb. Khoa học tự nhiên và Công nghệ, 613 trang.
 16. Dương Đức Tiến, Võ Hành, 1997. Tảo nước ngọt Việt Nam. Phân loại bộ tảo lục (Chlorococcales). Nxb. Nông nghiệp, Hà Nội, 503 trang.
 17. Dương Đức Tiến, 1996. Phân loại Vi khuẩn lam ở Việt Nam. Nxb. Nông nghiệp, Hà Nội, 220 trang.
 18. Trần Thị Tinh, 2014. Đánh giá tình trạng phú dưỡng một số hồ chứa tại Đà Lạt bằng chỉ số TSI và AQ. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Tây Nguyên*, 13: 36-43. ISSN 1859-4611.
 19. Trần Thị Tinh, Đoàn Như Hải, Lê Bá Dũng, 2015. Nghiên cứu tác động gây chết của vi rút và động vật phù du lên vi khuẩn và thực vật phù du trong hồ phú dưỡng ở Cao nguyên Việt Nam. *Tạp chí Sinh học*, 37(2): 200-206. DOI: 10.15625/0866-7160/v37n2. 5839.
 20. Tran Thi Tinh, Doan Nhu Hai, Le Ba Dung, 2015. Seasonal variation of phytoplankton in Tuyen Lam reservoir in Da Lat, Vietnam. *Tạp chí Sinh học*, 37(4):414-424. DOI: 10.15625/0866-7160/v37n4.6650.
 21. Trần Hữu Uyển, 2003. Các bảng tính toán

- thủy lực công và mương thoát nước. Nxb. Xây dựng, Hà Nội, 225 trang.
22. Siggie D. C., 2004. Freshwater Microbiology: Diversity and Dynamic Interactions of Microorganisms in the Aquatic Environment. Chichester, UK, John Wiley & Sons, p. 524.
23. Wehr J. D., Sheath R. G., 2003. Freshwater algae of North America. Ecology and Classification. Academic Press, p. 918.

IMPACT ASSESSMENT OF DAN KIA INFLOWS AND APPLICATION AQUATOX MODEL IN MANAGING WATER QUALITY

Tran Thi Tinh¹, Doan Nhu Hai², Bui Nguyen Lam Ha¹, Nguyen Thi Thanh Thuan¹

¹University of Dalat, Da Lat city, Lam Dong province, Vietnam

²Institute of Oceanography, Nha Trang city, Khanh Hoa province, Vietnam

SUMMARY

The parameters used for measuring water quality of Dan Kia reservoir were temperature, pH, conductivity, secchi disk depth, dissolved oxygen (DO), chlorophyll a, nutrients: nitrogen (ammonia, nitrate) and phosphate. There are five influents for the reservoir, therefore the water quality of Dan Kia reservoir depends on activities around these channels. S1 stream has the highest flow into the reservoir ($8.2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$) but most of the nutrients were discharged from S4 and S5 stream. Concentration of ammonia, nitrate and phosphate from these channels is accounting for 89.82, 58.15 and 57.16% into the lake, respectively. The study constructed three scenarios and run them using AQUATOX model. The first scenario, all existing inflows are discharging into the lake, present situation. The second scenario, none is discharging. The third scenario, all are discharging except S4 stream and S5 stream. The result from the first scenario showed that the concentrations from the model consistent with measurements in the reservoir. In case the second and third scenarios happened the concentrations considerably decreased.

Keywords: AQUATOX, modelling, phytoplankton, water quality.

Ngày nhận bài: 6-1-2016