



Original Article

The Evolution of Water Quality in Son La Hydropower Reservoir from Environmental Monitoring Data (2010 - 2018)

Do Xuan Duc^{1,*}, Luu Duc Hai², Do Huu Tuan²

¹Tay Bac University, Quyet Tam Wards, Son La City, Son La Province, Vietnam

²Faculty of Environmental Sciences, VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam

Received 16 August 2018

Revised 08 December 2018; Accepted 26 July 2019

Abstract: In 2010, the time of blocking dams for electricity generation activities of the Son La hydropower plant on Da river, up to now, after nearly 08 years of water storage, the Son La reservoir environment has stabilized and formed the soil ecosystem, flood - typical reservoir ecosystem in the highlands of the Northwest, Vietnam. Basing on the monitoring data of the Da River at the beginning of 2010, monitoring data for Son La hydropower reservoir (2010 - 2017), monitoring data for Lai Chau hydropower reservoir (phase 1/2018), this paper used data collection and analysis method to compare the quality of Da river water before and after the dam to the Son La reservoir at 03 observation sites: Hang Tom bridge Muong Lay, Dien Bien), Pa Uon Bridge (Quynh Nhai, Son La), Upper Muong La (Son La). Water quality of Son La hydropower reservoir was analyzed through input data (Lai Chau hydropower reservoir) and output at monitoring site (downstream of the dam) in Son La province during 2015-2017. The analytical results confirmed the process of changes in the groups of physical, chemical, microbiological, pesticide residues in the lake water environment and proved to change seasonal quality of hydropower reservoirs in Son La. At the same time, discussion and evaluation of some natural, social and human factors that affect the water quality of Son La hydropower reservoir.

Keywords: Hydropower reservoir, evolution, environment, Son La, reservoir, water quality, Northwest Vietnam.

* Corresponding author.

E-mail address: dxdud.ces@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4283>



Diễn biến chất lượng nước hồ thủy điện Sơn La từ dữ liệu quan trắc môi trường (2010 - 2018)

Đỗ Xuân Đức^{1,*}, Lưu Đức Hải², Đỗ Hữu Tuấn²

¹Trường Đại học Tây Bắc, Phường Quyết Tâm, TP. Sơn La, Tỉnh Sơn La, Việt Nam

²Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 16 tháng 8 năm 2018

Chỉnh sửa ngày 08 tháng 12 năm 2018; Chấp nhận đăng ngày 26 tháng 7 năm 2019

Tóm tắt: Năm 2010, thời điểm ngăn đập phục vụ hoạt động phát điện của nhà máy thủy điện Sơn La trên sông Đà, đến nay, sau 08 năm tích nước, môi trường hồ thủy điện Sơn La ổn định, hình thành hệ sinh thái đất ngập nước - hệ sinh thái hồ chứa điển hình tại vùng núi cao Tây Bắc, Việt Nam. Căn cứ nguồn dữ liệu quan trắc chất lượng nước sông Đà 2010, dữ liệu quan trắc môi trường hồ thủy điện Sơn La (2010 - 2017), dữ liệu quan trắc môi trường hồ thủy điện Lai Châu (2018). Bài viết này sử dụng phương pháp thu thập và phân tích dữ liệu để so sánh diễn biến chất lượng nước sông Đà trước và sau khi ngăn đập trở thành lòng hồ thủy điện Sơn La tại 03 vị trí quan trắc: cầu Hang Tôm (Mường Lay, Điện Biên), cầu Pá Uôn, (Quỳnh Nhai, Sơn La), thượng lưu đập Mường La (Sơn La). Phân tích chất lượng nước hồ thủy điện Sơn La qua dữ liệu đầu vào (hồ thủy điện Lai Châu) và nước ra khỏi hồ (đầu ra), tại vị trí quan trắc hạ lưu đập thủy điện Sơn La giai đoạn 2015 - 2017. Kết quả phân tích xác nhận được quá trình biến thiên của các nhóm chỉ tiêu vật lý, hóa học, vi sinh, dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật trong môi trường nước hồ và chứng minh được thay đổi chất lượng nước hồ thủy điện Sơn La theo mùa. Đồng thời, thảo luận, đánh giá một số nhân tố tự nhiên, xã hội, nhân văn tác động đến diễn biến chất lượng nước hồ thủy điện Sơn La.

Từ khóa: Hồ thủy điện, diễn biến, môi trường, Sơn La, hồ chứa, chất lượng nước, Tây Bắc.

1. Mở đầu

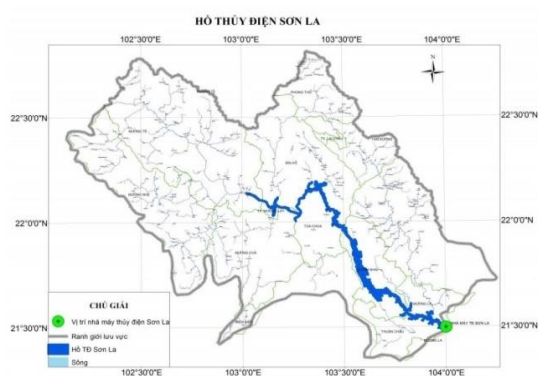
Trên lưu vực Sông Đà, hình thành 03 nhà máy thủy điện đi vào hoạt động: nhà máy thủy điện Hòa Bình (1994), nhà máy thủy điện Sơn La (2012), nhà máy thủy điện Lai Châu (2016). Hồ thủy điện Sơn La tích nước năm 2010, có lưu vực lớn nhất 43.760 km². Phạm vi diện tích mặt

nước 225 km², hình thành hệ sinh thái đất ngập điển hình vùng núi cao Tây Bắc Việt Nam. Chiều dài hồ chứa 120 km tính từ mặt trên của đập thủy điện Sơn La (thị trấn Ít Ong, huyện Mường La (Sơn La) đến chân đập thủy điện Lai Châu tại xã Nậm Hàng, huyện Nậm Nhùn (Lai Châu), dung tích hồ chứa 9,26 tỷ m³, mực nước dâng trung bình 215 m.

* Corresponding author.

E-mail address: dxduc.ces@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4283>



Hình 1. Hồ thủy điện Sơn La.

Bên cạnh giá trị kinh tế mang lại, hồ thủy điện Sơn La đang đặt ra nhiều vấn đề cần nghiên cứu giải quyết: quản lý hồ chứa, xả lũ, an toàn hồ đập, các tác động thủy điện đến môi trường và hệ sinh thái xung quanh sau khi tích nước. Trong đó, diễn biến chất lượng nước hồ thủy điện được xác định có tầm quan trọng quyết định đến các thành phần môi trường xung quanh và cấu trúc vật lý, hóa sinh học của hệ sinh thái đất ngập nước hồ chứa.

Chất lượng nước hồ chứa được công bố bởi R. E. Tharme, 2013 [1], nghiên cứu dòng chảy môi trường ở giai đoạn sơ khai và phân bố nước cho các hệ sinh thái đất ngập nước trong các hồ chứa. Atobatele, Oluwatosin, E.Ugwumba, 2008 [2], chứng minh các thông số hóa lý cho thấy tính thời vụ về độ pH, độ dẫn và độ đục, nhiệt độ và oxy hòa tan là các thông số thay đổi theo mùa trong hóa lý của một hồ chứa nhiệt đới nhỏ (Aiba Reservoir, Iwo, Osun, Nigeria). M.A. Locke 2018 [3] chứng minh phương pháp giảm ô nhiễm đầu nguồn cho các hồ chứa từ dư lượng hóa chất trong thuốc diệt cỏ bằng giải pháp chuyển đổi cây trồng hàng năm để giảm cây cỏ và cây trồng kháng thuốc diệt cỏ. Jacek Namieśni, 2005 [4], theo dõi lâu dài các chất gây ô nhiễm trong các môi trường nước, hồ chứa nước bằng phương pháp tiếp cận mới để xác định các chất gây ô nhiễm ở giai đoạn lấy mẫu ban đầu. Krzysztof Loskaa Danuta Wiechuła 2003) [5] nghiên cứu trầm tích đáy ở hồ chứa Rybnik (miền nam Ba Lan), xác nhận ô nhiễm hồ do nguyên tố đồng và

mangan dẫn đến chủ yếu từ lượng mưa trong không khí. Fasil Degefua Seyoum Mengistub MichaelSchagerlc, 2011 [6] nghiên cứu thay đổi chất lượng nước do chất thải cá thâm canh và thức ăn thừa từ cá tại hồ chứa ở Ethiopia, tất cả các thông số chất lượng nước hóa lý, kể cả các chất dinh dưỡng vô cơ thay đổi theo thời gian, dinh dưỡng của hồ chứa dao động tỷ lệ thuận với nồng độ photpho. Pei ZhaoXiangyu, TangJialiang, Chao Wang [7] nghiên cứu hồ Tam Hiệp (Trung Quốc), xác nhận nước thải, có giá trị pH, Cond nồng độ oxy hòa tan (DO) và nitơ amoniac ($\text{NH}_3\text{-N}$) thấp hơn nước đầu vào, ngoài ra độ dẫn (Cond) và nhu cầu oxy hóa học (COD) trong nước sẽ tăng lên gây ô nhiễm chất lượng môi trường và cạn kiệt nồng độ oxy hòa tan (DO).

Tại Việt Nam, nghiên cứu diễn biến chất lượng nước được công bố bởi Nguyễn Thanh Hùng, Nguyễn Thị Thu Huyền, 2010 [8] kết quả đo đặc chất lượng nước hồ Đại Lải dùng làm dữ liệu đầu vào để xây dựng mô hình tính toán quá trình phú dưỡng nước ở hồ chứa tiếp theo. Trần Thiện Cường, 2016 [9] phân tích chất lượng nước sông Uông, thành phố Uông Bí, tỉnh Quảng Ninh, đưa ra kết luận, nước sông đang bị ô nhiễm bởi hàm lượng tổng chất rắn lơ lửng (TSS), BOD_5 và COD, (PO_4^{3-}), NO_3^- và Coliform do các hoạt động sản xuất, xả thải của một số ngành công nghiệp như khai thác than, nhiệt điện và sinh hoạt của người dân xung quanh. Nguyễn Văn Bính, 2011 [10] chứng minh vấn đề quản lý an toàn hồ chứa, điều tiết nước giữa mùa khô hạn và mùa lũ ở Ninh Thuận. Ngô Thị Thùy Dương, Lê Đình Thành, Phan Văn Yên, 2013 [11], phân tích xung đột môi trường trong sử dụng tài nguyên nước mặt lưu vực sông Srêpok, trong đó có các hồ thủy điện. Trên sông Đà, Hồ Thanh Hải, 1995 [12] chứng minh các mối tương tác và dự đoán những biến đổi theo quy luật trong diễn thế sinh thái môi trường nước tại hồ thủy điện Hòa Bình.

Chất lượng nước hồ thủy điện Sơn La từ năm 2015 đến nay được lấy mẫu, phân tích và công bố trong các báo cáo quan trắc môi trường của công ty thủy điện Sơn La phối hợp với trung tâm Quan trắc Tài nguyên & Môi trường tỉnh Sơn La

thực hiện [13]. Ngoài ra, chất lượng nước hồ thủy điện Lai Châu (đầu vào của hồ thủy điện Sơn La), sau khi tích nước năm 2016, được thực hiện bởi trung tâm Quan trắc Tài nguyên & Môi trường tỉnh Lai Châu [14]. Đây là số liệu quan trắc chính thống, đáng tin cậy có tính chính xác cao trong quá trình theo dõi đánh giá diễn biến môi trường phục vụ các hoạt động nghiên cứu hồ thủy điện Sơn La. Tuy nhiên, các số liệu thống kê quan trắc chất lượng nước hồ thủy điện Sơn La mới dừng lại việc mô tả số liệu tại thời điểm cụ thể, chưa tổng hợp, so sánh chất lượng nước trước và sau khi hồ tích nước. Vì vậy, bài báo này tập trung thu thập và phân tích dữ liệu quan trắc chất lượng nước giai đoạn trước và sau năm 2010. Đây là dấu mốc đánh dấu diễn biến môi trường nước sông Đà từ trước khi có đập thủy điện và sau khi vận hành nhà máy thủy điện Sơn La, ngoài ra chất lượng nước đầu vào, đầu ra của hồ thủy điện Sơn La được xem xét và phân tích. Diễn biến môi trường hồ thủy điện Sơn La sau khi ngăn đập không những phụ thuộc vào lưu lượng nước đầu vào, các chu trình hóa sinh học nội tại trong môi trường đất ngập nước mà còn chịu ảnh hưởng từ các hoạt động kinh tế, xã hội, nhân văn trong phạm vi lưu vực. Đây là những vấn đề môi trường cấp thiết đang đặt ra tại hồ thủy điện Sơn La cần được phân tích đánh giá nhằm cung cấp những luận chứng khoa học hỗ trợ bảo vệ môi trường nước Sông Đà và phục vụ công tác quản lý, giám sát chất lượng môi trường của công trình thủy điện Sơn La.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Cơ sở dữ liệu

Cơ sở dữ liệu chính phục vụ phân tích diễn biến chất lượng nước hồ thủy điện Sơn La từ nguồn dữ liệu quan trắc môi trường sông Đà thời điểm trước khi tích nước (2010) và sau khi tích nước tạo thành hồ chứa 8 năm (2018), do công ty thủy điện Sơn La phối hợp với các trung tâm quan trắc tài nguyên và môi trường của tỉnh Sơn La, Lai Châu thực hiện để phân tích, so sánh các thông số diễn biến chất lượng nước hồ hiện tại sau khi có đập thủy điện Sơn La.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thu thập dữ liệu: Thu thập dữ liệu quan trắc chất lượng nước sông Đà và hồ thủy điện Sơn La giai đoạn trước và sau năm 2010 tại Công ty thủy điện Sơn La; Trung tâm quan trắc Tài nguyên và Môi trường Sơn La, Trung tâm quan trắc Tài nguyên và Môi trường Lai Châu. Lựa chọn dữ liệu tại 03 vị trí quan trắc chất lượng nước (i) cầu Hang Tôm (thị xã Mường Lay, tỉnh Điện Biên); (ii) cầu Pá Uôn, huyện Quỳnh Nhai (Sơn La); (iii) thượng lưu đập Mường La, (Sơn La). Nguồn dữ liệu này có ý nghĩa quan trọng để phân tích diễn biến chất lượng nước trước và sau khi ngăn đập thủy điện Sơn La.

Đánh giá chất lượng nước: Căn cứ vào số liệu thống kê tại các vị trí quan trắc trên sông Đà năm 2010 và hồ thủy điện Sơn La (2017). Tiến hành thiết lập thành các bảng dữ liệu và biểu đồ nhằm nhận diện và so sánh quá trình biến thiên của các thông số chất lượng nước tại các vị trí quan trắc trước và sau khi có đập thủy điện Sơn La. Đồng thời, so sánh các thông số vật lý, hóa học, vi sinh, dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật trong nước hồ chứa với QCVN 08-MT: 2015/BTNMT (Cột A1); Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt - Cột A1, sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt sau khi áp dụng xử lý thông thường [15]. Năm 2010, tần suất quan trắc 07 đợt, thời điểm lấy mẫu từ ngày (10/05/2010 đến 29/09/2010); Năm 2017, tần suất quan trắc 04 đợt, thời điểm lấy mẫu đợt 1: từ ngày 03/3/2017 đến ngày 06/3/2017, đợt 2: từ ngày 04/5/2017 đến ngày 06/5/2017, đợt 3: từ ngày 03/8/2017 đến ngày 05/8/2017, đợt 4 từ ngày 01/11/2017 đến ngày 03/11/2017. Sau đó, so sánh tổng thể diễn biến chất lượng nước giai đoạn 2010 – 2018 để xác định diễn biến của chất lượng nước sau gần 8 năm tích nước hồ thủy điện Sơn La.

Chỉ tiêu môi trường: Phân tích diễn biến chất lượng nước sông Đà trước khi ngăn đập (2010) gồm 12 thông số: DO (Ôxy hòa tan); Tổng chất rắn lơ lửng (TSS); BOD₅ (20°C) (nhu cầu ôxi sinh học); COD (nhu cầu oxy hóa học); Amoni (NH₄⁺) (tính theo N); Nitrit (NO₂⁻) (tính theo N); Nitrat (NO₃⁻) (tính theo N); Phosphat (PO₄³⁻)

(tính theo P); Clorua (Cl⁻); Cyanua (CN); Sắt (Fe); Coliform (vi khuẩn trong nước).

Sau khi ngăn đập năm 2017, phân tích chất lượng nước tại hồ thủy điện Sơn La, căn cứ vào 13 thông số: pH; Độ dẫn (Cond); Tổng chất rắn lơ lửng (TSS); BOD₅ (20°C) (nhu cầu oxy sinh học); COD (nhu cầu oxy hóa học); Amoni (NH₄⁺) (tính theo N); Nitrit (NO₂⁻) (tính theo N); Nitrat (NO₃⁻) (tính theo N); Phosphat (PO₄³⁻) (tính theo P); Sắt (Fe), Coliform; Dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật nhóm Clo hữu cơ.

Chỉ tiêu nước theo mùa: Theo dữ liệu quan trắc được tổng hợp tại báo cáo đặc điểm thủy văn khu vực Tây Bắc giai đoạn 2010 - 2017 (Đài khí tượng thủy văn Tây Bắc, mùa lũ trên sông Đà kéo dài từ tháng VI - X, mùa cạn từ tháng XII - III. Do vậy, thay đổi nhiệt độ nước (T_n) và các thông số TSS, DO, BOD₅ (20°C), COD theo đợt quan trắc đợt tháng 3 mùa cạn, đợt tháng 8 mùa lũ hàng năm được phân tích, so sánh.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Chất lượng nước sông Đà và hồ thủy điện trước và sau khi có đập thủy điện Sơn La

3.1.1. Chất lượng nước tại một số vị trí sông Đà trước khi ngăn đập

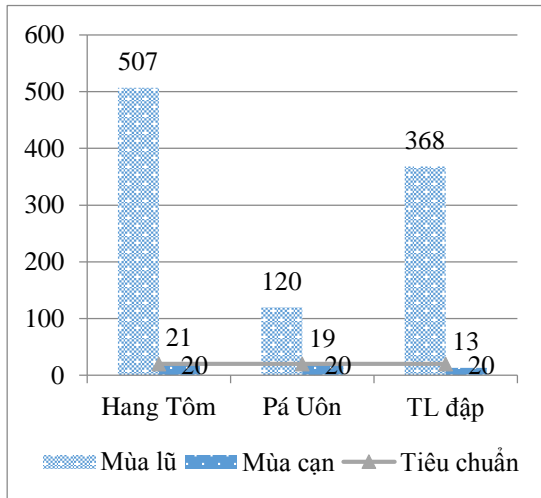
Đầu năm 2010, thời điểm chuẩn bị ngăn dòng, tích nước hồ trên sông Đà phục vụ vận hành nhà máy thủy điện Sơn La, trung tâm Quan trắc Tài nguyên & Môi trường tỉnh Sơn La tiến hành quan trắc nước mặt sông Đà 07 đợt, từ tháng 05/2010 đến tháng 09/2010 tại các vị trí quan trắc từ thị xã Mường Lay (Điện Biên) đến bến cảng Mường La (Sơn La). Nghiên cứu này lựa chọn, thu thập và phân tích dữ liệu quan trắc tại 03 vị trí đại diện trên sông Đà thời điểm chưa tích nước (2010) để so sánh với thời điểm (2017) tại 03 vị trí khi hồ thủy điện Sơn La tích nước để nhận diện diễn biến chất lượng nước mặt trước và sau khi ngăn đập. Ngoài ra, vị trí Cầu Hang

Tôm nơi hợp lưu của dòng chính sông Đà với suối Nậm Na và suối Nậm Lay; Vị trí Cầu Pá Uôn, (Quỳnh Nhai, Sơn La), được xác định là trung tâm hồ thủy điện Sơn La sau khi tích nước; Vị trí thượng lưu đập Mường La, phía trên đập Mường La (Sơn La). Xem bảng 1 (Phụ lục).

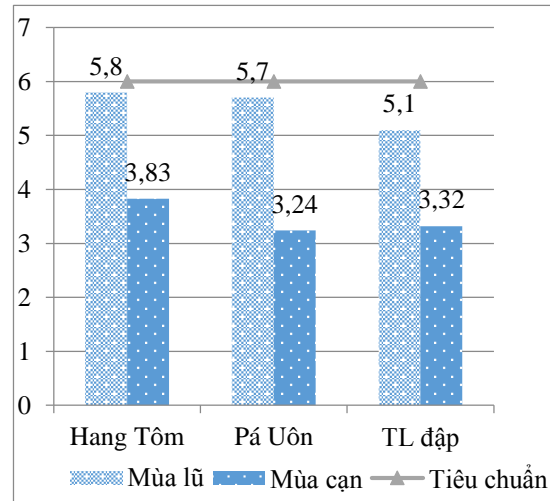
Thông số chất lượng nước: Chất lượng nước thời điểm chưa ngăn đập thủy điện Sơn La đầu năm 2010 (bảng 1 phụ lục), so sánh với giới hạn cho phép (GHCP) của QCVN08-MT:2015/BTNMT (Cột A1), cho thấy, chỉ tiêu vật lý: Tổng chất rắn lơ lửng (TSS) vượt quá giới hạn; Chỉ tiêu hóa học: Ôxy hòa tan (DO), Ôxy sinh học BOD₅ (20°C), Amoni (NH₄⁺), Nitrit (NO₂⁻), Nitrat (NO₃⁻), Phosphat (PO₄³⁻), Clorua (Cl⁻), Cyanua (CN), nhỏ hơn giới hạn cho phép. Nhóm chỉ tiêu hóa học còn lại: Nhu cầu oxy hóa học (COD) xấp xỉ giới hạn tại 02 vị trí trên sông Đà tại Cầu Hang Tôm, cầu Pá Uôn, vị trí trên thượng lưu đập vượt giới hạn. Thông số Nitrat (NO₃⁻) Sắt (Fe) vượt giới hạn xấp xỉ 1.5 lần. Nhóm vi sinh (Coliform) thấp hơn nhiều lần GHCP.

Thay đổi chất lượng nước theo mùa trên sông Đà 2010: Nhiệt độ trung bình của nước sông Đà tại trạm Mường Lay năm 2010 đo vào mùa cạn gồm: tháng III (22,1°C), mùa lũ đo đợt tháng VIII nhiệt độ nước đạt cực đại 26°C. Như vậy, nhiệt độ nước sông Đà trong các tháng mùa lũ có xu hướng cao hơn 4-5°C so với nhiệt độ nước các tháng mùa cạn.

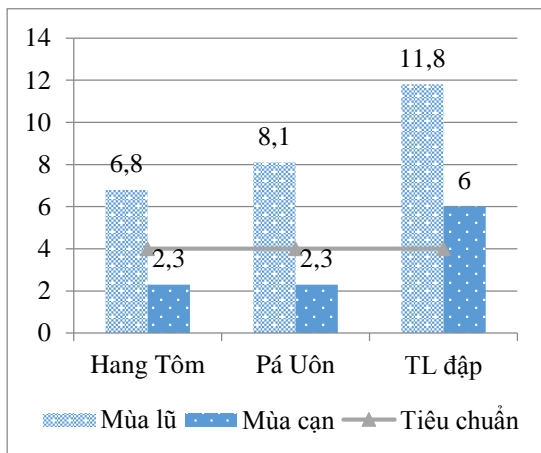
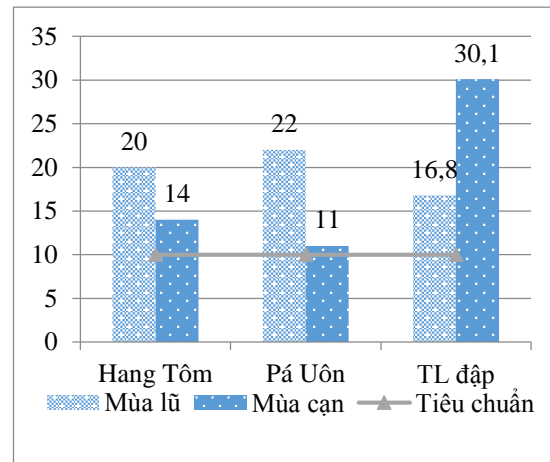
TSS ở sông Đà có xu hướng tăng đột biến trong mùa lũ vào VI, VII, VIII và giảm dần vào mùa cạn, cao nhất tại vị trí cầu Hang Tôm có TSS mùa lũ gấp 24 lần TSS mùa cạn (hình 2); DO mùa lũ cao hơn mùa cạn gấp 1,8 lần tại cầu Pá Uôn, (hình 3); BOD₅ (20°C), có sự chênh lệch lớn giữa mùa lũ và mùa cạn, mùa lũ thông số này cao gấp 02 lần so với mùa cạn tại vị trí thượng lưu đập (hình 4); COD vào mùa cạn thấp hơn mùa lũ tại vị trí cầu Hang Tôm và Pá Uôn nhưng tại thượng lưu đập, COD mùa cạn cao gấp 1,7 lần so với mùa lũ (hình 5).



Hình 2. TSS theo mùa trên sông Đà 2010.



Hình 3. DO theo mùa trên sông Đà 2010.

Hình 4. BOD₅ theo mùa trên sông Đà 2010.

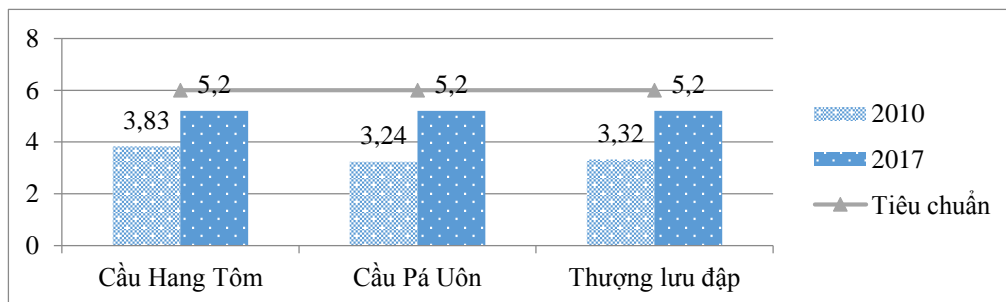
Hình 5. COD theo mùa trên sông Đà 2010.

3.1.2. Chất lượng nước hồ thủy điện Sơn La sau ngăn đập

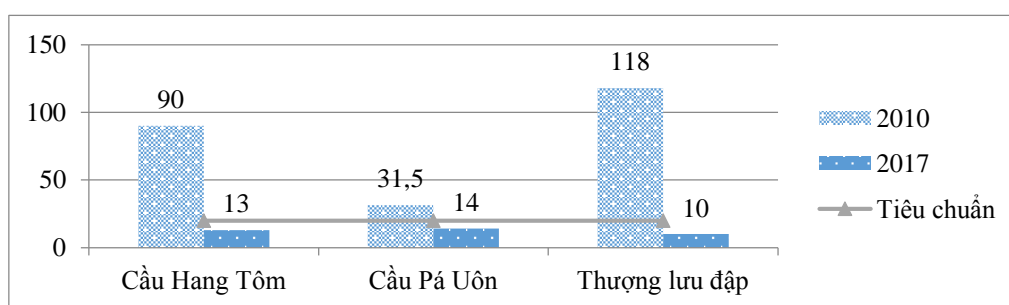
Sau khi tích nước vận hành nhà máy thủy điện Sơn La vào cuối năm 2010, và chính thức hoàn thành nhà máy thủy điện Sơn La năm 2012, mực nước hồ được ổn định hình thành hệ sinh thái đất ngập nước hồ chứa. Giai đoạn 2015 - 2017, công ty thủy điện Sơn La và trung tâm Quan trắc Tài nguyên & Môi trường tỉnh Sơn La thực hiện nhiệm vụ quan trắc chất lượng môi trường nhà máy thủy điện Sơn La, trong đó, chất lượng nước mặt trên toàn tuyến lòng hồ được lấy

mẫu, phân tích tại 18 vị trí từ chân đập thủy điện Lai Châu đến hạ lưu đập thủy điện Sơn La. Nghiên cứu này đã lựa chọn và thu thập dữ liệu chất lượng nước trên 13 thông số năm 2017 tại 03 vị trí quan trắc trên sông Đà trước đây, nay trở thành lòng hồ thủy điện để phân tích và so sánh diễn biến chất lượng nước trước và sau ngăn đập thủy điện Sơn La. Xem bảng 2 (phụ lục)

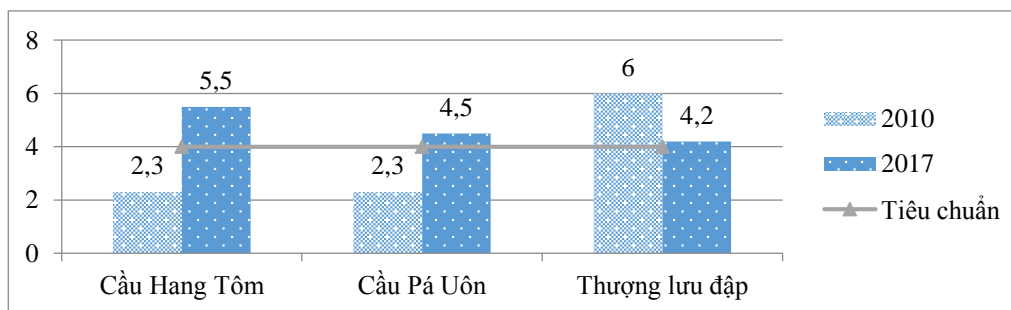
Diễn biến một số chỉ tiêu hóa học và vật lý của nước thời điểm trước và sau ngăn đập thủy điện Sơn La, phản ánh từ hình 6 đến hình 9.



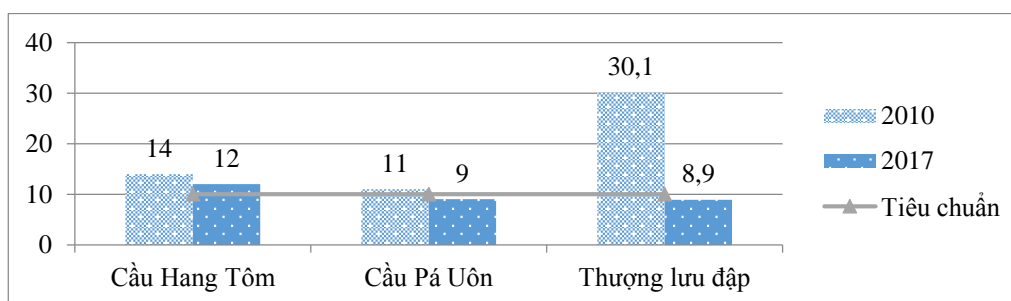
Hình 6. Diễn biến chỉ tiêu DO (Ôxy hòa tan) năm 2010 và 2017.



Hình 7. Diễn biến chỉ tiêu TSS (Tổng chất rắn lơ lửng) năm 2010 và 2017.



Hình 8. Diễn biến chỉ tiêu BOD₅ (20°C) (Ôxy sinh học) năm 2010 và 2017.



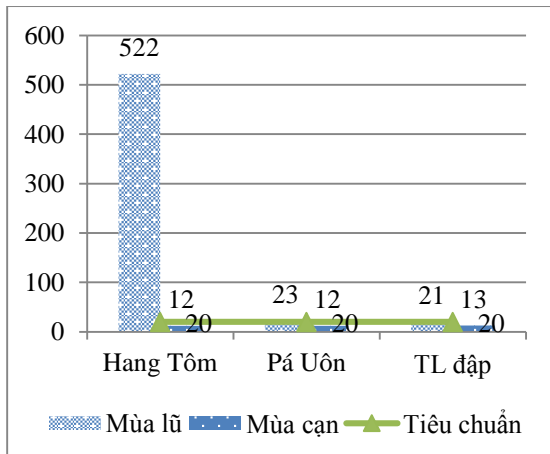
Hình 9. Diễn biến chỉ tiêu COD (Nhu cầu oxy hóa học) năm 2010 và 2017.

Kết quả phân tích chất lượng nước hồ thủy điện Sơn La (bảng 2 phụ lục), và các biểu đồ 1 đến biểu đồ 4, áp dụng theo QCVN 08-MT:2015/BTNMT (Cột A1 - sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt sau khi áp dụng các biện pháp xử lý thông thường), cho thấy 13 thông số chất lượng nước tại hồ thủy điện Sơn La đều nhỏ hơn, hoặc xấp xỉ GHCP. So sánh kết quả phân tích tại 03 vị trí quan trắc năm 2017 khi hồ chứa ngăn đập với thời điểm tháng 05/2010, chưa ngăn đập, một vài thông số chất lượng nước sau 07 năm thay đổi đáng kể. Cụ thể, chỉ tiêu vật lý của nước: Tổng chất rắn lơ lửng (TSS) năm 2010 đều vượt quá GHCP tại 03 vị trí lấy mẫu nhưng đến năm 2017, thông số (TSS) giảm và nhỏ hơn GHCP nhiều lần. Một số chỉ tiêu hóa học của nước hồ: pH, Oxy hòa tan (DO), BOD₅ (20°C), COD, Amoni (NH₄⁺), Nitrit (NO₂⁻), Phosphat (PO₄³⁻)

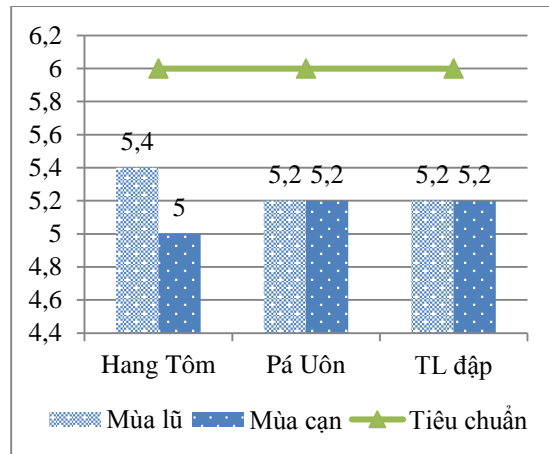
và nhóm vi sinh (Coliform) so với năm 2010 diễn biến theo xu hướng ổn định nằm trong GHCP. Thay đổi rõ rệt sau 07 năm là thông số Nitrat (NO₃⁻) và Sắt (Fe) trong nước, giảm xuống thấp hơn nhiều lần so với thời điểm năm 2010.

Năm 2017, thông số phân tích chất lượng nước hồ thủy điện Sơn La so với năm 2010 không có các thông số hóa học trong nước như Clorua (Cl⁻) và Cyanua (CN) nhưng có thêm thành phần vật lý khác gồm: độ dẫn (Cond) và thành phần hóa học của nước (pH) và dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật nhóm Clo hữu cơ như: Aldrin, Dieldrin, BHC, DDT, Heptachlor & Heptachlorepoxyde, các thông số này nhỏ hơn GHCP (giới hạn cho phép) nhiều lần.

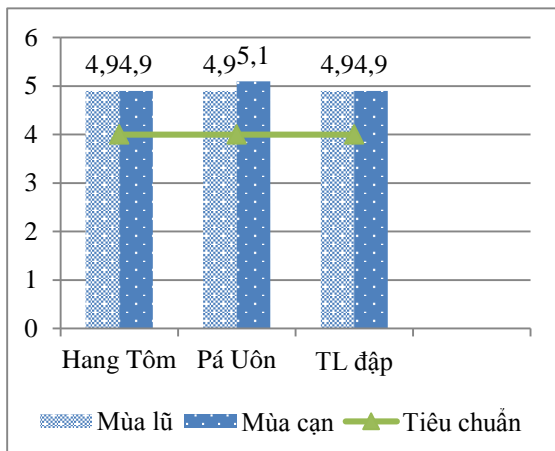
Thay đổi chất lượng nước theo mùa tại hồ thủy điện Sơn La 2017



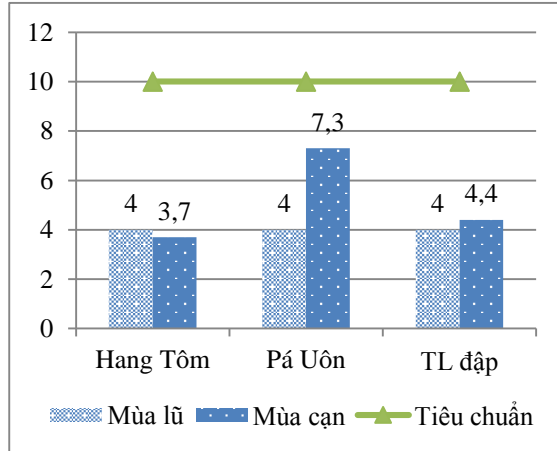
Hình 10. TSS mùa lũ và mùa cạn 2017.



Hình 11. DO mùa lũ và mùa cạn 2017.



Hình 12. BOD₅ mùa lũ và mùa cạn 2017.



Hình 13. COD mùa lũ và mùa cạn 2017.

Nhiệt độ trung bình của nước hồ thủy điện Sơn La tại trạm Mường Lay (2017) đo vào mùa cạn tháng III ($24,4^{\circ}\text{C}$), mùa lũ tháng VIII 25°C . Như vậy, nhiệt độ nước hồ thủy điện Sơn La trong các tháng mùa lũ có xu hướng cao hơn xấp xỉ $1,5^{\circ}\text{C}$ so với các tháng mùa cạn, so sánh mức nhiệt này với nhiệt độ nước thời điểm chưa ngăn đập (2010), ghi nhận nhiệt độ nước sau khi hồ tích nước (2017) cao hơn nhiệt độ nước sông Đà vào mùa lũ và mùa cạn tại cùng vị trí đo.

Thông số vật lý (TSS) của nước hồ thủy điện Sơn La có thay đổi giữa mùa lũ và mùa cạn. TSS trong mùa lũ cao hơn mùa cạn, cao nhất tại cầu Hang Tôm (hình 10), gấp 43,5 lần mùa cạn. Vị trí cầu Hang Tôm nơi hợp lưu các dòng Nậm Múc, Nậm Na với dòng chính sông Đà vào các tháng mùa mưa xói lở, phù xa từ lưu vực về lớn làm tăng TSS đột biến. TSS mùa lũ tại cầu Pá Uôn khu vực trung tâm lòng hồ và tại thượng lưu đập cao hơn mùa cạn tương đối lớn, dao động 1,6 -1,9 lần, (hình 10).

Nhóm thông số hóa học nước hồ có khác nhau giữa mùa lũ và mùa cạn, tuy nhiên chênh lệch nồng độ không lớn. DO trong hồ mùa lũ cao hơn mùa cạn tại cầu Hang Tôm $0,4$ (mg/L), tại cầu Pá Uôn và thượng lưu đập DO mùa lũ và mùa cạn có nồng độ bằng nhau là $5,2$ (mg/L), (hình 11). BOD_5 trong hồ tại cầu Hang Tôm và thượng lưu đập bằng nhau giữa mùa lũ và mùa cạn với nồng độ là $4,9$ (mg/L), nồng độ BOD_5 mùa cạn cao hơn mùa lũ $0,2$ (mg/L) tại cầu Pá Uôn, (hình 12). COD trong hồ có chênh lệch

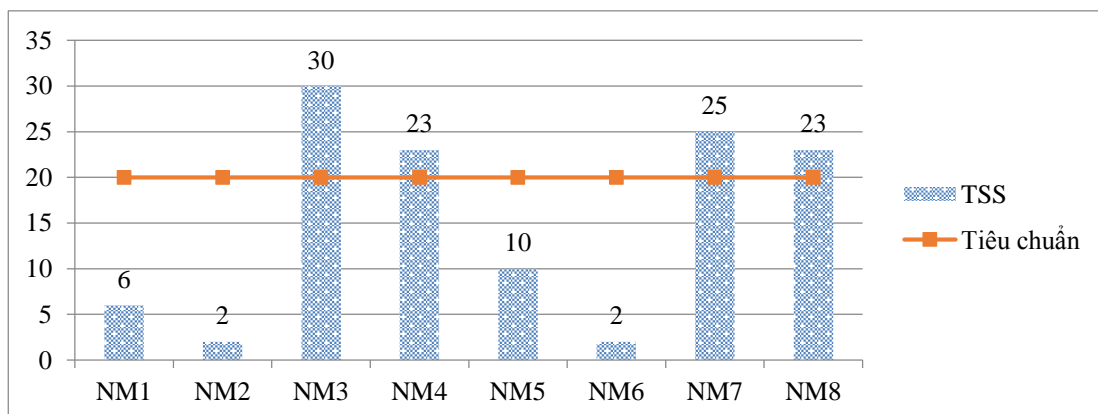
nồng độ tại 03 vị trí lấy mẫu, tại Cầu Hang Tôm nồng độ COD mùa lũ cao hơn $0,3$ (mg/L) so với mùa cạn, tuy nhiên nồng độ COD mùa cạn tại cầu Pá Uôn có sự chênh lệch tương đối lớn, cao hơn $3,3$ (mg/L) so với mùa lũ nhưng tại thượng lưu đập chênh lệch nồng độ COD mùa cạn so với mùa lũ giảm xuống còn $0,4$ (mg/L), (hình 13).

3.2. Chất lượng nước hồ thủy điện Sơn La trên các thông số đầu vào và đầu ra

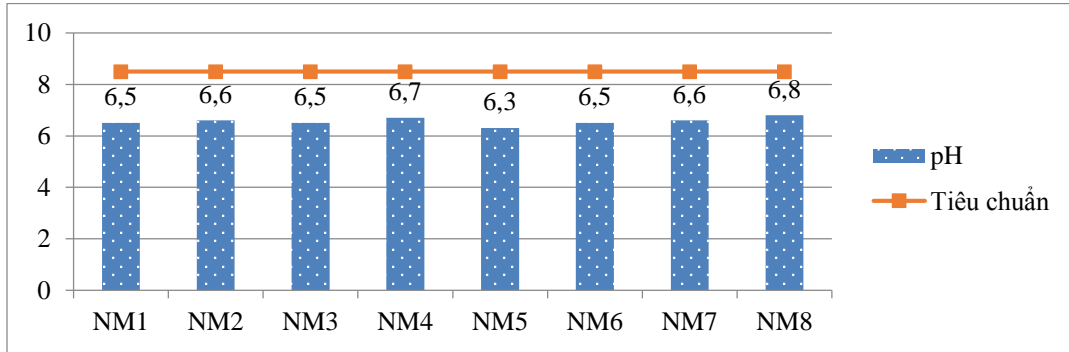
3.2.1. Chất lượng nước đầu vào từ hồ thủy điện Lai Châu

Căn cứ trên dữ liệu quan trắc môi trường hồ thủy điện Lai Châu đợt 1/2018, do trung tâm Quan trắc Tài nguyên & Môi trường tỉnh Lai Châu thực hiện tháng 3/2018, nghiên cứu này thu thập dữ liệu phân tích chất lượng nước tại 08 vị trí lấy mẫu tại hồ thủy điện Lai Châu gồm: Nước mặt tại hạ lưu đập Lai Châu (NM1); Nước mặt tại thượng lưu đập (NM2); Nước mặt tại suối Nậm Bum (NM3); Nước mặt lòng hồ cách suối Nậm Bum 1 km về phía đập (NM4); Nước mặt tại suối Nậm Nhật (NM5); Nước mặt lòng hồ, cách suối Nậm Nhật 1 km về phía đập (NM6); Nước mặt tại suối Nậm Mô (NM7); Nước mặt lòng hồ, cách suối Nậm Mô 1 km về phía đập (NM8), để nhận diện chất lượng nước đầu vào của hồ thủy điện Sơn La. Xem bảng 3 (phụ lục).

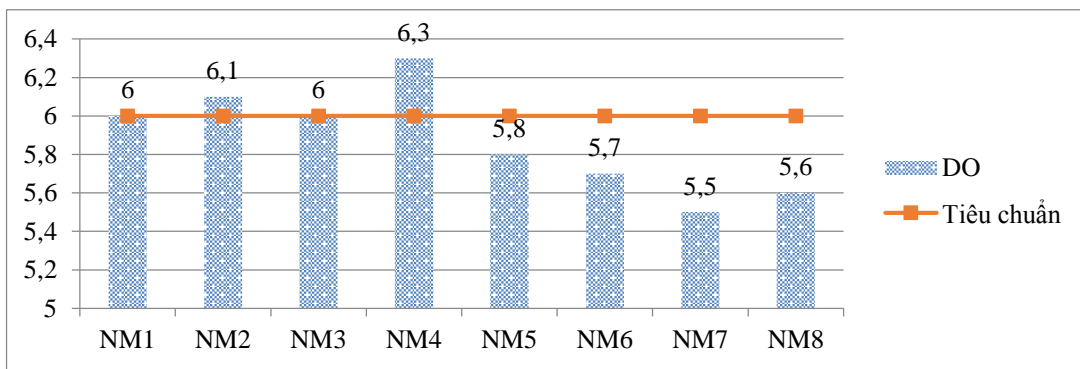
Nhóm chỉ tiêu vật lý, hóa học phản ánh chất lượng nước của hồ thủy điện Lai Châu đầu vào hồ thủy điện Sơn La, được thể hiện từ hình 14-18.



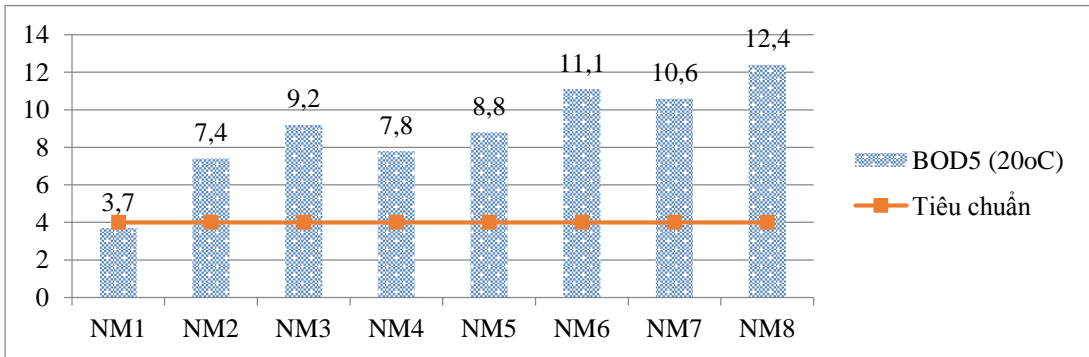
Hình 14. Chỉ tiêu tổng chất rắn lơ lửng (TSS) tại hồ thủy điện Lai Châu.



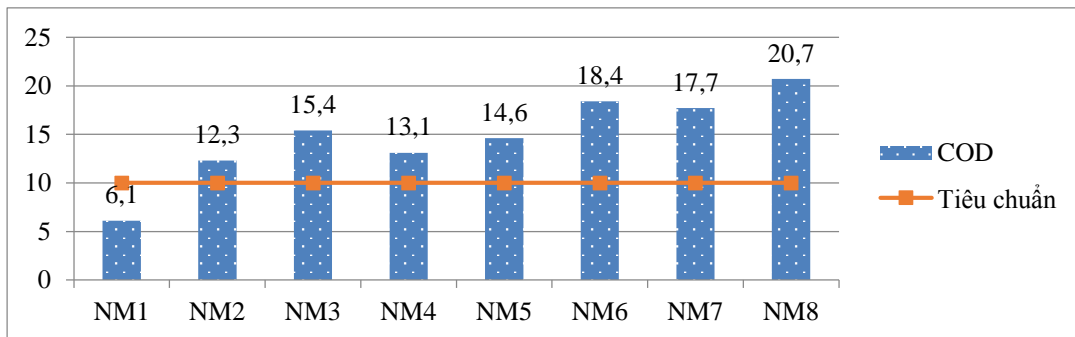
Hình 15. Chỉ tiêu (pH) tại hồ thủy điện Lai Châu.



Hình 16. Chỉ tiêu Ôxy hòa tan (DO) tại hồ thủy điện Lai Châu.



Hình 17. Chỉ tiêu Ôxy sinh học BOD₅ (20°C) tại hồ thủy điện Lai Châu.

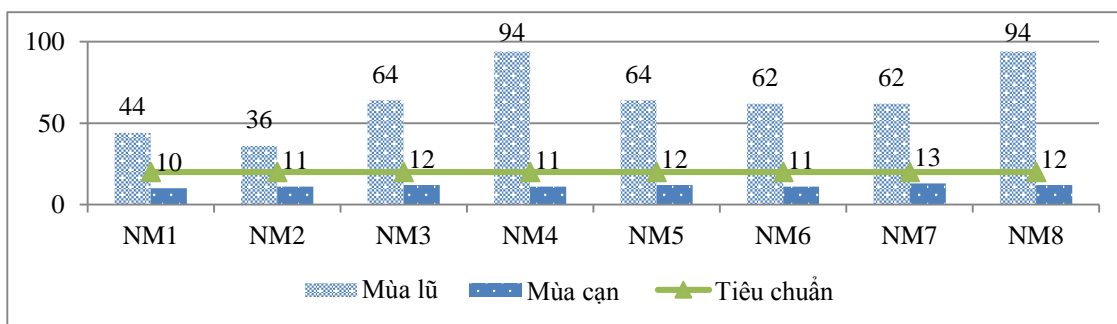


Hình 18. Chỉ tiêu Ôxy hóa học (COD) tại hồ thủy điện Lai Châu.

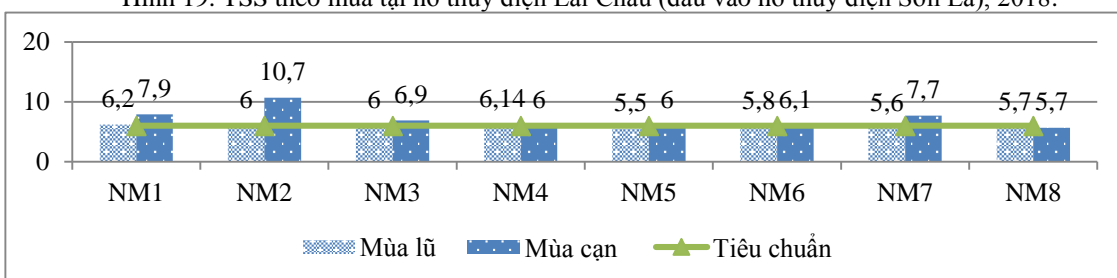
Nguồn nước tại dòng chính sông Đà có vai trò quyết định cung cấp nước cho hồ thủy điện Sơn La. Theo QCVN 08-MT:2015/ BTNMT: Nhóm chỉ tiêu vật lý: Độ dẫn điện (Cond) ở các vị trí quan trắc dao động từ 3,1 đến 4,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$; Tổng chất rắn lơ lửng (TSS) dao động từ 2 đến 30 mg/L , nằm trong GHCP. Nhóm chỉ tiêu hóa học gồm: pH, Ôxy hòa tan (DO), Amoni (NH_4^+) (tính theo N), Nitrit (NO_2^-) (tính theo N), Nitrat (NO_3^-) (tính theo N), Phosphat (PO_4^{3-}) (tính theo P), có nồng độ thấp nằm trong GHCP. Nhóm chỉ tiêu hóa học của nước còn lại gồm BOD_5 (20°C), (COD) vượt GHCP (biểu đồ 8, 9). Điều này phản ánh, chất lượng nước hồ thủy điện Lai Châu sau khi ngăn đập có độ xu hướng gia tăng ô nhiễm hữu cơ trong nước. Nhóm vi sinh (Coliform) dao động từ 90 đến 670 MPN/100ml

nằm trong GHCP. Hóa chất bảo vệ thực vật trong trạng thái không phát hiện (KPH). Như vậy, 13 thông số chất lượng nước của hồ thủy điện Lai Châu (đầu vào quan trọng nhất của hồ thủy điện Sơn La), cơ bản đáp ứng theo cột A1 trong QCVN 08-MT: 2015/BTNMT đảm bảo sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt sau khi áp dụng các biện pháp xử lý thông thường.

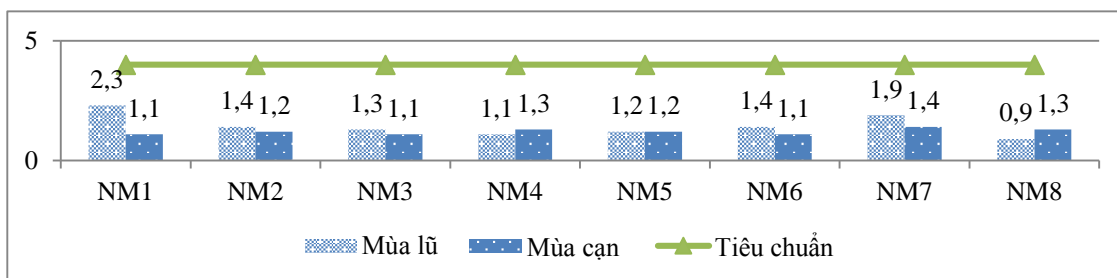
Thay đổi chất lượng nước theo mùa ở hồ thủy điện Lai Châu 2018 (đầu vào hồ thủy điện Sơn La). Nhiệt độ trung bình của nước hồ thủy điện Lai Châu tại trạm Mường Tè (2018) đo vào mùa cạn tháng III ($22,2^\circ\text{C}$), mùa lũ tháng VIII ($25,2^\circ\text{C}$). Như vậy, nhiệt độ nước trong các tháng mùa lũ có xu hướng cao hơn xấp xỉ 3°C so với các tháng mùa cạn. Thay đổi các thông số của nước theo mùa tại từ hình 19-22.



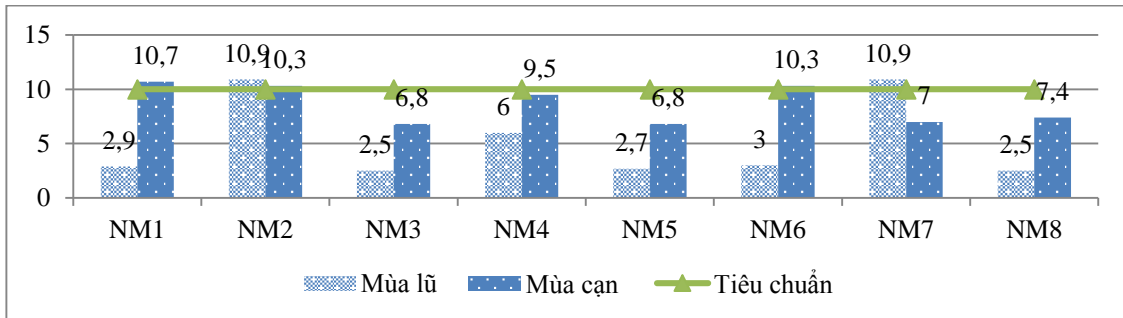
Hình 19. TSS theo mùa tại hồ thủy điện Lai Châu (đầu vào hồ thủy điện Sơn La), 2018.



Hình 20. DO theo mùa tại hồ thủy điện Lai Châu (đầu vào hồ thủy điện Sơn La), 2018.



Hình 21. BOD_5 theo mùa tại hồ thủy điện Lai Châu (đầu vào hồ thủy điện Sơn La), 2018.



Hình 22. COD theo mùa tại hồ thủy điện Lai Châu (đầu vào hồ thủy điện Sơn La), 2018.

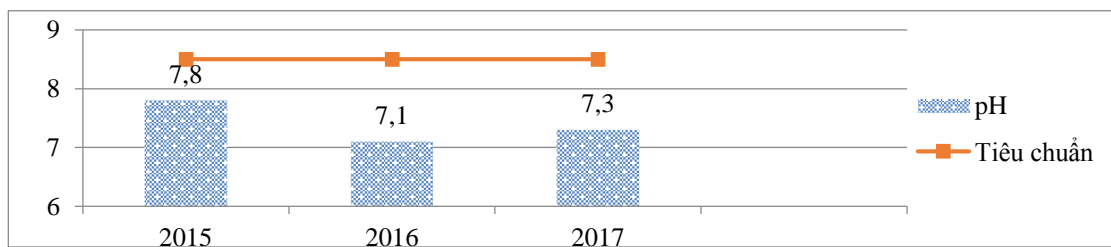
TSS trong hồ thủy điện Lai Châu vào mùa lũ cao hơn từ 3,2 - 8,5 lần so với mùa cạn ở 08 điểm lấy mẫu, tại điểm NM4 và NM8, thông số TSS mùa lũ cao gấp 8.5 lần mùa cạn, (hình 19). Nhóm thông số hóa học nước tại hồ thủy điện Lai Châu có sự chênh lệch nồng độ giữa mùa lũ và mùa cạn. DO trong hồ vào mùa cạn cao hơn mùa lũ trung bình từ 0,3 - 4,7 (mg/L), (hình 20). BOD₅ trong hồ giữa mùa lũ và mùa cạn có sự biến thiên khác nhau tại từng vị trí quan trắc, tại vị trí NM1, nồng độ BOD₅ mùa lũ cao hơn mùa cạn 1,2 (mg/L), nhưng tại vị trí NM8 (thượng lưu đập Lai Châu), nồng độ BOD₅ mùa cạn cao hơn mùa lũ 0,4 (mg/L), các vị trí còn lại nồng độ BOD₅ tương đối cân bằng, không có chênh lệch đáng kể giữa mùa lũ và mùa cạn, (hình 21). COD trong hồ diễn biến theo xu hướng nồng độ mùa cạn cao hơn mùa lũ tại 06 điểm quan trắc gồm NM1,

NM3, NM4, NM5, NM6, NM8 trung bình từ 4,1-7, 8 (mg/L), có 02 điểm NM2 và NM7, nồng độ COD mùa lũ cao hơn mùa cạn từ 0,6 -7,7 (mg/L), (hình 22).

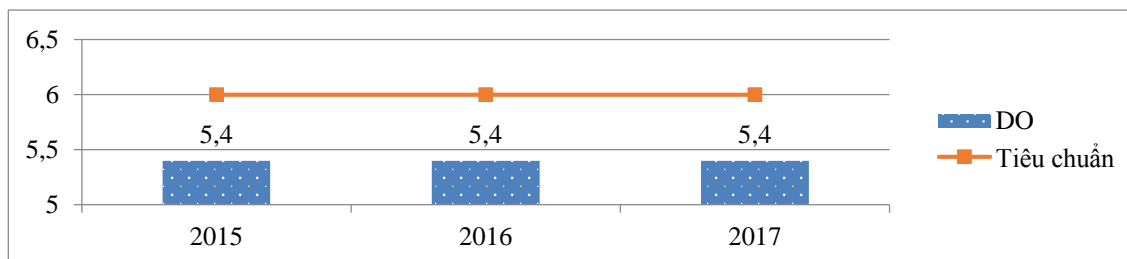
3.2.2. Chất lượng nước đầu ra tại vị trí hạ lưu đập thủy điện Sơn La

Căn cứ trên dữ liệu quan trắc chất lượng môi trường nhà máy thủy điện Sơn La giai đoạn 2015-2017, nghiên cứu này tổng hợp và thống kê các thông số chất lượng nước đầu ra (giá trị trung bình năm) của hồ chứa tại vị trí quan trắc hạ lưu đập thủy điện Sơn La. Xem bảng 4 (phụ lục).

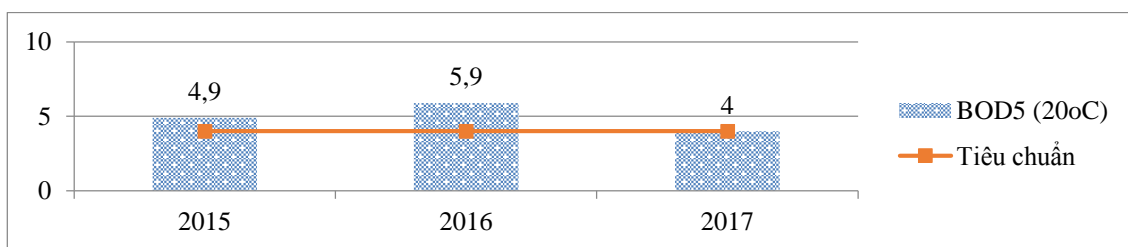
Nhóm chỉ tiêu hóa học, vật lý phản ánh chất lượng nước đầu ra của hồ thủy điện Sơn La giai đoạn 2015-2017 được trình bày từ hình 23 đến hình 27.



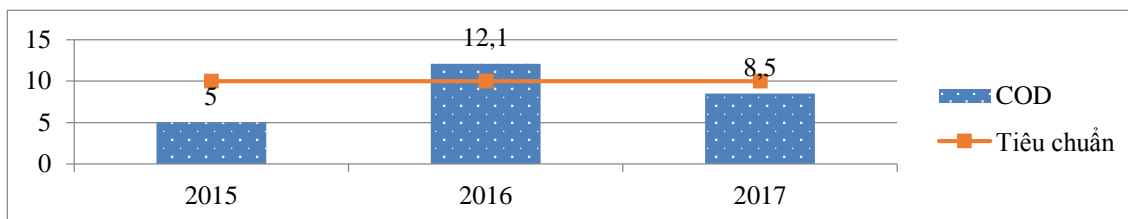
Hình 23. Chỉ tiêu (pH) trong nước 2015 - 2017 tại vị trí hạ lưu đập Sơn La.



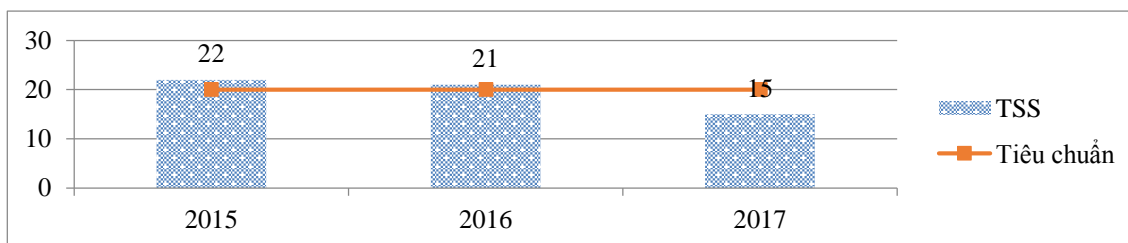
Hình 24. Chỉ tiêu Ôxy hòa tan (DO) 2015-2017 tại vị trí hạ lưu đập Sơn La.



Hình 25. Chỉ tiêu Ôxy sinh học BOD₅ (20°C) 2015-2017 tại vị trí hạ lưu đập Sơn La.



Hình 26. Chỉ tiêu Ôxy hóa học(COD) giai đoạn 2015-2017 tại vị trí hạ lưu đập Sơn La.



Hình 27. Chỉ tiêu tổng chất rắn lơ lửng (TSS) 2015-2017 tại vị trí hạ lưu đập Sơn La.

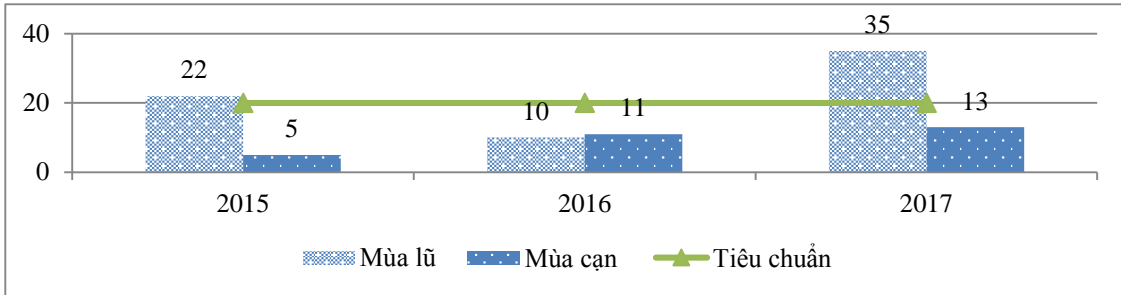
Kết quả phân tích 13 thông số chất lượng nước đầu ra của hồ thủy điện Sơn La giai đoạn 2015 - 2017 tại vị trí hạ lưu đập (bảng 4 phức lục), trình bày từ hình 21-26 xác nhận, nhóm chỉ tiêu lý hóa của nước: pH, Ôxy hòa tan (DO), Độ dẫn (Cond), Amoni (NH₄⁺), Nitrit (NO₂⁻), Nitrat (NO₃⁻), Phosphat (PO₄³⁻), Sắt (Fe), có nồng độ thấp nằm trong GHCP theo QCVN 08-MT: 2015/BTNMT (Cột A1). Nhóm chỉ tiêu hóa lý còn lại diễn biến xu hướng giảm từ năm 2015 đến 2017 như: Tổng chất rắn lơ lửng (TSS), giảm dần từ 22 (mg/L) xuống 15 (mg/L), thông số BOD₅ (20°C) giảm từ 5,9 (mg/L) xuống 4 (mg/L), và thông số COD giảm từ 12,1 xuống < 9 (mg/L) nằm trong GHCP. Nhóm vi sinh (Coliform) có nồng độ rất thấp trong hai năm 2015 và 2016, đến năm 2017, kết quả phân tích trong trạng thái không phát hiện (KPH), xác nhận nước hồ có độ sạch vi khuẩn đảm bảo an toàn. Nhóm dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật

nhóm Clo hữu cơ trong nước hồ có nồng độ rất nhỏ và thấp hơn nhiều khi so sánh với GHCP.

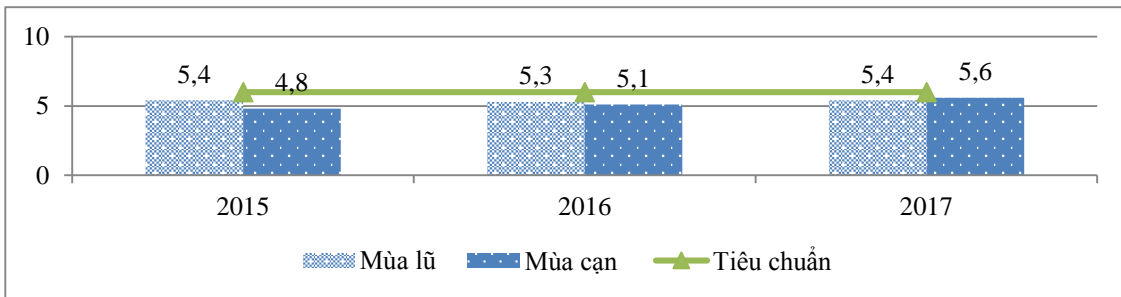
Kết quả phân tích và so sánh chất lượng nước đầu vào và đầu ra của hồ thủy điện Sơn La được phản ánh trên 13 thông số tại (bảng 3, bảng 4 phức lục), xác nhận: Chất lượng nước đầu ra của hồ thủy điện Sơn La tại vị trí hạ lưu đập diễn biến ổn định, theo xu hướng giảm dần ô nhiễm hữu cơ (BOD₅ (20°C), (COD), đồng thời tăng độ sạch khuẩn của nước khi nồng độ (Coliform) giảm đáng kể so với nguồn nước đầu vào tại hồ thủy điện Lai Châu. Điều này xác nhận các quá trình lý hóa trong nước tại hồ thủy điện Sơn La cơ bản ổn định. Điểm khác biệt lớn nhất của chất lượng nước đầu vào và đầu ra, được nhận diện qua các thông số của dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật nhóm Clo hữu cơ, nguồn nước vào dư lượng trong trạng thái (KPH), nhưng xuất hiện dư lượng nhỏ với nồng độ thấp trong thành phần của nước hồ tại vị trí hạ lưu đập hay đầu ra của hồ chứa.

Thay đổi chất lượng nước theo mùa đầu ra giai đoạn 2015 - 2016 - 2017 tại hồ thủy điện Sơn La. Nhiệt độ nước đầu ra giai đoạn 2015 - 2017 tại trạm thủy văn Tạ Bú, mùa cạn 2015, tháng III (22,6°C) mùa lũ tháng VIII (25,7°C); năm 2016, mùa cạn (22,3°C), mùa lũ (23,8°C); năm 2017 mùa cạn (24,4°C), mùa lũ (24,8°C). Như vậy,

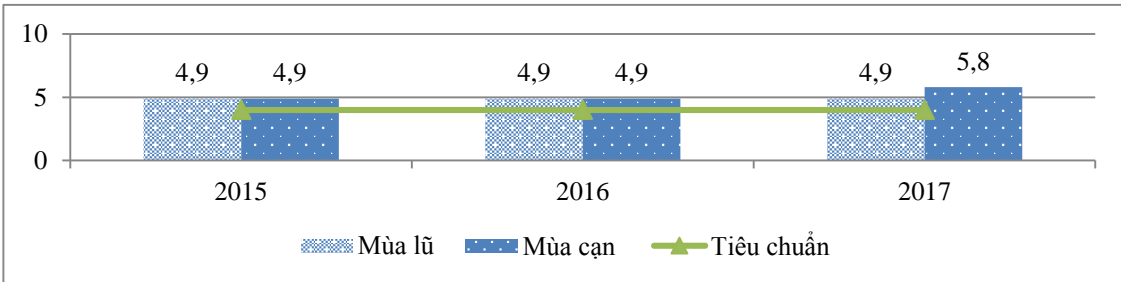
nhiệt độ nước trong các tháng mùa lũ tại đầu ra thủy điện Sơn La có xu hướng cao hơn mùa cạn xấp xỉ 3,1°C (2015), 0,3°C (2016), 0,4°C (2017). Thay đổi các thông số vật lý và hóa học nước theo mùa đầu ra hồ thủy điện Sơn La trình bày từ hình 28 - 29 - 30 - 31.



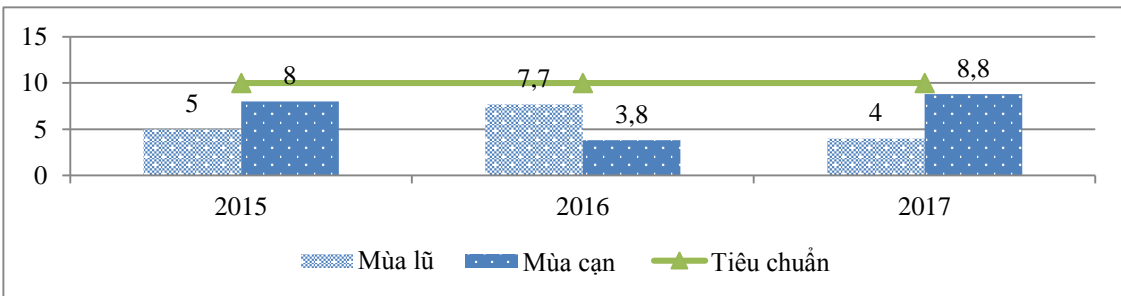
Hình 28. TSS theo mùa tại vị trí hạ lưu đập thủy điện Sơn La giai đoạn 2015-2017.



Hình 29. DO theo mùa tại vị trí hạ lưu đập thủy điện Sơn La giai đoạn 2015 - 2017.



Hình 30. BOD₅ theo mùa tại vị trí hạ lưu đập thủy điện Sơn La giai đoạn 2015 - 2017.



Hình 31. COD theo mùa tại vị trí hạ lưu đập thủy điện Sơn La giai đoạn 2015-2017.

TSS đầu ra tại vị trí quan trắc hạ lưu đập thủy điện Sơn La giai đoạn 2015 -2017 có sự chênh lệch giữa mùa lũ và mùa cạn, năm 2015, nồng độ TSS mùa lũ gấp 4,4 lần mùa cạn, sau đó có xu hướng trở về mức cân bằng vào năm 2016 nồng độ TSS mùa lũ và mùa cạn xấp xỉ nhau, tuy nhiên đến năm 2017 mức chênh lệch nồng độ TSS trong mùa lũ có xu hướng tăng lên gấp 2,7 lần TSS ở mùa cạn, (hình 28).

DO nước đầu ra hồ thủy điện Sơn La diễn biến theo xu hướng tương đối cân bằng giai đoạn 2015 - 2017, không có nhiều chênh lệch nồng độ DO giữa mùa lũ và mùa cạn, năm 2015 và 2016 nồng độ DO mùa lũ cao hơn mùa cạn tương đương là 0,6 (mg/L) và 0,2 (mg/L), tuy nhiên năm 2017, nồng độ DO mùa cạn cao hơn 0,2 (mg/L) so với mùa lũ, (hình 29).

BOD₅ nước ra khỏi hồ thủy điện Sơn La năm 2015 và 2016 có nồng độ bằng nhau giữa mùa lũ và mùa cạn là 4,9 (mg/L), năm 2017, nồng độ BOD₅ trong nước đầu ra mùa cạn cao hơn mùa lũ là 0,9 (mg/L), (hình 30).

COD nước đầu ra giai đoạn 2015 -2017 có chênh lệch tương đối cao giữa mùa lũ và mùa cạn, năm 2015, nồng độ COD mùa cạn cao hơn mùa lũ 3 (mg/L), tuy nhiên đến năm 2016, nồng độ COD trong nước đầu ra vào mùa lũ cao hơn mùa cạn là 3,9 (mg/L), năm 2017, nồng độ COD nước ra khỏi hồ mùa cạn cao hơn nước ra khỏi hồ mùa lũ là 4,8 (mg/L), (hình 31).

4. Thảo luận

Diễn biến chất lượng nước hồ chứa thủy điện Sơn La phụ thuộc trực tiếp từ nguồn nước đầu vào tại lưu vực hồ thủy điện Sơn La (LVHSL) nằm trên lưu vực sông Đà, thuộc khu vực Tây Bắc Việt Nam, có tọa độ từ 21°15'15" đến 22°45'10" vĩ độ Bắc, từ 102°50'10" đến 104°35'15" kinh độ Đông. Lưu vực hồ thủy điện Sơn La có diện tích khoảng 11.135 km², chiếm một phần diện tích các tỉnh Sơn La, Lai Châu, Điện Biên, Nguyễn Văn Dũng, 2015 [16].

Đặc điểm thủy trong phạm vi lưu vực đóng vai trò quyết định đến thành phần môi trường nước, cấu trúc sinh học của hệ sinh thái đất ngập

nước trong hồ thủy điện Sơn La. Thời điểm trước ngăn đập (2009), tổng lượng mưa đo được tại trạm Mường Lay trên dòng chính sông Đà đạt 1895.1 mm/năm, số ngày mưa 123 ngày/năm, lượng mưa lớn nhất 121.5 mm, số ngày mưa lớn nhất tập trung vào tháng VII hàng năm. Trị số nhiệt độ nước 23.8°C, nhiệt độ nước nóng nhất vào tập trung vào tháng V (26.3°C). Trị số mực nước (độ cao) trung bình năm năm 16706 cm, tháng XII hàng năm có mực nước cao nhất trong năm, trung bình 17181 cm. Trị số lưu lượng nước trung năm đạt 837 m³/s/năm. Sau ngăn đập, đặc điểm thủy văn hồ chứa có những thay đổi so với năm 2009, cụ thể: tổng lượng mưa (trạm Mường Lay) đo năm 2015 đạt 2031.3 mm/năm, số ngày mưa 155 ngày/năm, lượng mưa lớn nhất 119.8 mm, số ngày mưa lớn nhất tập trung vào tháng III (23 ngày mưa), trị số nhiệt độ nước 24.8°C, tháng VI, nước có nhiệt độ nóng nhất đạt 27.4°C, trị số mực nước (độ cao) trung bình năm 2015 đạt 20357 cm, tháng XII có mực nước cao nhất 21440 cm, trị số lưu lượng nước trung năm đo năm 2016 là 999 m³/s/năm [17].

Các hoạt động kinh tế, xã hội, nhân văn trong phạm vi lưu vực trên có ảnh hưởng trực tiếp, gián tiếp đến môi trường nước hồ chứa. Sau khi tích nước năm 2010 đến nay, việc sử dụng đất và nước của cư dân lưu vực đang làm thay đổi chế độ thủy văn tại hồ. Do vậy, thông qua thay đổi các chỉ tiêu hóa lý, vi sinh, dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật trong nước, gợi ý cho nghiên cứu tác động của các thông số này đến sinh học thủy văn và hỗ trợ các kế hoạch quản lý và phục hồi hệ sinh thái hồ chứa, Brian D. Richter Jeffrey V. Baumgartner Jennifer Powell, David P. Braun, 1996 [18].

Canh tác trên đất dốc, trồng các loại cây lương thực ngăn ngày theo tập quán canh tác ở nhiều cộng đồng dân tộc tại lưu vực hồ thủy điện Sơn La làm gia tăng tốc độ xói mòn, rửa trôi của đất kèm theo các loại chất rắn hòa tan ảnh hưởng đến quá trình bồi lắng và tăng tích lũy trầm tích làm thay đổi dòng chảy tại khu vực hồ thủy điện Sơn La, Trần Anh Tuấn, Nguyễn Tứ Dân, 2012 [19]. Các hoạt động của con người trong đó có việc xây dựng các đường giao thông, các công trình dân dụng phục vụ tái định cư trên các sườn

có độ ổn định thấp, tăng tải trên sườn dốc và các khu vực kế cận mép sườn là những nguyên nhân gây trượt lở và tích tụ trầm tích hồ thủy điện Sơn La, Trần Anh Tuấn, Nguyễn Tứ Dân, 2012 [19]. Một phát hiện từ kết quả nghiên cứu được đưa ra thảo luận, quá trình canh tác nông nghiệp trên đất dốc ở các dân tộc cư trú phạm vi lưu vực hồ ảnh hưởng đến bồi lắng lòng hồ thủy điện Sơn La nên được xem xét tính bền vững và hiệu quả kinh tế dựa trên khả năng xen ghép cây trồng lương thực gốc bản địa phù hợp tại khu vực đầu nguồn, Karine Vezina, Ferdinand Bonn, Cu Pham Van 2006 [20]. Xác nhận vai trò quan trọng của rừng đầu nguồn để ngăn cản trượt lở đất đá và xói mòn đất xuống lòng hồ thủy điện, rừng phòng hộ tại hồ thủy điện Sơn La được bảo vệ nghiêm ngặt với các hình thức quản lý rừng dựa vào cộng đồng ở cộng đồng người Thái, Đỗ Xuân Đức, 2013 [21]. Bên cạnh đó, để nâng cao hiệu quả việc bảo vệ rừng đầu nguồn cho lưu vực hồ chứa, người dân cần được tham gia các khóa học ngắn hạn để quản lý tốt rừng cộng đồng với các dịch vụ hệ sinh thái mang lại cho con người, Marianne Schmink, 2008 [22]. Đồng thời, hướng tới tính bền vững của quản lý rừng dựa vào cộng đồng, Nath T.K., Jashimuddin M., Inoue M, 2016 [23]. Nâng cao chất lượng nước hồ thủy điện Sơn La, việc phát triển trồng rừng phòng hộ trên đai cao mang lại nhiều lợi ích cho cộng đồng và duy trì mức nước an toàn cho hồ chứa Sơn La (202m), có thể đưa mực nước các hồ về mức an toàn khi dự báo có khả năng xảy ra lũ lớn trên hệ thống trong 72 giờ tại hồ thủy điện Sơn La, Vũ Thị Minh Huệ, 2016 [24].

Thông số quan trắc chất lượng môi trường nước mặt giai đoạn 2010-2018 tại hồ thủy điện Sơn La phản ánh hiện trạng phát triển các hoạt động xây dựng cơ sở hạ tầng, kinh tế dịch vụ: trồng trọt, đánh bắt, nuôi trồng thủy sản, giao thông vận tải đường thủy, du lịch có ảnh hưởng đến chất lượng môi trường nước mặt. Mặc dù 13 thông số quan trắc nước mặt chưa vượt quá (GHCP), giới hạn cho phép theo quy chuẩn nhưng tiềm ẩn nhiều nguy cơ báo động trong tương lai. Hiện nay, lòng hồ thủy điện Sơn La phát triển nhanh hoạt động nuôi trồng thủy sản theo mô hình các HTX thủy sản (hợp tác xã) cá

lòng. Tại khu vực trung tâm lòng hồ trên địa bàn huyện Quỳnh Nhai (Sơn La), tập trung khoảng trên 5000 lồng cá, việc này tỷ lệ thuận với quá trình gia tăng hàm lượng phú dưỡng dư thừa trong thức ăn thủy sản, chất thải, hóa chất kháng sinh. Đây là môi trường thuận lợi phát sinh các hợp chất độc hại: Amoni (NH_4^+) Nitrit (NO_2^-) Nitrat (NO_3^-), Phosphat (PO_4^{3-}) trong môi trường nước mặt tại hồ thủy điện Sơn La. Các hợp chất trên có thể thúc đẩy sự phú dưỡng của nước tiếp nhận và có khả năng gây độc cho cá và các sinh vật thủy sinh khác. Do vậy, áp dụng công nghệ xử lý chất thải theo phương pháp tự nhiên, loại bỏ chất gây ô nhiễm này khỏi chất thải là biện pháp cần nghiên cứu, áp dụng, M.L. Nguyen, C.C.Tanner, [25]. Kết quả phân tích cho thấy dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật nhóm Clo hữu cơ tại nguồn nước đầu vào hồ thủy điện Sơn La từ hồ Lai Châu trong trạng thái rất thấp (KPH) không phát hiện. Tuy nhiên, kết quả chất lượng đầu ra tại hồ thủy điện Sơn La giai đoạn 2015 - 2017, đã phát hiện xuất hiện dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật, mặc dù kết quả phân tích cho thấy nhóm này ở mức độ rất thấp so với GHCP (giới hạn cho phép). Nhưng tương lai cần được quan tâm. Bởi vì thành phần trong thuốc bảo vệ thực vật/thuốc trừ cỏ không chỉ tồn tại gây ô nhiễm cho môi trường nước, các loại thủy sản, còn tích tụ trong trầm tích hồ, gây ra các tác động có hại lâu dài cho môi trường, Godfred Darko, Osei Akoto, Caleb Oppong [26]. Ngoài việc tác động lâu dài cho môi trường nước, dư lượng từ hóa chất bảo vệ thực vật, thuốc trừ cỏ còn ảnh hưởng dài hạn sức khỏe của hệ sinh thái thủy sinh, người sử dụng thủy sản hồ chứa, Prabhu L. Pingali, Cynthia B. Marquez and Florencia G. Pali, 1994 [27]. Do vậy, cần kết hợp giải pháp phát triển nông nghiệp bền vững trên đất dốc với tuyên truyền thay đổi thói quen dùng thuốc bảo vệ thực vật, đặc biệt là thuốc trừ cỏ trong canh tác nông nghiệp ở cộng đồng dân tộc trong phạm vi lưu vực hồ thủy điện Sơn La.

Phân tích được diễn biến chất lượng nước hồ thủy điện Sơn La giai đoạn (2010-2018), với những thảo luận bước đầu được chỉ ra, là cơ sở để những nghiên cứu tiếp theo đánh giá ảnh hưởng của các nhân tố tự nhiên, xã hội và nhân

vấn tác động đến diễn biến môi trường nước hồ chứa hiện tại và tương lai.

5. Kết luận

Kết quả phân tích diễn biến chất lượng nước tại hồ thủy điện Sơn La (2010-2018) cho thấy, trước thay đổi của điều kiện thủy văn sau ngăn đập cùng với tác động ngày càng khó dự báo các hiện tượng thời tiết cực đoan như khô hạn kéo dài, lũ ống, lũ quét gây hiện tượng trượt lở đất đá cục bộ và gia tăng các hoạt động kinh tế dịch vụ của cộng đồng các dân tộc trong phạm vi lưu vực hồ thủy điện Sơn La. Đây chính là nhân tố tự nhiên, xã hội, nhân văn quyết định đến xu thế biến đổi môi trường nước hồ thủy điện Sơn La.

Phân tích thay đổi chất lượng nước theo mùa tại thời điểm trước và sau ngăn đập, chất lượng nước theo mùa nước đầu vào và nước ra khỏi hồ thủy điện Sơn La theo mùa lũ và mùa cạn, xác nhận sau 08 năm hoạt động sản xuất điện năng của nhà máy thủy điện Sơn La, chất lượng nước diễn biến theo mùa với 04 đặc điểm sau: (1) xu hướng tăng nhiệt độ nước (T_n), trong mùa lũ và giảm (T_n) ở mùa cạn; (2) thông số vật lý nước (TSS) xu hướng tăng cao trong mùa lũ; (3) thông số hóa học nước gồm DO, BOD₅, COD diễn biến nồng độ thay đổi mùa lũ và mùa cạn tương đối cân bằng; (4) Quá trình thay đổi chất lượng nước không chỉ phụ thuộc vào mùa lũ và mùa cạn mà còn phụ thuộc vào dòng chính sông Đà và các phụ lưu cung cấp nước từ lưu vực hồ thủy điện Sơn La.

So sánh thông số chất lượng nước mặt tại hồ thủy điện Sơn La năm 2010 -2018 ghi nhận xuất hiện 02 quá trình hóa lý trong môi trường nước hồ thủy điện gồm: Tăng phân hủy sinh khối dẫn đến tăng hàm lượng muối Nitrit (NO₂-), Nitrat (NO₃-), Phosphat (PO₄³⁻), đồng thời tăng nhu cầu oxy sinh học BOD₅ (20°C) và nhu cầu oxy hóa học (COD). Tăng tích lũy trầm tích do quá trình rửa trôi, bồi lắng từ đất thuộc các phụ lưu đổ làm dòng chảy chậm lại dẫn đến một phần tổng chất rắn lơ lửng (TSS) thay đổi.

Kết quả phân tích chất lượng nước hồ thủy điện La còn nhận diện được hoạt động nuôi trồng thủy sản phát triển nhanh phát sinh lượng phú

dưỡng cao dễ sản sinh các hợp chất độc hại: Amoni (NH₄⁺) Nitrit (NO₂-) Nitrat (NO₃-), Phosphat (PO₄³⁻) cho môi trường nước. Đồng thời, số liệu phân tích xác nhận xu hướng gia tăng của dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật nhóm Clo hữu cơ: Aldrin, Dieldrin, Endrin, BHC, DDT, Endosulfan, (Thiodan), Lindan, Chlordane, Heptachlor & Heptachlorepoxide. Đây là hệ quả của hoạt động canh tác nông nghiệp sử dụng thuốc bảo vệ thực vật, thuốc trừ cỏ thiếu kiểm soát, tràn lan trên đất dốc trong phạm vi lưu vực hồ thủy điện Sơn La. Vào mùa mưa từ tháng VI – VIII hàng năm, dư lượng này tích tụ trên bề mặt đất được tải xuống hồ chứa, ảnh hưởng không tốt cho chất lượng nước hồ thủy điện Sơn La. Tuy nhiên, trong giai đoạn 2010 - 2018, diễn biến các nhóm thông số hóa lý, vi sinh và nhóm dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật trong nước hồ thủy điện Sơn La tại đầu vào và đầu ra duy trì ổn định, chất lượng nước mặt cơ bản đáp ứng được yêu cầu phát triển, sử dụng của hồ chứa đa chức năng, một số quá trình thay đổi trong nước hồ thủy điện Sơn La có biến thiên nhưng trong giới hạn quy chuẩn cho phép./.

Lời cảm ơn

Tác giả xin chân thành cảm ơn Công ty Thủy điện Sơn La; Trung tâm quan trắc Tài nguyên và Môi trường tỉnh Sơn La; Trung tâm quan trắc Tài nguyên và Môi trường tỉnh Lai Châu đã cho phép sử dụng nguồn dữ liệu.

Tài liệu tham khảo

- [1] R.E. Tharme, A global perspective on environmental flow assessment: emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers, *River Res.* 19 (2003) 397-441. <https://doi.org/10.1002/rra.736>.
- [2] Atobatele, Oluwatosin, E.Ugwumba, Seasonal variation in the physicochemistry of a small tropical reservoir (Aiba Reservoir, Iwo, Osun, Nigeria). *African Journal of Biotechnology* 7 (2008) 1962-1971. <https://doi:10.5897/ajb2008.000-5043>.
- [3] M.A. Locke, S.S. Knight, S. Smith, Jr.R.F. Cullum, R.M. Zablotowicz, Y. Yuan, R.L. Bingner, Environmental quality research in the Beasley Lake watershed, 1995 to 2007: Succession

- from conventional to conservation practices, *Journal of soil and water conservation* 63 (2008) 430-442. <https://doi.org/10.2489/jswc.63.6.430>.
- [4] Jacek Namieśnik, Bożena, Zabiegała Agata, Kot-Wasik Monika, Partyka Andrzej Wasik, Passive sampling and/or extraction techniques in environmental analysis: a review, *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 381 (2004) 279-301. <https://doi.org/10.1007/s00216-004-2830-8>.
- [5] Krzysztof Loska, Danuta Wiechuła, Application of principal component analysis for the estimation of source of heavy metal contamination in surface sediments from the Rybnik Reservoir, *Chemosphere* 51 (2003) 723-733. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(03\)00187-5](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(03)00187-5).
- [6] Fasil Degefua, Seyoum, Mengistub, Michael, Schagerlc, Influence of fish cage farming on water quality and plankton in fish ponds: A case study in the Rift Valley and North Shoa reservoirs, Ethiopia, *Aquaculture* 316 (2011) 129 - 135. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.03.010>.
- [7] Pei Zhao Xiangyu, Tang Jialiang, Chao Wang, Assessing Water Quality of Three Gorges Reservoir, China, Over a Five-Year Period From 2006 to 2011, *Water Resources Management* 27 (2013) 4545-4558. <https://doi.org/10.1007/s11269-013-0425-x>.
- [8] Nguyễn Thanh Hùng, Nguyễn Thị Thu Huyền, Nghiên cứu diễn biến chất lượng nước hồ Đại Lải tỉnh Vĩnh Phúc qua một năm đo đạc và thu thập dữ liệu, *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường* 31 (2010) 1-8.
- [9] Trần Thiện Cường, Đánh giá chất lượng môi trường nước sông Uông, thành phố Uông Bí, tỉnh Quảng Ninh, *Tạp chí Khoa học - Đại học Quốc gia Hà Nội, Các Khoa học Trái đất và Môi trường* 32 (2016) 65-69.
- [10] Nguyễn Văn Bình, Hồ chứa nước ở Ninh Thuận: kết quả và định hướng phát triển, *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường* 35 (2011) 1-6.
- [11] Ngô Thị Thùy Dương, Lê Đình Thành, Phan Văn Yên, Xung đột môi trường trong sử dụng tài nguyên nước mặt lưu vực sông Srêpok", *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường* 41 (2013) 114 -120.
- [12] Hồ Thanh Hải, Đặc trưng sinh thái môi trường nước hồ chứa Hoà Bình và một số ý kiến sử dụng hợp lý, *Luận án Tiến sĩ sinh học, Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật*, 1995.
- [13] Công ty thủy điện Sơn La - Trung tâm Quan trắc Tài nguyên & Môi trường tỉnh Sơn La, Báo cáo tổng hợp quan trắc chất lượng môi trường nhà máy thủy điện Sơn La, năm 2010, 2015, 2016, 2017, Sơn La.
- [14] Công ty thủy điện Sơn La - Trung tâm Quan trắc Tài nguyên & Môi trường tỉnh Lai Châu, Báo cáo tổng hợp quan trắc chất lượng môi trường nhà máy thủy điện Lai Châu, đợt 1/2018, Lai Châu.
- [15] Bộ Tài nguyên và Môi trường, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt, QCVN 08-MT:2015/ BTNMT, Hà Nội, 2015.
- [16] Nguyễn Văn Dũng, Nghiên cứu đánh giá nguy cơ trượt lở đất lưu vực hồ thủy điện Sơn La bằng công nghệ viễn thám và GIS, *Luận văn thạc sỹ bản đồ viễn thám và hệ thống tin Địa lý, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN (2015)* 1-80.
- [17] Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Tây Bắc, Báo cáo dữ liệu thủy văn hồ: thống kê trị số đặc trưng lượng mưa, trị số nhiệt độ nước, trị số mực nước, trị số lưu lượng nước vào hồ thủy điện Sơn La tại 6 trạm thủy văn khu vực hồ thủy điện Sơn La giai đoạn 2009 - 2016, Sơn La.
- [18] D. Brian Richter, V. Jeffrey Baumgartner, Jennifer Powell, P. David Braun, A Method for Assessing Hydrologic Alteration within Ecosystems, *Conservation Biology* 10 (1996) 1163-1174. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1996.10041163.x>.
- [19] Trần Anh Tuấn, Nguyễn Tứ Dân, Nghiên cứu nhạy cảm và phân vùng nguy cơ trượt lở đất khu vực hồ thủy điện Sơn La theo phương pháp phân tích cấp bậc SAATY, *Tạp chí Các khoa học về Trái đất* 34 (2012) 223 -232.
- [20] Karine Vezina, Ferdinand Bonn, Cu Pham Van, Agricultural land-use patterns and soil erosion vulnerability of watershed units in Vietnam's northern highlands, *Landscape Ecology* 21 (2006) 1311-1325. <https://doi.org/10.1007/s10980-006-0023-x>.
- [21] Đỗ Xuân Đức, Kinh nghiệm sử dụng tài nguyên gắn với bảo vệ môi trường của cộng đồng người Thái tại ven hồ thủy điện Sơn La, *Tạp chí Khoa học - Đại học Quốc gia Hà Nội, Các Khoa học Trái đất và Môi trường* 29 (2013) 26 - 34.
- [22] Schmink, M. Nicholas, K. Menzies, Our Forest, Your Ecosystem, Their Timber: Communities, Conservation, and the State in Community-Based Forest Management, *Human Ecology* 36 (2008) 449-451. <https://doi.org/10.1007/s10745-007-9157-y>.
- [23] T.K. Nath, M. Jashimuddin, M. Inoue, Toward Sustainability of Community-Based Forest Management, *World Forests*, 22 (2016) 155-167. https://doi.org/10.1007/978-3-319-42387-6_7.
- [24] Vũ Thị Minh Huệ, Nghiên cứu chế độ vận hành tích nước hồ chứa Sơn La và Hoà Bình, *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường* 54 (2016) 1-8.

- [25] M.L. Nguyen, C.C. Tanner, Ammonium removal from wastewaters using natural New Zealand zeolites, *New Zealand Journal of Agricultural Research* 41 (1998) 427-446. <https://doi.org/10.1080/00288233.1998.9513328>.
- [26] Godfred Darko, Osei Akoto, Caleb Oppong, Persistent organochlorine pesticide residues in fish, sediments and water from Lake Bosomtwi, Ghana, *Chemosphere* 72 (2008) 21-24. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.02.052>.
- [27] L. Prabhu Pingali, B. Cynthia Marquez, G. Florencia Palis, Pesticides and Philippine Rice Farmer Health: A Medical and Economic Analysis, *American Journal of Agricultural Economics* 76 (1994) 587-592. <https://doi.org/10.2307/1243669>.

Phụ lục

Bảng 1. Chất lượng nước mặt tại 03 vị trí quan trắc trên sông Đà tháng 05/2010

STT	Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị	Vị trí quan trắc			QCVN 08-MT: 2015/ BTNMT (Cột A1)
			Cầu Hang Tôm (Mường Lay, Điện Biên)	Cầu Pá Uôn, (Quỳnh Nhai, Sơn La)	Thượng lưu đập Mường La (Sơn La)	
1	Ôxy hòa tan (DO)	mg/L	3,83	3,24	3,32	≥ 6
2	Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/L	90	31,5	118	20
3	Ôxy sinh học BOD ₅ (20°C)	mg/L	2,3	2,3	6,0	4
4	Nhu cầu oxy hóa học (COD)	mg/L	14	11,0	30,1	10
5	Amoni (NH ₄ ⁺) (tính theo N)	mg/L	0.15	0.24	0.19	0,3
6	Nitrit (NO ₂ ⁻) (tính theo N)	mg/L	0.004	0.006	0.014	0,05
7	Nitrat (NO ₃ ⁻) (tính theo N)	mg/L	6	7	8	2
8	Phosphat (PO ₄ ³⁻) (tính theo P)	mg/L	0,08	0,13	0,12	0,1
9	Clorua (Cl ⁻)	mg/L	9,8	8,9	0,19	250
10	Cyanua (CN)	mg/L	0,003	0,018	0,02	0,05
11	Sắt (Fe)	mg/L	1,43	1,21	1,28	0,5
12	Coliform vi khuẩn trong nước	MPN/ 100mL	230	930	230	2500

Bảng 2. Chất lượng nước hồ thủy điện Sơn La năm 2017 tại 03 vị trí quan trắc

STT	Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị	Vị trí quan trắc			Theo QCVN 08-MT:2015/ BTNMT (Cột A1)
			Cầu Hang Tôm (Mường Lay, Điện Biên)	Cầu Pá Uôn, (Quỳnh Nhai, Sơn La)	Thượng lưu đập Mường La (Sơn La)	
1	pH	-	7,6	7,4	7,3	6-8,5
2	Ôxy hòa tan (DO)	mg/L	5,2	5,2	5,2	≥ 6
3	Độ dẫn (Cond)	μS/cm	147,0	139,2	137,6	-
4	Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/L	13	14	10	20
5	BOD ₅ (20°C)	mg/L	5,5	4,5	4,2	4
6	COD	mg/L	12	9	< 9	10
7	Amoni (NH ₄ ⁺) (tính theo N)	mg/L	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,3
8	Nitrit (NO ₂ ⁻) (tính theo N)	mg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05
9	Nitrat (NO ₃ ⁻) (tính theo N)	mg/L	0,69	< 0,4	< 0,4	2
10	Phosphat(PO ₄ ³⁻) (tính theo P)	mg/L	< 0,08	< 0,08	< 0,08	0,1
11	Sắt (Fe)	mg/L	0,57	< 0,3	< 0,3	0,5
12	Coliform	MPN/100mL	100	KPH	KPH	2500
	Dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật nhóm Clo hữu cơ					
	Aldrin	μg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,1
	Dieldrin	μg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,1
	BHC	μg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,02
	DDT	μg/L	< 0,02	< 0,02	< 0,02	1
	Heptachlor & Heptachlorepoxide	μg/L	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,2

Bảng 3. Chất lượng nước hồ thủy điện Lai Châu đợt (đầu vào hồ Sơn La) năm 2018

STT	Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị	Vị trí lấy mẫu quan trắc								QCVN 08-MT: 2015/ BTNMT (Cột A1)
			NM1	NM2	NM3	NM4	NM5	NM6	NM7	NM8	
1	pH	-	6,5	6,6	6,5	6,7	6,3	6,5	6,6	6,8	6-8,5
2	Ôxy hòa tan (DO)	mg/L	6	6,1	6	6,3	5,8	5,7	5,5	5,6	≥ 6
3	Độ dẫn (Cond)	μS/cm	4,2	3,3	3,6	4,1	3,7	3,1	3,3	4,8	-
4	Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/L	6	2	30	23	10	2	25	23	20
5	BOD ₅ (20°C)	mg/L	3,7	7,4	9,2	7,8	8,8	11,1	10,6	12,4	4
6	COD	mg/L	6,1	12,3	15,4	13,1	14,6	18,4	17,7	20,7	10
7	Amoni (NH ₄ ⁺) (tính theo N)	mg/L	0,078	0,054	KPH	0,039	0,114	0,016	0,055	0,053	0,3
8	Nitrit (NO ₂ ⁻) (tính theo N)	mg/L	0,03	0,01	0,04	0,04	0,05	0,01	0,05	0,04	0,05
9	Nitrat (NO ₃ ⁻) (tính theo N)	mg/L	0,14	0,10	0,08	0,07	0,12	0,33	0,28	0,30	2
10	Phosphat(PO ₄ ³⁻) (tính theo P)	mg/L	0,141	0,098	0,073	0,146	0,095	0,11	0,114	0,115	0,1
11	Sắt (Fe)	mg/L	0,04	0,02	0,02	0,02	0,07	0,02	0,1	0,14	0,5
12	Coliform	MPN/100mL	670	500	360	140	520	600	90	160	2500
13	Dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật nhóm Clo hữu cơ	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH	-

Bảng 4. Chất lượng nước đầu ra của hồ thủy điện Sơn La tại vị trí hạ lưu đập (đầu ra của hồ thủy điện Sơn La giai đoạn 2015 – 2017)

STT	Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị	Năm			QCVN 08 MT: 2015/ BTNMT (Cột A1)
			2015	2016	2017	
1	pH	-	7,8	7,1	7,3	6-8,5
2	Ôxy hòa tan (DO)	mg/L	5,4	5,4	5,4	≥ 6
3	Độ dẫn (Cond)	μS/cm	141,8	147,5	139,2	-
4	Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/L	22	21	15	20
5	BOD ₅ (20°C)	mg/L	< 5	5,9	4,0	4
6	COD	mg/L	5	12,1	< 9	10
7	Amoni (NH ₄ ⁺) (tính theo N)	mg/L	< 0,02	0,04	< 0,3	0,3
8	Nitrit (NO ₂ ⁻) (tính theo N)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,05	0,05
9	Nitrat (NO ₃ ⁻) (tính theo N)	mg/L	< 0,06	< 0,06	< 0,4	2
10	Phosphat(PO ₄ ³⁻) (tính theo P)	mg/L	< 0,03	< 0,03	< 0,08	0,1
11	Sắt (Fe)	mg/L	< 0,07	0,13	< 0,3	0,5
12	Coliform	MPN/100mL	900	100	KPH	2500
13	Dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật nhóm Clo hữu cơ					
	Aldrin	μg/L	0,000	< 0,05	< 0,05	0,1
	Dieldrin	μg/L	0,000	< 0,05	< 0,05	0,1
	BHC	μg/L	0,000	< 0,05	< 0,05	0,02
	DDT	μg/L	0,000	< 0,02	< 0,02	1