

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN AN TOÀN HỒ CHỨA NƯỚC ĐÁ BÀN TỈNH BÌNH ĐỊNH

Nguyễn Thị Minh Hằng

Trường Đại học Thủy lợi

Võ Hà Dương

Đại học Quốc gia Hà Nội

Nguyễn Cao Đơn

Viện Khoa học Tài nguyên nước

Tóm tắt: Việt Nam hiện có rất nhiều hồ chứa nước các loại phục vụ cho các ngành nông nghiệp, công nghiệp, dịch vụ. Phần lớn các hồ được xây dựng trong thời kỳ chiến tranh với công nghệ thô sơ, kỹ thuật đơn giản nên khả năng mất an toàn cao. Dưới tác động mạnh mẽ của biến đổi khí hậu (BDKH), rủi ro về an toàn công trình ngày càng trở nên vấn đề được xã hội quan tâm. Trong nghiên cứu này đã phân tích, đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến vấn đề an toàn đập dâng của hồ chứa nước Đá Bàn tỉnh Bình Định về tiêu chí lũ. Kết quả cho thấy khi xét đến sự tác động của BDKH thì chiều cao của đập dâng sẽ gia tăng thêm một khoảng từ 7% đến 10% so với chiều cao thiết kế ban đầu.

Từ khóa: Hồ chứa nước, biến đổi khí hậu, an toàn đập, chiều cao của đập dâng, Bình Định

Summary: Vietnam currently has a lot of reservoirs of all kinds, supplying water to agriculture, industry and other sectors. Most of the reservoirs were built during Vietnam wars with low standard, low fund and simple technology, therefore the safety of such reservoir dams was not that high. Under the strong impact of climate change, safety risks of dams are increasingly becoming a cause for public concern. In this study, the impact of climate change on the safety of the Da Ban reservoir in Binh Dinh province was analyzed and assessed in terms of flood criteria. The results show that under the climate change condition, the height of the dam should be increased by 7% to 10% compared with the originally designed dam height.

Keywords: Reservoir, climate change, dam safety, dam height, Binh Dinh

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tỉnh Bình Định là một tỉnh duyên hải miền trung, có nhiều hồ chứa được xây dựng. Các công trình thủy lợi trên địa bàn tỉnh Bình Định đã đáp ứng nhu cầu nước cho sản xuất nông nghiệp, góp phần đáng kể cho ngành nông nghiệp ứng dụng tiến bộ kỹ thuật, thâm canh, sử dụng giống mới, nâng cao năng suất, chất lượng sản phẩm nông nghiệp, nhất là sản xuất lúa và một số cây trồng cận chủ lực của tỉnh. Tuy nhiên, hầu hết các công trình thủy lợi, nhất là các hồ chứa nước loại vừa và nhỏ được xây

dựng trong những năm 1980 của thế kỷ trước với phong trào nhà nước và nhân dân cùng làm hoặc nhân dân làm, nhà nước hỗ trợ với nguồn vốn hạn hẹp, công tác quản lý đầu tư xây dựng chưa chặt chẽ nên hầu hết các công trình đầu tư không hoàn chỉnh và chất lượng chưa đảm bảo (Phạm Ngọc Quý, 2004).

Trên địa bàn tỉnh Bình Định hiện có trên 165 hồ chứa thủy lợi, trong đó có khoảng 15 hồ thuộc loại hồ đập lớn, phần lớn số hồ có dung tích chứa vừa và nhỏ. Một số công trình đã và đang bị xuống cấp nghiêm trọng (Viện Quy hoạch

Thủy lợi, 2020). Mặc dù những năm qua, tỉnh Bình Định đã tích cực sử dụng nhiều nguồn vốn để đầu tư nâng cấp các hồ chứa nhỏ, nhưng hiện nay vẫn còn khoảng 37 hồ chứa nước bị xuống cấp trầm trọng ảnh hưởng đến an toàn công trình và hiệu quả phục vụ sản xuất dân sinh, cần phải được ưu tiên sửa chữa trong những năm tới (Quy hoạch Thủy lợi tỉnh Bình Định, 2016).

Hơn nữa, biến đổi khí hậu (BĐKH) đã và đang làm cho tình hình lũ lụt ở nước ta nói chung, và tại tỉnh Bình Định nói riêng, ngày càng trở nên thường xuyên hơn, nghiêm trọng hơn, bất thường hơn và gây ra những tác động ngày càng rộng lớn hơn (IPCC, 2014; Báo TNMT, 2020; IMHEN, 2015; Đặng Thanh Bình và Phan Thị Hoàn, 2013; Trần Thanh Xuân và cộng sự, 2011). Sự bất thường về khí hậu và thiên tai xảy ra thường xuyên tác động rất lớn đến sức chịu tải, độ bền, độ an toàn của các công trình được thiết kế trước đó khi chưa hề xem xét đến yếu tố BĐKH. Địa hình tỉnh Bình Định đa dạng gồm miền núi, đồng bằng, cồn cát ven biển và hải đảo, rất thuận lợi cho việc đón các hoàn lưu khí hậu và tạo thành các đợt mưa lũ lớn trên địa bàn toàn tỉnh. Mặt khác, địa hình vùng núi tiếp giáp với các đồng bằng khá đột ngột, sông ngòi khu vực có đặc điểm thường rất ngắn và dốc. Với những đặc điểm kể trên, Bình Định chịu ảnh hưởng rất lớn của các hiện tượng thời tiết bất thường do BĐKH gây ra (Quy hoạch Thủy lợi tỉnh Bình Định, 2016).

Hiện nay, các vấn đề thường gặp ở các hồ chứa trên địa bàn tỉnh Bình Định là thân đập bị sạt lở, thấm, các cống lấy nước bị rò rỉ (Dự án WB8 tỉnh Bình Định, 2019). Đặc biệt là các tràn xả lũ đã trở nên lạc hậu đối với những thay đổi do ảnh hưởng biến đổi khí hậu. Do BĐKH, mưa trở nên cực đoan hơn, lượng mưa có xu thế tăng về mùa lũ dẫn đến dòng chảy lũ vào hồ chứa lớn hơn, trong khi đó, tràn xả lũ đã được xây dựng tuân theo thiết kế cũ và đưa vào hoạt động từ lâu nên không đủ đáp ứng được yêu cầu xả lũ. Thêm vào đó, đã có các hoạt động xâm phạm đến hành

lang tiêu thoát lũ, nhất là hành lang thoát lũ sau tràn (UBND Tỉnh Bình Định, 2020). Vì vậy, việc nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến an toàn hồ chứa nước Đá Bàn tỉnh Bình Định là rất cần thiết và thực tiễn.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Phạm vi nghiên cứu được lựa chọn là khu vực đầu mối hồ chứa nước Đá Bàn. Hồ có dung tích khoảng 0,95 triệu m³, là công trình cấp III, có chiều cao 12,3m, chiều dài đỉnh đập là 496 m. Hồ chứa được xây dựng và hoàn thành năm 1980 trên địa bàn xã Ân Phong, huyện Hoài Ân, tỉnh Bình Định. Hồ Đá Bàn cách thị trấn Tăng Bạt Hổ - huyện Hoài Ân khoảng 3,5km về phía Đông Nam, cách TP. Quy Nhơn khoảng 80 km về phía Bắc.

Công trình có nhiệm vụ trữ và điều tiết nước phục vụ tưới tự chảy cho 70 ha diện tích đất nông nghiệp thuộc xã Ân Phong, huyện Hoài Ân; kết hợp nuôi trồng thủy sản trong lòng hồ. Công trình thủy lợi hồ chứa nước Đá Bàn bao gồm các hạng mục đập dâng kết cấu bằng đất, tràn xả lũ bằng đất, ngoài ra còn có cống lấy nước và hệ thống kênh mương. Ngưỡng tràn có cao trình là 30,90m, được làm bằng đất. Trên ngưỡng được người dân xếp các bao tải đất để dâng cao dung tích hồ, nhằm tích nước trong mùa khô. Các bao tải đất sẽ tự trôi đi trong mùa lũ.

2.2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng các số liệu thu thập tại các trạm quan trắc khí tượng thủy văn trong khu vực. Trạm khí tượng Hoài Nhơn nằm ở phía Bắc tỉnh Bình Định, gần với các hồ thuộc dự án, đo đạc đầy đủ các đặc trưng khí tượng, chất lượng đảm bảo, chuỗi tài liệu khá dài với thời kỳ quan trắc từ năm 1977 đến năm 2016. Ngoài ra có 2 trạm thủy văn có chế độ đo đạc dòng chảy đầy đủ, là trạm An Hòa và Bình Tường.

a) Cơ sở tính toán quá trình lũ đến hồ khi xét đến tác động của BĐKH

Tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy mùa lũ và lưu lượng đỉnh lũ ở các lưu vực sông điển hình ở Việt Nam, trong đó các lưu vực sông điển hình khu vực miền Trung đã được Viện Khoa Học Khí Tượng Thủy Văn và Biến đổi khí hậu (IMHEN) nghiên cứu và đánh giá, với các kết quả như sau (Lê Kim Truyền, 2014)..

Trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn, dòng chảy trung bình mùa lũ dưới tác động của BĐKH có xu hướng tăng nhưng không lớn trên toàn lưu vực. Đối với lưu lượng đỉnh lũ có xu hướng tăng. Trên lưu vực sông Ba, ảnh hưởng của BĐKH lên dòng chảy mùa lũ sông Ba có xu hướng tăng so với kịch bản nền (1980-1999) nhưng không nhiều. Lưu lượng trung bình ngày lớn nhất năm và lưu lượng đỉnh lũ tức thời có xu thế tăng ở các tuyến, mức tăng của thời kỳ 2020-2039 so với thời kỳ nền có tăng nhưng không lớn, khoảng 3% - 5%.

Nói chung, tác động của BĐKH đến lũ lụt là rất khó đánh giá chính xác, mặc dù có thể thấy xu hướng làm tăng dòng chảy mùa lũ và đỉnh lũ. Các kết quả nghiên cứu đã cho thấy tác động của BĐKH đến mưa và lũ miền Trung là rất phức tạp, xu thế lũ gia tăng về mức độ và tần suất xuất hiện là rõ ràng. Do vậy, các công trình hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên các sông miền Trung luôn mang nhiều tiềm ẩn rủi ro bất kể khi nào có lũ lớn nếu không có dự báo, cảnh báo và điều hành tốt (Lê Kim Truyền, 2014).

Quy trình đánh giá tác động của BĐKH đến an toàn hồ chứa về tiêu chí lũ gồm (i) lựa chọn kịch bản biến đổi khí hậu; (ii) tính toán xác định lượng mưa ngày thiết kế theo kịch bản BĐKH; (iii) tính toán lũ thiết kế ; (iv) tính toán điều tiết lũ ; (v) đánh giá mức độ an toàn của hồ đập theo tiêu chí lũ ; (vi) đề xuất các biện pháp giảm thiểu tác động (Võ Hà Dương 2020; Nguyễn Mai Đăng và Nguyễn Thị Thu

Nga, 2015).

b) Xây dựng kịch bản tính toán

Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam được Bộ Tài nguyên và Môi trường xây dựng và công bố vào năm 2016 (Kịch bản BĐKH, 2016), dựa trên số liệu quan trắc khí tượng thủy văn và mực nước biển cập nhật đến năm 2014, bản đồ số địa hình quốc gia cập nhật đến năm 2016. Kịch bản này là phiên bản cập nhật của Kịch bản 2016 đã có, được xây dựng dựa trên kịch bản phát thải khí nhà kính và kịch bản biến đổi khí hậu toàn cầu của Ban Liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC). Các kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam bao gồm kịch bản nồng độ khí nhà kính trung bình thấp (RCP4.5) và kịch bản nồng độ khí nhà kính cao (RCP 8.5) cho các yếu tố: nhiệt độ, mưa (trung bình, theo mùa, cực đoan), cực đoan khí hậu (bão, gió mùa, nắng nóng, rét đậm rét hại, hạn hán), mực nước biển dâng đối với các tỉnh ven biển và hải đảo, nguy cơ ngập úng với các mức nước biển dâng. Trong đó, kịch bản RCP4.5 được khuyến nghị cho các Bộ, ngành và địa phương làm định hướng ban đầu để đánh giá tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng và xây dựng kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu.

Theo kịch bản nồng độ khí nhà kính trung bình thấp RCP4.5, “vào giữa thế kỷ, lượng mưa 1 ngày lớn nhất trung bình có xu thế tăng trên toàn lãnh thổ, phổ biến từ 10÷70%. Tăng nhiều nhất ở Đông Bắc, Thừa Thiên - Huế đến Quảng Nam và phía đông Nam Bộ. Đến cuối thế kỷ, xu thế biến đổi khá giống với thời kỳ giữa thế kỷ nhưng mức tăng lớn hơn và phạm vi tăng mở rộng hơn” (Kịch bản BĐKH, 2016). Vì hồ chứa Đá Bàn đều là hồ nhỏ, có tuổi thọ công trình ngắn, việc tính toán trong bài báo này được giới hạn đến giữa thế kỷ 21 (tức là năm 2050) với mức thay đổi lượng mưa ngày lớn nhất (%) bằng một nửa giá trị trên (20%).

Do ảnh hưởng của hiện tượng biến đổi khí hậu nên thời tiết thiên về cực đoan. Hồ chứa Đá Bàn cũng chịu tác động của hiện tượng này. Tác động của BĐKH đến an toàn hồ Đá Bàn được đánh giá thông qua an toàn của công trình đập dâng (đập đất) với năng lực xả lũ hiện tại trong cụm công trình đầu mối trong trường hợp xét đến BĐKH so với yêu cầu thiết kế đã đặt ra.

(1) Kịch bản nền: kịch bản nền được lựa chọn là kịch bản khi hồ Đá Bàn mới được xây dựng xong và đưa vào khai thác sử dụng. Số liệu sử dụng cho kịch bản nền như sau:

- Số liệu khí tượng thủy văn được sử dụng như trong thiết kế ban đầu.
- Kết quả: Cao trình đỉnh đập đất hiện trạng: 32,30m

(2) Kịch bản có xét đến BĐKH: số liệu sử dụng cho kịch bản BĐKH như dưới đây.

- Số liệu khí tượng thủy văn được sử dụng như trong thiết kế ban đầu nhưng được cập nhật đến năm 2016 và được gia tăng theo tỷ lệ % theo kịch bản BĐKH cho khu vực.
- Tần suất lũ thiết kế $p=1.5\%$ với chuỗi số liệu được cập nhật đến năm 2016 và được gia tăng theo kịch bản BĐKH cho khu vực.
- Tần suất lũ kiểm tra $p=0.5\%$ với chuỗi số liệu được cập nhật đến năm 2016 và được gia tăng theo kịch bản BĐKH cho khu vực.

- Cao trình đỉnh đập đất được tính toán lại, trong điều kiện mưa lũ kể trên ứng với chuỗi số liệu được cập nhật đến năm 2016 và được gia tăng theo kịch bản BĐKH cho khu vực.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

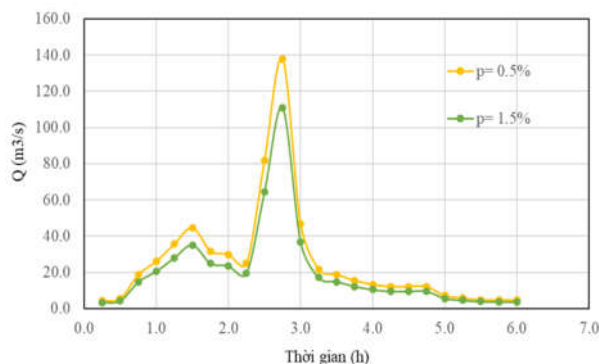
Việc đánh giá ảnh hưởng của BĐKH đến an toàn hồ chứa nước Đá Bàn bao gồm các nội dung như sau:

Với sự thay đổi của mưa theo kịch bản tính ra sự thay đổi của dòng chảy đến hồ chứa theo kịch bản BĐKH so với điều kiện bình thường.

Số liệu được tiến hành cập nhập số liệu mưa ngày đến năm 2016 để tính lại lũ ứng với các tần suất và tính điều tiết với nhiều trường hợp khác nhau.

Do đặc thù diện tích lưu vực các hồ tương đối nhỏ, $F_{lv} = 2,2 \text{ km}^2$, nên việc tính toán dòng chảy lũ (đỉnh lũ, tổng lượng lũ, thời gian lũ) áp dụng theo công thức cường độ giới hạn (Quy phạm QP TL C6.77), trong đó lượng mưa gây lũ được tính theo lượng mưa trận, theo hệ số triết giảm giữa mưa trận max và mưa ngày max.

Hồ Đá Bàn có cấp công trình là cấp III, ứng với tần suất lũ thiết kế và lũ kiểm tra theo Quy chuẩn Việt Nam (QCVN 04 - 05 : 2012/BNNT) Các quy định chủ yếu về thiết kế công trình Thủy lợi, tương ứng là $p_{tk} = 1,5\%$ và $p_{kt} = 0,5\%$. Kết quả tính toán dòng chảy lũ đến hồ Đá Bàn được thể hiện trên Hình 1.



Hình 1: Kết quả tính toán dòng chảy lũ đến hồ

Khả năng tháo lũ của đập tràn xả lũ được tính toán dựa trên nguyên lý điều tiết lũ của hồ chứa nước. Kết quả tính toán điều tiết lũ qua đập tràn của hồ Đá Bàn được tóm tắt trong Bảng 1, gồm các thông số mực nước gia cường (MNGC), lưu lượng xả lớn nhất ($Q_{x\max}$).

Bảng 1: Kết quả tính toán điều tiết lũ qua đập tràn của hồ Đá Bàn

P % BĐKH	Q lũ đến p% BĐKH m ³ /s	MN lũ m	Qxả max m ³ /s
1,5	110,8	32,3	42,37
0,5	137,9	32,6	55,41

trị mực nước dâng bình thường (MNDBT) và mực nước lũ thiết kế (MNLTk). Kết quả tính toán được tóm tắt như trong Bảng 2 dưới đây.

Cao trình đỉnh đập được xác định từ các giá

Bảng 2: Tóm tắt kết quả tính toán cao trình đỉnh đập dâng của hồ Đá Bàn

Trường hợp	P (%)	Z ngưỡng tràn (m)	MN lũ (m)		Cao trình đỉnh đập (m)		
			Chưa BĐKH	Có BĐKH	Hiện trạng	Tính toán	Chọn
1	1,50	30,90	31.91	32,3	32,30	33,35	33,40
2	0,50	30,90	32.11	32,6		32,80	

Hiện tại mực nước lũ thiết kế trong hồ chứa sau khi xét đến ảnh hưởng của BĐKH ứng với tần suất $p(\%) = 0,50$ BĐKH và $p(\%) = 1,50$ BĐKH đã lớn hơn mực nước lũ tương ứng khi chưa xét tới BĐKH, thậm chí đã lớn hơn cả cao trình đỉnh đập hiện trạng (32,30m) và nếu không mở rộng quy mô tràn xả lũ, thì mực nước cao nhất hồ chứa sẽ có khả năng vượt qua đỉnh đập đất và hồ được đánh giá “mất an toàn”. Và do cao trình đỉnh đập tính toán lớn hơn cao trình đỉnh đập hiện trạng, trong trường hợp này hồ được đánh giá “mất an toàn”.

Từ kết quả tính toán cao trình đỉnh đập dâng của hồ Đá Bàn trong Bảng 2, rõ ràng khi xét đến tác động của BĐKH, cao trình đỉnh đập cũ đã thấp hơn đáng kể so với cao trình đỉnh đập dâng theo tính toán mới, thấp hơn từ 0,5 đến 1,1m. Điều này có nghĩa là, với cao trình đỉnh đập hiện tại thì mực nước hồ trong điều kiện BĐKH sẽ có khả năng vượt qua cao trình đỉnh đập cũ, có thể tạo ra nguy cơ nước tràn qua đập đất và nguy cơ vỡ đập. Do vậy để bảo đảm an toàn trong điều kiện mới, chiều cao đập sẽ cần phải tăng từ 7% đến 10% so với chiều cao đập cũ hoặc cần có các biện pháp giảm thiểu tác động bao gồm các biện pháp công trình như nâng cao đập dâng, mở rộng tràn xả lũ, xây dựng bổ sung tràn sự cố,

kết hợp với các biện pháp phi công trình như xây dựng các phương án dự phòng khả năng vỡ đập hồ chứa và ngập lụt hạ du do xả lũ và vỡ đập.

4. KẾT LUẬN

Việt Nam là quốc gia có rất nhiều hồ chứa nước phục vụ cấp nước cho các ngành nông nghiệp, công nghiệp, dịch vụ. Phần lớn các hồ được xây dựng trong thời kỳ chiến tranh với công nghệ thô sơ nên khả năng mất an toàn cao. Hơn nữa, dưới tác động mạnh mẽ của BĐKH, rủi ro về an toàn công trình ngày càng trở nên vấn đề được xã hội quan tâm. Trong nghiên cứu này đã phân tích, lượng hóa được ảnh hưởng của biến đổi khí hậu về mặt mưa lũ đến chiều cao an toàn của công trình đập dâng của hồ chứa nước Đá Bàn tỉnh Bình Định. Kết quả cho thấy, trong điều kiện bình thường, chiều cao của đập dâng đã được tính toán khi thiết kế xây dựng là 12,3m. Khi xét đến sự tác động của BĐKH, thì chiều cao của đập dâng sẽ gia tăng thêm khoảng từ 7% đến 10% so với chiều cao thiết kế ban đầu. Giải pháp công trình có thể xem xét một số trường hợp xây dựng tường chắn sóng nâng cao gia cố đập hoặc mở rộng đập tràn xả lũ.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này có sử dụng một số tư liệu từ đề

tài khoa học công nghệ cấp quốc gia “Nghiên cứu cơ sở khoa học phục vụ công tác cảnh báo ngập lụt hạ lưu hồ chứa nước và đề xuất giải pháp ứng phó cho các hồ, đập và vùng hạ du trong các tình huống xã lũ, vỡ đập khu vực Bắc

Trung Bộ (BTB)”, mã số KC.08.33/16-20 thuộc Chương trình “Nghiên cứu khoa học và công nghệ phục vụ bảo vệ môi trường và phòng tránh thiên tai”, Mã số KC08/16-20 của Bộ Khoa học và Công nghệ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Báo Tài nguyên và Môi trường, 2020. Website <https://baotainguyenmoitruong.vn/binh-dinh-ung-pho-voi-bien-doi-khi-hau-241118.html>, truy cập tháng 6 năm 2020.
- [2] Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016). Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam.
- [3] Đặng Thanh Bình và Phan Thị Hoàn (2013), Biến đổi khí hậu và thiên tai bất thường ở miền Trung, Hội thảo khoa học Quốc gia lần thứ XVI - Viện khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường.
- [4] Dự án WB8, 2019, Sửa chữa và nâng cao an toàn đập (WB8); Dự án thành phần: Sửa chữa và nâng cao an toàn đập tỉnh Bình Định.
- [5] IMHEN (Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường) và UNDP (2015). Báo cáo đặc biệt của Việt Nam về Quản lý rủi ro thiên tai và hiện tượng cực đoan nhằm thúc đẩy thích ứng với biến đổi khí hậu. Hà Nội: NXB Tài Nguyên-Môi trường và Bản đồ Việt Nam
- [6] IPCC, Fifth Assessment Report (AR5) – Climate Change, 2014.
- [7] Lê Kim Truyền (2014). Nghiên cứu giải pháp nâng cao hiệu quả khai thác, giảm nhẹ thiệt hại do thiên tai (lũ, hạn) và đảm bảo an toàn hồ chứa nước khu vực miền Trung trong điều kiện biến đổi khí hậu. Đề tài NCKH cấp bộ, Bộ NN và PTNT.
- [8] Nguyễn Mai Đăng, Nguyễn Thị Thu Nga, 2015. Nghiên cứu tiêu chí và quy trình đánh giá an toàn đập theo mưa lũ cho các hồ chứa thủy lợi vừa và nhỏ. Tuyển tập Hội nghị khoa học thường niên 2015, Trường Đại học Thủy lợi.
- [9] Phạm Ngọc Quý (2004). Báo cáo tổng kết đề tài NCKH cấp Bộ “Nghiên cứu tổng quan lũ vượt thiết kế ở các hồ chứa nước và giải pháp tràn sự cố thích hợp cho an toàn công trình đầu mối”.
- [10] Phạm Ngọc Quý (2004). Hồ chứa nước đã xây dựng và những vấn đề đặt ra. Tạp chí Khoa học Thủy lợi và Môi trường 5/2004.
- [11] QCVN 04-05:2012/BNNPTNT: Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia – Công trình thủy lợi - Các quy định chủ yếu về thiết kế.
- [12] Quy hoạch Thủy lợi tỉnh Bình Định, 2016. Báo cáo Quy hoạch Thủy lợi tỉnh Bình Định giai đoạn 2015-2020 và tầm nhìn đến năm 2030, đã được UBND tỉnh Bình Định phê duyệt tại Quyết định số 1885/QĐ-UBND, ngày 03/06/2016.
- [13] Thuyết minh đề tài “Nghiên cứu cơ sở khoa học phục vụ công tác cảnh báo ngập lụt hạ lưu

hồ chứa nước và đề xuất giải pháp ứng phó cho các hồ, đập và vùng hạ du trong các tình huống xả lũ, vỡ đập khu vực Bắc Trung Bộ (BTB)”, mã số KC.08.33/16-20 thuộc Chương trình KC08 của Bộ Khoa học và Công nghệ, tháng 6/2019.

- [14] Trần Thanh Xuân, Trần Thục, Hoàng Minh Tuyển (2011). Tác động của BĐKH đến tài nguyên nước Việt Nam, Nhà xuất bản Khoa học - Kỹ thuật.
- [15] UBND Tỉnh Bình Định, 2020. Kế hoạch Phòng chống thiên tai giai đoạn 2021-2025 tỉnh Bình Định.
- [16] Viện Quy hoạch Thủy lợi, 2020. Website <http://iwarp.org.vn/d1100/-cac-ho-chua-o-binh-dinh-tang-gan-19-trieu-m3-nuoc.html>, truy cập tháng 6 năm 2020.
- [17] Võ Hà Dương 2020. Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến an toàn hồ chứa nước Đá Bàn, tỉnh Bình Định. Luận văn Thạc sỹ, Trường ĐHTN, ĐHQG Hà Nội.