

TÀI NGUYÊN NƯỚC TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU: TÁC ĐỘNG, NỖ LỰC, THIẾU HỤT VÀ CÁC GIẢI PHÁP ỨNG PHÓ

Huỳnh Thị Lan Hương^{1,*}, Đặng Quang Thịnh²,

Nguyễn Văn Đại², Nguyễn Đình Hoàng¹

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

²Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Tóm tắt

Việt Nam có diện tích lãnh thổ đất liền khoảng 331.230,8 km², bờ biển dài 3.260 km, hơn một triệu km² lãnh hải và trên 3.000 hòn đảo gần bờ, hai quần đảo xa bờ là Hoàng Sa (thuộc thành phố Đà Nẵng) và Trường Sa (thuộc tỉnh Khánh Hòa) và nhiều vùng đất thấp ven biển. Do lãnh thổ Việt Nam trải dài qua nhiều vĩ tuyến và địa hình phức tạp nên sự khác nhau về khí hậu giữa các vùng khá lớn và rõ nét. Khí hậu phía Bắc có bốn mùa: Xuân, Hạ, Thu, Đông; Phía Nam có hai mùa: Mùa mưa từ tháng V đến tháng XI và mùa khô từ tháng XII đến tháng IV năm sau. Sự đa dạng về địa hình và vị trí địa lý đặc biệt khiến Việt Nam hằng năm hứng chịu tác động của nhiều loại hình thiên tai có nguồn gốc khí tượng thủy văn như bão, áp thấp nhiệt đới, ngập lụt, lũ quét trong mùa mưa và nắng nóng, hạn hán, rét hại, xâm nhập mặn trong mùa khô. Trong bối cảnh biến đổi khí hậu và nước biển dâng các tác động này được dự đoán sẽ trầm trọng hơn, ảnh hưởng đến toàn bộ các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội. Nghiên cứu này tổng hợp các tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước, các thành tựu đạt được và các giải pháp cần triển khai trong thời gian tới. Kết quả tính toán cho thấy dòng chảy năm, dòng chảy mùa lũ và dòng chảy mùa cạn tăng ở hầu hết các lưu vực sông theo các thời kỳ. Việt Nam đã triển khai nhiều giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước. Tuy nhiên, tài nguyên nước Việt Nam đang đứng trước những thách thức không nhỏ trong bối cảnh biến đổi khí hậu. Do đó, cần triển khai các biện pháp tổng thể nhằm giảm thiểu các tác động bất lợi này.

Từ khóa: Tài nguyên nước; Biến đổi khí hậu; Thích ứng với biến đổi khí hậu.

Abstract

Water resources in the context of climate change: Impacts, efforts, shortages, and adaptive solutions

Vietnam has a land area of approximately 331,230.8 km², a coastline of 3,260 km, over one million km² of territorial waters, and more than 3,000 nearshore islands. Two distant archipelagos are Hoang Sa (Belonging to Da Nang city) and Truong Sa (Belonging to Khanh Hoa Province), along with many low-lying coastal areas. Due to Vietnam's territory stretching across various latitudes and with complex topography, the climate differences among regions are quite significant and distinct. The northern climate features four seasons: Spring, Summer, Fall, and Winter, while the south has two seasons: the rainy season from May to November and the dry season from December to April of the following year. The diversity in terrain and geographical position particularly exposes Vietnam to various types of natural disasters stemming

Nghiên cứu

from meteorological and hydrological origins, such as storms, tropical depressions, flooding, and flash floods during the rainy season, as well as heat waves, drought, frost damage, and saline intrusion during the dry season. In the context of climate change and rising sea levels, these impacts are predicted to be exacerbated, affecting all economic and social development activities. This report summarizes the impacts of climate change on water resources, the achievements made, and the solutions that need to be implemented shortly. The results of calculations indicate that annual flow, flood season flow, and dry season flow have increased in most river basins over the periods. Vietnam has implemented various solutions to adapt to climate change in the field of water resources. However, Vietnam's water resources are facing significant challenges in the context of climate change. Therefore, comprehensive measures need to be undertaken to mitigate these adverse effects.

Keywords: Water resources; Climate change; Adaptation to climate change.

Nhận bài: 17/10/2024; Phản biện xong: 24/10/2024; Chấp nhận đăng: 20/12/1014

***Tác giả liên hệ, Email:** huynhlanhuong@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.63064/khtnmt.2024.623>

1. Mở đầu

Số liệu quan trắc những năm gần đây cho thấy lượng dòng chảy tại các trạm thủy văn trên những lưu vực sông chính như Sông Hồng, Đồng Nai - Sài Gòn, Ba, Vu Gia - Thu Bồn,... phổ biến thấp hơn trung bình nhiều năm, có nơi thấp hơn khá nhiều. Riêng các sông ở Nam Trung Bộ như ở tỉnh Bình Định, Bình Thuận, lượng dòng chảy thấp hơn trung bình nhiều năm tới 55 - 80 % [2]. Mực nước nhiều nơi đạt mức thấp nhất lịch sử đã gây thiếu nước cho sản xuất nông nghiệp, mặn xâm nhập sâu vào vùng cửa sông [7, 11].

Theo các kịch bản biến đổi khí hậu (BĐKH), trên hầu hết các hệ thống sông trong lãnh thổ Việt Nam, dòng chảy năm đều có xu hướng tăng từ 1 % đến 61 % với các mức tăng khác nhau trong các thời kỳ dự đoán. Dự tính vào thời kỳ 2046 - 2065, trên các sông: Hồng - Thái Bình, Cà, Đồng Nai dòng chảy năm có xu hướng tăng xấp xỉ 14 %, 18 %, 9 % và 13 %, 21 %, 13 % tương ứng với hai kịch bản RCP4.5 và

RCP8.5; Dòng chảy trên sông Mê Kông vào đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) có xu hướng tăng khoảng 4 - 12 %.

Dòng chảy mùa lũ trên các sông: Hồng - Thái Bình, Cà, Ba, Thu Bồn đều có xu hướng tăng từ 2 - 45 %, riêng hệ thống sông Bằng Giang - Kỳ Cùng có mức tăng lớn nhất trong giai đoạn 2080 - 2099 là 63 và 71 % tương ứng với hai kịch bản RCP4.5 và RCP8.5; Dòng chảy mùa lũ tại lưu vực sông Sê San có mức tăng thấp nhất là 6 % và 9 % tương ứng với hai kịch bản và thời đoạn trên. Đối với sông Mê Kông, so với thời kỳ 1985 - 2000, dòng chảy mùa lũ (tại Kratie) trung bình thời kỳ 2010 - 2050 có thể tăng khoảng 5 - 11 % và dòng chảy mùa cạn (tại Tân Châu) có thể tăng khoảng 10 % [12]. Dòng chảy trung bình mùa cạn ở các sông: Đà, Gâm, Hiếu giảm dưới 1,5 %; Tại Sông Ba giảm 10 %, còn các sông khác cũng đều giảm từ 3 - 10 %.

Theo báo cáo năm 2018 của Ban Chỉ đạo Trung ương về phòng, chống thiên

tai, tình hình hạn hán, xâm nhập mặn trong những năm gần đây diễn ra ngày càng phức tạp cả về phạm vi và cường độ, đặc biệt là đợt hạn hán lịch sử diễn ra từ nửa cuối năm 2014 đến giữa năm 2016 trên diện rộng tại 18 tỉnh, thành phố Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và đặc biệt là ĐBSCL đã gây tác động rất lớn đến đời sống kinh tế - xã hội, môi trường sinh thái trong khu vực, nhất là sản xuất nông nghiệp. Đối với khu vực Trung Bộ giai đoạn 2011 - 2050, hạn hán có thể diễn ra nhiều hơn và với mức độ khắc nghiệt hơn trong tương lai.

Tác động đến lũ, ngập lụt và lũ quét: Do tác động của BĐKH, hiện nay, trên các lưu vực sông, nhất là ở hạ lưu, tình trạng lũ lụt xảy ra ngày càng gia tăng và nghiêm trọng. Trong các thập kỷ gần đây, đỉnh lũ cao nhất năm có xu hướng liên tục gia tăng ở hầu hết các lưu vực sông, trừ một số vùng như hạ lưu Sông Hồng - Thái Bình và Sông Ba do có sự điều tiết của các hồ, đập. Khu vực ven biển Miền Trung và Nam Bộ, lũ lớn và đặc biệt lớn xảy ra nhiều hơn và nghiêm trọng hơn. Ở ven biển Miền Trung, lũ đặc biệt lớn và lũ lịch sử đã xảy ra trên các sông vào những năm 1996, 1998, 1999, 2000, 2003, 2008, 2009, 2016, 2017; Còn ở ĐBSCL lũ đặc biệt lớn đã xảy ra vào các năm 1996, 2000, 2001, 2011,...

Lũ quét và trượt lở đất cũng xảy ra nhiều hơn, khốc liệt hơn ở vùng núi Bắc Bộ và Tây Nguyên. Theo số liệu thống kê của Ban Chỉ đạo Trung ương về phòng chống thiên tai trong gần 20 năm qua, các tỉnh miền núi phía Bắc xảy ra trên 300 trận lũ quét, sạt lở đất với quy mô và phạm vi ngày càng lớn, gây thiệt hại nặng nề về người, tài sản và cơ sở hạ tầng. Trong điều

kiện BĐKH toàn cầu đang diễn ra khá gay gắt, tần suất và cường độ mưa được dự đoán sẽ gia tăng dẫn đến gia tăng nguy cơ xảy ra lũ quét.

Xâm nhập mặn: Một phần diện tích đáng kể đất trồng trọt ở vùng đồng bằng Sông Hồng và ĐBSCL sẽ bị nhiễm mặn vì 2 đồng bằng này đều là những vùng đất thấp so với mực nước biển. Ngập mặn sẽ đặc biệt nghiêm trọng ở vùng ĐBSCL. Nếu nước biển dâng cao thêm 01 m thì khoảng 1,77 triệu ha đất sẽ bị nhiễm mặn, chiếm 45 % diện tích đất ở ĐBSCL và ước tính rằng, có khoảng 85 % người dân ở vùng ĐBSCL cần được hỗ trợ về nông nghiệp [13].

Dưới tác động của nước biển dâng và thay đổi nguồn nước từ thượng lưu do BĐKH, ở hạ lưu các hệ thống Sông Hồng - Thái Bình, sông Đồng Nai và ĐBSCL, mặn xâm nhập vào đất liền sâu hơn. Vào cuối thế kỷ 21, chiều sâu xâm nhập ứng với độ mặn 1 ‰ có thể tăng lên trên 20 km trên các sông Đồng Nai, Sông Tiền, Sông Hậu, xấp xỉ 10 km trên sông Thái Bình [6].

Bài báo này sử dụng phương pháp mô hình toán để đánh giá tác động của BĐKH đến tài nguyên nước (TNN) của các lưu vực sông lớn ở Việt Nam, phương pháp tổng hợp và phương pháp đánh giá hiệu quả các hoạt động thích ứng với BĐKH trong lĩnh vực TNN.

2. Phương pháp sử dụng

2.1. Phương pháp mô hình toán

Phương pháp mô hình toán được sử dụng để tính toán thủy văn, thủy lực, ngập lụt cho các lưu vực sông. Trong báo cáo này, nhóm tác giả đã sử dụng bộ mô hình MIKE của Viện Thủy lực Đan Mạch để

Nghiên cứu

đánh giá tác động của BĐKH đến TNN các lưu vực sông lớn của Việt Nam.

2.2. Phương pháp tổng hợp

Phương pháp tổng hợp được sử dụng để tổng hợp, rà soát, kế thừa kết quả có sẵn từ các đề tài, dự án nghiên cứu đã thực hiện. Các kết quả đánh giá tác động của BĐKH đến TNN ngầm được tổng hợp từ các nghiên cứu đã được thực hiện trước đây.

2.3. Phương pháp đánh giá hiệu quả các hoạt động thích ứng với biến đổi khí hậu

Việc đánh giá hiệu quả của các hoạt động thích ứng với BĐKH ở Việt Nam được thực hiện theo cách tiếp cận từng bước trong các hướng dẫn tương ứng của Tổ chức hợp tác phát triển Đức (GIZ).

a. Thích ứng

Năm bước để đánh giá hiệu quả của các hoạt động thích ứng với BĐKH theo “Khung đánh giá dựa trên kết quả đối với các dự án thích ứng với BĐKH” của GIZ [16] kết hợp với “Khung giám sát thích ứng và đánh giá phát triển” (TAMD) của Viện Môi trường và Phát triển Quốc tế (IIED) [14] như sau:

Bước 1 - Đánh giá bối cảnh thích ứng: Thông tin về các yếu tố khí hậu và phi khí hậu có khả năng hỗ trợ hoặc cản trở quá trình thực hiện các biện pháp thích ứng đóng vai trò quan trọng trong quá trình thiết kế hệ thống giám sát và đánh giá (M&E). Những thông tin này sẽ giúp cho các bên quản lý xác định đường cơ sở để từ đó tính toán được kết quả thu được trong và sau khi thực hiện các hoạt động thích ứng. Các thông tin được sử dụng trong xác định bối cảnh thích ứng bao gồm các biểu hiện và các tác động tiềm

tàng của BĐKH, rủi ro và mức độ dễ bị tổn thương của các ngành, lĩnh vực và địa phương đối với BĐKH.

Bước 2 - Xác định đóng góp đối với quá trình thích ứng và Bước 3 - Xây dựng khung giám sát và đánh giá dựa trên kết quả: Dựa trên bối cảnh thích ứng đã được xác định ở Bước 1, bước này xác định các kết quả dự kiến của một hoạt động/chính sách thích ứng và cách thức đạt được chúng (chiến lược) với cách tiếp cận lý thuyết về sự thay đổi (Theory Of Change - TOC). Theo đó, đối với hướng đánh giá từ dưới lên, khung đánh giá được xác định dọc theo lộ trình tác động của các hoạt động thích ứng bắt đầu từ các hoạt động đó đến kết quả đầu ra, kết quả trực tiếp đến tác động đối với phát triển quốc gia để mô tả mối liên hệ logic và mối quan hệ qua lại giữa các kết quả và cách chúng đóng góp vào mục tiêu phát triển tổng thể. Đối với hướng đánh giá từ trên xuống, nâng cao quản lý rủi ro khí hậu (QLRRKH) ở cấp quốc gia dẫn đến hệ thống QLRRKH tốt hơn ở cấp ngành/lĩnh vực, từ đó tăng cường khả năng chống chịu, xây dựng khả năng thích ứng của các hệ thống thể chế, môi trường, kinh tế và xã hội đối với BĐKH [15].

Bước 4 - Xác định các tiêu chí và đường cơ sở: Các chỉ số để giám sát và đánh giá đối với thích ứng được xác định sau khi hoàn thành xây dựng bối cảnh thích ứng (Bước 1), xác định đóng góp cho thích ứng (Bước 2) và khung kết quả (Bước 3) đối với các chính sách, hoạt động/nhóm hoạt động. Theo đó, các tiêu chí giám sát theo mục tiêu hoạt động/nhóm hoạt động thích ứng; Giám sát quá trình và hiệu quả của các hoạt động thích ứng ở cấp quốc gia, cấp ngành/lĩnh vực,

cấp địa phương và cấp dự án được thiết lập. Mô hình xác định các loại chỉ số theo lộ trình tác động như trong Hình 1.

Bước 5 - Vận hành hệ thống giám sát và đánh giá: Theo đó, từ Bước 1 đến Bước 4 là các bước chính để xây dựng bộ tiêu chí xác định, giám sát và đánh giá (M&E) các hành động thích ứng. Thông thường các hoạt động thích ứng sẽ được xác định và đánh giá dựa trên bộ tiêu chí này. Tuy nhiên, hiện nay bộ tiêu chí M&E cho các hoạt động thích ứng chưa được áp dụng tại

Việt Nam nên việc đánh giá các hoạt động thích ứng trong báo cáo này chủ yếu dựa vào việc xác định các chính sách chính liên quan đến ứng phó với BĐKH nói chung và thích ứng với BĐKH nói riêng ở Việt Nam, các giải pháp và hoạt động thực hiện các chính sách đó cùng với các kết quả đạt được theo các định hướng và mục tiêu đã đề ra. Các số liệu đánh giá tác động và hiệu quả của các hoạt động thích ứng được tổng hợp, phân tích dựa trên báo cáo của các Bộ, ngành, địa phương và các nghiên cứu trong nước có liên quan.



Hình 1: Mô hình xác định loại chỉ số đánh giá theo lộ trình tác động

* Chú thích: TU: Thích ứng; TTDBTT: Tình trạng dễ bị tổn thương

Nguồn: Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020)

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước

Tài nguyên nước ở Việt Nam khá phong phú. Tổng lượng dòng chảy năm trung bình giai đoạn 1977 - 2018 của tất cả các sông suối chảy trên lãnh thổ Việt Nam khoảng 830 ÷ 840 tỷ m³, trong đó, 520 - 525 tỷ m³ (63 %) từ các quốc gia lân cận chảy vào và 310 - 315 tỷ m³ (37 %) được hình thành trên lãnh thổ Việt Nam (được gọi là dòng chảy nội địa) [3].

Tổng lượng dòng chảy năm phân bố rất không đồng đều trong lãnh thổ. Lưu vực sông Cửu Long chiếm khoảng

Vào năm 2020, Bộ TN&MT đã xây dựng các bộ tiêu chí liên quan đến xác định các dự án thích ứng và đánh giá hiệu quả của các hoạt động thích ứng theo hướng từ trên xuống đối với các chính sách quản lý rủi ro khí hậu và theo hướng từ dưới lên đối với các hành động cụ thể nhằm tăng khả năng thích ứng, giảm độ nhạy cảm và phơi bày trước hiểm họa. Bên cạnh đó, Bộ TN&MT cũng đã tiến hành xây dựng hệ thống M&E đối với thích ứng và đưa vào áp dụng trong năm 2021. Do vậy, ở kỳ đánh giá NCA tiếp theo sẽ áp dụng hệ thống M&E và các bộ tiêu chí trong đánh giá hiệu quả của các hoạt động thích ứng.

Nghiên cứu

57 %; Lưu vực Sông Hồng - Thái Bình chiếm hơn 16 %; Lưu vực sông Đồng Nai chiếm 4,4 % (36,8 tỷ m³); Các lưu vực Sông Mã, Cả, Thu Bồn tương ứng chiếm 2,2 % (18,2 tỷ m³), 2,9 % (24,0 tỷ m³), 2,2 % (18,3 tỷ m³); 03 lưu vực sông Kỳ Cùng - Bằng Giang, Thái Bình, Ba tương ứng chiếm khoảng 1,1 % (9,37 tỷ m³); 1,1 % (8,9 tỷ m³) và 1,2 % (9,7 tỷ m³); Các sông độc lập chỉ chiếm 10,5 % (87,2 tỷ m³). Phần lớn nguồn nước từ nước ngoài chảy vào là của sông Mê Công, chiếm tới 87,40 % (449 tỷ m³), rồi đến Sông Hồng (9,2 %, 47,3 tỷ m³), còn các hệ thống sông Kỳ Cùng - Bằng Giang, Mã, Cả và Đồng Nai tương ứng chiếm (0,3 %; 1,4 %; 1,0 % và 0,7%) [3].

Nếu chỉ xét dòng chảy nội địa, thì hệ thống Sông Hồng chiếm tỷ lệ lớn nhất (22,9 %), tiếp đến là các hệ thống sông Mê Công (16,0 %), hệ thống sông Đồng Nai (10,5 %). Các hệ thống sông Kỳ Cùng, Thái Bình, Mã, Cả, Thu Bồn và Ba tương ứng chiếm 2,4 %, 2,8 %, 3,4 %, 6,0 %, 5,7 % và 3,0 % tổng lượng dòng chảy. Tổng lượng dòng chảy năm của các sông độc lập khoảng 87,2 tỷ m³ chiếm 27,3 %, bao gồm các sông ở ven biển tỉnh Quảng Ninh khoảng 9,7 tỷ m³, các sông ở Bắc Trung Bộ (từ tỉnh Thanh Hóa đến tỉnh Thừa Thiên Huế) khoảng 33,3 tỷ m³, các sông ở Nam Trung Bộ (từ TP. Đà Nẵng đến tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu khoảng 40,6 tỷ m³, các đảo và quần đảo tương đối lớn (chưa xét hai quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa) khoảng 3,6 tỷ m³ [8].

3.2. Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước mặt

Trong thời kỳ 1977 - 2012, tổng lượng dòng chảy năm biến đổi từ 590 tỷ m³ (năm 1977) đến 1.048 tỷ m³ (năm 2000), trung bình khoảng 830 tỷ m³. Tổng lượng dòng chảy năm trung bình thời kỳ 1994 - 2009 tăng khoảng 9 % so với thời kỳ 1981 - 1993 và lớn hơn khoảng 6,6 %

so với trung bình thời kỳ 1977 - 2012 [8].

Đối với nước dưới đất (NDD), tổng trữ lượng tiềm năng trên toàn lãnh thổ khoảng 91 tỷ m³/năm (nước ngọt khoảng 69 tỷ m³/năm, nước mặn khoảng 22 tỷ m³/năm), trữ lượng nước ngọt có thể khai thác khoảng 22 tỷ m³/năm. Trong đó tập trung chủ yếu ở các khu vực đồng bằng Bắc Bộ, đồng bằng Nam Bộ và Tây Nguyên [4].

Kết quả tính toán lưu lượng nước trung bình năm, trung bình mùa lũ và trung bình mùa cạn trên một số lưu vực sông (LVS): Hồng - Thái Bình, Mã, Cả, Vu Gia - Thu Bồn, Ba, Mê Công (tính đến Kratie) các thời kỳ 2016 - 2035, 2046 - 2065, 2080 - 2099 so với trung bình thời kỳ cơ sở 1986 - 2005 theo các kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 được trình bày trong Bảng 1 [3].

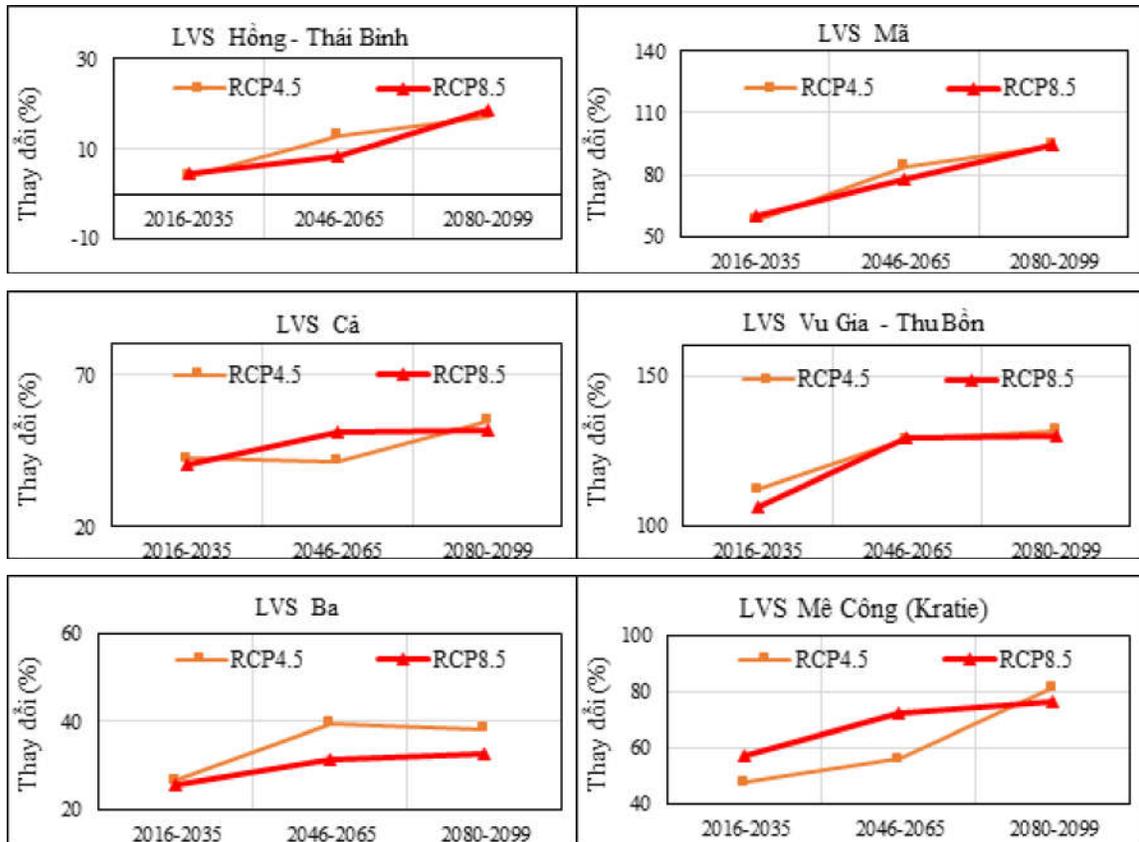
a) Tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy năm

Do tác động của BĐKH, dòng chảy năm trong các thời kỳ 2016 - 2035, 2046 - 2065 và 2080 - 2099 theo các kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 đều tăng so với thời kỳ cơ sở (1986 - 2005) ở hầu hết các LVS và mức độ tăng mạnh dần qua các thời kỳ 2016 - 2035, 2046 - 2065 và 2080 - 2099 (Hình 2) [3].

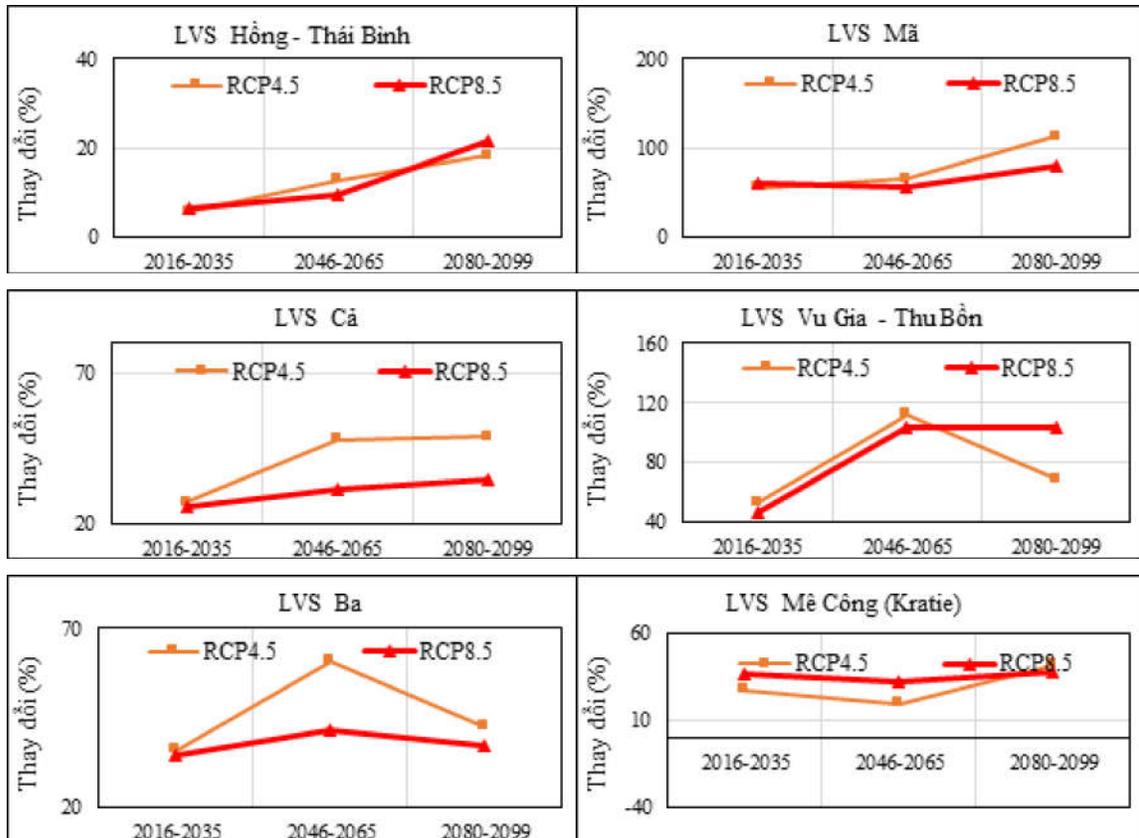
Trong số các LVS ở trên, BĐKH tác động mạnh nhất đến dòng chảy năm trên LVS Vu Gia - Thu Bồn (mức tăng đều trên 100 %). Dòng chảy năm trên LVS Hồng - Thái Bình chịu tác động ít nhất của BĐKH với mức độ tăng chỉ khoảng 5 ÷ 20 % [3].

b) Tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy mùa lũ

Xu thế thay đổi dòng chảy mùa lũ cũng khá giống dòng chảy năm trên các LVS, hầu hết đều tăng so với thời kỳ cơ sở và tăng mạnh dần qua các thời kỳ 2016 - 2035, 2046 - 2065 và 2080 - 2099 (Hình 3) [3].



Hình 2: Thay đổi (%) dòng chảy năm so với thời kỳ cơ sở trên một số lưu vực sông [2]



Hình 3: Thay đổi (%) dòng chảy mùa lũ so với thời kỳ cơ sở trên một số lưu vực sông [3]

Bảng 1. Dòng chảy trung bình năm, mùa lũ và mùa cạn trên một số lưu vực sông biến đổi khí hậu so với thời kỳ cơ sở [3]

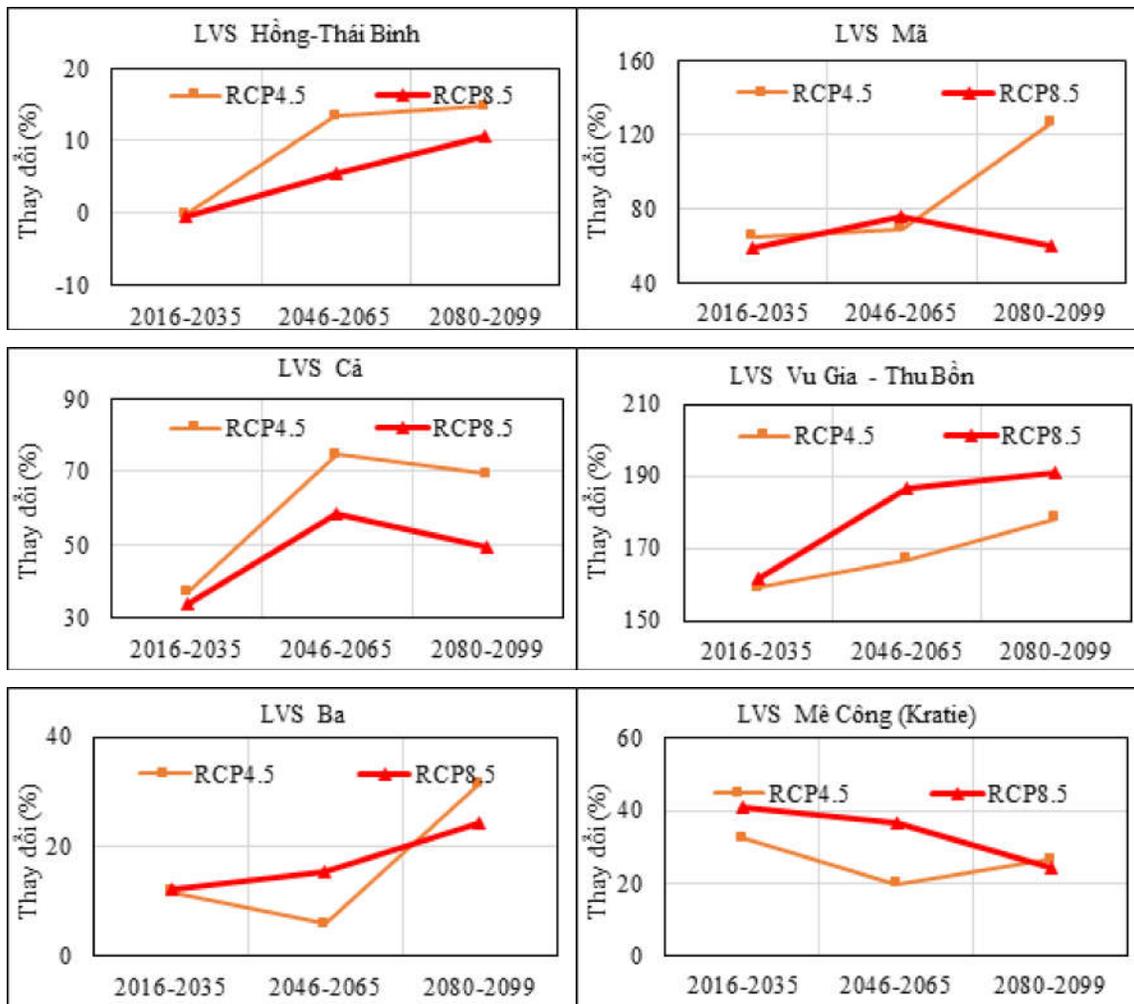
STT	Lưu vực sông	Đặc trưng dòng chảy	Thời kỳ cơ sở	Kịch bản RCP4.5						Kịch bản RCP8.5					
				2016 - 2035		2046 - 2065		2080 - 2099		2016 - 2035		2046 - 2065		2080 - 2099	
				Giá trị (m ³ /s)	Thay đổi (%)	Giá trị (m ³ /s)	Thay đổi (%)	Giá trị (m ³ /s)	Thay đổi (%)	Giá trị (m ³ /s)	Thay đổi (%)	Giá trị (m ³ /s)	Thay đổi (%)	Giá trị (m ³ /s)	Thay đổi (%)
1	Hồng - Thái Bình	Năm	4.122	4,13	4.655	12,94	4.838	17,37	4.311	4,59	4.475	8,56	4.897	18,79	
		Mùa lũ	7.282	5,63	8.211	12,76	8.614	18,29	7.748	6,40	7.987	9,68	8.862	21,69	
		Mùa cạn	1.865	-0,05	2.115	13,43	2.141	14,79	1.856	-0,46	1.966	5,44	2.064	10,71	
2	Mã	Năm	695,2	57,90	1.279	84,03	1.351	94,29	1.109	59,55	1.233	77,43	1.351	94,27	
		Mùa lũ	1.221	1,894	2.017	65,25	2.605	113,40	1.951	59,85	1.903	55,89	2.190	79,42	
		Mùa cạn	319,9	528,6	541,5	69,30	723,6	126,23	507,8	58,75	564,1	76,36	511,1	59,79	
3	Cả	Năm	1.227	1.749	1.738	41,62	1.900	54,84	1.727	40,75	1.857	51,39	1.863	51,83	
		Mùa lũ	2.100	2.672	3.107	47,95	3.130	49,04	2.645	25,95	2.758	31,34	2.825	34,52	
		Mùa cạn	603,2	825,7	1.053	74,54	1.021	69,27	808,7	34,07	956,5	58,56	900,7	49,30	
4	Vu Gia - Thu Bồn	Năm	646,7	1.372	1.481	129,01	1.500	131,95	1.333	106,20	1.482	129,13	1.489	130,18	
		Mùa lũ	1.794	2.746	3.808	112,20	3.029	68,81	2.618	45,92	3.655	103,69	3.648	103,28	
		Mùa cạn	264,1	684,7	705,4	167,07	735,4	178,43	691,0	161,62	757,4	186,73	768,9	191,09	
5	Ba	Năm	371,2	470,0	518,3	39,63	512,9	38,17	466,9	25,79	487,9	31,43	491,7	32,47	
		Mùa lũ	684,6	930,8	1.101	60,88	975,1	42,43	919,7	34,34	969,2	41,57	941,7	37,55	
		Mùa cạn	214,5	239,7	226,8	5,72	281,8	31,37	240,5	12,15	247,2	15,25	266,8	24,37	
6	Mê Công	Năm	11.987	17.688	18.682	55,86	21.736	81,34	18.877	57,48	20.686	72,57	21.163	76,56	
		Mùa lũ	26.442	33.632	31.662	19,74	37.461	41,67	35.916	35,83	34.883	31,92	36.421	37,74	
		Mùa cạn	4.759	6.300	5.703	19,84	6.011	26,32	6.706	40,91	6.488	36,34	5.905	24,09	

Trên LVS Mã, theo kịch bản RCP8.5, dòng chảy mùa lũ tăng trong thời kỳ 2046 - 2065 ít hơn so với thời kỳ 2015 - 2035 và tăng mạnh nhất trong thời kỳ 2080 - 2099 và xu thế tăng dòng chảy mùa lũ trên LVS Mê Công cũng tương tự ở cả hai kịch bản RCP4.5 và RCP8.5. Dòng chảy mùa lũ tăng trong thời kỳ 2046 - 2065 nhiều hơn so với thời kỳ 2015 - 2035 nhưng thời kỳ 2080 - 2099 lại tăng ít hơn so với thời kỳ 2046 - 2065 ở LVS Vu Gia - Thu Bồn (RCP4.5) và LVS Ba (RCP4.5 và RCP8.5) [3].

BĐKH tác động mạnh nhất đến dòng chảy mùa lũ trên LVS Vu Gia - Thu Bồn (mức độ tăng dòng chảy năm đều trên 100%). Dòng chảy mùa lũ trên LVS Hồng - Thái Bình chịu tác động ít nhất của BĐKH với mức độ tăng chỉ khoảng 5 ÷ 25% [3].

c) Tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy mùa cạn

Dòng chảy mùa cạn các thời kỳ 2016 - 2035, 2046 - 2065 và 2080 - 2099 của hai kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 đều tăng so với thời kỳ cơ sở ở hầu hết các LVS, chỉ giảm nhẹ (xấp xỉ thời kỳ cơ sở) trên LVS Hồng - Thái Bình trong thời kỳ 2016 - 2035 theo cả hai kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 đối với dòng chảy mùa cạn (Hình 4). Một phần nguyên nhân gia tăng dòng chảy mùa cạn ở một số LVS là do sự điều tiết chế độ dòng chảy của các hồ chứa hoạt động trên các hệ thống sông. Xu thế thay đổi dòng chảy mùa cạn so với thời kỳ cơ sở có sự khác biệt giữa các LVS [3].



Hình 4: Thay đổi (%) dòng chảy mùa cạn so với thời kỳ cơ sở trên một số lưu vực sông [3]

Nghiên cứu

Trên LVS Hồng - Thái Bình, dòng chảy giảm nhẹ trong thời kỳ 2016 - 2035 và tăng ở các thời kỳ cuối thế kỷ ở cả hai kịch bản RCP4.5 và RCP8.5. Trên LVS Mã, dòng chảy đều tăng mạnh ở các thời kỳ 2016 - 2035 và 2046 - 2065 của cả hai kịch bản RCP4.5 và RCP8.5, thời kỳ 2080 - 2099, tăng mạnh ở kịch bản RCP4.5. Trên LVS Cả, theo cả hai kịch bản RCP4.5 và RCP8.5, dòng chảy tăng mạnh qua các thời kỳ 2016 - 2035 và 2046 - 2065, thời kỳ 2080 - 2099 có mức tăng ít hơn so với thời kỳ 2046 - 2065. Trên LVS Vu Gia - Thu Bồn, dòng chảy tăng mạnh qua các thời kỳ theo cả hai kịch bản RCP4.5 và RCP8.5. Trên LVS Ba, theo kịch bản RCP4.5, mức tăng ít hơn qua các thời kỳ 2016 - 2035, 2046 - 2065 và tăng nhiều nhất trong thời kỳ 2080 - 2099; Theo kịch bản RCP8.5, dòng chảy tăng mạnh dần qua các thời kỳ 2016 - 2035, 2046 - 2065 và 2080 - 2099. Trên LVS Mê Công, dòng chảy tăng nhẹ qua các thời kỳ 2016 - 2035 và 2046 - 2065 và tăng ít nhất trong thời kỳ 2080 - 2099 theo cả hai kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 [3].

Mặc dù so với thời kỳ cơ sở, dòng chảy mùa cạn trên lưu vực sông Mê Công có xu thế tăng, tuy nhiên, so với thời gian gần đây, dòng chảy có xu thế giảm và khả năng sẽ giảm trong các thời kỳ trong tương lai [3].

Mặt khác, khi xây dựng các kế hoạch phát triển trong tương lai, cần xem xét đến tác động điều tiết của các công trình trên sông. Cụ thể trường hợp trên hệ thống lưu vực Sông Hồng, sự điều tiết của các công trình hồ chứa lớn thượng nguồn Sông Hồng là một trong các nguyên nhân đã làm thay đổi phân phối dòng chảy và các đặc trưng mực nước hạ lưu Sông Hồng. Dòng chảy

trong mùa lũ có xu hướng giảm, mực nước lũ tại trạm thủy văn Hà Nội hạ lưu Sông Hồng trong 1 thập niên gần đây hầu như đều nhỏ hơn báo động 1, hệ thống các hồ chứa thượng nguồn đã cắt giảm lũ hạ du từ $1,1 \div 4,2$ m. Trong mùa cạn, việc điều hành cấp nước cho hạ du diễn ra khẩn trương trong một số thời kỳ cao điểm từ tháng I - II, là thời kỳ đồ ải vụ Đông xuân, khi đó hệ thống hồ chứa (đặc biệt là hồ Sơn La và Hòa Bình đóng vai trò chủ chốt) sẽ bổ sung một lượng lớn nước xuống hạ du làm cho mực nước tăng nhanh. Ngoài thời kỳ cấp nước đồ ải, trong các tháng khác của mùa cạn, hệ thống hồ chứa chủ yếu hoạt động điều tiết phát điện theo chế độ phủ đỉnh, thời gian các hồ không xả nước xuống hạ du đã dẫn đến mực nước trên sông xuất hiện liên tiếp mực nước nhỏ nhất lịch sử trong chuỗi quan trắc. Từ năm 2000, với sự thay đổi lớn quan hệ mực nước - lưu lượng trong sông theo xu hướng gia tăng lượng xả để duy trì một mức nước, nên để đảm bảo cao trình đủ để lấy nước trong thời kỳ đồ ải cũng như các thời kỳ cấp nước khác trong mùa cạn, thì các hồ chứa thượng lưu sẽ phải tăng khá lớn lượng dòng chảy cấp về hạ du. Các vấn đề này cũng làm ảnh hưởng đến dòng chảy trên các nhánh sông trong hệ thống [3].

3.3. Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước dưới đất

a) Đối với khu vực đồng bằng sông Cửu Long

Làm suy giảm cao độ tuyệt đối mực NĐĐ so với năm 2010, với mức giảm của các kịch bản thấp, trung bình và cao: Với tầng chứa nước qp_3 giảm lần lượt là 8,148 m; 8,446 m và 10,281 m, tốc độ giảm lần lượt là 0,091 m/năm; 0,094 m/năm và 0,114 m/năm; Với tầng chứa nước qp_{2-3}

giảm từ 14,510 ÷ 17,419 m, tốc độ giảm từ 0,161 ÷ 0,194 m/năm; Với tầng chứa nước qp_1 giảm từ 4,767 ÷ 5,469 m; Tốc độ giảm lớn nhất là 0,055 m/năm; 0,053 m/năm và 0,061 m/năm; Với tầng chứa nước n_2^2 giảm từ 37,274 ÷ 44,509 m, tốc độ giảm lớn nhất từ 0,414 ÷ 0,495 m/năm; Với tầng chứa nước n_2^1 giảm từ 1,464 ÷ 1,605 m và tốc độ giảm lớn nhất từ 0,016 ÷ 0,018 m/năm; Với tầng chứa nước n_1^3 giảm từ 20,530 ÷ 22,354 m, tốc độ giảm lớn nhất từ 0,228 ÷ 0,248 m/năm [9].

Làm tăng diện tích vùng có trị số hạ thấp lớn hơn 3 m so với năm 2010: Đến cuối năm 2100, diện tích vùng có trị số hạ thấp mực nước lớn hơn 3 m của các tầng chứa nước qh , qp_3 , qp_{2-3} , qp_1 , n_2^2 , n_2^1 và n_1^3 lần lượt tăng là: 3.468; 16.133; 20.885; 7.810; 24.417; 11.766 và 23.910 km² cho kích bản thấp; 3.480; 16.334; 20.963; 7.407; 24.562; 11.338 và 24.484 km² cho kích bản trung bình; 2.855; 17.666; 22.382; 8.640; 26.434; 11.211 và 26.058 km² cho kích bản cao [9].

Làm giảm lượng tích trữ NĐĐ so với năm 2010: Đến cuối năm 2100 tổng lượng tích trữ NĐĐ toàn đồng bằng và của các tầng chứa nước đều bị giảm và tốc độ giảm ứng với các kích bản thấp, trung bình và cao của toàn đồng bằng lần lượt là 5,35; 6,21 và 7,02 triệu m³/năm; Của tầng chứa nước qp_3 lần lượt là 1,4; 1,48 và 1,91 triệu m³/năm; Của tầng chứa nước qp_{2-3} lần lượt là 7,86; 8,32 và 10,68 triệu m³/năm; Của tầng chứa nước qp_1 lần lượt là 0,14; 0,13 và 0,15 triệu m³/năm; Của tầng chứa nước n_2^2 lần lượt là 5,79; 6,12 và 7,29 triệu m³/năm; Của tầng chứa nước n_2^1 lần lượt là 0,18 triệu m³/năm và của tầng chứa nước n_1^3 lần lượt là 0,66; 0,67 và 0,79 triệu m³/năm [9].

Làm tăng diện tích chứa NĐĐ mặn: Đến cuối năm 2100 diện tích chứa NĐĐ mặn của các tầng chứa nước đều tăng và tốc độ tăng ứng với các kích bản thấp, trung bình và cao của tầng chứa nước qp_3 lần lượt là 8,37; 8,57 và 28,2 km²/năm; Của tầng chứa nước qp_{2-3} lần lượt là 59,88; 60,08 và 79,71 km²/năm; Của tầng chứa nước qp_1 lần lượt là 44,82; 45,02 và 64,64 km²/năm; Của tầng chứa nước n_2^2 lần lượt là 16,35; 16,36 và 35,43 km²/năm; Của tầng chứa nước n_2^1 lần lượt là 18,83; 18,83 và 35,07 km²/năm và của tầng chứa nước n_1^3 lần lượt là 29,31; 29,31 và 38,10 km²/năm [9].

Tác động của các hoạt động khai thác NĐĐ tới TNN dưới đất cũng có thể được đánh giá, cụ thể là [9]:

+ Làm giảm cao độ tuyệt đối mực NĐĐ của các tầng chứa nước. Tốc độ giảm cao độ tuyệt đối mực nước lớn nhất của các tầng chứa nước qp_3 , qp_{2-3} , qp_1 , n_2^2 , n_2^1 và n_1^3 lần lượt là: 0,5 m/năm; 1,76 m/năm; 1,24 m/năm; 1,42 m/năm và 2,58 m/năm.

+ Làm tăng diện tích vùng có trị số hạ thấp mực NĐĐ >3 m của tất cả các tầng chứa nước. Tốc độ gia tăng diện tích vùng có trị số hạ thấp mực NĐĐ >3 m của các tầng chứa nước qp_3 , qp_{2-3} , qp_1 , n_2^2 , n_2^1 và n_1^3 trong giai đoạn 2000 - 2010 lần lượt là 678, 1.308, 1.519, 1.699, 2.548 và 835 km²/năm.

+ Làm giảm tổng lượng tích trữ NĐĐ của các tầng chứa nước qp_3 , qp_{2-3} , qp_1 , n_2^2 , n_2^1 và n_1^3 , tốc độ giảm tổng lượng tích trữ của các tầng chứa nước lần lượt là 27,59; 236,44; 27,9 ; 152,79; 29,54 và 23,14 triệu m³/năm.

Như vậy, mặc dù BĐKH có làm giảm cao độ tuyệt đối mực NĐĐ, nhưng các hoạt động khai thác mới là tác nhân chính làm suy giảm nhanh cao độ tuyệt đối mực NĐĐ [9].

Nghiên cứu

b) Đối với khu vực đồng bằng Sông Hồng

Biến động về cực trị chiều sâu mực NĐĐ (ngày lớn nhất, tháng lớn nhất, ba tháng lớn nhất) tại các giếng quan trắc trên khu vực đồng bằng Sông Hồng giai đoạn 2016 - 2021 so với giai đoạn 2005 - 2015 ở một số tầng chứa nước khai thác chính như sau:

Tầng chứa nước qh: Chiều sâu mực NĐĐ ngày lớn nhất, tháng lớn nhất, ba tháng lớn nhất lần lượt là 15,36 m; 15,20 m; 14,83 m đối với giai đoạn 2005 - 2015 và 14,08 m; 13,19 m; 13,12 m đối với giai đoạn 2016 - 2021.

Tầng chứa nước qp: Chiều sâu mực NĐĐ ngày lớn nhất, tháng lớn nhất, ba tháng lớn nhất lần lượt là 28,93 m; 28,86 m; 26,87 m đối với giai đoạn 2005 - 2015 và 26,10 m; 25,87 m; 25,73 m đối với giai đoạn 2016 - 2021.

Tổng hợp số liệu chiều sâu mực nước nêu trên cho thấy, giai đoạn 2016 - 2021 so với giai đoạn 2005 - 2015, diễn biến mực nước ba tháng lớn nhất trong tầng chứa nước qh dâng 1,71 m, tầng qp dâng 1,14 m [4].

c) Đối với khu vực ven biển Miền Trung

Lớp dòng chảy NĐĐ (Yo), mô đun dòng ngầm (Mo) và trữ lượng động tự nhiên NĐĐ (Qe) là những thông số có liên quan trực tiếp với các yếu tố khí tượng: Mưa, bốc hơi và nhiệt độ. Do vậy, thông số của NĐĐ cần xác định chính là: Yo, Mo và Qe của các tầng chứa nước để đánh giá tác động của BĐKH và nước biển dâng [10].

- Tác động của BĐKH đến dòng chảy NĐĐ tầng qh vùng ven biển Miền

Trung theo 2 mùa mưa và khô: Về mùa mưa đa phần là Yo tăng, Yo tăng biến thiên từ $0,76 \div 1,6 \%$ thời kì 2020 - 2060 và giảm $1 \div 1,35 \%$ thời kì 2070 - 2100 hoặc ngược lại, hoặc tăng biến thiên từ $0,5 \div 1,6 \%$ suốt thời kỳ 2020 - 2100. Về mùa khô đa phần là Yo giảm; Yo giảm $1 \div 1,39 \%$ suốt thời kỳ 2020 - 2100, hoặc tăng giảm giữa và đầu kỳ nhưng vẫn dao động trong khoảng $1 \div 2,4 \%$ [10].

- Tác động của BĐKH đến dòng chảy NĐĐ tầng qp vùng ven biển Miền Trung theo 2 mùa mưa và khô: Về mùa mưa đa phần là Yo tăng, Yo tăng biến thiên từ $0,61 \div 1,8 \%$ thời kỳ 2020 - 2050 và giảm $0,89 \div 1,5 \%$ thời kỳ 2060 - 2100 hoặc ngược lại, hoặc tăng biến thiên từ $1,1 \div 1,78 \%$ suốt thời kỳ 2020 - 2100. Về mùa khô đa phần là Yo giảm; Yo giảm $1 \div 1,9 \%$ suốt thời kỳ 2020 - 2100, hoặc tăng giảm giữa và đầu kỳ nhưng vẫn dao động trong khoảng $1 \div 2,5 \%$ [10].

- Tác động của BĐKH đến mô đun dòng chảy NĐĐ tầng qh vùng ven biển Miền Trung theo 2 mùa mưa và khô: Về mùa mưa đa phần là Mo tăng, Mo tăng $1 \div 1,6 \%$ thời kỳ 2020 - 2060 và giảm $0,86 \div 1,3 \%$ thời kỳ 2070 - 2100; Về mùa khô Mo giảm $0,9 - 1,4 \%$ thời kỳ 2020 - 2100, hoặc tăng biến thiên từ $1,1 \div 1,6 \%$; Thời kỳ 2020 - 2100. Về mùa khô đa phần là Mo giảm; Mo giảm $1,6 \div 1,9 \%$ suốt thời kỳ 2020 - 2100, hoặc tăng giảm giữa và đầu kỳ nhưng vẫn dao động trong khoảng $1,5 \div 2,6 \%$ [10].

- Tác động của BĐKH đến mô đun dòng chảy NĐĐ tầng qp vùng ven biển Miền Trung theo 2 mùa mưa và khô: Về mùa mưa đa phần là Mo tăng, Mo tăng $1,1 \div 2,2 \%$; Thời kỳ 2020 - 2100 và giảm $1 \div 2,1 \%$ thời kỳ 2070 - 2100; Về

mùa khô Mo giảm $1,3 \div 1,6$ % thời kỳ 2020 - 2100. Về mùa khô đa phần là Mo giảm; Mo giảm $1,6 \div 1,9$ % đến tăng $1,8 \div 2,1$ % thời kỳ 2020 - 2100 [10].

- Tác động của BĐKH đến trữ lượng động tự nhiên NĐĐ tầng qh vùng ven biển Miền Trung theo 2 mùa mưa và khô: Về mùa mưa đa phần là Qe tăng, Qe tăng biến thiên từ Qe tăng $1,5 \div 1,9$ %; Về mùa khô Qe giảm $1,1 \div 2,2$ % thời kỳ 2020 - 2100 hoặc về mùa mưa Qe giảm $0,8 \div 1,3$ % thời kỳ 2020 - 2040 và tăng $1,1 \div 1,9$ % thời kì 2050 - 2100; Về mùa khô Qe giảm $0,9 \div 2,3$ % thời kỳ 2020 - 2100 [10].

- Tác động của BĐKH đến trữ lượng động tự nhiên NĐĐ tầng qp vùng ven biển Miền Trung theo 2 mùa mưa và khô: Về mùa mưa đa phần là Qe tăng, Qe tăng biến thiên Qe tăng $0,86 \div 1,8$ %; Về mùa khô Qe giảm $1 \div 2,1$ % thời kỳ 2020 - 2100 hoặc mùa mưa Qe tăng $1,6 \div 2,6$ %; Về mùa khô Qe giảm $1,4 \div 2,1$ % thời kỳ 2020 - 2100 [10].

4. Một số kết quả đạt được và thiếu hụt về ứng phó với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước

4.1. Kết quả đạt được trong ứng phó với thiên tai, chống ngập cho các thành phố lớn, củng cố đê sông, đê biển và an toàn hồ chứa

Một số kết quả trong việc chủ động ứng phó với thiên tai, chống ngập cho các thành phố lớn, củng cố đê sông, đê biển và an toàn hồ chứa có thể được nhìn nhận thông qua việc ban hành và thực hiện các quy hoạch phát triển, quy chuẩn xây dựng trong vùng thường xuyên bị thiên tai, các công trình phòng chống thiên tai trọng điểm, cấp bách đã được củng cố và xây dựng [5].

Công tác chủ động ứng phó với thiên tai và các hiện tượng thời tiết cực đoan được nâng cao. Tổ chức bộ máy về phòng, chống, giảm nhẹ thiên tai được kiện toàn ở các cấp; Phương châm “4 tại chỗ” tiếp tục được áp dụng từ trung ương đến địa phương. Các buổi diễn tập điều hành xả lũ khẩn cấp hồ Hòa Bình và diễn tập về ứng phó với bão mạnh, lũ lớn khu vực Miền Trung được tiến hành thành công [1]. Thiệt hại do thiên tai gây ra trong vòng 10 năm gần đây nhỏ hơn đáng kể so với 10 năm trước, cụ thể: (i) Số người chết và mất tích bình quân năm trong 10 năm gần đây là 317 người/năm, giảm 38 % so với bình quân 10 năm trước (509 người); Thiệt hại vật chất giai đoạn 2008 - 2017 (688 triệu USD/năm) giảm 29 % so với giai đoạn 1998 - 2007 (967 triệu USD/năm) [5]. Trong công tác xây dựng quỹ phòng, chống thiên tai, đến 25/7/2019 đã có 57/63 tỉnh tiến hành thu quỹ, tổng kinh phí thu được là 2.515 tỷ đồng, trong đó có 47/57 tỉnh, thành phố đã chi quỹ với tổng số tiền 1.027 tỷ đồng [5].

Thực hiện “Chương trình bố trí dân cư các vùng thiên tai, đặc biệt khó khăn, biên giới, hải đảo, di cư tự do, khu rừng đặc dụng giai đoạn 2013 - 2015 và định hướng đến năm 2020” (Quyết định số 1776/QĐ-TTg ngày 21/11/2012), trong giai đoạn 2011 - 2015 đã có hơn 70.000 hộ/85.900 hộ (trong đó hơn 60 % hộ sinh sống ở vùng có nguy cơ về thiên tai) được bố trí dân cư ổn định [1]. Quy hoạch các khu dân cư ứng phó với BĐKH, hệ thống cụm tuyến dân cư vượt lũ ĐBSCL, chương trình bố trí dân cư các vùng thiên tai, đặc biệt khó khăn, biên giới, hải đảo, di cư tự do, khu rừng đặc dụng đã đạt nhiều kết quả.

Nghiên cứu

Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đã phê duyệt kế hoạch duy tu bảo dưỡng đê điều cho 20 tỉnh, thành phố có đê từ cấp III đến cấp đặc biệt; Ban hành hướng dẫn yêu cầu kỹ thuật trong công tác duy tu, bảo dưỡng đê điều; Tăng cường năng lực cho địa phương về bảo vệ đê, chuẩn bị sẵn sàng hộ đê, chống lũ; Áp dụng khoa học công nghệ trong nâng cấp, sửa chữa, kiểm tra, giám sát công trình phòng chống thiên tai. Đến hết năm 2015, từ Quảng Ninh đến Quảng Nam đã hoàn thành củng cố, nâng cấp 448,5/816,8 km đê biển, 127,6/231,6 km kè, 312/590 cống qua đê và 361 ha cây chắn sóng; Từ Quảng Ngãi đến Kiên Giang đã củng cố, nâng cấp được 130 km đê biển, 11,7 km kè, 17 cống qua đê và 110 ha rừng ngập mặn bảo vệ đê. Ngoài ra, các địa phương đã củng cố, nâng cấp 1.464 km đê sông; 432 km kè; Sửa chữa, xây mới 440 cống qua đê và 500.309 km khoan phụt vữa gia cố thân đê [1].

Thực hiện các Luật, văn bản chính sách, các quy hoạch và kế hoạch trong phòng chống thiên tai, công tác chống ngập và an toàn hồ chứa cũng mang lại những hiệu quả to lớn nhằm đảm bảo an ninh nước trong bối cảnh BĐKH ở Việt Nam những năm qua. Nhiều dự án chống ngập do triều cường, xâm nhập mặn ở thành phố Hồ Chí Minh và ĐBSCL cũng đã được triển khai [5]. Về công tác đảm bảo an toàn hồ chứa, cả nước hiện có khoảng 7.160 hồ chứa thủy lợi, thủy điện, trong đó có khoảng 6.660 hồ chứa và khoảng 500 hồ chứa thủy điện với trên 2.300 hồ chứa có dung tích từ 0,2 triệu m³ trở lên [1]. Trong giai đoạn 2011 - 2015, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đã đầu tư sửa chữa bảo đảm an toàn hầu hết

các hồ chứa có dung tích trên 10 triệu m³ (96/113 hồ); Các hồ từ 3 - 10 triệu m³ cũng đã cơ bản được sửa chữa nâng cấp, số còn lại không nhiều (28/447 hồ). Riêng đối với hồ chứa dưới 3 triệu m³, số lượng cần sửa chữa nâng cấp còn rất lớn.

Ngoài ra, Nghị quyết 120/NQ-CP về phát triển bền vững ĐBSCL thích ứng với BĐKH được ban hành đã thay đổi tư duy phát triển, coi nước mặn, nước lợ cũng là tài nguyên, chuyển đổi định hướng phát triển nền nông nghiệp đa dạng, ưu tiên thủy sản - cây ăn quả - lúa thay cho tập trung trồng lúa như trước đây. Nhiều địa phương trong cả nước đã phát triển sinh kế, thay đổi quá trình sản xuất phù hợp với điều kiện BĐKH và nước biển dâng, điển hình là các mô hình tôm - lúa, nuôi tôm sinh thái với bảo vệ rừng ngập mặn (Sóc Trăng, Cà Mau,...) [5].

4.2. Kết quả đạt được trong đảm bảo an ninh nước

Việc đầu tư nâng cấp, hiện đại hóa, nâng cao hiệu quả các hệ thống thủy lợi với nhiều dự án đã được đẩy mạnh và triển khai trên cả nước, đặc biệt là một số dự án quan trọng như Cái Lớn - Cái Bé, âu thuyền Ninh Quới nằm trên kênh Quản Lộ - Phụng Hiệp tỉnh Kiên Giang. Đến nay, trên cả nước đã xây dựng được 110 hệ thống thủy lợi vừa và lớn; Trên 10.000 trạm bơm điện lớn, 5.500 cống tưới, tiêu lớn, 234.000 km kênh mương, 25.960 km đê và bờ bao các loại. Kết quả đã nâng hiệu quả tưới thực tế so với năng lực tưới thiết kế các công trình thủy lợi từ 75 % năm 2010 lên 80 % năm 2018.

Đầu tư nâng cấp, hiện đại hóa, nâng cao hiệu quả các hệ thống thủy lợi đã nâng hiệu quả tưới thực tế so với năng lực tưới

thiết kế các công trình thủy lợi từ 75 % năm 2010 lên 80 % năm 2015. Nhiều công trình đã hoàn thành hợp phần đầu mối, bước đầu phát huy hiệu quả trữ nước phục vụ cấp nước, chống lũ như: Hồ Cửa Đạt (Thanh Hóa), Cổng Đò Diêm (Hà Tĩnh), Hồ Tả Trạch (Thừa Thiên - Huế), Hồ Định Bình (Bình Định), Hệ thống thủy lợi Sông Ray (Bà Rịa - Vũng Tàu) [1].

Điều tra cơ bản và hệ thống cơ sở dữ liệu về TNN tiếp tục được triển khai, xây dựng; nhiệm vụ lập quy hoạch TNN 2021 - 2030 đã được phê duyệt. Hệ thống cơ sở dữ liệu về TNN đã được quan tâm, xây dựng; Hệ thống quan trắc TNN tiếp tục được tăng cường. Đến 2018, đã điều tra, đánh giá nguồn nước mặt trên các lưu vực sông; Thiết lập được danh mục và bản đồ sông suối; Xác định dòng chảy tối thiểu của 11/13 dòng chính các lưu vực sông lớn; Đã lập được bản đồ TNN dưới đất tỷ lệ 1:200.000, về cơ bản phủ trùm 100 % diện tích, tỷ lệ 1:100.000 đạt khoảng gần 30 % diện tích toàn quốc. Quy hoạch các lưu vực sông Bằng Giang - Kỳ Cùng, Sông Hồng - Thái Bình, Sê San - Srêpok đã được đưa vào trong nhiệm vụ quy hoạch TNN thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 được phê duyệt tại Quyết định số 1748/QĐ-TTg ngày 04/12/2019 [5].

Bên cạnh đó, việc ban hành và thực hiện Thông tư 64/2017/TT-BTNMT ngày 22/12/2017 quy định về xác định dòng chảy tối thiểu trên sông, suối và hạ lưu các hồ chứa, đập dâng cũng góp phần đáng kể trong hài hòa lợi ích và tránh các xung đột trong việc sử dụng nước trên các lưu vực sông, bảo vệ môi trường và hệ sinh thái. Điển hình là thủy điện Đak Mi 4 chuyển nước từ sông Vu Gia sang sông Thu Bồn; Thủy điện An Khê - Kanak

chuyển nước từ Sông Ba sang Sông Kôn, Bình Định; Thủy điện Thượng Kon Tum chuyển nước sang sông Trà Khúc, Quảng Ngãi. 11 quy trình vận hành liên hồ chứa trên 11 lưu vực sông, gồm: Ba, Vu Gia - Thu Bồn, Sê San, Srêpok, Mã, Cà, Kôn - Hà Thanh, Trà Khúc, Sông Hồng, Đồng Nai và Sông Hương đã được xây dựng và vận hành [5]. Quy trình vận hành các hồ chứa đã mang lại những kết quả nhất định trong công tác điều tiết lũ và giảm đỉnh lũ trong đợt lũ lụt lịch sử tháng X năm 2020.

Các văn bản pháp quy, các quy định như Nghị định 54/2015/NĐ-CP ngày 08/6/2015 về ưu đãi đối với hoạt động sử dụng nước tiết kiệm và Nghị định 167/2018/NĐ-CP ngày 26/12/2018 quy định việc hạn chế khai thác NĐĐ. Các tiêu chí sản phẩm, thiết bị, công nghệ sử dụng nước tiết kiệm cũng đang được xây dựng. Đến tháng IX/2019, lĩnh vực thủy lợi có 162 tiêu chuẩn kỹ thuật, 04 quy chuẩn do Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Tổng cục Thủy lợi công bố để quản lý và áp dụng trong các khâu: Đầu tư xây dựng, quản lý - khai thác - vận hành (trong đó: Thiết kế, thi công và nghiệm thu có 04 QCVN và 68 TCVN; Cơ, điện thủy lợi có 07 TCVN; Đất, vật liệu xây dựng có 39 TCVN; Thủy văn, thủy lực và môi trường có 07 TCVN; Khảo sát, quy hoạch có 16 TCVN; Tưới, tiêu có 08 TCVN; Quản lý, vận hành có 10 TCVN). Ngành thủy lợi đang tiếp tục triển khai xây dựng mới 19 TCVN, rà soát 04 QCVN và 15 TCVN [1].

4.3. Những thiếu hụt về thích ứng với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước

Trong thời gian qua, năng lực dự báo, cảnh báo thiên tai đã được nâng lên; Cơ sở hạ tầng về phòng, tránh và giảm nhẹ

Nghiên cứu

thiên tai, thích ứng với BĐKH được quan tâm đầu tư, thiệt hại về người và tài sản do thiên tai đã giảm đáng kể. Hệ thống cảnh báo đa thiên tai đã được xây dựng, tuy nhiên năng lực giám sát khí hậu và cảnh báo thiên tai cho các vùng dễ phục vụ công tác sản xuất, bảo vệ tài sản, tính mạng vẫn còn nhiều bất cập. Hệ thống giám sát BĐKH và nước biển dâng mới được thiết lập chủ yếu dựa trên cơ sở các trạm khí tượng thủy văn và hải văn hiện có. Còn hạn chế trong ứng dụng khoa học công nghệ nhất là công nghệ dự báo, cảnh báo lũ quét, sạt lở đất, dự báo lũ từ phía thượng lưu các sông liên quốc gia. Thiếu các vật tư, trang thiết bị chuyên dùng, đặc thù để ứng phó thiên tai, thiết bị cảnh báo tự động tại cộng đồng.

Trong giai đoạn 2012 - 2020 đã triển khai nhiều biện pháp nhằm nâng cao hiệu quả của các hoạt động đảm bảo an ninh về nước trong điều kiện BĐKH như: Xây dựng quy hoạch quản lý tổng hợp TNN cho các lưu vực sông lớn,... Tuy nhiên vẫn có những khó khăn và thách thức về cơ chế và cách thức thực hiện, cũng như những hạn chế về khoa học và công nghệ. Việc tuân thủ quy trình vận hành liên hồ chứa trên các lưu vực sông vẫn còn nhiều vấn đề tồn tại, đặc biệt là mâu thuẫn giữa việc xả nước cho mục đích sản xuất nông nghiệp, sinh hoạt và tích nước sản xuất điện. Chưa thực sự hiệu quả trong hợp tác nghiên cứu và chia sẻ thông tin về nguồn nước với các nước láng giềng.

Nhiều dự án củng cố và nâng cấp đê sông, đê biển, đảm bảo an toàn hồ chứa, đã được đầu tư và triển khai thực hiện. Tuy nhiên, theo báo cáo của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, mới có khoảng 30 % các công trình nâng cấp đê biển và

36,5 % các hồ chứa được sửa chữa so với kế hoạch. Các công trình tránh trú bão chưa đủ, các công trình chống úng ngập chưa hiệu quả. Công tác bảo vệ, phục hồi, trồng rừng ngập mặn, rừng phòng hộ ven biển mới đạt được khoảng 30 % kế hoạch đề ra đến năm 2020. Do đó, tình trạng úng ngập do mưa lớn, triều cường chưa được cải thiện nhiều, đặc biệt tại các vùng đồng bằng ven biển, khu đô thị lớn, nơi tập trung đông dân cư và các hoạt động sản xuất.

5. Một số giải pháp ứng phó với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước

Tài nguyên nước Việt Nam đang đứng trước những thách thức không nhỏ trong bối cảnh BĐKH. Để đảm bảo quản lý, bảo vệ, khai thác, sử dụng hiệu quả và bền vững nguồn tài nguyên này, Việt Nam cần triển khai các biện pháp tổng thể:

- Triển khai thực hiện quy hoạch TNN quốc gia, lập và triển khai quy hoạch TNN các lưu vực sông, trong đó xác định các khu vực cần phải bảo vệ nghiêm ngặt. Điều tra, đánh giá các nguồn NĐĐ, quản lý chặt chẽ các hoạt động khai thác nước ngầm; Chống suy thoái, cạn kiệt, ô nhiễm nguồn nước. Xây dựng hệ thống quan trắc, giám sát TNN, hệ thống thông tin, cơ sở dữ liệu TNN, nâng cao khả năng dự báo TNN. Tăng cường các giải pháp quản lý, điều tiết, khai thác, sử dụng tiết kiệm và hiệu quả nguồn nước; Tăng cường khả năng trữ nước mặt và NĐĐ, chú trọng các vùng có nguy cơ hạn hán, thiếu nước, chịu tác động bất lợi của xâm nhập mặn.

- Ưu tiên đầu tư tìm kiếm, thăm dò, khai thác nguồn nước, để giải quyết nước sinh hoạt, sản xuất cho nhân dân các vùng

miền núi, vùng đồng bào dân tộc thiểu số, vùng biên giới, hải đảo, vùng có điều kiện kinh tế - xã hội khó khăn, vùng có điều kiện kinh tế - xã hội đặc biệt khó khăn, vùng khan hiếm nước ngọt.

- Khuyến khích tổ chức, cá nhân đầu tư nghiên cứu, ứng dụng khoa học, công nghệ tiên tiến để quản lý, bảo vệ, phát triển các nguồn nước, khai thác, sử dụng tiết kiệm, hiệu quả TNN, xử lý nước thải đạt tiêu chuẩn để tái sử dụng, xử lý nước mặn, nước lợ thành nước ngọt, thu gom, sử dụng nước mưa, bổ sung nhân tạo NĐĐ, khôi phục nguồn nước bị ô nhiễm, suy thoái, cạn kiệt, phòng, chống và khắc phục hậu quả tác hại do nước gây ra.

- Triển khai các giải pháp tăng cường năng lực dự báo, cảnh báo sớm thiên tai và các điều kiện khí hậu, thời tiết cực đoan; Cải thiện hệ thống đánh giá và quản lý rủi ro khí hậu; Thực hiện các giải pháp giảm nhẹ rủi ro thiên tai, giảm thiểu tổn thất và thiệt hại do các tác động ngắn hạn, trung hạn và dài hạn liên quan đến BĐKH, sẵn sàng ứng phó với thiên tai và khí hậu cực đoan gia tăng do BĐKH.

- Nâng cao nhận thức cộng đồng: Thúc đẩy các chương trình giáo dục và tuyên truyền nhằm nâng cao ý thức của người dân về tầm quan trọng của việc bảo vệ và sử dụng nguồn nước một cách bền vững.

6. Kết luận

Trên cơ sở sử dụng phương pháp mô hình, phương pháp tổng hợp tài liệu và phương pháp đánh giá hiệu quả các giải pháp thích ứng với BĐKH, bài báo đã đánh giá tác động của BĐKH đến TNN của Việt Nam, đánh giá tổng quan hiệu quả của các giải pháp thích ứng với BĐKH trong lĩnh vực TNN và định hướng các

giải pháp tổng thể trong tương lai. Giải quyết các vấn đề về TNN chính là chìa khóa giúp thích ứng tốt hơn, đồng thời có thể giảm thiểu tác động tiêu cực của BĐKH. Để đáp ứng yêu cầu ngày càng cao của công tác quản lý, bảo vệ, khai thác sử dụng TNN trong bối cảnh BĐKH, bên cạnh việc tiếp tục hoàn thiện chính sách, pháp luật về TNN, cần tập trung triển khai thực hiện các cơ chế, chính sách quản lý đã được thể chế hóa trong Luật Tài nguyên nước 2023 (Luật số 28/2023/QH15) và các văn bản đã được ban hành. Xây dựng cơ sở dữ liệu về TNN và cơ chế chia sẻ thông tin, dữ liệu về quản lý TNN giữa Trung ương và địa phương; Bảo đảm sử dụng nước bền vững, đáp ứng các nhu cầu sử dụng nước cho phát triển kinh tế - xã hội, thích ứng với BĐKH thiết thực và hiệu quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2019). *Báo cáo đánh giá tình hình thực hiện Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu và Kế hoạch hành động quốc gia về biến đổi khí hậu giai đoạn 2012 - 2020* (Kèm theo Công văn số 8125/BNN-KHCN ngày 29/10/2019 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn).

[2]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012). *Báo cáo môi trường quốc gia 2012: Môi trường nước mặt lục địa*.

[3]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2021). *Báo cáo đánh giá khí hậu quốc gia*.

[4]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2022). *Báo cáo tài nguyên nước quốc gia giai đoạn 2016 - 2021*.

[5]. Cục Biến đổi khí hậu (2020). *Đánh giá tình hình thực hiện chiến lược và kế hoạch hành động quốc gia về biến đổi khí hậu, đề xuất các giải pháp đẩy mạnh thực hiện chiến lược trong giai đoạn 2021 - 2030*. Báo cáo tổng hợp.

Nghiên cứu

- [6]. IMHEN 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 BĐKH*. Nxb. Tài nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam.
- [7]. Nguyễn Văn Thắng (2010). *Nghiên cứu ảnh hưởng của BĐKH đến các điều kiện tự nhiên, tài nguyên thiên nhiên và đề xuất các giải pháp chiến lược phòng tránh, giảm nhẹ và thích nghi, phục vụ phát triển bền vững kinh tế - xã hội ở Việt Nam*. Đề tài: KC.08.13/06-10, Báo cáo đề tài cấp Nhà nước thuộc chương trình KC08.
- [8]. Trần Thanh Xuân (2016). *Mạng lưới và tài nguyên nước sông Việt Nam: Những biến đổi và thách thức*. Nxb. Khoa học và Kỹ thuật.
- [9]. Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước Quốc gia (2013). *Đánh giá tác động của BĐKH đến TNN dưới đất khu vực ĐBSCL, đề xuất các giải pháp ứng phó*. Báo cáo tổng kết dự án.
- [10]. Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước Quốc gia (2013). *Đánh giá tác động của BĐKH và nước biển dâng đến NĐĐ vùng ven biển Miền Trung (Đà Nẵng đến Phú Yên)*. Báo cáo tổng kết dự án.
- [11]. Trần Thanh Xuân, Trần Thục, Hoàng Minh Tuyên (2011). *Tác động của BĐKH đến tài nguyên nước Việt Nam*. Nxb. Khoa học và Kỹ thuật.
- [12]. Trần Thục, Hoàng Minh Tuyên (2011). *Tác động BĐKH đến tài nguyên nước Việt Nam*. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 4/2011.
- [13]. Trần Thọ Đạt và nnk (2013). *Nghiên cứu tác động của mức nước biển dâng do BĐKH đến hệ sinh thái rừng ngập mặn và cộng đồng dân cư ven biển đồng bằng Sông Hồng*. Báo cáo tổng kết đề tài. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. Hà Nội.
- [14]. Brooks, N., Anderson, S., Burton, I., Fisher, S., Rai, N., & Tellam, I. (2013). *An operational framework for Tracking Adaptation and Measuring Development (TAMD)* (Issue 5). International Institute for Environment and Development (IIED) 80-86.
- [15]. Brooks, N., & Fisher, S. (2014). *Tracking Adaptation and Measuring Development (TMAD): A step-by-step guide*. In the Toolkit. International Institute for Environment and Development (IIED).
- [16]. Olivier, J., Leiter, T., & Linke, J. (2012). *Adaptation made to measure: A guidebook to the design and results-based monitoring of climate change adaptation projects* (2nd ed.). Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.