

Bài báo khoa học

Đánh giá hiện trạng hệ thống công trình thủy lợi và khả năng đáp ứng nhu cầu nước của các hồ chứa trong bối cảnh biến đổi khí hậu tại huyện Tri Tôn và Tịnh Biên, tỉnh An Giang

Lương Huy Khanh¹, Nguyễn Quốc Luật¹, Trần Thị Trúc Ly¹, Lê Hải Trí², Trần Văn Tỷ^{2*}, Huỳnh Trần Gia Thịnh³, Huỳnh Vương Thu Minh^{3*}

¹ Học viên cao học, trường Đại học Cần Thơ; luonghuykhanh@gmail.com; nguyennquocluat@gmail.com; lytran2x@gmail.com

² Khoa Công Nghệ, Trường Đại học Cần Thơ; lehaitri@gmail.com; tvty@ctu.edu.vn

³ Khoa Môi trường và TNTN, Trường Đại học Cần Thơ; thinhgia1996un@gmail.com; hvtminh@ctu.edu.vn

*Tác giả liên hệ: hvtminh@ctu.edu.vn; Tel.: +84–939610020

Ban biên tập nhận bài: 17/8/2022; Ngày phản biện xong: 13/9/2022; Ngày đăng bài: 25/9/2022

Tóm tắt: Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá khả năng đáp ứng nhu cầu dùng nước của các hồ chứa trong bối cảnh biến đổi khí hậu (BĐKH) tại huyện Tri Tôn và Tịnh Biên, tỉnh An Giang. Để đạt được mục tiêu trên, trước tiên hiện trạng hệ thống công trình thủy lợi được đánh giá; trữ lượng nước từ các hồ chứa và nhu cầu nước của các ngành dùng nước theo các kịch bản BĐKH trong giai đoạn 2030 và 2050 được tính toán; từ đó khả năng cung cấp nước từ hồ chứa cho các ngành dùng nước được đánh giá. Kết quả cho thấy, trong năm 2020, khu vực nghiên cứu có 07 hồ chứa (trong đó 01 hồ chứa lớn, 04 hồ chứa vừa và 02 hồ chứa nhỏ), trữ lượng nước hồ chứa năm 2020, 2030 và 2050 lần lượt là $2,55 \times 10^6 \text{ m}^3$; $4,35 \times 10^6 \text{ m}^3$; và $5,86 \times 10^6 \text{ m}^3$. Nhu cầu dùng nước trong 06 tháng (mùa khô) theo hai trường hợp (TH) ở các năm 2030 và 2050 và tương ứng với ba kịch bản BĐKH lần lượt là $5,2 \times 10^6 \text{ m}^3$ và $6,2 \times 10^6 \text{ m}^3$ (RCP2.6), $5,2 \times 10^6 \text{ m}^3$ và $5,8 \times 10^6 \text{ m}^3$ (RCP4.5), $5,2 \times 10^6 \text{ m}^3$ và $6,0 \times 10^6 \text{ m}^3$ (RCP8.5); $7,7 \times 10^6 \text{ m}^3$ và $7,9 \times 10^6 \text{ m}^3$ (RCP2.6), $8,2 \times 10^6 \text{ m}^3$ và $8,9 \times 10^6 \text{ m}^3$ (RCP4.5), $7,8 \times 10^6 \text{ m}^3$ và $8,0 \times 10^6 \text{ m}^3$ (RCP8.5). Nghiên cứu cho thấy khả năng đáp ứng nhu cầu nước cho các ngành dùng nước (%) từ hồ chứa trong 06 tháng (mùa khô) tăng dần qua từng giai đoạn do số lượng các hồ chứa ngày càng tăng. Khả năng cấp nước từ hồ chứa đạt khoảng 70% nhu cầu dùng nước tính đến năm 2050. Nghiên cứu tiếp theo cần xem xét chi tiết vận hành hồ chứa và cập nhật số liệu BĐKH năm 2020 theo CMIP6.

Từ khóa: Biến đổi khí hậu; Nhu cầu nước; Trữ lượng nước hồ chứa; Hệ thống công trình thủy lợi; Vùng Bảy Núi tỉnh An Giang.

1. Giới thiệu

Ngành nông nghiệp vẫn là ngành sử dụng nước mặt và nước dưới đất nhiều nhất, đặc biệt ở các vùng khô hạn và bán khô hạn, khu vực có tỷ lệ người dùng vào khoảng 70%. Nước tưới của từng loại cây trồng cụ thể phụ thuộc phần lớn vào điều kiện khí hậu. Vì vậy, những thay đổi trong mô hình khí hậu liên quan đến sự nóng lên toàn cầu đóng vai trò quan trọng trong việc xác định nhu cầu nước nông nghiệp trong tương lai. Nhiệt độ không khí bề mặt tăng lên liên quan đến biến đổi khí hậu (BĐKH) dẫn đến tăng thoát hơi nước và làm giảm độ ẩm của đất ở vùng rẫy. Hơn nữa, thực vật có xu hướng cần nhiều nước hơn để duy

trì sự sinh trưởng và phát triển. Ở các vùng khô hạn và bán khô hạn, nhiệt độ là yếu tố chính ảnh hưởng đến nhu cầu nước tưới trong điều kiện khí hậu thay đổi [1].

Hệ thống thủy lợi ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) trong thời gian qua đã được đầu tư xây dựng khá nhiều, nhưng chưa đồng bộ, hệ thống thủy lợi liên vùng còn hạn chế, do đó việc trữ nước và điều tiết nước chưa mang lại hiệu quả cao [2]. Hơn nữa, nguồn nước từ Mekong chuyển về thông qua sông Tiền và sông Hậu chảy thẳng ra biển Đông, nguồn nước giữ lại trong khu vực nghiên cứu ít do chưa có hệ thống thủy lợi trữ nước. Bên cạnh đó, các tiểu vùng đê bao ngăn lũ cũng làm giảm diện tích trữ nước. Các dự án thủy lợi đã và sẽ thực hiện, trong đó có các hệ thống công trình thủy lợi phục vụ trữ nước (trên sông chính hay các hồ chứa vừa và nhỏ) nhằm thích ứng với BĐKH và suy giảm dòng chảy từ sông Mekong chuyển về cũng đang được quan tâm [3]. Những tác động của hệ thống hồ chứa, phát triển kinh tế-xã hội, những dự án chuyển nước dự kiến ở các nước thượng lưu sông Mê Công sẽ ảnh hưởng đến chế độ dòng chảy hàng năm ở ĐBSCL [4]. Trong đó, nguy cơ lũ nhỏ ngày càng nhỏ hơn, dòng chảy mùa kiệt năm hạn càng kiệt hơn, nước ngọt ngày càng khan hiếm, mặn xâm nhập ngày càng sâu đã tác động đến nguồn nước cấp cho các ngành dùng nước. Nhiều nghiên cứu về đánh giá tài nguyên nước mặt cũng như nhu cầu nước cho các hoạt động sản xuất nông nghiệp ở vùng Nam bộ đã được thực hiện [5-9]. Một nghiên cứu đã tính toán nguồn nước mặt đến hồ Dầu Tiếng cho thấy dòng chảy theo mùa có sự thay đổi rất rõ, năm nhiều nước và năm ít nước cũng có sự chênh lệch đáng kể, và sự thay đổi lớp phủ mặt đệm cũng là yếu tố ảnh hưởng đến chế độ dòng chảy [10]. Xây dựng bản đồ bốc thoát hơi nước từ các loại thảm phủ trên địa bàn tỉnh Sóc Trăng bằng công nghệ viễn thám, từ đó tính toán lượng bốc thoát hơi nước toàn tỉnh theo từng tháng cho mỗi nhóm đối tượng (lúa Đông Xuân, lúa Hè Thu, lúa Thu Đông, hoa màu, cây lâu năm-ăn quả, nuôi trồng thủy sản, mặt nước) [11]. Nghiên cứu và đánh giá khả năng cấp nước cho các ngành dùng nước của hồ Ôtuksa, huyện Tịnh Biên, tỉnh An Giang theo ba kịch bản biến đổi khí hậu (BĐKH) [6]. Đánh giá và tính toán cân bằng nước hồ chứa Ô Tà Sóc nhằm phục vụ các ngành dùng nước thuộc vùng Bảy Núi [7].

An Giang là tỉnh đầu nguồn và là một trong hai tỉnh trong Vùng ĐBSCL vừa có đồng bằng vừa có đồi núi, trong đó vùng đồi núi tập trung phần lớn ở hai huyện Tri Tôn và Tịnh Biên. An Giang có diện tích tự nhiên 353.683 ha, bằng 1,03% diện tích cả nước và đứng thứ 4 so với các tỉnh ĐBSCL, trong đó theo số liệu hiện trạng sử dụng đất năm 2019 tổng diện tích đất nông nghiệp là 296.719 ha (đất trồng lúa 242.337 ha, đất trồng cây hằng năm khác 11.648 ha, đất trồng cây lâu năm 25.343 ha, đất lâm nghiệp 11.643 ha, đất nuôi trồng thủy sản 5.530 ha, đất nông nghiệp khác 219 ha). Dân số toàn tỉnh xấp xỉ 1.907.401 người, trong đó đồng bào dân tộc Khmer là 91.408 người (4,79% dân số toàn tỉnh), sống tập trung ở hai huyện miền núi Tịnh Biên và Tri Tôn (Niên giám thống kê, 2019). Diện tích gieo trồng toàn tỉnh là 707.100 ha (trong đó, lúa 637.200 ha, màu 50.600 ha, cây ăn trái 19.300 ha), diện tích rừng trồng được thực hiện chăm sóc 1.582 ha trong năm 2020 [12].

Do đặc thù huyện Tịnh Biên và Tri Tôn là vùng đất trũng cao, chưa có hệ thống công trình thủy lợi, do đó người dân và đồng bào dân tộc Khmer ở đây chỉ sản xuất một vụ lúa vào mùa mưa, nguồn nước cấp chính từ mưa. Rủi ro năng suất lúa bị ảnh hưởng do thiếu nước ở những năm bị khô hạn kéo dài, hoặc mưa lũ lớn bất thường sẽ bị lũ núi cuốn trôi làm ảnh hưởng đến sản xuất và đời sống người. Trong các năm qua, nhà nước quan tâm đầu tư phát triển hệ thống công trình thủy lợi nhằm phục vụ sản xuất và dân sinh, cụ thể: trạm bơm, hồ chứa, hệ thống công trình thủy lợi sau hồ phục vụ sản xuất và dân sinh. Qua đó, đã góp phần nâng cao thu nhập và đời sống người dân được nâng lên nhờ chuyển từ sản xuất lúa một vụ không với năng suất thấp sang cây ăn trái, sản xuất lúa hai vụ với năng suất cao hơn. Vì thế, đời sống vật chất và tinh thần của đồng bào dân tộc Khmer từng bước được cải thiện. Tuy nhiên, vùng trũng có cao độ từ +2 m đến +5 m và vùng cao có cao độ từ +5 m đến +30 m có hệ thống công trình thủy lợi còn hạn chế, phần lớn diện tích đất trong vùng này chưa được khai thác triệt để do thiếu các hệ thống công trình thủy lợi.

Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá khả năng đáp ứng nhu cầu của các ngành dùng nước của nguồn nước từ các hồ chứa trong bối cảnh BĐKH tại huyện Tri Tôn và Tịnh Biên, thuộc vùng Bảy Núi, tỉnh An Giang. Để thực hiện mục tiêu trên, trước hết, hiện trạng công trình thủy lợi (theo độ cao, loại công trình) được đánh giá; trữ lượng nước từ các hồ chứa và nhu cầu nước của các ngành dùng nước theo các kịch bản BĐKH giai đoạn 2030 và 2050 được tính toán; từ đó năng lực cung cấp nước từ hồ chứa cho các ngành dùng nước được đánh giá.

2. Khu vực nghiên cứu, số liệu và phương pháp nghiên cứu

Các số liệu trữ lượng, mực nước các hồ chứa và các thông tin về hiện trạng công trình thủy lợi trong vùng nghiên cứu được thu thập từ Sở NN&PTNN tỉnh An Giang. Để dự báo khả năng cấp của các hồ chứa cũng như hệ thống công trình thủy lợi, số liệu lượng mưa và nhiệt độ được tải về theo các kịch bản ĐBKH của Bộ TN&MT. Nghiên cứu sử dụng phương pháp thống kê mô tả và mô hình toán Cropwat nhằm ước tính lượng nước cho cây trồng. Các kết quả được thể hiện trên bản đồ và biểu đồ.

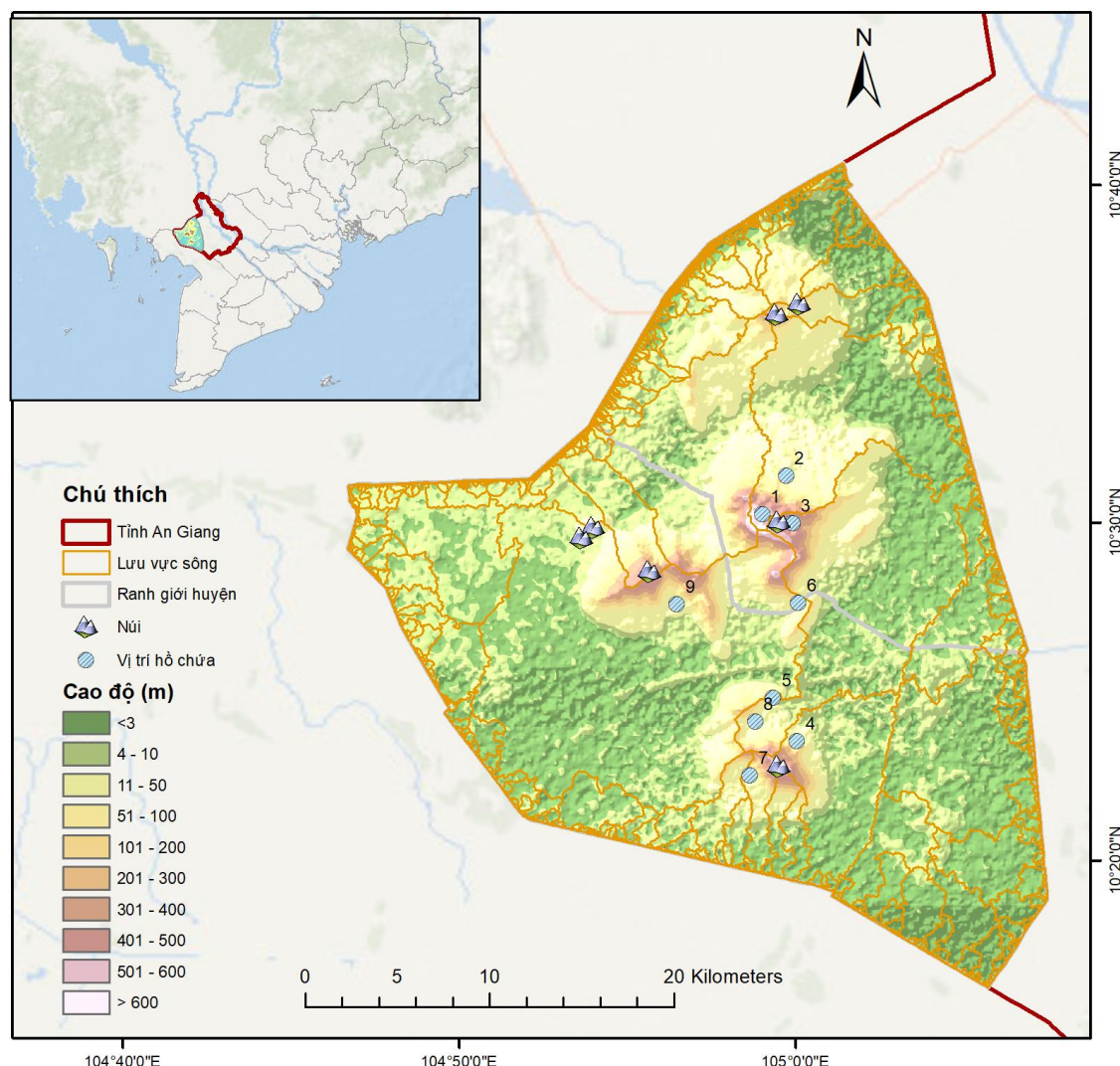
2.1. Khu vực nghiên cứu

Phạm vi nghiên cứu thuộc hai huyện miền núi Tri Tôn và Tịnh Biên tỉnh An Giang, là hai huyện miền núi tiếp giáp giữa Việt Nam và Campuchia thuộc địa bàn tỉnh An Giang, tổng diện tích tự nhiên 95.531 ha, chiếm 27,01% diện tích toàn tỉnh, trong đó diện tích sản xuất nông nghiệp là 66.381 ha (Hình 1). Dân số 225.830 người, 11,84% dân số toàn tỉnh. Trong đó: huyện Tịnh Biên có tổng diện tích tự nhiên 35.459 ha, chiếm 10,03% so với tổng diện tích toàn tỉnh, trong đó diện tích sản xuất nông nghiệp là 22.108 ha. Dân số toàn huyện 108.485 người, mật độ dân số bình quân đạt 306 người/km²; Huyện Tri Tôn có tổng diện tích tự nhiên khoảng 60.072 ha (là huyện có diện tích lớn nhất tỉnh An Giang), chiếm gần 16,98% diện tích toàn tỉnh, trong đó diện tích sản xuất nông nghiệp là 44.273 ha. Dân số toàn huyện 117.345 người, mật độ dân số bình quân đạt 195 người/km² [13–15]. Trong đó, có khoảng 30.314 ha là đất vùng trền cao có cao trình từ +2 m đến +30 m (trong đó vùng trền có cao độ từ +2,0 m đến +5,0 m và vùng cao có cao độ từ +5 đến +30,0 m) nghiêng dần từ chân núi ra xung quanh, chiếm khoảng 31,73% diện tích tự nhiên của 02 huyện, tập trung ven các chân núi được giới hạn bởi các kênh Trà Sư–Tri Tôn, kênh Vĩnh Tế, kênh Mới và kênh Ninh Phước về phía chân núi. Vùng này khó khăn về nguồn nước phục vụ các ngành dùng nước và khó khăn trong đầu tư hệ thống thủy lợi trong thời gian qua. Địa hình trong vùng rất khó khăn cho bố trí công trình trạm bơm tưới, nhưng thuận lợi cho xây dựng hồ chứa vừa và nhỏ.

An Giang nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, trong năm có hai mùa rõ rệt: mùa mưa và mùa khô. Mùa mưa thường bắt đầu từ tháng 6 và kết thúc vào tháng 11, mùa khô từ tháng 12 đến tháng 5 năm sau [16]. Tài nguyên nước khu vực nghiên cứu gồm có nước mặt và nước dưới đất; trong đó, nước mặt phần lớn được khai thác từ các hồ chứa hiện có (trong khu vực nghiên cứu có 07 hồ chứa), với tổng dung tích trữ nước là $2,55 \times 10^6$ m³; phục vụ tưới cho khoảng 630 ha, cấp nước sinh hoạt cho khoảng 4.700 hộ dân, phục vụ phòng cháy chữa cháy rừng và cảnh quan du lịch; bên cạnh đó nước mặt từ các kênh cấp I (kênh Trà Sư, kênh Vĩnh Tế, kênh Mới, kênh Ninh Phước) cũng tạo nguồn cấp nước cho 17 trạm bơm vùng cao phục vụ cho 3.898 ha và 91 trạm bơm vùng trền phục vụ cho 19.615 ha đất sản xuất nông nghiệp và chăn nuôi. Ngoài ra, còn có nguồn nước dưới đất phục vụ cho sinh hoạt, sản xuất nông nghiệp và chăn nuôi trang trại.

Trong thời gian qua, việc nghiên cứu các giải pháp để đầu tư phát triển hệ thống công trình thủy lợi ở Tri Tôn và Tịnh Biên được quan tâm. Qua đó, vùng nghiên cứu đã từng bước đầu tư một số công trình, như: Trạm bơm 3/2, hồ Ô Túc Sa thuộc huyện Tịnh Biên; trạm bơm Châu Lăng, hồ Soài Chek, hồ Ô Thum,... huyện Tri Tôn, góp phần phục vụ sản xuất nông nghiệp và dân sinh trong vùng. Tuy nhiên, việc đầu tư phát triển hệ thống công

trình thủy lợi ở vùng này còn hạn chế, diện tích phục vụ của hệ thống còn nhỏ và phân tán nhiều nơi. Đa số diện tích nông nghiệp trong vùng chỉ sản xuất 01 vụ/năm và hoàn toàn phụ thuộc vào thiên.



Hình 1. Khu vực nghiên cứu.

2.2. Thu thập số liệu

Số liệu được thu thập và nguồn số liệu được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Số liệu và nguồn số liệu.

STT	Tên số liệu	Năm	Nguồn
1	Số liệu khí tượng trạm Châu Đốc	1980-2020	Đài Khí tượng Thủy văn tỉnh An Giang
2	Số liệu, thông số hồ chứa	2020	Sở NN&PTNT tỉnh An Giang
3	Điều kiện địa hình vùng Bảy Núi	2012	Sở NN&PTNT tỉnh An Giang
4	Thống kê dân số	2020	Chi cục Thống kê An Giang
5	Nhu cầu nước chăn nuôi	2012	Tiêu chuẩn Việt Nam 4454

2.3. Đánh giá hiện trạng hệ thống công trình thủy lợi

Hiện trạng hệ thống công trình thủy lợi tại khu vực nghiên cứu được đánh giá theo bốn bước sau:

- Thống kê số lượng các công trình thủy lợi, quy mô và cấp công trình trong khu vực nghiên cứu (vùng trũng và vùng cao);

- Thống kê hiện trạng các hồ chứa tại khu vực nghiên cứu và định hướng phát triển trong tương lai;
- Tính toán, thống kê trữ lượng nước của tất cả các hồ chứa hiện trạng năm 2020 trong khu vực nghiên cứu.
- Tính toán, thống kê trữ lượng nước hữu dụng của tất cả các hồ chứa hiện trạng năm 2020 và định hướng xây dựng phát triển thêm hồ chứa trong tương lai đến năm 2030 và 2050 trong khu vực nghiên cứu.

2.4. Tính toán nhu cầu nước

Nhu cầu nước cho vùng hạ lưu hồ chứa được tính là tổng lượng tiêu thụ nước trong một khoảng thời gian nhất định, lượng nước cần thiết cung cấp cho các hoạt động: sinh hoạt và nông nghiệp. Dự báo nhu cầu nước được dựa trên phân tích nhu cầu nước hiện tại, sau đó về cơ bản nhu cầu nước được xem như tăng dần lên theo tốc độ phát triển kinh tế xã hội trong khu vực: nghĩa là nhu cầu nước trong khu vực được xem như tăng dần đến năm 2030 và năm 2050 ở từng khu vực theo kế hoạch phát triển kinh tế xã hội.

a) Nhu cầu nước sinh hoạt

Nước cho dân sinh chủ yếu là nước để ăn uống, phục vụ sinh hoạt. Trong tính toán chia làm hai loại là nước sinh hoạt cho thành thị và cho nông thôn. Khi tính cấp nước dân sinh còn căn cứ vào vùng địa lý, đối với đô thị còn căn cứ vào cấp đô thị. Các đô thị lớn đông dân có chỉ tiêu dùng nước lớn hơn. Tính nước cho dân sinh thường dựa vào chỉ tiêu theo đầu người rồi tính cho toàn bộ. Khi tính cho hiện trạng chủ yếu là dựa vào số liệu điều tra. Khi tính cho tương lai thì dựa vào các chỉ tiêu của quy hoạch về cấp nước hoặc tham khảo số liệu của các nước trong khu vực. Một vấn đề khá quan trọng trong tính toán nhu cầu nước dân sinh cho tương lai là phải dự báo được dân số, tình hình phát triển đô thị và tỷ lệ dân sống ở đô thị. Để có được những vấn đề này phải dự báo được tỷ lệ tăng trưởng dân số (bao gồm tăng trưởng tự nhiên, tăng trưởng cơ học), quy hoạch phát triển đô thị và mức độ đô thị hoá.

Nhu cầu nước sinh hoạt trung bình tại khu vực nghiên cứu.

- Nhu cầu nước sinh hoạt trung bình:

$$Q_{SHTB} = \frac{q_i \times N_i \times f_i}{1000} \text{ (m}^3\text{)} \quad (1)$$

Trong đó q_i là tiêu chuẩn dùng nước sinh hoạt (lít/người/ngày); N_i là tổng dân số trong vùng cấp nước (người); f_i là tỷ lệ dân cư được cấp nước (q_i và f_i lấy theo tiêu chuẩn TCXDVN 33:2006).

Trong nghiên cứu này, tỷ lệ gia tăng dân số được xác định:

$$N_t = N_0 \times (1 + i)^n \text{ (người)} \quad (2)$$

Trong đó N_t là dân số năm dự báo (người); N_0 là dân số tính toán năm hiện tại (người); i là tỷ lệ gia tăng dân số tự nhiên (%); và n là tỷ số năm dự báo và năm dân số hiện tại.

b) Nhu cầu nước cho nông nghiệp

Nhu cầu nước cho nông nghiệp chủ yếu là nước phục vụ cho lĩnh vực trồng trọt và phục vụ lĩnh vực chăn nuôi:

$$Q_{\text{nông nghiệp}} = Q_{TT} + Q_{CN} \text{ (m}^3\text{)} \quad (3)$$

Trong đó $Q_{\text{nông nghiệp}}$ là tổng lượng nước cấp cho nông nghiệp (m^3); Q_{TT} là nhu cầu nước cho trồng trọt (m^3) và Q_{CN} là nhu cầu nước cho chăn nuôi (m^3).

(i) Nhu cầu nước cho trồng trọt

Nước tưới cho cây trồng cho một đơn vị trên mặt ruộng thường tính theo hệ số tưới, phương pháp được thông dụng hiện nay là phương pháp tính của tổ chức lương nông thế giới [17]. Nhu cầu tưới nước cho cây trồng IWR_i

$$IWR_i = ET_{Ci} - P_{ei} \quad (4)$$

Trong đó IWR_i là lượng nước yêu cầu tưới trong thời đoạn thứ i (mm); ET_{Ci} là lượng bốc thoát hơi nước trong thời đoạn thứ i (mm); P_{ei} là lượng mưa hiệu quả trong thời đoạn thứ i (mm).

Lượng bốc thoát hơi nước của cây trồng ET_C :

$$ET_C = ET_0 \times K_C \quad (5)$$

Trong đó ET_C là lượng bốc thoát hơi nước cây trồng (mm/ngày); ET_0 là lượng bốc thoát hơi nước tham chiếu (mm/ngày); K_C là hệ số cây trồng.

Xác định lượng bốc thoát hơi nước cây trồng tham chiếu ET_0 : Theo [17], lượng bốc thoát hơi nước từ bề mặt tham chiếu (là một loại cỏ giả định để đối chiếu, bề mặt các đặc điểm cụ thể theo tiêu chuẩn) được gọi là bốc thoát hơi nước cây trồng tham chiếu. Phương trình FAO Penman–Monteith được sử dụng nhằm xác định giá trị bốc thoát hơi nước ET_0 , là một hàm số phụ thuộc nhiều vào thông số thời tiết (số liệu về bức xạ, nhiệt độ không khí, độ ẩm không khí và tốc độ gió) tại chỗ và khu vực xung quanh khu vực nghiên cứu. Vì vậy phương trình FAO Penman–Monteith được cho là phương pháp tiêu chuẩn tốt nhất để tính ET_0 từ dữ liệu khí tượng.

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)} \left(\frac{\text{mm}}{\text{ngày}} \right) \quad (6)$$

Trong đó ET_0 là lượng bốc thoát hơi nước tham chiếu chung đối với cây trồng (mm/ngày); R_n : Bức xạ mặt trời trên bề mặt cây trồng ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{ngày}$); G là mật độ dòng nhiệt trong đất ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{ngày}$); T là nhiệt độ trung bình ngày tại vị trí 2 m từ mặt đất ($^{\circ}\text{C}$); u_2 là tốc độ gió tại chiều cao 2 m từ mặt đất (m/s); e_s là áp suất hơi nước bão hòa (kPa); e_a là áp suất hơi nước thực tế (kPa); Δ là độ dốc của áp suất hơi nước trên đường cong quan hệ nhiệt độ (kPa/ $^{\circ}\text{C}$); và γ là hằng số ẩm (kPa/ $^{\circ}\text{C}$).

Ước tính lượng mưa hiệu quả P_e : Phương pháp dịch vụ giữ đất (SCS) của Phòng nông nghiệp Mỹ (USDA) được trình bày trong phần nước tưới tiêu của FAO:

$$P_e = 125 \times (125 - 0,2P_{\text{tot}})/125 \quad P_{\text{tot}} \leq 250\text{mm} \quad (7)$$

$$P_e = 125 + 0,1 \times P_{\text{tot}} \quad P_{\text{tot}} > 250\text{mm} \quad (8)$$

Trong đó P_e là lượng mưa hiệu quả (mm/tháng); P_{tot} là lượng mưa trung bình tháng (mm/tháng).

Sử dụng chương trình Cropwat 8.0 tính toán nhu cầu nước cây trồng: (i) Nhu cầu nước tưới và kế hoạch tưới được tính theo từng loại cây trồng, theo từng ngày tuần hoặc tháng; (2) Có thể kết hợp mùa vụ với luân canh các loại cây trồng để tính toán.

(ii) *Nhu cầu nước cho chăn nuôi gia súc, gia cầm*

Nhu cầu nước cho gia súc, gia cầm được tính bao gồm: nước cho gia súc, gia cầm uống và nước để vệ sinh chuồng trại. Tùy theo loại gia súc và chăn nuôi theo hình thức nào thì lượng nước dùng sẽ khác nhau. Do đó, ước tính nhu cầu nước bình quân cho từng cá thể, sau đó tính cho tổng số lượng cá thể và cộng với nước vệ sinh chuồng trại riêng biệt:

$$Q_{CN} = \frac{q_i \times N_i}{1000} (\text{m}^3) \quad (9)$$

Trong đó q_i là tiêu chuẩn dùng nước sinh hoạt (lít/con/ngày); N_i là số lượng vật nuôi (con) (q_i : lấy theo tiêu chuẩn TCVN 4454:2012 và N_i : lấy theo Niên giám thống kê (NGTK) tỉnh An Giang năm 2019) [13].

2.5. Tính toán nhu cầu nước trong điều kiện BĐKH

a) Kịch bản BĐKH

Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của BĐKH-NBD đến sự thay đổi mực nước được đánh giá theo kịch bản của Bộ TN&MT (2016). Kịch bản thấp (kịch bản RCP2.6): Kinh tế phát triển nhanh nhưng có sự thay đổi nhanh theo hướng kinh tế dịch vụ và thông tin; dân số tăng đạt đỉnh vào năm 2050 và sau đó giảm dần; giảm cường độ tiêu hao nguyên vật liệu, các công nghệ sạch và sử dụng hiệu quả tài nguyên được phát triển; chú trọng đến các

giải pháp toàn cầu về ổn định kinh tế, xã hội và môi trường. Kịch bản trung bình (kịch bản RCP4.5): Dân số tăng liên tục chú trọng đến các giải pháp địa phương thay vì toàn cầu về ổn định kinh tế, xã hội và môi trường; mức độ phát triển kinh tế trung bình; thay đổi chậm hơn và manh mún. Kịch bản cao (kịch bản RCP8.5): Thế giới không đồng nhất, các quốc gia hoạt động độc lập, tự cung tự cấp; dân số tiếp tục tăng trong thế kỷ 21; kinh tế phát triển theo định hướng khu vực; thay đổi về công nghệ và tốc độ tăng trưởng kinh tế tính theo đầu người chậm. Bảng 1 thể hiện số liệu lượng mưa và nhiệt độ ứng với 3 kịch bản BĐKH được tải từ website: <https://cds.climate.copernicus.eu/>.

Bảng 2. Các số liệu nhiệt độ và mưa BĐKH.

Kịch bản	Nhiệt độ	Lượng mưa
Lịch sử	1980-2005 (theo tháng)	1980-2005 (theo tháng)
RCP 2.6	2026-2035, 2046-2055 (theo tháng)	2026-2035, 2046-2055 (theo tháng)
RCP 4.5	2026-2035, 2046-2055 (theo tháng)	2026-2035, 2046-2055 (theo tháng)
RCP 8.5	2026-2035, 2046-2055 (theo tháng)	2026-2035, 2046-2055 (theo tháng)

b) Xử lý số liệu BĐKH

Theo [18], các giá trị mưa từ kịch bản lịch sử không thể sử dụng trực tiếp làm số liệu đầu vào do sai lệch giữa các biến mô phỏng khí hậu và giá trị thực đo. Vì vậy cần phải dùng công thức chuyển đổi:

$$\Delta P(j) = \frac{\bar{P}_{scen}(j)}{\bar{P}_{contr}(j)}; P_{\Delta}(i, j) = \Delta P(j) \times P_{obs}(i, j) \quad (i = 1 \sim 31; j = 1 \sim 12) \quad (10)$$

Trong đó $\bar{P}_{scen}$ là lượng mưa trung bình tháng theo kịch bản; $\bar{P}_{contr}$ là lượng mưa trung bình tháng thực đo; $\bar{P}_{obs}$ là lượng mưa trung bình ngày thực đo.

Và giá trị nhiệt độ được tính theo công thức:

$$\Delta T(j) = \bar{T}_{scen}(j) - \bar{T}_{contr}(j) \quad (11)$$

$$T_{\Delta}(i, j) = T_{obs}(i, j) + \Delta T(j) \quad (i = 1 \sim 31; j = 1 \sim 12) \quad (12)$$

Trong đó $\bar{T}_{scen}$ là nhiệt độ max/min bình tháng theo kịch bản; $\bar{T}_{contr}$ là nhiệt độ max/min tháng thực đo; $\bar{T}_{obs}$ là nhiệt độ max/min ngày thực đo.

3.5. Tính toán nhu cầu nước theo các định hướng quy hoạch

Một số phương án được đề xuất như Bảng 3 và 4.

Bảng 3. Một số định hướng tại khu vực nghiên cứu.

Định hướng	Nội dung
1	Giảm tỷ lệ rau màu và lúa tăng tỷ lệ cây ăn trái
2	Xây dựng và mở rộng thêm các hồ chứa

Phương án cấp nước: Nhu cầu nước cung cấp cho hiện trạng nông nghiệp năm 2020 và cho hai trường hợp (TH) định hướng quy hoạch cấp nước cho các năm 2030 và 2050 như Bảng 4.

Bảng 4. Nhu cầu nước cho nông nghiệp qua các trường hợp tính toán (TH) [19-20].

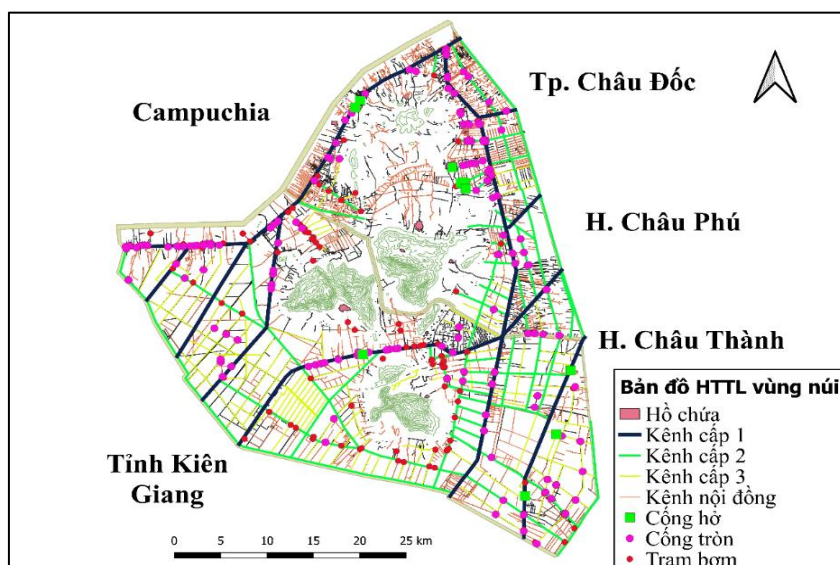
Hiện trạng cấp nước năm 2020	
Thu Đông	
Lúa (20/08-22/11)	
DT: 4.517 ha	
TH1: cấp nước cho nông nghiệp năm 2030	
Thu Đông	Cả năm
Lúa (20/08-22/11)	Cây ăn quả (01/01-31/12)
DT: 3.617 ha	DT: 900 ha
TH2: cấp nước cho nông nghiệp năm 2030	
Thu Đông	Cả năm
Bắp (20/08-17/12)	Cây ăn quả (01/01-31/12)
DT: 3.617 ha	DT: 900 ha

Hiện trạng cấp nước năm 2020		
TH1: cấp nước cho nông nghiệp năm 2050		
Hè Thu	Thu Đông	Cả năm
Rau màu (10/04-28/07)	Lúa (20/08-22/11)	Cây ăn quả (01/01-31/12)
DT: 3.157 ha	DT: 3.157 ha	DT: 1.360 ha
TH2: cấp nước cho nông nghiệp năm 2050		
Hè Thu	Thu Đông	Cả năm
Rau màu (10/04-28/07)	Bắp (20/08-22/11)	Cây ăn quả (01/01-31/12)
DT: 3.157 ha	DT: 3.157 ha	DT: 1.360 ha

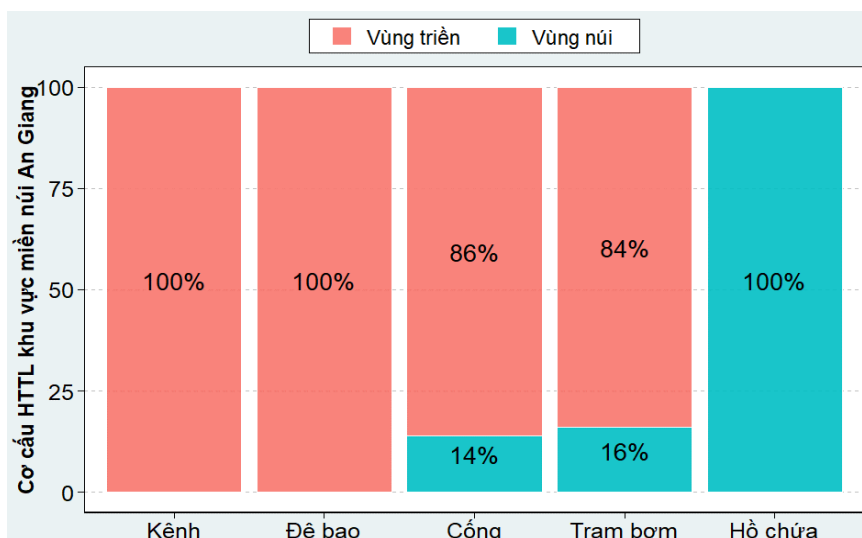
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Hiện trạng hệ thống công trình thủy lợi

Bản đồ hiện trạng hệ thống công trình thủy lợi vùng Bảy Núi, tỉnh An Giang và cơ cấu hệ thống công trình thủy lợi lần lượt được trình bày trong Hình 2 và Hình 3. Hình 2 và Hình 3 cho thấy tỷ lệ kênh và bờ bao chiếm tỷ lệ 100% tại khu vực vùng trền (khu vực có cao độ từ +2,0 m đến +5,0 m), trong khi đó tỷ lệ về hồ chứa thì vực vùng cao (khu vực có cao độ từ +5,0 m đến +30,0 m) chiếm tỷ lệ 100%. Số lượng cống và trạm bơm lần lượt chiếm các tỷ lệ 86% và 84% cho vùng trền; 14% và 16% cho vùng cao.

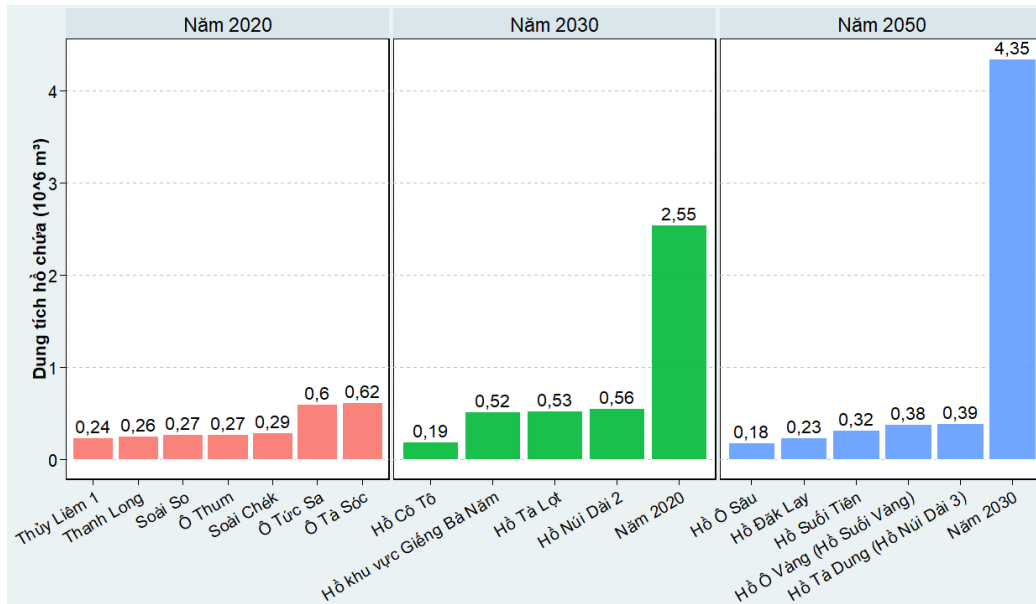


Hình 2. Hiện trạng hệ thống công trình thủy lợi vùng Bảy Núi, tỉnh An Giang.



Hình 3. Cơ cấu HTTL tại khu vực miền núi.

Về hồ chứa: Hồ chứa lớn (dung tích $3 \times 10^6 \text{ m}^3 \leq W < 1 \times 10^9 \text{ m}^3$ hoặc chiều cao đập. $10 \text{ m} \leq H < 15 \text{ m}$ và chiều dài đập $L \geq 500 \text{ m}$ hoặc $15 \text{ m} \leq H < 100 \text{ m}$); hồ chứa vừa ($500 \times 10^3 \text{ m}^3 \leq W < 3 \times 10^6 \text{ m}^3$ hoặc $10 \text{ m} \leq H < 15 \text{ m}$) và hồ chứa nhỏ ($W < 500 \times 10^3$ hoặc $H < 10 \text{ m}$) năm 2020 được thống kê và quy hoạch phát triển các hồ chứa định hướng năm 2030 và 2050 được thể hiện trên Hình 4.



Hình 4. Chi tiết dung tích và số lượng các hồ chứa.

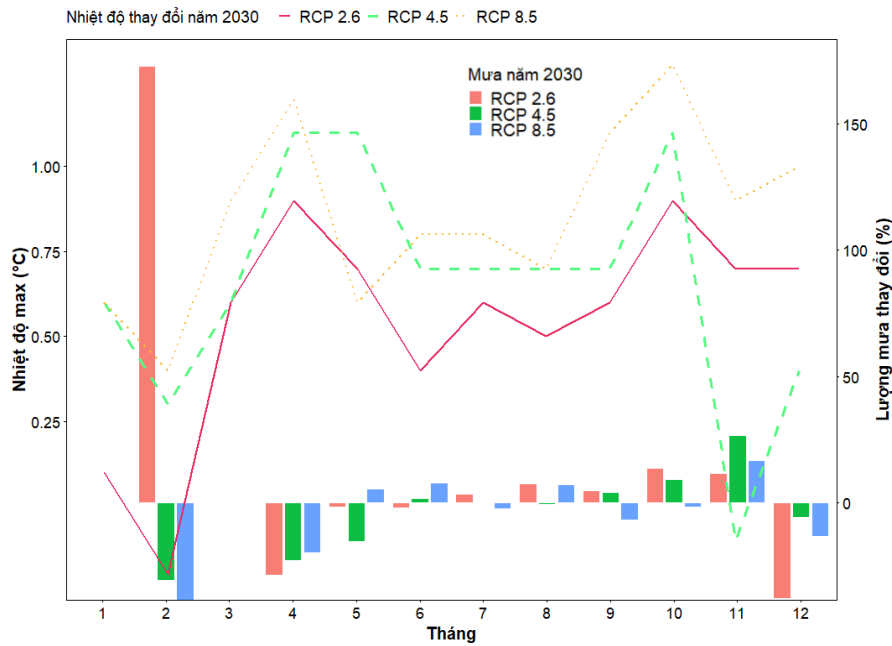
Theo số liệu thống kê hiện trạng năm 2020 khu vực nghiên cứu có 07 hồ chứa, với tổng dung tích trữ nước là $2,55 \times 10^6 \text{ m}^3$, trong đó phần lớn là hồ chứa vừa và nhỏ (01 hồ chứa lớn 04 hồ chứa vừa và 02 hồ chứa nhỏ theo Nghị định 114/2018/NĐ-CP ngày 04/9/2018 của Chính phủ về Quản lý an toàn đập, hồ chứa nước); định hướng đến năm 2030 phát triển thêm 04 hồ chứa, với tổng dung tích $1,80 \times 10^6 \text{ m}^3$ (03 hồ chứa vừa và 01 hồ chứa nhỏ), nâng tổng số hồ chứa lên 11 hồ chứa, với tổng dung tích trữ nước là $4,35 \times 10^6 \text{ m}^3$ (01 hồ chứa lớn 07 hồ chứa vừa và 03 hồ chứa nhỏ); đến năm 2050 phát triển thêm 05 hồ chứa, với tổng dung tích $1,51 \times 10^6 \text{ m}^3$ (05 hồ chứa nhỏ), nâng tổng số hồ chứa lên 16 hồ chứa, với tổng dung tích trữ nước là $5,86 \times 10^6 \text{ m}^3$ (01 hồ chứa lớn 07 hồ chứa vừa và 08 hồ chứa nhỏ) [12]. Như vậy, số lượng hồ chứa nước tăng theo từng giai đoạn, từ đó dung tích nước trữ lại cũng tăng theo số lượng hồ qua từng giai đoạn, góp phần đáp ứng nhu cầu phục vụ sinh hoạt, chăn nuôi và sản xuất của người dân trong vùng. Bởi vì, đối với vùng cao thuộc hai huyện Tri Tôn và Tịnh Biên thì nguồn nước phục vụ sản xuất nông nghiệp là hết sức khó khăn, bên cạnh giải pháp phát triển hệ thống trạm bơm vùng cao để chuyên nước từ kênh lên để tưới, thì việc chọn giải pháp đầu tư hồ chứa nước để tích nước vào mùa mưa phục vụ sinh hoạt và sản xuất nông nghiệp vào mùa khô là một giải pháp cũng được địa phương quan tâm. Nhằm phục vụ phát triển sản xuất theo quy hoạch sử dụng đất, tăng số vòng quay của đất, phục vụ phát triển kinh tế xã hội của địa phương nên làm gia tăng nhu cầu sử dụng nước. Vì vậy, việc đầu tư phát triển hệ thống hồ chứa nước vùng cao ở một số vị trí thuận lợi là phù hợp với định hướng quy hoạch của tỉnh trong tương lai.

Dưới tác động của BĐKH và việc mở rộng diện tích canh tác nông nghiệp và xây các đập thủy điện ở các quốc gia thượng nguồn sông Mekong đã làm lưu lượng nước về ĐBSCL suy giảm. Theo số liệu quan trắc tổng lượng nước bình quân năm 2020 từ thượng nguồn về ĐBSCL qua trạm Châu Đốc trên sông Hậu khoảng $47 \times 10^9 \text{ m}^3$ năm [16] phục vụ nguồn nước cho một phần vùng ĐBSCL; Tổng lượng nước qua kênh Vĩnh Tế theo thiết kế khoảng $12 \times 10^9 \text{ m}^3$ (Dự án Nâng cấp, cải tạo tuyến kênh Vĩnh Tế tỉnh An Giang, 2017), bằng khoảng 25% lượng nước của Sông Hậu; Tổng lượng nước qua kênh Trà Sư thông qua

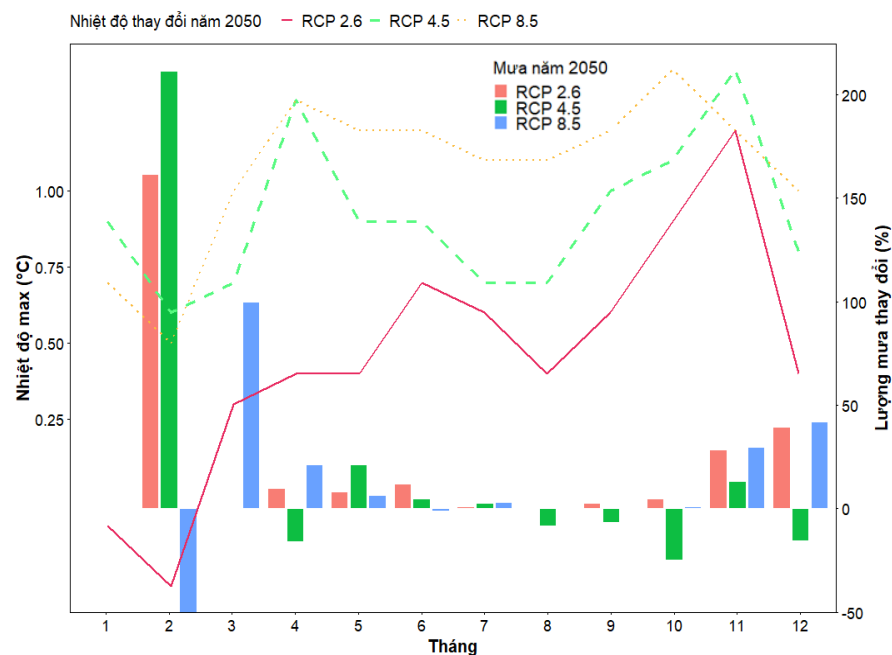
công Trà Sư theo thiết kế khoảng $10 \times 10^9 \text{ m}^3$ [21], xấp xỉ 85% lượng nước của kênh Vĩnh Tế để phục vụ nguồn nước cho vùng Tứ giác Long Xuyên; trong khi nguồn nước từ các hồ chứa hiện trạng năm 2020 chỉ trữ được nước khoảng $2,55 \times 10^6 \text{ m}^3$ và đến năm 2050 chỉ trữ được lượng nước khoảng $5,86 \times 10^6 \text{ m}^3$ năm để phục vụ sản xuất cho vùng cao của hai huyện Tri Tôn và Tịnh Biên, bằng khoảng 0,06% lượng nước cấp từ kênh Trà Sư.

3.2. Biến đổi khí hậu

Hình 5 và 6 thể hiện lượng mưa, nhiệt độ ứng với từng kịch bản BĐKH theo các mốc thời gian 2020, 2030 và 2050. Mốc thời gian 2020 là mốc thời gian hiện tại tính toán cân bằng nước, mốc thời gian 2030 là khi các dự án hồ chứa dự kiến hoàn thành, cuối cùng là mốc thời gian 2050 để dự báo, định hướng và đề xuất các hướng phát triển cho khu vực nghiên cứu.



Hình 5. Phần trăm lượng mưa và nhiệt độ max thay đổi trong giai đoạn năm 2030.

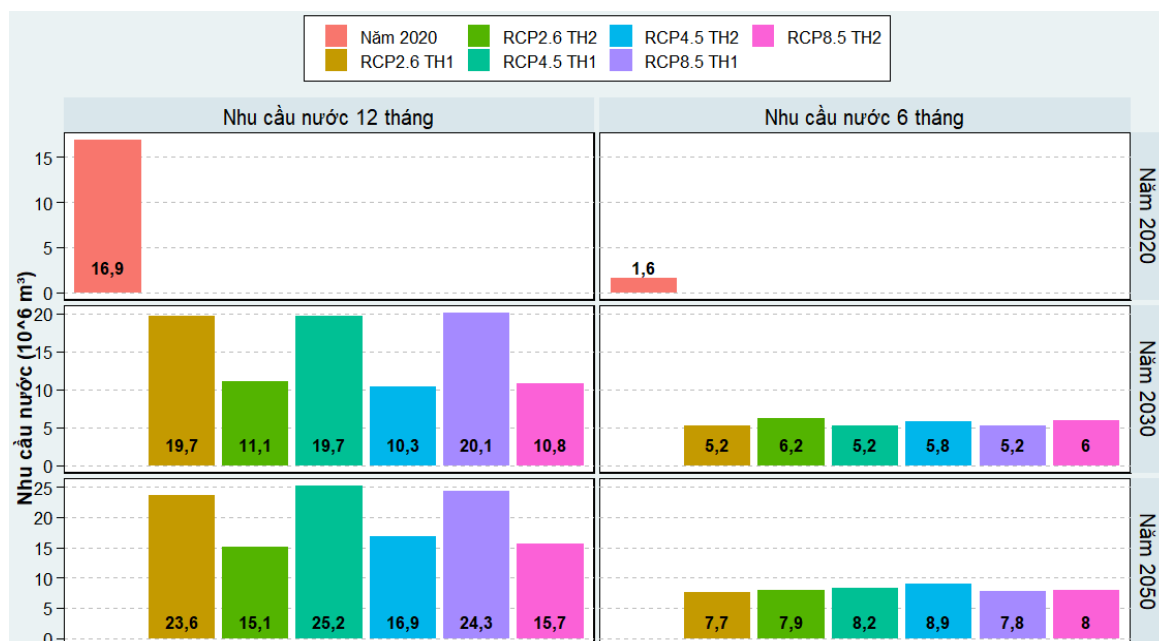


Hình 6. Phần trăm lượng mưa và nhiệt độ max thay đổi trong giai đoạn năm 2050.

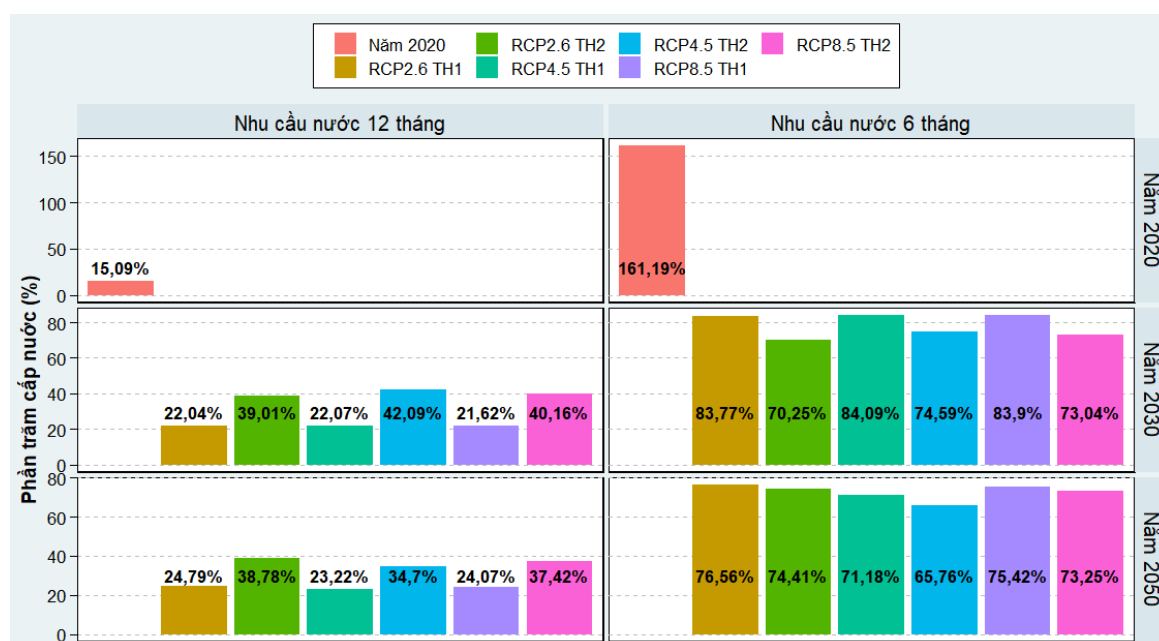
3.3. Kết quả tính toán nhu cầu nước

a) Nhu cầu nước trong cả năm

Hình 7 và 8 thể hiện nhu cầu nước sinh hoạt, chăn nuôi và nông nghiệp theo từng giai đoạn các năm 2020, năm 2030 và năm 2050 theo các trường hợp (TH) cấp nước được đề xuất và tương ứng với từng kịch bản BĐKH.



Hình 7. Nhu cầu nước cho các TH ứng với từng kịch bản BĐKH.



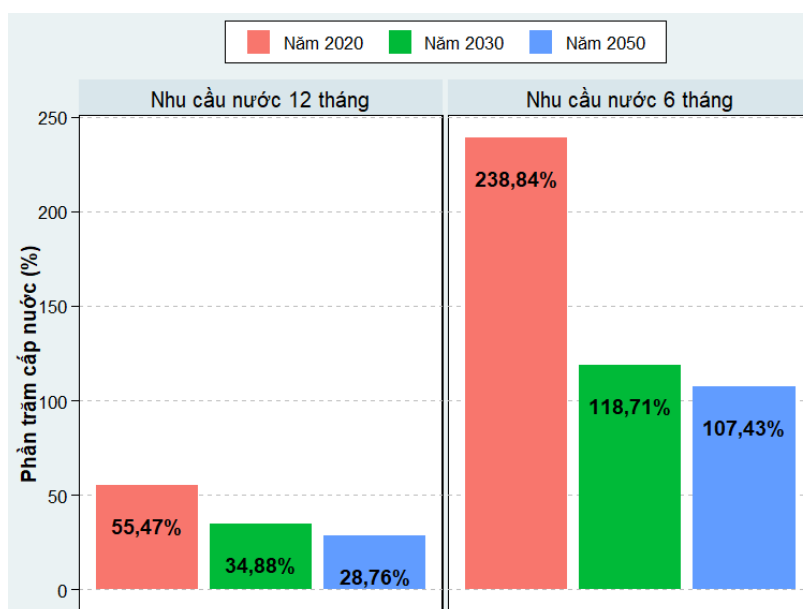
Hình 8. Mức độ đáp ứng nhu cầu nước (%) cho các TH ứng với từng kịch bản BĐKH.

Nhu cầu nước sinh hoạt, chăn nuôi và sản xuất nông nghiệp theo hiện trạng năm 2020 cho 12 tháng và 6 tháng lần lượt là $16,9 \times 10^6$ m³ và $1,6 \times 10^6$ m³; đến năm 2030 nhu cầu dùng nước trong 06 tháng (mùa khô) tương ứng với từng kịch bản BĐKH và theo các TH cấp nước được đề xuất (RCP2.6 TH1 (lúa + CAT), RCP2.6 TH2 (bắp + CAT), RCP4.5 TH1, RCP4.5 TH2, RCP8.5 TH1, RCP8.5 TH2) lần lượt là $5,2 \times 10^6$ m³, $6,2 \times 10^6$ m³, $5,2 \times 10^6$ m³, $5,8 \times 10^6$ m³, $5,2 \times 10^6$ m³, $6,0 \times 10^6$ m³; đến năm 2050 nhu cầu dùng nước trong

06 tháng (mùa khô) tương ứng với từng kịch bản BĐKH và theo các TH cấp nước được đề xuất lần lượt là $7,7 \times 10^6 \text{ m}^3$, $7,9 \times 10^6 \text{ m}^3$, $8,2 \times 10^6 \text{ m}^3$, $8,9 \times 10^6 \text{ m}^3$, $7,8 \times 10^6 \text{ m}^3$, $8,0 \times 10^6 \text{ m}^3$, cho thấy nhu cầu dùng nước cho các ngành dùng nước là rất lớn so với nguồn nước hiện có từ các hồ chứa.

Khả năng đáp ứng nhu cầu nước (cho hoạt động sinh hoạt, chăn nuôi và sản xuất nông nghiệp) (tính theo %) của các hồ chứa được thể hiện trên Hình 8. Từ Hình 8 ta thấy, hiện trạng năm 2020 cho 12 tháng (cả năm) và 6 tháng (mùa khô từ tháng 01 đến tháng 6) lần lượt là 15,09% và 161,19%. Đến năm 2030, khả năng đáp ứng nhu cầu nước trong 06 tháng (mùa khô) tương ứng với từng kịch bản BĐKH và theo các TH cấp nước (RCP2.6 TH1, RCP2.6 TH2, RCP4.5 TH1, RCP4.5 TH2, RCP8.5 TH1, RCP8.5 TH2) lần lượt là 83,77%, 70,25%, 84,09%, 74,59%, 83,90%, 73,04%. Tương tự đến năm 2050, lần lượt là 76,56%, 74,41%, 71,18%, 65,76%, 75,42%, 73,25%. Từ kết quả trên, cho thấy khả năng cấp nước từ các hồ chứa cho các ngành dùng nước ở các TH tương ứng với từng kịch bản BĐKH và phát triển hồ chứa đến năm 2030 và năm 2050 trong chỉ 06 tháng (mùa khô) chỉ đạt ở mức dưới khoảng 70% so với nhu cầu dùng nước thực tế.

Khi xem xét cấp nước cho hoạt động sinh hoạt là ưu tiên hàng đầu trong công tác đảm bảo nguồn nước, tiếp đến là cấp nước cho hoạt động chăn nuôi, kết quả tính toán được thể hiện trên Hình 9. Từ Hình 9 ta thấy phần trăm đảm bảo cấp nước cho nhu cầu sinh hoạt 12 tháng và 6 tháng (cấp nước sinh hoạt đảm bảo 100%; còn lại cấp nước cho chăn nuôi) ứng với hiện trạng năm 2020, định hướng đến năm 2030 và năm 2050 lần lượt là 55,47% và 238,84%; 34,88% và 118,71%; 28,76% và 107,43%. Khả năng đáp ứng nhu cầu nước cho sinh hoạt và chăn nuôi giảm dần theo thời gian từ 2020 đến 2030 và đến 2050, do sự gia tăng dân số và phát triển số lượng đàn chăn nuôi phục vụ phát triển kinh tế - xã hội. Như vậy, nguồn nước từ các hồ chứa đảm bảo cấp nước cho sinh hoạt và chăn nuôi (nhu cầu nước dùng cho 6 tháng mùa khô). Tuy nhiên, nếu xem xét khả năng cấp nước cả năm (12 tháng) thì việc thiếu hụt là không tránh khỏi nên cần có những giải pháp phù hợp để đảm bảo phục vụ cho sinh hoạt, chăn nuôi và sản xuất của nhân dân trong vùng.



Hình 9. Mức độ đáp ứng nhu cầu nước (%) khi ưu tiên cấp cho sinh hoạt và chăn nuôi.

4. Kết luận

- Kết quả nghiên cứu cho thấy hiện trạng hệ thống công trình thủy lợi chưa đáp ứng như cầu cung cấp nước. Việc đầu tư phát triển hệ thống cống và trạm bơm vùng cao để phục vụ sản xuất thấp hơn nhiều so với việc đầu tư phát triển hệ thống trạm bơm vùng đồng

bằng. Trữ lượng nước mặt từ các hồ chứa hiện trạng năm 2020 chỉ trữ được nước khoảng $2,55 \times 10^6 \text{ m}^3$, đến năm 2030 là $4,35 \times 10^6 \text{ m}^3$ và năm 2050 là $5,86 \times 10^6 \text{ m}^3$.

- Khả năng đáp ứng nhu cầu nước (cho hoạt động sinh hoạt, chăn nuôi và sản xuất nông nghiệp) (tính theo %) của nguồn nước từ hồ chứa trong 06 tháng (mùa khô) ở các TH tương ứng với từng kịch bản BĐKH và phát triển hồ chứa đến năm 2030 và năm 2050 có tăng dần qua từng giai đoạn do quá trình đầu tư phát triển hồ chứa, và đến năm 2050 đạt khoảng 70% nhu cầu dùng nước thực tế.

- Nghiên cứu này chỉ đánh giá khả năng đáp ứng nguồn nước từ các hồ chứa phục vụ các ngành dùng nước trong một năm, với giả thiết hồ chứa ban đầu trữ nước (theo thiết kế) và chưa xem xét biến động nguồn nước đến và vận hành của hồ chứa cũng như dưới ảnh hưởng của BĐKH. Vì vậy nghiên cứu tiếp theo cần xem xét sự vận hành hồ chứa vào từng thời điểm mùa khô, mùa mưa, hoặc theo tháng và tính toán đánh giá tất cả nguồn nước tại khu vực nghiên cứu để có thể sử dụng tối ưu lượng nước từ hồ chứa, nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng nguồn nước. Ngoài ra, trong nghiên cứu tiếp theo cần cập nhật số liệu và ước tính dòng chảy đến các hồ chứa theo các BĐKH năm 2020 theo CMIP6.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: T.V.T., L.H.K., H.V.T.M.; Xử lý số liệu: N.Q.L., L.H.T., T.T.T.L.; Viết bản thảo bài báo: L.H.K., N.Q.L., T.T.T.L.; Chỉnh sửa bài báo: T.V.T., H.V.T.M., L.H.K., L.H.T., H.T.G.T.

Lời cảm ơn: Đây là sản phẩm của đề tài cấp Bộ (mã số đề tài: B2021-TCT-13). Nhóm tác giả xin gửi lời cảm ơn đến Bộ GD&ĐT và Trường ĐHTT đã tạo cơ hội cho nhóm thực hiện nghiên cứu này. Ngoài ra, nhóm nghiên cứu xin gửi lời cảm ơn đến Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn An Giang, Chi cục Thủy lợi tỉnh An Giang, UBND huyện Tịnh Biên, UBND huyện Tri Tôn, Phòng Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn huyện Tịnh Biên và huyện Tri Tôn đã tạo điều kiện cho nhóm thực hiện nghiên cứu này.

Lời cam đoan: Tập thể nhóm nghiên cứu xin cam đoan bài báo này là nghiên cứu của tập thể nhóm, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ các nghiên cứu trước đây; không có tranh chấp lợi ích giữa các thành viên trong nhóm.

Tài liệu tham khảo

1. Saeed, F.H.; Al-Khafaji, M.S.; Al-Faraj, F.A.M. Sensitivity of Irrigation Water Requirement to Climate Change in Arid and Semi-Arid Regions towards Sustainable Management of Water Resources. *Sustainability* **2021**, *13*, 13608.
2. Bộ TN&MT. Báo Cáo Môi Trường Nước Quốc Gia. Chuyên đề môi trường nước các lưu vực; Hà Nội, Việt Nam, 2018, pp. 158.
3. Bộ TN&MT. Tóm Tắt Kịch Bản Biến Đổi Khí Hậu và Nước Biển Dâng Cho Việt Nam, Hà Nội, Việt Nam, 2016, pp. 31.
4. Dat, T.Q.; Kanchit, L.; Thares, S.; Trung, N.H. Modeling the Influence of River Discharge and Sea Level Rise on Salinity Intrusion in Mekong Delta. Proceeding of the The 1st Environment Asia International Conference, Thailand, 2011, 35, 685–701.
5. Tuan, L.A.; Minh, H.V.T.; Tuan, D.D.A.; Thao, N.T.P. Baseline Study for Community Based Water Management Project. Mekong Water Governance Program Vietnam, 2015.
6. Vi, P.T.T.; Minh, H.V.T.; Tri, L.H.; Khanh, L.H.; Ty, T.V. Đánh Giá Khả Năng Cấp Nước Từ Hồ Otuksa Cho Các Mô Hình Sản Xuất Khác Nhau Tại Huyện Tịnh Biên, Tỉnh An Giang. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2021**, *730*, 42–52. doi:doi:10.36335/VNJHM.2021(730).42-52.
7. Tri, L.H.; Tuan, L.A.; Minh, H.V.T.; Ty, T.V. Nghiên Cứu Vận Hành Hồ Chứa Ô Tà Sóc, Vùng Bảy Núi, Tỉnh An Giang Theo Các Kịch Bản Biến Đổi Khí Hậu. *Tạp chí Nông nghiệp Phát triển nông thôn* **2020**, *390*, 36–44.

8. Thu Minh, H.V.; Avtar, R.; Kumar, P.; Le, K.N.; Kurasaki, M.; Ty, T.V. Impact of Rice Intensification and Urbanization on Surface Water Quality in An Giang Using a Statistical Approach. *Water* **2020**, *12*, 1710.
9. Cường, N.P.; Ty, T.V.; An, T.V.; Minh, H.V.T. Ứng Dụng Mô Hình Mạng Trí Tuệ Nhân Tạo (Artificial Neural Networks) Dự Báo Mực Nước Phục vụ Dự Báo Ngập Tại Thành Phố Cần Thơ. *Tạp chí Nông nghiệp Phát triển nông thôn* **2020**, *382*, 53–60.
10. Hoàng, T.T.; Bình, P.Á.; Đông, N.P.; Toàn, H.C.; Hiền, N.T.; Hải, C.T. Đánh Giá Sự Thay Đổi Lưu Lượng về Hồ Dầu Tiếng Theo Các Kịch Bản Biến Đổi Khí Hậu. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2020**, *720*, 61–77.
11. Kịch, T.V.; Cường, T.M.; Nhung, T.T.; Phương, T.A.; Sơn, D.H. Xây Dựng Bản Đồ Bốc Thoát Hơi Nước Độ Phân Giải Cao Cho Tỉnh Sóc Trăng Từ Ảnh Viễn Thám Sentinel. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2022**, *740*, 1–10.
12. Sở NN&PTNN An Giang. Báo Cáo Kết Quả Thực Hiện Sản Xuất Nông Nghiệp Năm 2020 về Kế Hoạch Phát Triển Sản Xuất Nông Nghiệp Năm 2021. Sở NN&PTNN An Giang: Thành phố Long Xuyên, An Giang, 2021, pp. 35.
13. Tổng cục thống kê tỉnh An Giang. Niên Giám Thống Kê An Giang, 2019. Available online: <http://thongkeangiang.gov.vn/chude/15> (accessed on 25 October 2021).
14. Niên giám thống kê. Niên Giám Thống Kê Huyện Tri Tôn Năm 2019 Available online: <https://triton.angiang.gov.vn/wps/portal/Home/childpage/ngtk> (accessed on 17 October 2021).
15. Niên giám thống kê. Niên Giám Thống Kê Huyện Tịnh Biên Năm 2019. Available online: <https://tinhbien.angiang.gov.vn/wps/portal/Home> (accessed on 17 October 2021).
16. Đài KTTV tỉnh An Giang. Thông Tin KTTV Tỉnh An Giang Available online: <http://kttv.angiang.gov.vn/hien-trang> (accessed on 17 October 2021).
17. Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith, M. Crop Evapotranspiration-Guidelines for Computing Crop Water Requirements-FAO Irrigation and Drainage Paper 56. *Fao Rome* **1998**, *300*, D05109.
18. Hay, L.E.; Wilby, R.L.; Leavesley, G.H. A Comparison of Delta Change and Downscaled GCM Scenarios for Three Mountainous Basins in the United States 1. *JAWRA J. Am. Water Resour. Assoc.* **2000**, *36*, 387–397.
19. Quyết định số 3099/QĐ-UBND. Về Việc Phê Duyệt Quy Hoạch Sử Dụng Đất Thời Kỳ 2021-2030 và Kế Hoạch Sử Dụng Đất Năm Đầu Huyện Tịnh Biên. Bản đồ sử dụng đất năm 2030; UBND Tỉnh An Giang: Thành phố Long Xuyên, An Giang, 2021, pp. 13.
20. Quyết định số 3098/QĐ-UBND. Về Việc Phê Duyệt Quy Hoạch Sử Dụng Đất Thời Kỳ 2021-2030 và Kế Hoạch Sử Dụng Đất Năm Đầu Huyện Tri Tôn. Bản đồ sử dụng đất năm 2030; UBND Tỉnh An Giang: Thành phố Long Xuyên, An Giang, 2021, pp. 12.
21. Quyết định số 3567/QĐ_BNN-XD. Về Việc Phê Duyệt Dự Án Đầu Tư Xây Dựng Công Trình Cống Tha La, Cống Trà Sư Tỉnh An Giang, 2017.

Assessment of the current state of the irrigation system and the ability to meet water requirement from reservoirs in the context of climate change in Tri Ton and Tinh Bien districts, Bay Nui region, An Giang province

Luong Huy Khanh¹, Nguyen Quoc Luat¹, Tran Thi Truc Ly¹, Le Hai Tri², Tran Van Ty^{2*}, Huynh Tran Gia Thinh³, Huynh Vuong Thu Minh^{3*}

¹ Master student, College of Engineering Technology, Can Tho University;
luonghuykhanh@gmail.com; nguyenquocluat@gmail.com; lytran2x@gmail.com

² College of Engineering Technology, Can Tho University; lehaitri@gmail.com;
tvty@ctu.edu.vn

³ College of Environment and Natural Resources, Can Tho University;
thinhgia1996un@gmail.com; hvtminh@ctu.edu.vn

Abstract: The objective of this study is to assess the ability to supply water for water-using sectors from reservoirs in the context of climate change in Tri Ton and Tinh Bien districts, An Giang province. To achieve the above objective, the current state of irrigation system was first assessed; water resources from reservoirs and water demand of various water-use sectors under climate change scenarios for the periods 2030 and 2050 were calculated; thereby the ability to supply water for water-using sectors from reservoirs was assessed. The results show that in 2020, the study area has 07 reservoirs (of which 01 large, 04 medium and 02 small reservoirs), water resources in reservoirs in 2020, 2030 and 2050 are respectively $2.55 \times 10^6 \text{ m}^3$; $4.35 \times 10^6 \text{ m}^3$; và $5.86 \times 10^6 \text{ m}^3$. The demand for water in 6 months (dry season) for two cases in 2030 and 2050 and corresponding to three climate change scenarios is $5.2 \times 10^6 \text{ m}^3$ and $6.2 \times 10^6 \text{ m}^3$ (RCP2.6), $5.2 \times 10^6 \text{ m}^3$ and $5.8 \times 10^6 \text{ m}^3$ (RCP4.5), $5.2 \times 10^6 \text{ m}^3$ and $6.0 \times 10^6 \text{ m}^3$ (RCP8.5); $7.7 \times 10^6 \text{ m}^3$ and $7.9 \times 10^6 \text{ m}^3$ (RCP2.6), $8.2 \times 10^6 \text{ m}^3$ and $8.9 \times 10^6 \text{ m}^3$ (RCP4.5), $7.8 \times 10^6 \text{ m}^3$ and $8.0 \times 10^6 \text{ m}^3$ (RCP8.5). The ability to supply water for water-using sectors (%) from reservoirs in 6 months (dry season) has been found to gradually increases over each period thanks to the process of investment in reservoir construction, and by 2050 will reach about 70% of water demand. Further research should consider the details of reservoir operation and update climate change data in 2020 according to CMIP6.

Keywords: Climate change; Water demand; Water resources in reservoirs; Irrigation system; Bay Nui region in An Giang province.