



DOI:10.22144/ctu.jvn.2023.056

NGHIÊN CỨU VẬN HÀNH CÔNG TRÌNH THỦY LỢI TRONG ĐIỀU KIỆN XÂM NHẬP MẶN: TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU TẠI HUYỆN VŨNG LIÊM, TỈNH VĨNH LONG

Kim Lavane^{1*}, Nguyễn Hữu Phúc², Lâm Tấn Phát², Lê Hải Trí², Đinh Văn Duy³, Cù Ngọc Thắng³, Huỳnh Thị Cẩm Hồng³, Trần Văn Tỷ³ và Huỳnh Vương Thu Minh¹

¹Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

²Học viên cao học, Trường Bách khoa, Trường Đại học Cần Thơ

³Trường Bách khoa, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Kim Lavane (email: klavane@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 31/10/2022

Ngày nhận bài sửa: 28/11/2022

Ngày duyệt đăng: 02/12/2022

Title:

Research on the operation of sluice-gate under salinity condition: A case study in Vung Liem district, Vinh Long province

Từ khóa:

Công trình thủy lợi, mực nước, diễn biến mặn, vận hành cống, huyện Vũng Liêm, tỉnh Vĩnh Long

Keywords:

Irrigation works, water level, salinity, sluice-gate operation, Vung Liem district, Vinh Long province

ABSTRACT

The objectives of this study are to assess the current status of irrigation works and operate the sluice-gate in the dry months under saline intrusion conditions in Vung Liem district, Vinh Long province. The current status of irrigation works was digitalized by using QGIS and the dyke elevations were assessed according to the water level of My Thuan station predicted from the climate change scenarios of the Ministry of Natural Resources and Environment (2016). Nang Am sluice-gate was selected for operation (2015-2021) according to the following conditions: (1) water level and (2) salinity (salinity threshold was 1 g/L). The results show that the water level of My Thuan station with the frequency of 3%, 5%, and 10% is lower than the dike-crest elevation (+2.20 m); however, the corresponding water levels in 2030 and 2050 under the three scenarios RCP2.6, RCP4.5 and RCP 8.5 are higher than the dike-crest elevation. In years with high salinity such as 2016, 2020, and 2021, the time to close the sluice gate in the dry months is over 25%. The most continuous water intake times are from 7 to 8-hour periods, accounting for 30-47% of the year.

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá hiện trạng thủy lợi và vận hành cống trong điều kiện xâm nhập mặn tại huyện Vũng Liêm, tỉnh Vĩnh Long. Hiện trạng công trình thủy lợi được số hóa bằng QGIS và các cao trình đê bao được đánh giá theo mực nước trạm Mỹ Thuận dự báo từ các kịch bản biến đổi khí hậu của Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016). Cống Nang Am được chọn để vận hành (2015-2021) theo điều kiện: (1) Mực nước và (2) Độ mặn (ngưỡng mặn là 1 g/L). Kết quả cho thấy mực nước trạm Mỹ Thuận hiện tại với tần suất 3%, 5% và 10% thấp hơn cao trình đỉnh đê (+2,20 m); tuy nhiên, mực nước tương ứng năm 2030 và 2050 theo ba kịch bản RCP2.6, RCP4.5 và RCP 8.5 đều cao hơn cao trình đỉnh đê. Trong những năm có độ mặn cao như 2016, 2020 và 2021 thì thời gian đóng cống trong các tháng mùa khô là trên 25%. Số lần lấy nước liên tục nhiều nhất là từ 7 giờ đến 8 giờ, chiếm từ 30-47% trong năm.

1. GIỚI THIỆU

Việt Nam là một trong các quốc gia chịu tác động nặng nề của biến đổi khí hậu (BĐKH) - nước biển dâng (NBD) (Tuấn, 2009) và Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) đã và đang bị tác động tiêu cực như: xâm nhập mặn (XNM), lũ lụt, hạn hán kéo dài, và cạn kiệt nguồn nước (Hà, 2014). ĐBSCL có địa hình bằng phẳng và thấp với 80% diện tích của vùng có độ cao dưới 2,5 m so với mực nước biển với 720 km đường bờ biển (Ngũ, 2009). Do đó, XNM làm ảnh hưởng đến nguồn nước cấp cho sinh hoạt và sản xuất của cả vùng ĐBSCL. Đặc biệt, cuối năm 2015 và những tháng đầu năm 2016, diễn biến XNM tại ĐBSCL được đánh giá nặng nề nhất trong 100 năm qua (Định và ctv., 2016). Mùa mưa năm 2019 trên lưu vực sông Mê Công xuất hiện muộn, thời gian mùa mưa ngắn, tổng lượng dòng chảy năm chỉ ở mức trung bình - thấp. Dòng chảy về ĐBSCL từ đầu mùa khô đến nay giảm nhanh, đang xuống ở mức rất thấp so với tài liệu trung bình nhiều năm, từ 1980 đến nay. Trong đó, hai yếu tố thượng lưu quan trọng chi phối chủ đạo đến nguồn nước, XNM mùa khô 2019-2020 ở vùng ĐBSCL là lượng trữ trong Biển Hồ (Tonle Sap) và dòng chảy đến Kratie (đầu châu thổ Mê Công). Lưu lượng về ĐBSCL bị thiếu hụt nghiêm trọng so với trung bình nhiều năm, thậm chí thấp hơn cả năm 2015-2016 năm xuất hiện XNM kỷ lục. Đây là nguyên nhân chính gây XNM sớm, sâu và kéo dài trong mùa khô 2019-2020 (Tổng cục Phòng chống Thiên tai, 2020).

Nhiều nghiên cứu đã đề xuất giải pháp và quy trình đánh giá vận hành các công trình ven các cửa sông cho việc thoát nước, ngăn mặn, duy tu bảo dưỡng công trình (Pastor et al., 2020; Weng et al., 2020). Nghiên cứu sử dụng mô hình thủy lực hai chiều MIKE 21 để mô phỏng năng lượng thủy triều và dòng chảy qua các đập ứng với các kịch bản vận hành (Xia et al., 2010). Nghiên cứu khác cho thấy ĐBSCL có nhu cầu nước cho nông nghiệp cao, việc đầu tư công trình và đánh giá hiệu quả của nó là cần thiết (Hạnh, 2014). Với khoảng 1.143 cống (khẩu độ cống từ 4 m trở lên) được xây dựng ở ĐBSCL. Tuy nhiên, tác giả cho biết cần nguồn nhân lực và quy trình vận hành nhằm hạn chế mâu thuẫn giữa các ngành có nhu cầu nước khác nhau. Tuy nhiên, các nghiên cứu đã thực hiện chưa đánh giá vận hành cụ thể cho từng hệ thống công trình. Gần đây, có nhiều nghiên cứu về tác động của BĐKH-NBD và XNM đến các tỉnh Nam Bộ nói chung và ĐBSCL nói riêng. Có thể kể đến như: nghiên cứu *tính toán diện*

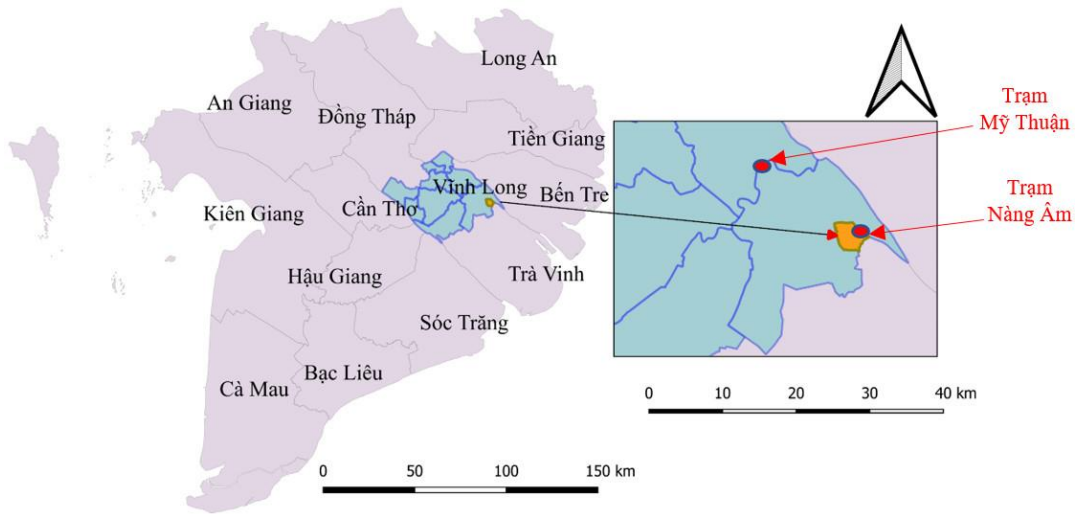
tích đất bị tác động của hạn hán, ngập và nhiễm mặn do BĐKH tại sáu tiểu vùng sinh thái nông nghiệp ĐBSCL (Bảo và ctv., 2012), tỉnh Vĩnh Long (Phụng và ctv., 2017; Phụng và ctv., 2017) và tỉnh Bến Tre (Đào & Bình, 2019), tiểu vùng sinh thái ven biển ĐBSCL (Hồng và ctv., 2019), hệ thống kết cấu hạ tầng giao thông đường bộ vùng ĐBSCL và ctv., 2020); Nghiên cứu cơ sở khoa học xây dựng bộ tiêu chí đánh giá hiệu quả các mô hình kinh tế vùng ĐBSCL (Điệp và ctv., 2020), và nghiên cứu mô phỏng XNM các sông chính trên địa bàn tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu (Hồng & Đông, 2021). Trong đó có nghiên cứu đề xuất vận hành công trình thủy lợi trong điều kiện XNM tỉnh Tiền Giang (Điền và ctv., 2020); Nghiên cứu ứng dụng ANN dự báo XNM tỉnh Hậu Giang (Tỷ et al., 2019) và dự báo mực nước phục vụ dự báo ngập tại thành phố Cần Thơ (Cường và ctv., 2020). Ngoài ra, mặc dù hệ thống thủy lợi được xây dựng nhiều ở ĐBSCL nhưng gần như chưa hoàn chỉnh, chưa có các hệ thống liên vùng nên việc điều tiết nước và trữ nước chưa được hiệu quả. Nguồn nước phần lớn từ sông Tiền và sông Hậu theo dòng chính chảy thẳng ra biển Đông mà ít có thể cấp nước vào đồng ruộng do địa hình bằng phẳng và do hệ thống đê ngăn lũ. Các dự án thủy lợi đã và sẽ thực hiện, ngoài xây dựng các hệ thống kênh tưới - tiêu còn có giải pháp trữ nước (trên sông chính hay các hồ chứa vừa và nhỏ) nhằm ứng phó với BĐKH và suy giảm dòng chảy từ thượng nguồn đang được quan tâm (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2016).

Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá hiện trạng thủy lợi và tính toán vận hành công vào các tháng mùa khô trong điều kiện xâm nhập mặn cho trường hợp nghiên cứu tại huyện Vũng Liêm, tỉnh Vĩnh Long.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Giới thiệu vùng nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu (KVNC) có tọa độ địa lý từ $09^{\circ}56'23''$ đến $10^{\circ}10'42''$ vĩ độ Bắc và từ $106^{\circ}04'11''$ đến $106^{\circ}17'23''$ kinh độ Đông, thuộc xã Trung Thành Đông, huyện Vũng Liêm, tỉnh Vĩnh Long (Hình 1). Đây là xã nằm ven Sông Cổ Chiên với chiều dài khoảng 6,0 km, chiều rộng lớn nhất khoảng 7,0 km; phía Đông giáp sông Cổ Chiên, phía Tây giáp xã Trung Thành, phía Bắc giáp xã Trung Thành Tây, phía Nam giáp với huyện Càng Long, tỉnh Trà Vinh. KVNC có tổng diện tích là 11,57 km² với 1.461 hộ dân (4.717 người).



Hình 1. Khu vực nghiên cứu

2.2. Số liệu nghiên cứu

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

Bảng 1. Số liệu và nguồn số liệu

TT	Số liệu	Thời gian	Cơ quan thu thập
1	Mức nước Nồng độ mặn	2006 – 2021	Đài KTTV, Chi cục Thủy lợi tỉnh Vĩnh Long
2	Kênh cấp I, II, III Đê bao, cống	Cập nhật đến năm 2021	Sở NN&PTNT, Phòng NN&PTNT huyện Vũng Liêm

2.3. Đánh giá hiện trạng thủy lợi

Số hóa bản đồ hiện trạng: Sau khi đã thu thập các số liệu, hiện trạng và hệ thống thủy lợi, phần mềm QGIS được sử dụng để xây dựng bản đồ hiện trạng tại KVNC (Hình 2).

2.4. Tương quan mực nước và đánh giá ảnh hưởng của BĐKH-NBD

Tương quan mực nước của trạm Mỹ Thuận và Trà Vinh từ năm 2014-2019 được tính toán theo phương pháp Pearson; từ đó dự báo mực nước trạm Mỹ Thuận (giả thiết thay đổi mực nước trạm Mỹ Thuận và trạm Nàng Âm là như nhau do hai trạm cùng trên một dòng sông và gần nhau) theo mực nước trạm Trà Vinh (gần cửa sông Cổ Chiên) theo các kịch bản BĐKH-NBD của Bộ TNMT (2016). Trong nghiên cứu này, cao trình mực nước theo các kịch bản: thấp (RCP2.6), trong bình (RCP4.5) và cao (RCP8.5) giai đoạn 2030 và 2050 với các tần suất 3%, 5% và 10% được tính toán và đánh giá.

2.5. Vận hành công trình thủy lợi đại diện

Công trình thủy lợi (cống) được vận hành công trình trong giai đoạn ngăn mặn giữ ngọt. Chọn cống

vận hành đại diện là cống Nàng Âm (Hình 1 và 3): cống có 2 cửa, khẩu độ mỗi cửa 5 m, là một trong những cống nằm ở trung tâm của KVNC và thường xuyên vận hành. Giai đoạn ngăn mặn, lấy nước ngọt phục vụ sản xuất nông nghiệp từ tháng 01 đến tháng 5. Các tháng của năm đại diện (trong giai đoạn 2015-2021) được chọn tương ứng với tần suất thiết kế cho bài toán tưới.

Theo Akbarimoghaddam et al. (2011), Hapani and Marjadi (2015) và Phuong et al. (2020), khi độ mặn trong nước vượt qua ngưỡng (1,28‰) thì lá lúa sẽ nhanh bị già hóa, giảm khả năng hấp thu dinh dưỡng dẫn đến năng suất lúa giảm mạnh. Một trong những tác động bất lợi nhất của tưới mặn là làm đất tích lũy nồng độ muối NaCl cao dẫn tới sự gia tăng hàm lượng các ion Na⁺ và Cl⁻ trong biểu mô cây. Các ion này ức chế sự phát triển của lá làm giảm hấp thụ các khoáng chất cần thiết Zn, B, K, Ca, Mg. Lá thiếu dưỡng chất sẽ xảy ra sự cạnh tranh hấp thu giữa các ion K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ và NO³⁻ làm mất cân đối về tỉ lệ dinh dưỡng nuôi lá. Từ đó ảnh hưởng đến chiều dài lá, chiều cao thân và năng suất cây trồng.

Từ cơ sở trên, trong nghiên cứu này nguyên tắc vận hành (đóng mở cống) được thực hiện theo hai điều kiện: (1) Mực nước và (2) Độ mặn. Cụ thể: vận hành mở cống lấy nước với các điều kiện cụ thể sau: mở cống lấy nước khi mực nước sông lớn hơn mực nước đồng và độ mặn nhỏ hơn hoặc bằng 1 g/L; ngược lại thì đóng cống.

Tổng hợp số liệu mực nước (Hmax) các tháng mùa khô (từ tháng 1 đến tháng 6) từ năm 2015-2021 tính tần suất và chọn ra một tháng đại diện để tính.

Trình tự tính toán như sau:

Dựa vào thời điểm tưới, ta lấy số liệu triều tương ứng với các ngày đã chọn để tính bài toán tưới trong một tháng;

Lưu lượng nước qua cống tính theo đập tràn đỉnh rộng. Lưu lượng (Q) qua cống phụ thuộc vào tỷ lệ $\frac{h_n}{H_o}$:

$$Q = mb\sqrt{2g}H_o^{\frac{3}{2}} \text{ khi } \frac{h_n}{H_o} < \left[\frac{h_n}{H_o} \right]_{pg} = 0,8$$

$$Q = \varphi_n b h \sqrt{2g(H_o - h)} \text{ khi}$$

$$\frac{h_n}{H_o} > \left[\frac{h_n}{H_o} \right]_{pg} = 0,8$$

Trong đó: Q là lưu lượng chảy qua cống (m³/s); $\varphi_n = 0,93$, là hệ số ngập ứng với $m = 0,35$; B là khẩu độ cống (m).



Hình 2. Bản đồ hệ thống thủy lợi KVNC



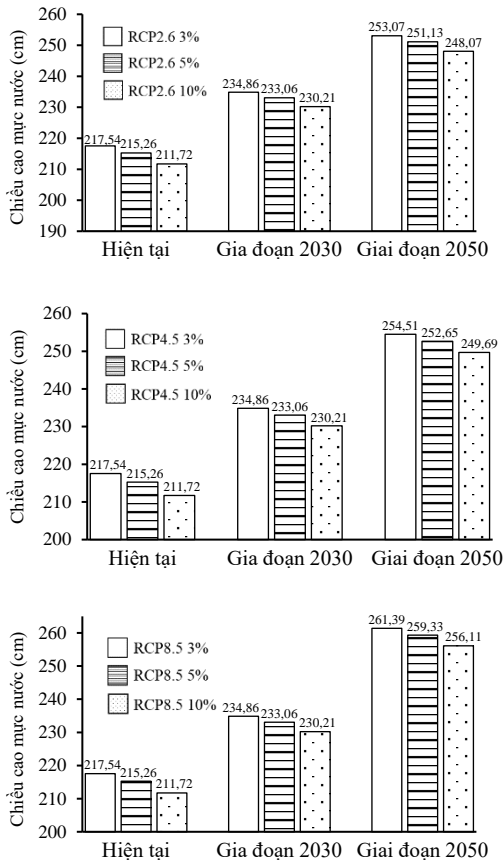
Hình 3. Cống Nàng Âm

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của BĐKH-NBD

Từ kết quả tính tương quan mực nước của trạm Mỹ Thuận và Trà Vinh (theo phương pháp Pearson: hệ số tương quan đạt giá trị 0,88), mực nước trạm Mỹ Thuận được dự báo theo các kịch bản BĐKH-NBD của Bộ TNMT (2016) và kết quả được thể hiện trên Hình 5. Qua các biểu đồ mực nước cho thấy hiện tại mực nước trạm Mỹ Thuận với tần suất 3%,

5% và 10% thấp hơn cao trình đỉnh đê (+2,20 m). Tuy nhiên, trong các năm 2030 và 2050, dưới tác động của BĐKH-NBD, mực nước trạm Mỹ Thuận với tần suất 3%, 5% và 10% theo ba kịch bản RCP2.6, RCP4.5 và RCP 8.5 được dự báo đều cao hơn cao trình đỉnh đê (+2,20 m). Do đó, hệ thống đê KVNC, nhất là khu vực gần sông Cổ Chiên (gần trạm Nàng Âm) cần được nâng cấp để đảm bảo ngăn lũ, triều cường.

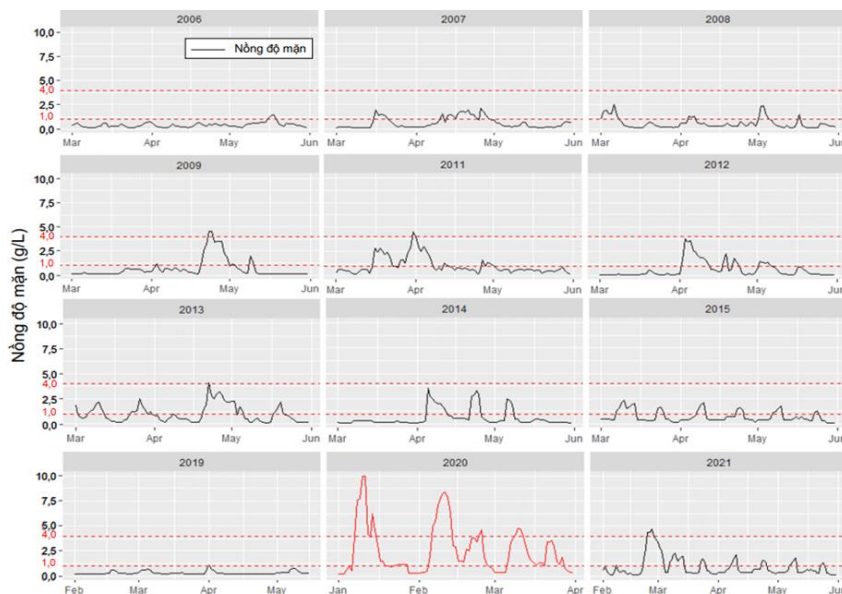


Hình 4. Dự báo cao trình mực nước cao nhất KVNC theo các kịch bản bản BĐKH-NBD giai đoạn 2030 và 2050 (tần suất 3%, 5% và 10%)

3.2. Diễn biến độ mặn

Như đã thảo luận ở mục 2.5, phần lớn các giống lúa chỉ có khả năng chịu mặn ở mức độ mặn nhỏ hơn 1,28‰ trong nước tưới. Khi độ mặn trong đất hoặc nước vượt qua ngưỡng này thì lúa sẽ nhanh bị già hóa, giảm khả năng hấp thu dinh dưỡng dẫn đến năng suất lúa giảm mạnh. Tưới nước mặn gây ra những ảnh hưởng đáng kể đến sinh trưởng và năng suất lúa, nhất là vào những thời điểm thiếu nước sẽ ảnh hưởng nghiêm trọng đến năng suất lúa và tính chất đất (Akbarimoghaddam et al., 2011; Hapani and Marjadi, 2015; Hương et al., 2020).

Diễn biến độ mặn tại trạm Nàng Âm giai đoạn 2016-2020 được trình bày trong Hình 6. Từ Hình 6 cho thấy, độ mặn cao nhất là vào các năm 2016 và 2020: trên địa bàn tỉnh cho thấy độ mặn tại trạm Nàng Âm thường xuyên vượt mức 4,0 g/L. Năm 2020 được đánh giá là năm mặn xâm nhập sâu kỷ lục, trong đó trên sông Cổ Chiên, độ mặn cao nhất tại trạm Nàng Âm ghi nhận vào ngày 11/01/2020 đạt 10,0 g/L (cao hơn định năm 2016 là 9,2 g/L). Ngoài ra, từ biểu đồ diễn biến XNM tại trạm Nàng Âm cho thấy XNM có xu hướng tăng trong những năm gần đây và diễn biến rất bất thường, khó lường, không theo quy luật chung của cả giai đoạn nghiên cứu, đặc biệt là từ 2016 đến nay.



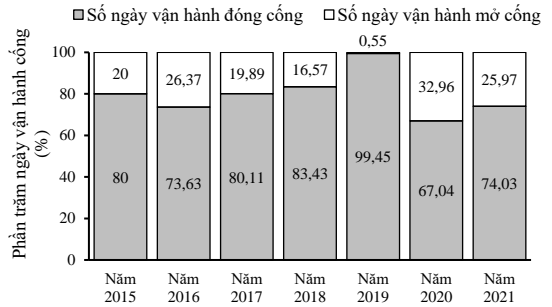
Hình 5. Biểu đồ diễn biến độ mặn tại trạm Nàng Âm giai đoạn 2006-2020

3.2. Vận hành công trình đại diện

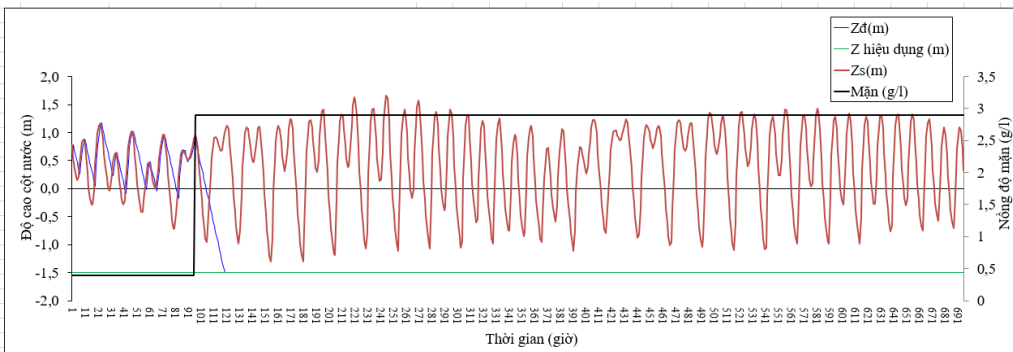
Trên cơ sở nguyên tắc vận hành (đóng mở cống) theo hai điều kiện: (1) Mực nước và (2) Độ mặn (mở cống khi độ mặn nhỏ hơn hoặc bằng 1 g/L; ngược lại thì đóng cống), kết quả tính toán tỷ lệ số ngày đóng mở cống Nàng Âm vào mùa khô giai đoạn 2015-2021 được thể hiện trên Hình 7. Kết quả cho thấy các năm có độ mặn cao gồm 2016, 2020 và 2021 thì thời gian đóng cống trong các tháng mùa khô là trên 25%.

Chi tiết kết quả vận hành cống (theo giờ) các tháng mùa khô được tính toán và đại diện các tháng mùa khô (tháng 1, 2 và 3) của các năm có độ mặn cao (2016, 2020) và thấp (2019) tại KVNC được thể hiện trên Hình 8. Cụ thể, từ Hình 8a, cho thấy trong tháng 2 năm 2020 cống chỉ lấy nước 4 ngày. Tháng 1 năm 2020 có đến 14 ngày không vận hành mở cống lấy nước (Hình 8b và 8c). Nhìn chung, trong hai năm có độ mặn cao (2016 và 2020) thời gian vận

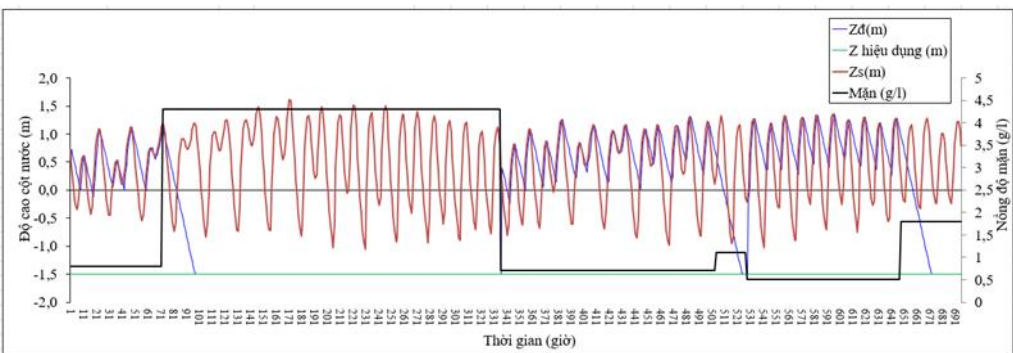
hành mở cống lấy nước thấp hơn so các năm khác (Hình 7, Hình 8a, Hình 8b và Hình 8c). Năm 2019, độ mặn đo được tại Trạm Nàng Âm cao nhất là 1,1 g/L (tháng 3/2019), các tháng còn lại do độ mặn thấp hơn ngưỡng cho phép nên cống có thể vận hành theo điều kiện chênh lệch mực nước (Hình 6, Hình 7 và Hình 8d).



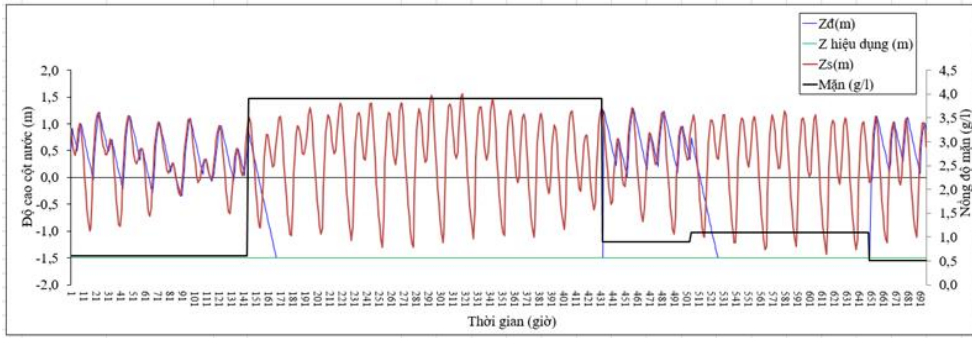
Hình 6. Tỷ lệ số ngày đóng mở cống Nàng Âm vào mùa khô giai đoạn 2015-2021



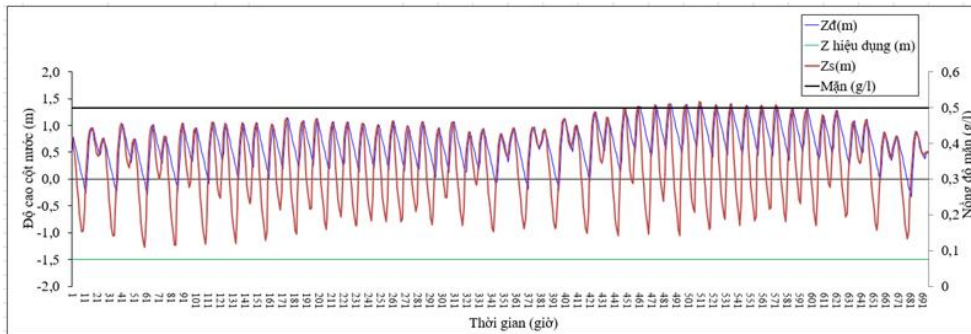
(a) Tháng 2 năm 2020



(b) Tháng 2 năm 2016

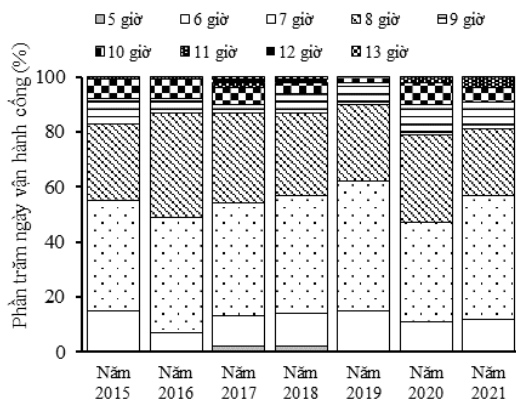


(c) Tháng 1 năm 2020



(d) Tháng 3 năm 2019

Hình 7. Ví dụ vận hành cống Nàng Âm một số tháng mùa khô năm 2016, 2019 và 2020



Hình 8. Tỷ lệ số giờ lấy nước liên tục (giờ) trong năm của cống Nàng Âm giai đoạn 2016-2021

Ngoài ra, thống kê số giờ vận hành mở cống lấy nước liên tục trong các năm 2016-2021 được thống kê và tỷ lệ số giờ lấy nước liên tục (giờ) trong năm của cống Nàng Âm giai đoạn 2016-2021 được thể hiện trên Hình 9. Kết quả cho thấy thời gian lấy nước liên tục của cống trong tháng diễn ra trong nhiều ngày và số ngày lấy nước không đều nhau. Trong giai đoạn 2016-2021, số lần lấy nước liên tục trong khoảng thời gian dưới 5 giờ và trên 11 giờ chỉ

chiếm từ 0,1-1,4% trong năm; số lần lấy nước liên tục trong khoảng thời gian từ 9 giờ đến 10 giờ chiếm từ 2-8% trong năm; số lần lấy nước liên tục trong khoảng thời gian 6 giờ chiếm từ 3-14% trong năm; số lần lấy nước liên tục nhiều nhất là từ 7 giờ đến 8 giờ, chiếm từ 30-47% trong năm.

4. KẾT LUẬN

Hiện trạng thủy lợi về cơ bản tương đối hoàn chỉnh, với các công trình thủy lợi bao gồm hệ thống các kênh, đê bao và cống. Hiện tại mực nước trạm Mỹ Thuận với tần suất 3%, 5% và 10% thấp hơn cao trình đỉnh đê; tuy nhiên, mực nước tương ứng trong các năm 2030 và 2050 theo kịch bản BĐKH đều cao hơn cao trình đỉnh đê. Do đó, hệ thống đê cần được nâng cấp để đảm bảo ngăn lũ, triều cường. Những năm có độ mặn cao như 2016, 2020 và 2021 thì thời gian đóng cống trong các tháng mùa khô là trên 25%. Tỷ lệ số giờ lấy nước liên tục (2016-2021) của cống trong tháng diễn ra trong nhiều ngày và số ngày lấy nước không đều nhau. Số lần lấy nước liên tục nhiều nhất là từ 7 giờ đến 8 giờ, chiếm từ 30-47% trong năm. Nghiên cứu tiếp theo sẽ tập trung đánh giá mức độ đáp ứng nhu cầu nước trên cơ sở vận hành cống và đề xuất giải pháp trong trường hợp thiếu nước.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Akbarimoghaddam, H., Galavi, M., Ghanbari, A., and Panjehkeh, N. (2011). *Salinity Effects on Seed Germination and Seedling Growth of Bread Wheat Cultivars*. *Trakia J. Sci.*, 9(1), 43–50.
- Bảo, T., Nam, B. C., & Hoàng, T. T. (2012). Tính toán diện tích đất bị tác động của hạn hán, ngập và nhiễm mặn do biến đổi khí hậu tại sáu tiểu vùng sinh thái nông nghiệp Đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 622, 6.
- Bộ Tài nguyên và Môi trường. (2016). *Tóm tắt kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam. Bộ Tài nguyên và Môi trường*.
- Cường, N. P., Tý, T. V., An, T. V., & Minh, H. V. T. (2020). 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 và Phát triển Nông thôn*, 382, 7.
- Đào, N. V., & Bình, P. T. T. (2019). Đánh giá thực trạng và tác động của biến đổi khí hậu đến xâm nhập mặn tỉnh Bến Tre. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 700, 10.
- Điền, N. V. D., Minh, H. V. T., Giang, N. N. L., Xuân, N. V., Luân, T. C., & Tý, T. V. (2020). Nghiên cứu đề xuất vận hành công trình thủy lợi trong điều kiện xâm nhập mặn: Trường hợp nghiên cứu tại dự án Đông - Tây Ba Rài, Tiền Giang. *Tạp chí Xây dựng - Bộ Xây dựng*, 6, 7.
- Điệp, Đ. N., Thắng, N. V., Cầu, L. N., Quy, L. V., Quỳnh, P. T., & Sỹ, P. V. (2020). Nghiên cứu cơ sở khoa học xây dựng bộ tiêu chí đánh giá hiệu quả các mô hình kinh tế cấp huyện thích ứng với biến đổi khí hậu vùng Đồng bằng sông Cửu Long. 718, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 14.
- Định, L. X., Quân, N. M. & Tiến, P. A. (2016). Xâm nhập mặn tại Đồng bằng sông Cửu Long: Nguyên nhân, tác động và các giải pháp ứng phó. *Tổng luận 2/2016, Bộ Khoa học và Công nghệ - Cục Thông tin Khoa học và Công nghệ Quốc Gia*.
- Phương, Đ. T. L., Nga, N. T. H., & Khắc, V. T. (2020). Ảnh hưởng của nước tưới nhiễm mặn đến sinh trưởng, năng suất lúa và một số tính chất đất phù sa sông Hồng không được bồi hàng năm trong điều kiện nhà lưới. *Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, 68, 3-9.
- Hà, Đ. T. (2014). Tác động của Biến đổi khí hậu lên hệ sinh thái và phát triển nông thôn vùng Đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, 46, 6.
- Hạnh, Đ. N. (2014). Nghiên cứu đề xuất mô hình tổ chức quản lý khai thác công trình thủy lợi vùng Đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy Lợi*, 24, 1-8.
- Hapani, P. and Marjadi, D. (2015). *Salt tolerance and biochemical responses as a stress indicator in plants to salinity: A review*. *CIBTech J. Biotechnol.*
- Hồng, N. V., & Đông, N. P. (2021). Mô phỏng xâm nhập mặn các sông chính trên địa bàn tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu trong bối cảnh biến đổi khí hậu. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 728, 12.
- Hồng, N. V., Thor, P. T. A., & Lan, N. T. P. (2019). Biến đổi khí hậu và những tác động của biến đổi khí hậu đến phát triển bền vững tiểu vùng sinh thái ven biển Đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 707, 8.
- Hồng, N. V., Thor, P. T. A., & Lan, N. T. P. (2020). Đánh giá tác động của Biến đổi khí hậu đối với hệ thống kết cấu hạ tầng giao thông đường bộ vùng Đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 711, 9.
- Ngũ, N. Đ. (2009). Biến đổi khí hậu thách thức đối với sự phát triển *Kinh tế Môi trường*, 1, 10.
- Pastor, M., Bocko, J., Lengvarský, P., Sivák, P., & Šarga, P. (2020). Experimental and Numerical Analysis of 60-Year-Old Sluice Gate Affected by Long-Term Operation. *Materials (Basel)*, 13(22). doi:10.3390/ma13225201
- Phụng, L. T., Phùng, N. K., Nam, B. C., Hoàng, T. X., & Tuấn, L. N. (2017). Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến xâm nhập mặn ở tỉnh Vĩnh Long. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 674, 7.
- Phùng, N. K., Phùng, H. L. T., Phụng, L. T., Nam, B. C., Hoàng, T. X., & Tuấn, L. N. (2017). Nguy cơ ngập ở tỉnh Vĩnh Long trong điều kiện biến đổi khí hậu. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 675, 9.
- Tổng cục Phòng chống thiên tai. (2020). Báo cáo tổng hợp tình hình hạn hán xâm nhập mặn khu vực miền nam 2019-2020. <https://phongchongthientai.mard.gov.vn/Pages/ao-cao-tong-hop-tinh-hinh-han-han-xam-nhap-man-khu-vuc-mien-nam-2019--2020.aspx>
- Tuấn, L. A. (2009). *Tổng quan về các nghiên cứu Biến đổi khí hậu và các hoạt động thích ứng ở miền Nam Việt Nam*. Báo cáo tại Hội thảo Cùng nỗ lực để thích ứng biến đổi khí hậu, Thành phố Huế, Việt Nam.
- Tý, T. V., Ly, T. T. T., & Đạt, D. V. (2019). ANN (Artificial Neural Networks) dự báo xâm nhập mặn tại Huyện Long Mỹ, Tỉnh Hậu Giang. (361), 6.
- Weng, X., Jiang, C., Zhang, M., Yuan, M., & Zeng, T. (2020). Numeric Study on the Influence of Sluice-Gate Operation on Salinity, Nutrients and Organisms in the Jiaojiang River Estuary, China. *12(7)*, 2026.
- Xia, J., Falconer, R. A., & Lin, B. (2010). Impact of different operating modes for a Severn Barrage on the tidal power and flood inundation in the Severn Estuary, UK. *Applied Energy*, 87(7), 2374-2391. doi:https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.11.024