

Nghiên cứu lan truyền khối nước mang mầm bệnh trong hệ thống nuôi trồng thủy sản ven biển

Nguyễn Đình Vượng*, Tăng Đức Thắng

Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Ngày nhận bài 29/3/2021; ngày chuyển phản biện 2/4/2021; ngày nhận phản biện 13/5/2021; ngày chấp nhận đăng 31/5/2021

Tóm tắt:

Bài báo trình bày kết quả ứng dụng lý thuyết thành phần nguồn nước kết hợp sử dụng mô hình toán chất lượng nước một chiều (phần mềm MIKE11) để tính toán mô phỏng thành phần nước mang mầm bệnh thủy sản lan truyền trong hệ thống nuôi trồng thủy sản (NTTS) vùng ven biển tỉnh Kiên Giang. Kết quả nghiên cứu cho thấy, tốc độ lan truyền khối nước bệnh trong hệ thống khá nhanh và mở rộng ra phạm vi lớn, các trường hợp vận hành tiêu thoát nước mang nguồn bệnh đã được đề xuất nhằm khống chế và giảm thiểu dịch lây lan. Việc ứng dụng lý thuyết thành phần nguồn nước vào nghiên cứu riêng sự lan truyền mầm bệnh theo đường nước là vấn đề mới, đây cũng là cơ sở khoa học quan trọng phục vụ thiết kế quy hoạch hệ thống thủy lợi các vùng nuôi tôm ven biển hợp lý và bền vững.

Từ khóa: khối nước mầm bệnh, lý thuyết thành phần nguồn nước, nguồn nước mang mầm bệnh (TPN bệnh), nuôi trồng thủy sản.

Chỉ số phân loại: 1.5

Đặt vấn đề

Vùng ven biển tỉnh Kiên Giang có điều kiện thuận lợi để phát triển NTTS nước mặn, lợ. Hiện nay, việc vận hành hệ thống thủy lợi phục vụ nuôi tôm vẫn đang gặp nhiều khó khăn, chủ yếu là dựa vào kinh nghiệm thực tế của cán bộ làm công tác quản lý và trực tiếp từ người dân. Trong nhiều trường hợp phức tạp, khó có thể vận hành đạt được yêu cầu đề ra. Việc giải quyết các sự cố về nguồn nước, đặc biệt là kiểm soát lan truyền bệnh thủy sản theo đường nước từ các vùng bị dịch là vấn đề đáng quan tâm nhất.

Các nghiên cứu trước đây về thủy lợi phục vụ nuôi tôm cho vùng này đã được thực hiện, chủ yếu bởi các cơ quan chuyên ngành với các nghiên cứu quy hoạch, lập dự án đầu tư, thiết kế các hệ thống thủy lợi, đánh giá chất lượng nước vùng nuôi thông qua đo đạc khảo sát hiện trường; lấy mẫu phân tích các chỉ tiêu trong phòng và đã ứng dụng mô hình toán để xem xét bài toán ô nhiễm chất lượng nước [1-6]... Các nghiên cứu tuy đã giải quyết được một số mặt về môi trường nước vùng NTTS, song vẫn còn nhiều vấn đề đặt ra. Chẳng hạn động thái nguồn nước trong nội hệ thống chưa được xem xét thấu đáo, kéo theo đó là sự lan truyền mầm bệnh thủy sản theo nguồn nước vẫn chưa có nghiên cứu nào chuyên sâu đáng kể.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi ứng dụng lý thuyết thành phần nguồn nước kết hợp với mô hình toán chất lượng nước một chiều vào tính toán lan truyền “khối nước chứa mầm bệnh thủy sản” theo đường nước trên hệ kênh rạch khi dịch bệnh phát ra ở một vùng nào đó trong nội hệ thống, điều này cho thấy rõ đặc tính thủy động lực môi trường trong hệ thống

thông qua động thái nguồn nước ô nhiễm. Đây là cơ sở quan trọng để thiết kế quy hoạch hệ thống thủy lợi vùng nuôi tôm bền vững ven biển tỉnh Kiên Giang nói riêng, Đồng bằng sông Cửu Long nói chung.

Phương pháp nghiên cứu

Nhóm tác giả đã ứng dụng lý thuyết lan truyền các thành phần nguồn nước [7] kết hợp với mô hình toán chất lượng nước một chiều (phần mềm MIKE11) để tính toán mô phỏng lan truyền “khối nước mang mầm bệnh thủy sản” vùng nghiên cứu.

Lý thuyết lan truyền các thành phần nguồn nước trong hệ thống sông kênh (gọi tắt là lý thuyết thành phần nguồn nước) đã được Nguyễn Ân Niên đề xuất và được phát triển bởi Nguyễn Ân Niên và Tăng Đức Thắng cùng cộng sự [7, 8]. Hiện lý thuyết này đang tiếp tục phát triển và là công cụ kết hợp mô hình toán mở rộng ứng dụng, đặc biệt trong việc thiết kế quy hoạch các hệ thống NTTS ven biển [9, 10].

Dưới đây là một số khái niệm chung về thành phần nguồn nước và tỷ lệ thành phần nguồn nước trong hệ thống sông kênh.

Xét một thể tích nước “dw” trong dòng chảy do các thể tích nguồn nước thành phần dw_i tạo nên (hình 1), tỷ lệ thành phần nguồn nước i (p_i) tại điểm M ở thời gian t được định nghĩa là:

$$p_i(M, t) = \frac{dw_i}{dw}, \text{ với các điều kiện: } \sum_{i=1}^n p_i = 1, 0 \leq p_i \leq 1$$

*Tác giả liên hệ: Email: nguyendinhvuongsivrr@gmail.com

Research on the spread of pathogens-carrying water in the coastal aquaculture system

Dinh Vuong Nguyen*, Duc Thang Tang

Southern Institute of Water Resources Research

Received 29 March 2021; accepted 31 May 2021

Abstract:

This paper presents the application of water source components theory in combination with the MIKE11 modeling tool (1D) to simulate the transport of pathogens-carrying water components in the coastal aquaculture system of Kien Giang province. The simulation results show that pathogens-carrying water spreads at a relatively fast pace and extensively in the system. Drainage schemes have also been proposed to control and minimise the spread of diseases. The application of water source components theory provides the scientific basis to ensure the rational and sustainable design of irrigation system for coastal shrimp-farming areas.

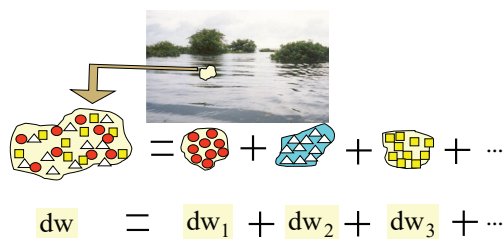
Keywords: aquaculture, pathogens-carrying water, pathogens-carrying water component, water sources component theory.

Classification number: 1.5

Trong bài toán một chiều (1D):

$$p_i(M, t) = \frac{Q_i}{Q}$$

Trong đó: Q: lưu lượng; Q_i : lưu lượng dòng thành phần.



Hình 1. Sơ họa khối nước “dw” và các thành phần nguồn nước “dw_i” của nó.

Hệ phương trình cơ bản lan truyền thành phần nguồn nước bệnh thủy sản bao gồm các phương trình thủy lực (Saint Venant - phương trình liên tục và phương trình chuyển động của toàn dòng) và phương trình bảo tồn thành phần nước mang mầm bệnh thủy sản:

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q = 0 \quad (1)$$

$$\frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\alpha v}{g} \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial z}{\partial x} + kv|v| = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial p_i}{\partial t} + v \frac{\partial p_i}{\partial x} - \frac{1}{\omega} \frac{\partial}{\partial x} D_i \omega \frac{\partial p_i}{\partial x} - \frac{q}{\omega} (p_{iq} - p_i) = 0 \quad (3)$$

$i=1, n$ (n - số thành phần nguồn nước mang mầm bệnh thủy sản) với các điều kiện ràng buộc (bảo tồn):

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1 \text{ và } 0 \leq p_i \leq 1$$

Trong đó: p_i : thành phần nguồn nước i ; v : lưu tốc trung bình mặt cắt; ω : diện tích mặt cắt; D : hệ số khuếch tán; $q_i = q \cdot p_{iq}$ là tỷ lệ dòng gia nhập bên của dòng thành phần i .

Điều kiện biên, điều kiện ban đầu

Điều kiện biên gồm biên thủy lực và biên của thành phần nguồn nước i là tỷ lệ của nguồn i tại biên.

Điều kiện ban đầu cũng bao gồm các điều kiện ban đầu về thủy lực và điều kiện ban đầu thành phần nguồn nước i .

Cách giải, các công cụ tính toán

Giải hệ phương trình vi phân cơ bản lan truyền các thành phần nguồn nước như giải hệ phương trình truyền chất truyền thống. Ở đây phương trình bảo tồn nguồn nước (3) tựa như phương trình tải - khuếch tán.

Sử dụng các phần mềm tính toán truyền chất một chiều thông dụng như MIKE [11, 12], Hec-Ras, SAL, VRSAP, KOD... làm công cụ tính toán để giải hệ phương trình (1), (2) và (3). Trong nghiên cứu này sẽ sử dụng phương trình tải - khuếch tán (module AD trong Mike11) để giải các thành phần nước (TPN) quan tâm trong hệ thống NTTS (có thể giải riêng từng nguồn), khi đó ta được các tỷ lệ nguồn nước, ở đây thay vì tính nồng độ chất (ví dụ nồng độ ô nhiễm) ta sẽ tính tỷ lệ thành phần nguồn nước ô nhiễm p_i (%).

Kết quả và thảo luận

Giả thiết vùng phát bệnh và đặt điều kiện tính toán

Việc phát sinh mầm bệnh thủy sản có thể xảy ra ở một vùng nào đó hay đồng thời trên toàn hệ thống. Thông thường nhất là bệnh xảy ra ở một khu vực nào đó, rồi theo đường nước lan truyền đến các vùng khác. Trong tính toán này, chúng tôi chỉ xét cho bài toán là giả thiết một khu vực nào đó trong hệ thống NTTS ven biển Kiên Giang đã phát sinh dịch bệnh, nước trong một số kênh đã bị nhiễm bệnh (có chứa các mầm bệnh). Ở đây chưa tính đến việc tiếp tục bơm bổ sung TPN bệnh trong các ao/vuông nuôi đổ vào kênh. Việc tính toán cũng không xét đến nguyên nhân và cơ chế phát triển của bệnh này (không xét sự biến đổi thành phần hoá học của khối nước chứa mầm bệnh thủy sản) mà chỉ xem xét “khối nước mang mầm bệnh” di chuyển trong hệ thống.

Hiệu chỉnh mô hình toán thủy lực và chất lượng nước sử dụng phần mềm MIKE11 để tính toán mô phỏng đã được thực hiện trong thời kỳ mùa khô (tháng 2 đến 4) năm 2007, đây là

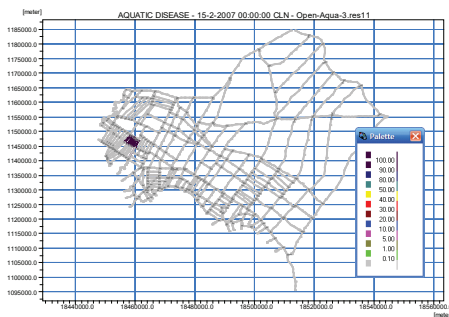
nấm thủy văn điển hình trong vùng có điều kiện khá đầy đủ về tài liệu thực đo, nhất là xâm nhập mặn. Kết quả mô phỏng thủy lực tại 2 trạm đo Xuân Tô và Tri Tôn trong vùng có sự phù hợp tốt với giá trị đo đạc thực tế, chỉ tiêu Nash đối với cân chỉnh mực nước đều đạt trên 80%. Việc kiểm định mô phỏng xâm nhập mặn trong hệ thống được thực hiện tại các trạm cầu Hà Giang, Kiên Lương, Nông Trường và Tám Ngàn, kết quả cho thấy số liệu tính toán phù hợp khá tốt với thực đo mặn cả về trị số lẫn xu thế.

Dựa trên bộ thông số thủy lực và tải khuếch tán đã được thiết lập, mô hình chạy tương đối ổn định, cơ sở dữ liệu đầu vào và bộ thông số của mô hình đảm bảo độ tin cậy. Chúng tôi sử dụng bộ thông số mô hình chất lượng nước (truyền mặn) này để mô phỏng diễn biến thủy lực và lan truyền TPN bệnh thủy sản trên hệ thống sông, kênh vùng nghiên cứu.

Việc mô phỏng lan truyền bệnh trong các hệ thống NTTS là mô phỏng lan truyền các khối nước chứa mầm bệnh trong các sông, kênh rạch (do thủy sản mang bệnh gây ra, do một khối nước nào đó có chứa mầm bệnh). Biến mô phỏng là các TPN bệnh.

Coi nước trong vùng bệnh thủy sản bùng phát chứa các mầm bệnh là một nguồn, TPN bệnh được ký hiệu là $p_{\text{bệnh}}$. Xét ở bài toán này sẽ được khảo cứu thông qua tỷ lệ của nó tại mỗi vị trí trong hệ thống (biểu thị bằng %).

Khu vực phát sinh mầm dịch bệnh được giả thiết như hình 2, việc tính toán lan truyền phân bố TPN bệnh cũng được thực hiện bằng áp dụng lý thuyết thành phần nguồn nước.



Hình 2. Vị trí vùng phát sinh dịch bệnh ban đầu trước khi lan truyền ra hệ thống (màu đen).

Điều kiện biên và điều kiện đầu của biến TPN mang mầm bệnh ($p_{\text{bệnh}}$) tương tự như vùng NTTS ven biển Trà Vinh, được xác định như sau:

Điều kiện biên (TPN bệnh tại biên): $p_{\text{b, bệnh}} = 0$ tại tất cả mọi biên (tại biên không có thành phần nước bệnh).

Điều kiện ban đầu: $p_{\text{dkd, bệnh}} = 1$ trong vùng nước chứa mầm bệnh; $p_{\text{dkd, bệnh}} = 0$ tại vùng nguồn nước không mang mầm bệnh.

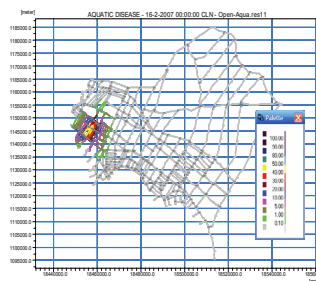
Tỷ lệ TPN bệnh ($p_{\text{bệnh}}$) được xác định từ giải hệ phương trình vi phân cơ bản 1 chiều lan truyền các thành phần nguồn nước bệnh [giải các phương trình (1), (2) và (3)]; sử dụng mô hình toán phần mềm thủy lực MIKE11 (modul AD) để làm công cụ

mô phỏng đã được cân chỉnh và kiểm định về thủy lực và truyền chất (truyền mặn). Thời gian mô phỏng tính toán lan truyền TPN bệnh bắt đầu từ 0 giờ ngày 15/2/2007.

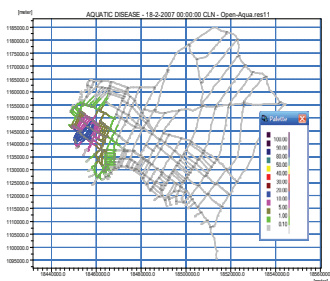
Nồng độ TPN bệnh (tỷ lệ TPN bệnh) diễn biến theo thời gian trong trường hợp này sẽ được tính thông qua tỷ lệ TPN bệnh (biểu thị theo tỷ lệ %) lan truyền trong hệ thống NTTS.

Kết quả tính toán mô phỏng lan truyền TPN bệnh trường hợp hiện trạng

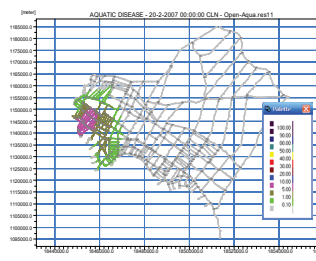
Kết quả tính toán lan truyền TPN bệnh (biểu thị qua tỷ lệ %) trường hợp hiện trạng được trình bày ở các hình 3 đến 6, trị số trong hình là tỷ lệ TPN bệnh, tính theo % so với toàn dòng.



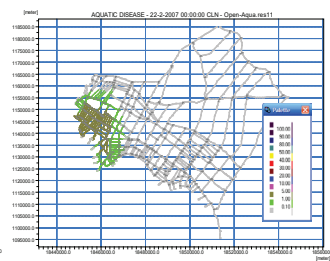
Hình 3. Phân bố tỷ lệ TPN bệnh lan truyền sau 1 ngày.



Hình 4. Phân bố tỷ lệ TPN bệnh lan truyền sau 3 ngày.



Hình 5. Phân bố tỷ lệ TPN bệnh sau 5 ngày lan truyền.



Hình 6. Phân bố tỷ lệ TPN bệnh sau 7 ngày lan truyền.

Kết quả tính toán mô phỏng trường hợp hiện trạng cho thấy đặc tính lan truyền TPN bệnh thủy sản như sau: khi phát sinh dịch bệnh, nguồn nước nhiễm bệnh có xu hướng lan truyền mạnh theo hướng vượt qua kênh Rạch Giá - Hà Tiên vào khu vực kênh Tà Săng - Tam Bản và lưu cữu khá lâu ở vùng này so với những vùng lân cận khác.

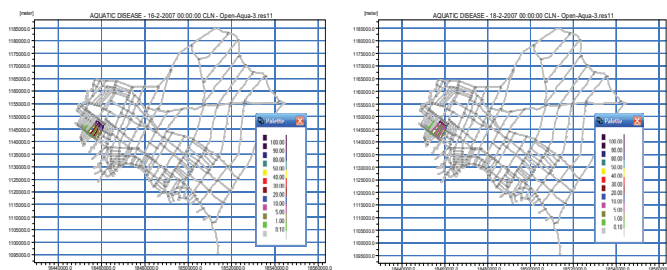
Từ nhận xét trên, nhằm ngăn ngừa sự phát tán bệnh lan truyền sang các vùng nuôi khác khi khu vực này phát sinh dịch đó là các kênh cần được thiết kế cấp thoát tách rời và chỉ cho tiêu nước bệnh về phía kênh Rạch Giá - Hà Tiên, đồng thời xây dựng các công trình công kiểm soát nguồn nước phía nam kênh Rạch Giá - Hà Tiên ngăn ngừa sự lan truyền bệnh vào khu vực Tà Săng - Tam Bản...

Trong trường hợp khẩn cấp, có thể hỗ trợ tiêu một phần nước bệnh về phía kênh đê bao Đồng Hòa bằng các cống tiêu phía đầu kênh.

Kết quả tính toán mô phỏng trường hợp vận hành hệ thống giảm thiểu nguồn nước nhiễm bệnh

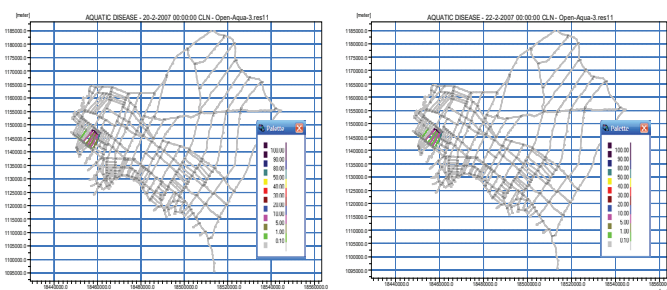
Trên cơ sở hệ thống kênh rạch và cống bọng kiểm soát tại khu vực phát sinh dịch bệnh thủy sản được đề xuất, việc vận hành tiêu thoát nước mang nguồn bệnh trong hệ thống được tính toán theo 2 trường hợp: i) Vận hành đẩy nước nhiễm bệnh ra phía kênh Rạch Giá - Hà Tiên; ii) Vận hành tiêu thoát nước bệnh ra phía kênh đê bao Đồng Hòa.

Vận hành đẩy nước nhiễm bệnh ra phía kênh Rạch Giá - Hà Tiên: kết quả tính toán từ các hình 7 đến 12 thể hiện việc tiêu tán nước bệnh khi vận hành các cống tiêu thoát ra kênh Rạch Giá - Hà Tiên.



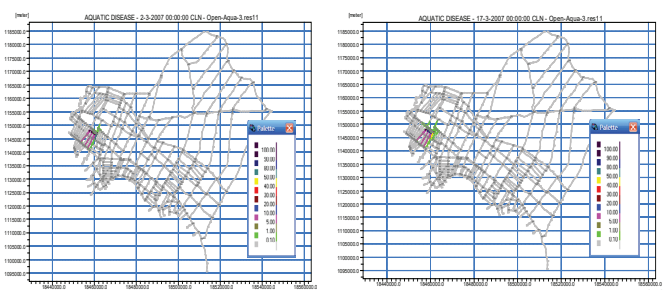
Hình 7. Phân bố tỷ lệ TPN bệnh lan truyền sau 1 ngày vận hành tiêu tán.

Hình 8. Phân bố tỷ lệ TPN bệnh lan truyền sau 3 ngày vận hành tiêu tán.



Hình 9. Phân bố tỷ lệ TPN bệnh lan truyền sau 5 ngày vận hành tiêu tán.

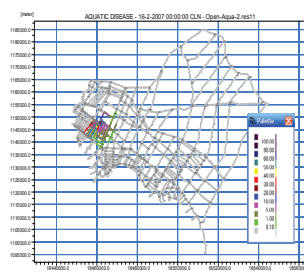
Hình 10. Phân bố tỷ lệ TPN bệnh lan truyền sau 7 ngày vận hành tiêu tán.



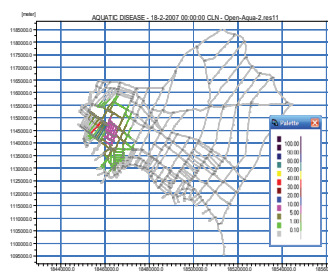
Hình 11. Phân bố tỷ lệ TPN bệnh lan truyền sau 15 ngày vận hành tiêu tán.

Hình 12. Phân bố tỷ lệ TPN bệnh lan truyền sau 30 ngày vận hành tiêu tán.

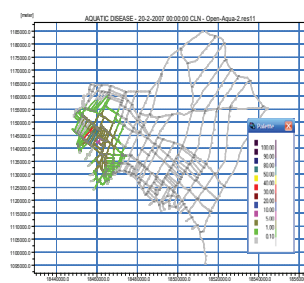
Vận hành tiêu nước bệnh ra phía kênh đê bao Đồng Hòa: việc tiêu thoát nước bệnh khi vận hành các cống tiêu nước ra kênh đê bao Đồng Hòa được thể hiện ở các hình 13 đến 18.



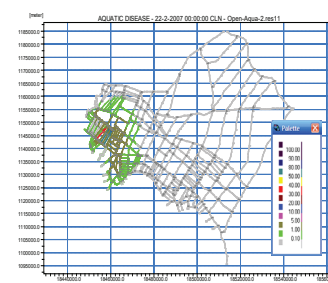
Hình 13. Phân bố tỷ lệ TPN bệnh lan truyền sau 1 ngày vận hành tiêu thoát.



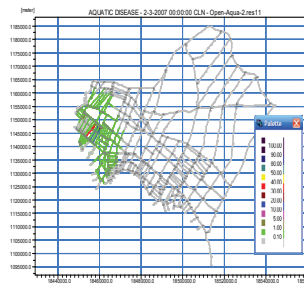
Hình 14. Phân bố tỷ lệ TPN bệnh lan truyền sau 3 ngày vận hành tiêu thoát.



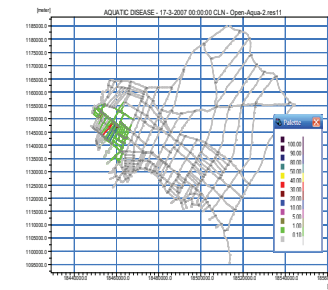
Hình 15. Phân bố tỷ lệ TPN bệnh lan truyền sau 5 ngày vận hành tiêu thoát.



Hình 16. Phân bố tỷ lệ TPN bệnh lan truyền sau 7 ngày vận hành tiêu thoát.



Hình 17. Phân bố tỷ lệ TPN bệnh lan truyền sau 15 ngày vận hành tiêu thoát.



Hình 18. Phân bố tỷ lệ TPN bệnh lan truyền sau 30 ngày vận hành tiêu thoát.

Có thể thấy, trong trường hợp hiện trạng, TPN bệnh đã lan truyền nhanh ra các kênh rạch. Sau 5 ngày, tỷ lệ thành phần nước mang mầm bệnh còn dưới 10%, sau 7 ngày xuống còn dưới 5% và sau 15 ngày thì nguồn nước bệnh vẫn còn tỷ lệ nhỏ trên sông rạch nhưng đã lan ra phạm vi rất rộng ngoài hệ thống.

Trường hợp kênh rạch trong khu nuôi tôm thâm canh Đồng Hòa được mở rộng và có các công trình kiểm soát nguồn nước đầu kênh như phương án đề xuất, khi đó nếu chỉ cho tiêu thoát nước bệnh ra hướng kênh Rạch Giá - Hà Tiên thì việc tiêu bệnh chậm hơn so với trường hợp hiện trạng nhưng nước bệnh đã được khoanh vùng, hạn chế phạm vi lan truyền, không lan rộng như trường hợp hiện trạng.

Ngược lại, nếu tiêu thoát nước nhiễm bệnh về phía kênh

Đồng Hòa thì nguồn nước bệnh sẽ lan rộng qua các kênh rạch lân cận khác, nhất là khu vực từ kênh T2 đến T3 và nguồn nước bệnh lưu cữu khá lâu trên kênh rạch vùng này. Sau 30 ngày, nồng độ TPN bệnh (tỷ lệ TPN bệnh) trên các kênh bị ô nhiễm vẫn còn khá lớn.

Mức độ lưu cữu của TPN bệnh tại các kênh trong nội đồng là rất cao. Cần có giải pháp công trình để kiểm soát cho một số tiểu vùng khép kín trong nội hệ thống nhằm tránh lây lan TPN mang mầm bệnh lan tỏa đến các vùng khác. Vì vậy, giải pháp công trình thủy lợi hợp lý nhằm ngăn ngừa sự phát tán lan truyền dịch bệnh sang các khu vực nuôi khác là các kênh từ cấp 2 đến nội đồng trong vùng nuôi được thiết kế cấp thoát tách rời và có công kiểm soát đầu kênh.

Việc tiêu thoát nước bệnh trong khu vực phát sinh dịch bệnh theo hướng kênh Rạch Giá - Hà Tiên, kết hợp làm các công trình kiểm soát nguồn nước phía bờ nam kênh Rạch Giá - Hà Tiên thì sẽ đảm bảo hạn chế thấp nhất việc lây lan dịch ra các vùng lân cận.

Kết luận

Kết quả tính toán mô phỏng lan truyền TPN bệnh trường hợp hiện trạng cho thấy, xét về mặt thủy động lực, tốc độ lan truyền TPN mang mầm bệnh trong hệ thống diễn ra khá nhanh, mức độ triết giảm tỷ lệ % nước bệnh tuy nhanh nhưng lại mở rộng trên phạm vi lớn ra ngoài hệ thống ở các vùng lân cận như tại khu vực các kênh Tà Săng - Tam Bản và tỷ lệ TPN bệnh vẫn còn lưu cữu khá lâu ở đây. Cần thiết phải có công trình điều tiết trong hệ thống để vận hành tiêu tán bệnh cho khu vực này.

Việc vận hành công trình trong hệ thống có ảnh hưởng rất lớn đến lan truyền khối nước mang mầm bệnh, nghĩa là có thể sử dụng công trình để kiểm soát lan truyền bệnh giữa các tiểu vùng. Trong thực tế, khi vận hành tiêu nước bệnh cần phải tính toán rất cẩn thận nhiều phương án. Đặc biệt chú ý hạn chế cho vùng nước bệnh tiêu qua các khu đang phát triển thủy sản để nhiễm bệnh như tôm, cố gắng hạn chế sự lan rộng của nguồn nước bệnh. Để giải quyết sự thâm nhập của nước bệnh vào các hệ thống cần phải chú ý xây dựng các công trình điều tiết.

Các kết quả nghiên cứu nêu trên bước đầu cho thấy, việc ứng dụng lý thuyết thành phần nguồn nước kết hợp mô hình toán chất lượng nước để tính toán mô phỏng lan truyền TPN

bệnh trong hệ thống NTTS đã làm rõ được các đặc tính thủy động lực, động thái của nguồn nước chứa mầm bệnh trong các vùng nuôi thủy sản ven biển Kiên Giang, đây là cơ sở khoa học quan trọng đảm bảo cho việc thiết kế quy hoạch hệ thống thủy lợi các vùng nuôi tôm hợp lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ngô Xuân Hải (2003), *Báo cáo đề tài Các giải pháp kỹ thuật thủy lợi phục vụ NTTS vùng ven biển Đồng bằng sông Cửu Long*, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
- [2] Nguyễn Văn Lâm và cộng sự (2011), *Báo cáo đề tài Đánh giá suy thoái môi trường trong quá trình chuyển đổi đất nông lâm sang NTTS ở các huyện ven biển Đồng bằng sông Cửu Long*, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
- [3] Nguyễn Đình Vượng, Châu Ngọc Quyền (2009), “Nghiên cứu giải pháp quy hoạch hệ thống thủy lợi vùng ven biển tỉnh Kiên Giang nhằm phát triển hợp lý giữa nuôi tôm và trồng lúa”, *Tuyển tập kết quả khoa học và công nghệ Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam năm 2009*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- [4] Phân viện Quy hoạch Thủy sản phía Nam (2013), *Rà soát, điều chỉnh, bổ sung quy hoạch nuôi tôm vùng Tứ giác Long Xuyên tỉnh Kiên Giang đến năm 2020*.
- [5] Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam (2005), *Quy hoạch điều chỉnh, bổ sung quy hoạch chi tiết hệ thống thủy lợi phục vụ nuôi tôm vùng Tứ giác Long Xuyên (2 huyện Kiên Lương và Hòn Đất) tỉnh Kiên Giang*.
- [6] Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam (2007), *Dự án đầu tư xây dựng hệ thống thủy lợi phục vụ NTTS vùng Vàm Răng - Ba Hòn, tỉnh Kiên Giang*.
- [7] Tăng Đức Thắng, Nguyễn Ân Niên (2018), “Lý thuyết lan truyền các thành phần nguồn nước trong hệ thống sông kênh”, *Đề tài cấp bộ Nghiên cứu dự báo và giải pháp giảm thiểu sự lan truyền ô nhiễm theo dòng chảy phục vụ NTTS vùng Bán đảo Cà Mau*, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
- [8] Tăng Đức Thắng (2002), *Nghiên cứu hệ thống thủy lợi chịu nhiều nguồn nước tác động - Ví dụ ứng dụng cho Đồng bằng sông Cửu Long và Đông Nam Bộ*, Luận án tiến sĩ, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
- [9] Nguyễn Ân Niên, Tăng Đức Thắng (2002), “Thủy lợi phục vụ cho công cuộc phát triển NTTS trên vùng chuyển đổi ở các tỉnh phía Nam - Các cách tiếp cận phát triển bền vững”, *Tuyển tập báo cáo khoa học tại Hội thảo quốc gia “Nghiên cứu khoa học phục vụ NTTS ở các tỉnh phía Nam”*.
- [10] Tăng Đức Thắng, Nguyễn Ân Niên, Nguyễn Đình Vượng, Nguyễn Đức Phong (2008), “Một số vấn đề kỹ thuật khi thiết kế các hệ thống thủy lợi phục vụ NTTS ven biển”, *Tuyển tập kết quả KH&CN Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam năm 2008*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- [11] DHI Water & Environment (2017), *MIKE11 - A modelling system for Rivers and Channels - User guide*.
- [12] <https://www.mikepoweredbydhi.com/products/mike-11>.