

# NGHIÊN CỨU SỰ LAN TRUYỀN CÁC NGUỒN NƯỚC MANG MÀM BỆNH TRONG CÁC HỆ THỐNG THỦY LỢI PHỤC VỤ NUÔI TRỒNG THỦY SẢN

Tăng Đức Thắng, Nguyễn Đình Vượng, Vũ Quang Trung,  
Phạm Văn Giáp, Nguyễn Đức Phong, Nguyễn Thanh Hải  
Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

**Tóm tắt:** Lan truyền bệnh thủy sản theo dòng chảy là một trong những vấn đề lớn nhất đối với các vùng nuôi trồng thủy sản ở Đồng bằng sông Cửu Long. Cho đến nay vẫn chưa có phương pháp và công cụ nào nghiên cứu về vấn đề này. Từ cuối những năm 1990's, sự ra đời của "lý thuyết sự lan truyền các nguồn nước trong hệ thống" (Nguyễn Ân Niên và Tăng Đức Thắng), với ưu điểm chính là đánh giá được sự lan truyền các nguồn nước theo dòng chảy thông qua xác định nồng độ thể tích của nó, đã đưa lý thuyết đến nhiều ứng dụng thực tế. Gần đây, lý thuyết này đã được ứng dụng để tính toán sự lan truyền các mầm bệnh thủy sản thông qua tính toán nồng độ thể tích của khối nước mang mầm bệnh thủy sản. Bài báo này sẽ trình bày những điểm cơ bản nhất của ứng dụng này và tính toán cho vùng Bán đảo Cà Mau. Kết quả tính toán đã cho thấy tiềm năng lớn của bài toán này trong việc giải quyết lan truyền các bệnh lây lan theo đường nước, mở ra nhiều ứng dụng cho quản lý phòng ngừa lây lan bệnh thủy sản.

**Từ khóa:** Bệnh thủy sản, mầm bệnh, lý thuyết lan truyền các nguồn nước.

**Summary:** Aquaculture disease spread along water course (canals, rivers) is one of biggest problems to aquaculture cultivation. Up to now, there is no method to assess this problem. In late 1990's, a new theory named "The transport of water source components in a canal and river system" presented a wide range of applications. The theory is able to compute volume concentration of a water source at any location and any time. According to this theory, the estimation of aquaculture disease transport can be solved through computing the transport of water source containing disease germ. This paper will show a method to estimate the transport of aquaculture disease based on the aforementioned theory.

## 1. MỞ ĐẦU

Hiện nay, trên cả nước ta đang trong quá trình chuyển đổi mô hình sản xuất rất mạnh mẽ, nhất là Đồng Bằng Sông Cửu Long. Trước đây là mô hình thuần nông hay lâm nghiệp, nay chuyển sang nông nghiệp thủy sản và lâm nghiệp. Nhiều vùng đã chuyển hẳn sang chuyên thủy sản [1], [8].

Một vấn đề lớn hiện nay trong các hệ thống nuôi trồng thủy sản là sự phát sinh và lan truyền dịch bệnh. Thực tế cho thấy, dịch bệnh thường phát

sinh từ nhiều nguyên nhân, từ con giống đến môi trường nước (chất lượng nước) và các yếu tố vật lý (biến động nhiệt độ trong nước,...). Một khi bệnh thủy sản phát sinh, nhất là bệnh tôm nước mặn lợi ven biển, người dân thường bơm xả nước các ao nuôi nhiễm bệnh ra kênh mương của hệ thống, làm cho sự lan truyền mầm bệnh diễn ra rất nhanh theo các đường nước, xem [1], [6], [8].

Cho đến nay, chưa có một phương pháp nào đánh giá sự lan truyền bệnh thủy sản theo

Ngày nhận bài: 17/8/2018  
Ngày thông qua phản biện: 18/9/2018

Ngày duyệt đăng: 8/11/2018

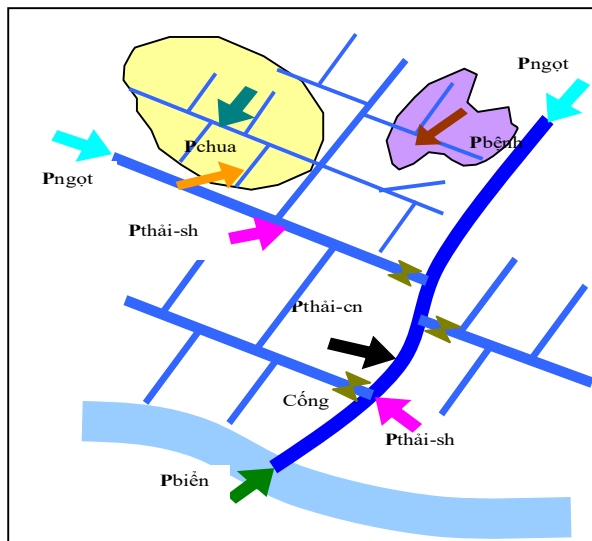
đường nước nói riêng và bệnh lan theo đường nước nói chung. Vào những năm 1990's, lý thuyết sự lan truyền các nguồn nước ra đời và đã có nhiều ứng dụng trong tính toán chất lượng nước và điều hành các hệ thống thủy lợi [4], [5], [6], [8]. Lý thuyết này đặt trọng tâm là đánh giá động thái các nguồn nước trong hệ thống thông qua xác định tỷ lệ từng nguồn nước thành phần của nó. Với ưu điểm đó, ta có thể ứng dụng nó để đánh giá sự lan truyền bệnh thủy sản thông qua đánh giá sự lan truyền của khối nước mang mầm bệnh (khối nước có chứa mầm bệnh, do việc bơm xả từ các ao nuôi nhiễm bệnh vào hệ thống sông kênh). Đây là vấn đề còn khá mới mẻ, nhưng đã được áp dụng vào thực tế để quy hoạch, thiết kế và quản lý các hệ thống thủy sản nhằm giảm thiểu lây lan bệnh trong môi trường. Các nghiên cứu chuyên sâu theo hướng này cũng đang được tiến hành [2], [8]. Dưới đây sẽ giới thiệu cách thức áp dụng lý thuyết sự lan truyền các nguồn nước trong nghiên cứu vấn đề lan truyền bệnh thủy sản.

**2. PHƯƠNG PHÁP VÀ CÔNG CỤ TÍNH SỰ LAN TRUYỀN MÀM BỆNH THỦY SẢN**

**2.1. Giới thiệu sơ lược lý thuyết lan truyền nguồn nước trong hệ thống**

Lý thuyết lan truyền các nguồn nước trong hệ thống sông kênh (nguồn nước mang mầm bệnh thủy sản là một trong số đó) xem xét nguồn nước trong hệ thống bao gồm (cấu thành từ) các nguồn nước thành phần khác nhau. Thông qua việc khảo sát các nguồn thành phần này, rồi từ đó đánh giá định lượng vai trò tác động của từng nguồn và toàn dòng, giúp đưa ra các thông tin điều khiển, kiểm soát đến từng nguồn.

Lý thuyết này đã được trình bày trong rất nhiều tài liệu (tạp chí, đề tài nghiên cứu,...) vì thế ở đây sẽ không trình bày lại, chỉ nêu vài điểm rất cơ bản để dễ dàng hơn cho tham khảo và lý giải các kết quả trong ví dụ tính toán ở phần sau.



Hình 1: Sơ họa các nguồn nước trong một hệ thống nuôi trồng thủy sản ven biển

Khái niệm nguồn nước và tỷ lệ nguồn nước

Chẳng hạn trong hệ thống nguồn nước ven biển gồm nhiều nguồn thành phần như Hình 1. Xét một thể tích nước  $dw$  trong dòng chảy do các thể tích nguồn nước thành phần  $dw_i$  tạo nên, xem Hình 2.

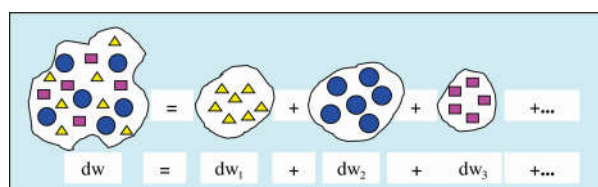
Tỷ lệ thành phần nguồn nước  $i$  ( ký hiệu là  $p_i$ ) tại điểm  $M$  ở thời gian  $t$  được định nghĩa là:

$$p_i(M, t) = \frac{dw_i}{dw} \quad (1) ; \text{ với các điều kiện:}$$

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1; 0 \leq p_i \leq 1; \quad (2)$$

Trong bài toán một chiều (1D), thành phần nước  $p_i$  trở thành:

$$p_i(M, t) = \frac{Q_i}{Q} \quad (3)$$



Hình 2: Sơ họa khối nước  $dw$  và các nguồn nước thành phần  $dw_i$  của nó

Trong định nghĩa trên, nếu  $p_i=1,0$  (=100%) thì

khối nước đó hoàn toàn là nguồn  $i$ , các nguồn khác bằng không (không tồn tại); ngược lại,  $p_i = 0,0$  (=0%) thì không tồn tại nguồn  $i$  hay nói khác đi nguồn  $i$  chưa lan truyền đến vị trí đó.

*Phương trình cơ bản lan truyền các nguồn nước:*

Hệ phương trình cơ bản bài toán lan truyền nguồn nước bất kỳ  $p_i$  bao gồm hai loại phương trình: (1) Phương trình bảo tồn thành phần nước, và (2) Phương trình thủy lực (Saint Venant). Hệ phương trình lan truyền nguồn nước  $i$  (bài toán 1 D), xem [9]:

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q = 0 \quad (3)$$

$$\frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\alpha v}{g} \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial z}{\partial x} + kv|v| = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial p_i}{\partial t} + v \frac{\partial p_i}{\partial x} - \frac{1}{\omega} \frac{\partial}{\partial x} D_i \omega \frac{\partial p_i}{\partial x} - \frac{q}{\omega} (p_{iq} - p_i) + [\varepsilon p_i] = 0 \quad (5)$$

$i = 1, n$  ( $n$  – số nguồn nước trong hệ thống)

*trong đó:  $Q, z$  là lưu lượng và mực nước mặt cắt;  $v$ : vận tốc trung bình mặt cắt;  $\omega$ : diện tích mặt cắt ngang (ướt) lòng dẫn; Hệ số moment;  $q$ : lưu lượng đơn vị gia nhập bên;  $p_i, p_{iq}$ : tỷ lệ thành phần nguồn nước  $i$  và tỷ lệ thành phần nguồn nước của dòng gia nhập bên  $q$ ;  $\varepsilon$ : hệ số nguồn;  $D_i$ : hệ số phát tán;  $g$ : gia tốc trọng trường. Trong tính toán  $p_i$  có thể được biểu thị theo giá trị thực hay chuyển đổi theo số % cho dễ sử dụng.*

*Điều kiện biên, điều kiện ban đầu, cách giải:*

- Điều kiện biên gồm biên thủy lực và biên tỷ lệ nguồn nước.
- Điều kiện ban đầu cũng bao gồm các điều kiện ban đầu về thủy lực và nguồn nước.
- Giải như phương trình truyền chất thông thường.
- Sử dụng các phần mềm tính toán truyền chất để giải (MIKE, KOD, SAL, ISIS...).
- Cách giải: giống như cách giải phương trình

truyền chất thông thường.

Chi tiết về điều kiện biên, điều kiện ban đầu, cách giải có thể xem ở [9].

## 2.2. Các ứng dụng

Lý thuyết lan truyền các nguồn nước có thể áp dụng để giải quyết nhiều bài toán thực tế như tính nồng độ chất (bảo tồn và không bảo tồn), xâm nhập mặn, lan truyền nước chua, nước bẩn, nước mang mầm bệnh, nước phù sa, lầy con giống từ các cửa sông, thiết kế hệ thống thủy lợi phục vụ nuôi trồng thủy sản,...), xem [8], [15], [16], [17]. Nhờ biết được tác động của từng nguồn nước đến các vùng khác nhau nên có thể sử dụng lý thuyết này để tính toán điều khiển hệ thống rất thuận lợi (chẳng hạn: nên sử dụng công trình nào để thu rửa hệ thống, cách ngăn ngừa lan truyền ô nhiễm, mầm bệnh xâm nhập vào hệ thống...). Trong khi phân tích nguồn nước cho từng mục tiêu khác nhau nên sử dụng một số chỉ tiêu đánh giá nguồn nước, chẳng hạn cường suất ảnh hưởng của nguồn (Ii), chỉ số so sánh độ mạnh các nguồn (Ni/J), tuổi của nguồn nước, chỉ số pha loãng, tốc độ pha loãng..., xem [9].

Khi áp dụng lý thuyết để nghiên cứu sự lan truyền nguồn nước mang mầm bệnh, mỗi một nguồn nước mang mầm bệnh trong hệ thống sẽ được coi là một biến ( $p_i$ ) và thực hiện tính toán, đánh giá cho biến đó, xem [8], [9]. Việc tính toán riêng biệt từng nguồn như vậy sẽ giúp đánh giá được phạm vi ảnh hưởng của từng nguồn. Cũng có thể gộp các nguồn mang mầm bệnh thành một nguồn, nhưng lúc này chỉ xem xét được tác động tổng hợp của các nguồn, tuy vậy giảm bớt được thời gian mô phỏng, phân tích.

Trong tính toán lan truyền nguồn nước mang mầm bệnh thủy sản (khối nước mang mầm bệnh), bài toán thường xảy ra theo các khả năng sau, xem Bảng 1.

**Bảng 1: Các trường hợp tính toán thường gặp lan truyền mầm bệnh thủy sản**

## trong hệ thống kênh

TT	Trường hợp	Điều kiện biên	Điều kiện ban đầu	Ghi chú
1	Chỉ có khối nước bệnh đã nằm sẵn trong kênh (không bơm từ ruộng vào kênh)	$\pi_i(\text{biên}) = 1,0$ (=100%); $Q_i(\text{biên}) = 0$	$\pi_i(\text{ban đầu}) = 1,0$ (=100%)	- Coi nồng độ thể tích nguồn nước mang bệnh ở trong kênh và nguồn bơm ra bằng nhau.
2	Trong kênh chưa có khối nước mang mầm bệnh, chỉ có nguồn nước bệnh trong ruộng mới bắt đầu bơm vào kênh (ở thời điểm bắt đầu tính toán)	$\pi_i(\text{biên}) = 1,0$ (100%); $Q_i(\text{biên}) = \text{lưu lượng bơm xả từ ruộng ra kênh}$	$\pi_i(\text{ban đầu}) = 0,0$ (=0%)	- Nếu nồng độ thể tích mang bệnh khác nhau thì cần chuyển đổi theo một chuẩn quy định, xem [9].
3	Đã có khối nước mang mầm bệnh trong kênh và nguồn nước mang mầm bệnh vẫn tiếp tục được bơm từ ruộng vào kênh	$\pi_i(\text{biên}) = 1,0$ (100%) $Q_i(\text{biên}) = \text{lưu lượng bơm xả từ ruộng ra kênh}$	$\pi_i(\text{ban đầu}) = 1,0$ (=100%)	

### 3. VÍ DỤ ỨNG DỤNG TÍNH TOÁN LAN TRUYỀN MÀM BỆNH TRONG CÁC HỆ THỐNG NUÔI TRỒNG THỦY SẢN

Dưới đây sẽ thực hiện ví dụ tính toán lan truyền bệnh thủy sản trong vùng BĐCM. Ví dụ tính toán cũng được giới hạn cho bài toán dạng 1 trong Bảng 1, theo đó chỉ xem xét nước mang mầm bệnh được chứa trong vùng thuộc BĐCM. Chi tiết được trình bày dưới đây.

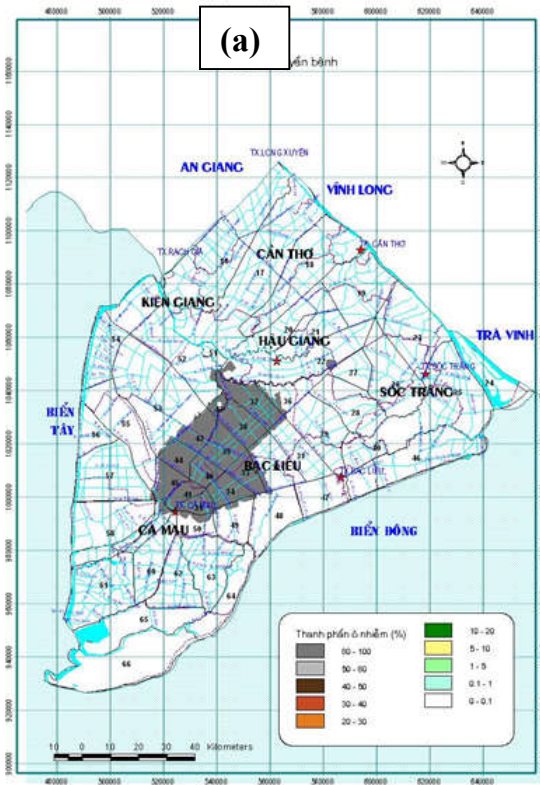
#### 3.1. Vùng chứa nước mang mầm bệnh

Vùng chứa nước mang mầm bệnh trong ví dụ này được giả thiết thuộc vùng nuôi tôm nước lợ tỉnh Bạc Liêu, xem Hình vẽ 3, (a). Hệ thống công trình trên vùng bán đảo lấy như hiện trạng

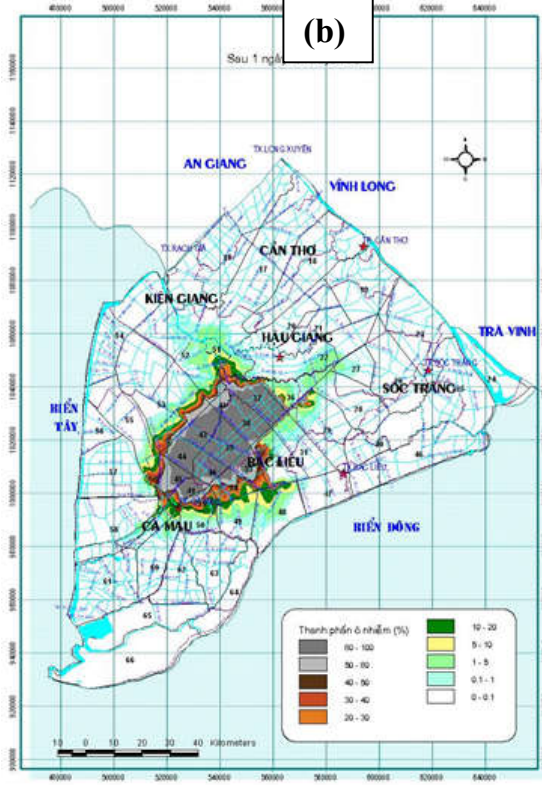
trong thời gian này. Thời gian mô phỏng từ 1/4/2005 với các điều kiện khí tượng thủy văn tương ứng. Việc tính toán mô phỏng đã sử dụng phần mềm MIKE11 với biến mô phỏng là nguồn nước mang mầm bệnh, hệ số khuếch tán lấy bằng 30-60 m<sup>2</sup>/s.

#### 3.2. Kết quả tính toán diễn biến sự lan truyền các nguồn nước mang mầm bệnh theo thời gian

Kết quả tính toán sự mở rộng (lan truyền) khối nước mang mầm bệnh được trình bày trên Hình 3, từ (b) đến (i). Phân tích mức độ mở rộng khối nước mang mầm bệnh được trình bày trong Bảng 2.



Vùng phát bệnh ban đầu (màu đen)



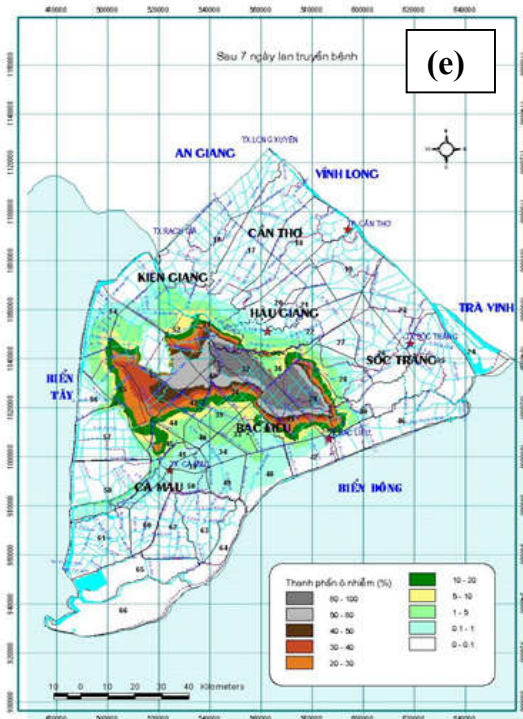
Sau 1 ngày phát bệnh



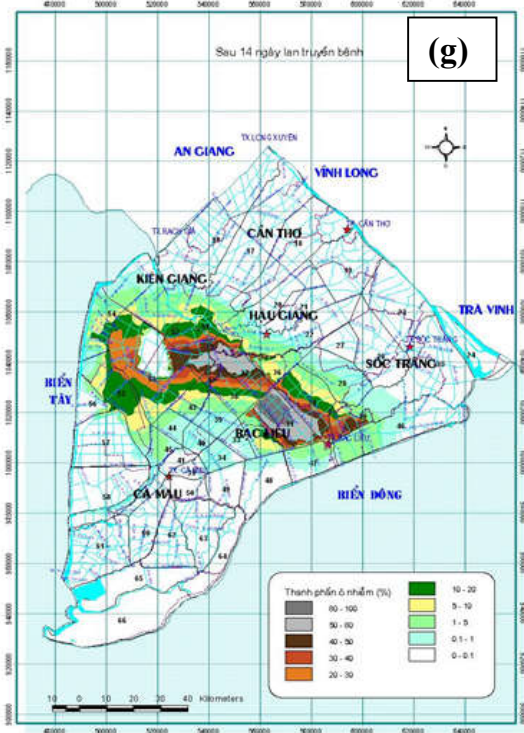
Sau 3 ngày lan truyền



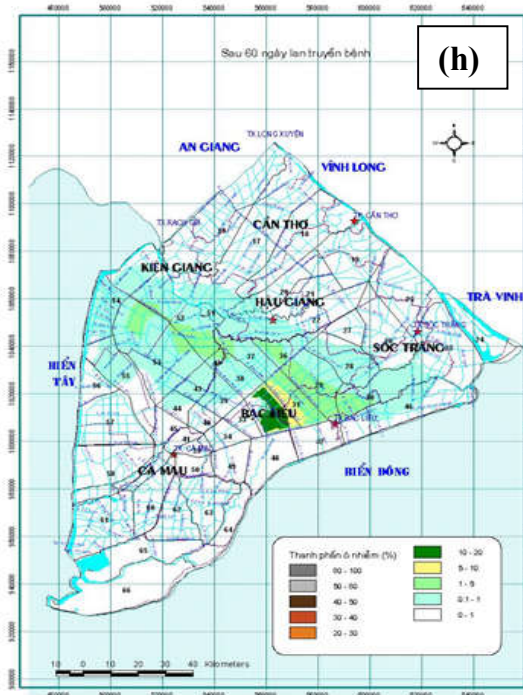
Sau 5 ngày lan truyền



Sau 7 ngày lan truyền



Sau 14 ngày lan truyền



Sau 60 ngày lan truyền



Sau 90 ngày lan truyền

Hình 3: Phân bố tỷ lệ thành phần nguồn nước mang mầm bệnh thủy sản (tính toán) ứng với các mốc thời gian từ ngày bắt đầu lan truyền 1/4/2005

**Bảng 2: Diện tích (tính toán) nhiễm bệnh thủy sản với các mức khác nhau (theo vùng phát bệnh trên Hình 3)**

Thời gian	Diện tích (ha) và hệ số lan truyền bệnh			
	Mức $\geq 0,1\%$		Mức $\geq 1\%$	
	Diện tích	Hệ số lan truyền	Diện tích	Hệ số lan truyền
Sau 1 ngày	375.573	2,65	291.729	2,06
Sau 3 ngày	492,521	3,47	367.331	2,59
Sau 5 ngày	575.478	4,06	413.652	2,92
Sau 7 ngày	619.103	4,36	437.058	3,08
Sau 14 ngày	626.147	4,41	456.273	3,22

*Ghi chú: Hệ số lan truyền bệnh được tính bằng diện tích nước ô nhiễm (ở mức tỷ lệ nước bệnh nào đó) ở cuối ngày lan truyền thứ i chia cho diện tích phát bệnh ban đầu (141.900ha).*

#### 4. NHẬN XÉT

- Nguồn nước mang mầm bệnh lan tỏa rất nhanh và rộng trong hệ thống, đặc biệt trong thời kỳ đầu lan truyền. Hệ số lan truyền (mở rộng) ứng với nồng độ thể tích nguồn nước mang mầm bệnh 0,1% là 2,65 sau ngày đầu tiên, tức là diện tích vùng mang mầm bệnh đã mở rộng 2,65 lần so với thời điểm xuất phát. Sau đó hệ số lan truyền tiếp tục tăng nhưng chậm hơn. Đối với nồng độ nước mang mầm bệnh 1% thì hệ số lan truyền chậm hơn, nhưng cũng rất lớn. Theo điều tra thực tế, nếu vùng trên xảy ra nhiễm bệnh thì chỉ 3 -4 ngày sau đã ảnh hưởng đến Gò Quao (Kiên Giang), điều này có thể thấy rõ theo kết quả mô phỏng ở Hình 3, c.

- Tính lưu cữu của nguồn nước trong hệ thống rất cao, làm cho sự lưu lại của nguồn nước trong hệ thống kéo dài. Sau 90 ngày lan truyền, nguồn nước mang mầm bệnh vẫn còn trong hệ thống từ 0,01 - 0,09 (=1-9%), xem Hình 3, (i).

- Các phân tích trên cho thấy, nếu đã để xảy ra phát tán nguồn nước mang mầm bệnh trong vùng này thì nguy cơ nhiễm bệnh cho phần lớn bán đảo là rất cao và kéo dài đến vài ba tháng.

#### 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

- Kết quả tính toán đã chỉ rõ cách thức vận động của khối nước mang mầm bệnh thủy sản trong hệ thống kênh vùng Bán đảo, đồng thời thấy được ưu việt của lý thuyết lan truyền các nguồn nước cho các bài toán thực tế phức tạp.

- Với hàng loạt ứng dụng trong thời gian qua trong các đề tài nghiên cứu, quy hoạch vùng nuôi thủy sản, lý thuyết lan truyền các nguồn nước nói chung và lan truyền mầm bệnh thủy sản nói riêng có khả năng ứng dụng phong phú, hiệu quả cho thiết kế, vận hành các hệ thống nhằm hạn chế lây lan bệnh; cảnh báo sự phát tán và khả năng nhiễm bệnh thủy sản các vùng, gợi ý thời gian lấy nước/hạn chế lấy nước đảm bảo an toàn cho vùng nuôi.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Báo cáo “Hội nghị phát triển ngành tôm Việt Nam”, 2/2017.
- [2] Huỳnh Chúc (2013), “Nghiên cứu giải pháp đảm bảo chất lượng nguồn cấp nước sinh hoạt trên sông Sài Gòn”, Luận án Tiến sỹ.
- [3] Nguyễn Ân Niên (1997), “Về một bài toán định xuất xứ của khối nước (ứng dụng cho đồng bằng sông Cửu long)”, *Tuyển tập kết quả NCKH, Viện khoa học thủy lợi miền Nam*, NXB Nông nghiệp.
- [4] Nguyễn Ân Niên và Tăng Đức Thắng (2002), “Thủy lợi phục vụ cho công cuộc phát triển nuôi trồng thủy sản 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 nuôi trồng thủy sản ở các tỉnh Phía nam”*, 2002.
- [5] Nguyễn Ân Niên và Tăng Đức Thắng (2003), “Tính toán các thành phần nguồn nước – một công cụ mới đa năng phục vụ quản lý tổng hợp nguồn nước và môi trường”, *Tuyển tập kết quả NCKH Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam 2003*.
- [6] Nguyễn Ân Niên, Tăng Đức Thắng và Nguyễn Anh Đức (2003), “Thành phần nguồn nước, tuổi của nó và cách tính các chất có nồng độ biến đổi từ thành phần nguồn nước”, *Tuyển tập kết quả NCKH Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam 2003*.
- [7] Nguyễn Ân Niên và Tăng Đức Thắng (2004), “Các phát triển mới về lý thuyết lan truyền các thành phần nguồn nước và mở rộng ứng dụng”, *Tuyển tập kết quả NCKH Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam 2004*.
- [8] Nguyễn Đình Vượng (2017), “Đặc tính thủy động lực và môi trường vùng triều ứng dụng cho hệ thống nuôi trồng thủy sản ven biển”, Luận án Tiến sỹ.
- [9] 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 sỹ.
- [10] Tăng Đức Thắng (2005), “Ứng dụng bài toán lan truyền khối nước lưu cữu nâng cao chất lượng thiết kế và vận hành hiệu quả các hệ thống sông kênh và hệ thống thủy lợi”, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, Số 15/2005.
- [11] Tăng Đức Thắng (2005), “Một phương pháp nghiên cứu nước lưu cữu trong các hệ thống sông kênh”, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, Số 16/2005.
- [12] Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam (2016), “Báo cáo Quy hoạch các hệ thống nuôi trồng thủy sản ven biển Đồng bằng sông Cửu Long”.
- [13] MIKE11 – Uses’ Guide
- [14] Steven Chapra, “Surface water quality modelling”, Mac.GrawHill



- [15] Nguyen An Nien and Tang Duc Thang (2000), Computation of components of different derivative flood water in Mekong Data, Proc. of International European – Asian Workshop ECOSYSTEM&FLOOD 2000, Hanoi, Vietnam.
- [16] Nguyen An Nien, Tang Duc Thang (2000), “Computation of Mass-Transmission by a Forced-Mixed Model (One Dimensional Problem)”, *International Coloquium in Mechanics Solid, Fluids and Structures and Interraction*, Nha trang, Vietnam.
- [17] Nguyen An Nien and Tang Duc Thang (2005), Water Source components Computation, New Development and widening Application, Proc. of International Symposium on Sustainable Development in the Mekong River Basin, Ho Chi Minh City, 10/2005, Japan Science and Technology.