

NGHIÊN CỨU LAN TRUYỀN BỆNH THỦY SẢN TRONG HỆ THỐNG NUÔI CÓ KÊNH CẤP NƯỚC VÀ KÊNH THOÁT NƯỚC KẾT HỢP – ĐỀ XUẤT MỘT SỐ MÔ HÌNH THÍCH ỨNG

Phạm Văn Song¹

Tóm tắt: Trong thời gian qua thực tế xây dựng và phát triển các hệ thống thủy lợi phục vụ nuôi trồng thủy sản vẫn còn sử dụng kết hợp hai hình thức cấp nước và thoát nước giống như canh tác nông nghiệp nhưng khác về quy mô và hình thức công trình (nhất là đối với các hệ thống nuôi quảng canh và nuôi tự phát). Phần lớn các hệ thống này đều có những đặc điểm chung là việc cung cấp nước và tiêu thoát nước cho các ao nuôi là đều dựa vào một đường kênh. Thậm chí trên cả một hệ thống lớn (nhiều ha) cũng chỉ có một kênh cấp và tháo nước kết hợp. Việc bố trí hệ thống cấp thoát nước như vậy đã ảnh hưởng trực tiếp đến nguồn nước cung cấp cho các ao nuôi, do đó tình hình cấp nước và thoát nước là không chủ động được trong các ao nuôi. Mặt khác do sự dùng chung một kênh cấp kết hợp kênh thoát nên sự ảnh hưởng trực tiếp từ nguồn nước thải đến nguồn nước cấp cho thủy sản là rất lớn. Thực tế cho thấy các ao nuôi thủy sản khi đã bị ảnh hưởng của ô nhiễm nguồn nước thì khả năng rủi ro là rất cao, ảnh hưởng trực tiếp đến sản lượng nuôi trồng thủy sản. Nghiên cứu này sử dụng lý thuyết lan truyền thành phần nguồn nước để tính toán lan truyền thành phần nước mang mầm bệnh trong một hệ thống ao nuôi có kênh cấp và kênh thoát kết hợp. Kết quả cho thấy rằng nguồn nước bản, nước bệnh lan tỏa rất nhanh và rộng trong hệ thống. Tính lưu cữu của nguồn nước trong hệ thống rất cao, khả năng trao đổi nước thấp ở xa các kênh chính, trong các kênh thứ cấp, đặc biệt thấp ở cuối kênh cut. Từ kết quả mô phỏng, nghiên cứu bước đầu đã đề xuất một số mô hình nuôi trồng thủy sản có thể áp dụng cho các vùng thuộc Đồng bằng sông Cửu Long.

Từ khóa: Mô hình thủy lực; truyền chất; cấp nước; thoát nước; nuôi trồng thủy sản

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở Đồng bằng Sông Cửu Long, ngành nghề nuôi trồng thủy sản (NTTS) đã nhanh chóng phát triển suốt hơn 2 thập kỷ qua và có những đóng góp lớn cho nền kinh tế quốc gia. Trong vòng 10 năm từ 1995 đến 2005, diện tích nuôi trồng thủy sản vùng Đồng bằng đã tăng hơn 2,37 lần và sản lượng tăng vọt hơn 3.68 lần ([1], [2]). Rất nhiều các mô hình, hệ thống nuôi trồng thủy sản đang được áp dụng và phát triển mạnh mẽ. Tuy nhiên phần lớn các hệ thống này đều có những đặc điểm chung là việc cung cấp nước và tiêu thoát nước cho các ao nuôi là đều dựa vào một đường kênh. Thậm chí trên cả một hệ thống lớn (nhiều ha) cũng chỉ có một kênh cấp và tháo

nước kết hợp. Việc bố trí hệ thống cấp thoát nước như vậy đã ảnh hưởng trực tiếp đến nguồn nước cung cấp cho các ao nuôi, do đó tình hình cấp nước và thoát nước là không chủ động được trong các ao nuôi. Mặt khác do sự dùng chung một kênh cấp kết hợp kênh thoát nên sự ảnh hưởng trực tiếp từ nguồn nước thải đến nguồn nước cấp cho thủy sản là rất lớn. Thực tế cho thấy các ao nuôi thủy sản khi đã bị ảnh hưởng của ô nhiễm nguồn nước thì khả năng rủi ro là rất cao, ảnh hưởng trực tiếp đến sản lượng nuôi trồng thủy sản.

Trong thời gian qua thực tế xây dựng và phát triển các hệ thống thủy lợi phục vụ nuôi trồng thủy sản vẫn còn sử dụng kết hợp hai hình thức cấp nước và thoát nước giống như canh tác nông nghiệp nhưng khác về quy mô và hình thức

¹ Cơ sở 2 – Đại học Thủy lợi.

công trình (nhất là đối với các hệ thống nuôi quảng canh và nuôi tự phát). Việc sử dụng kết hợp các loại công trình như vậy phần nào đã làm giảm tính hiệu quả của mô hình nuôi, hơn nữa vấn đề phát sinh dịch bệnh đối với thủy sản là khó có thể tránh được.

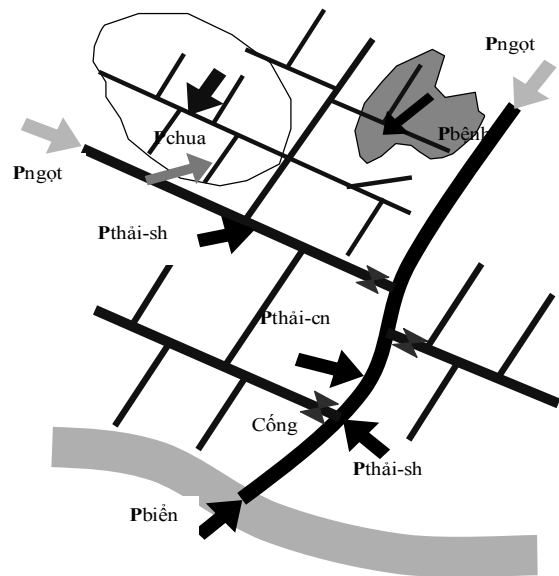
Do đặc thù riêng của việc nuôi trồng thủy sản là điều kiện tiên quyết về môi trường sống phải đảm bảo trong sạch, do đó môi trường nước là yếu tố có ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình sinh trưởng và phát triển của thủy sản. Nghiên cứu cơ sở khoa học của việc tách biệt công trình cấp nước và công trình tháo nước trong các hệ thống nuôi trồng thủy sản nhằm tạo ra một hệ thống công trình hoàn thiện và đồng bộ, phục vụ cho phát triển bền vững nguồn lợi thủy sản trong tương lai vẫn chưa được đề cập đến trong những nghiên cứu trước đây. Để khắc phục những hạn chế về mặt môi trường sống, giảm thiểu bất lợi về môi trường và cải thiện điều kiện kỹ thuật hạ tầng cho các hệ thống nuôi trồng thủy sản phát triển bền vững và có đầy đủ cơ sở khoa học khi nhân rộng mô hình, thì công tác nghiên cứu cơ sở khoa học của việc tách biệt công trình cấp nước và công trình tháo nước trong các hệ thống nuôi trồng thủy sản là rất cần thiết.

2. ỨNG DỤNG LÝ THUYẾT LAN TRUYỀN NGUỒN NƯỚC TÍNH TOÁN LAN TRUYỀN MÀM BỆNH THỦY SẢN TRONG HỆ THỐNG NTTS CÓ KÊNH CẤP KÊNH THOÁT DÙNG CHUNG

Trong gần mười năm trở lại đây, để giải quyết các bài toán lan truyền nguồn nước như lan truyền nguồn nước mặn, nước chua, nước nhiễm bẩn, phù sa, mầm bệnh... trong các hệ thống thủy lợi đa mục tiêu, nhóm nghiên cứu thuộc Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam (Nguyễn Ân Niên, Tăng Đức Thắng, Tô Quang Toàn, Nguyễn Thanh Hải, Nguyễn Việt Dũng, Phạm Văn Song và nnk [3],[4], [5], [6], [7], [8]) đã phát triển và ứng dụng một công cụ mới là ‘Lý thuyết lan truyền các nguồn nước trong hệ thống sông kênh’, một phương pháp tính mới, hiện đại, đa năng giải quyết các vấn đề về nguồn

nước; đã ứng dụng giải quyết tốt nhiều vấn đề phức tạp, đặc biệt là các hệ thống nuôi trồng thủy sản...

Lý thuyết lan truyền nguồn nước trong hệ thống sông kênh xem xét nguồn nước trong hệ thống bao gồm 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 (hình 1).

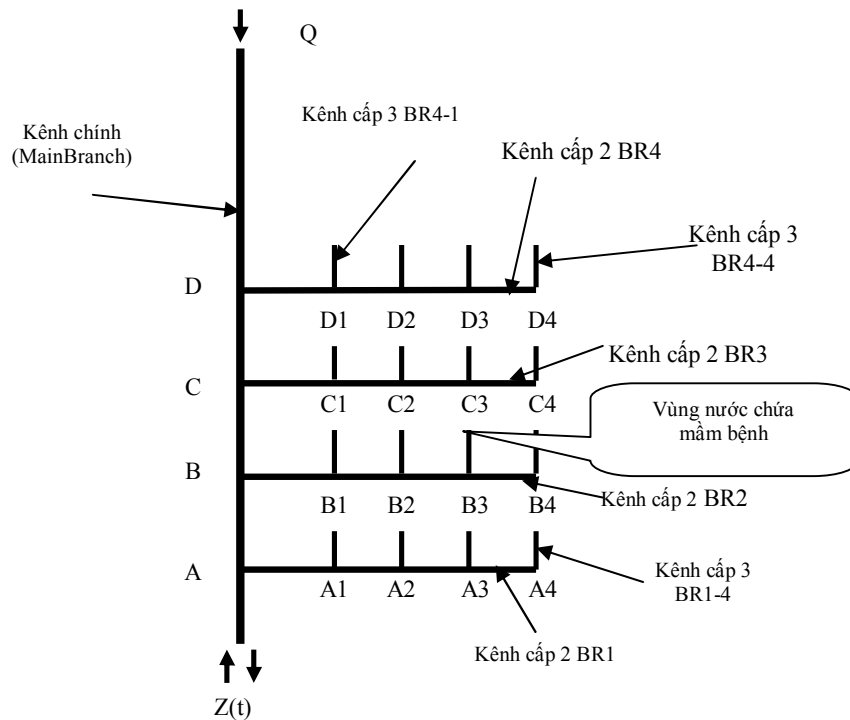


Hình 1. Sơ họa các nguồn nước trong một hệ thống nuôi trồng thủy sản ven biển [3], [8]

Bài toán chính được giới thiệu ở đây là bài toán lan truyền nước mang mầm bệnh theo đường nước và lan truyền nước bản trong hệ thống ao nuôi có kênh cấp và kênh thoát kết hợp.

Để minh họa động thái của nguồn nước mang mầm bệnh ảnh hưởng của tới hệ thống dưới đây xét một sơ đồ tính đơn giản, thường gặp trong thực tế minh họa hệ thống nuôi trồng thủy sản có kênh cấp, kênh thoát kết hợp (hình 2).

Các kênh có mặt cắt là dạng chưa nhật, thông số hệ thống thể hiện trên bảng 1. Điều kiện biên nguồn ngọt $Q = 5 \text{ m}^3/\text{s}$, biên triều biển $Z(t)$ có bậc như ở Mỹ Thanh. Ở đây coi mầm bệnh nằm trong kênh cấp 2 (BR2).



Hình 2. Sơ đồ mạng lưới kênh tính toán

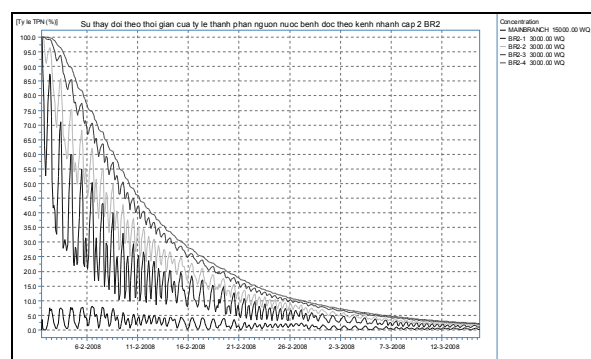
Bảng 1: Các thông số hệ thống kênh tính toán

Công trình	L (km)	B (m)	Z đáy (m)
Kênh chính cấp 1 (MainBranch)	75	50	-5
Kênh cấp 2	14	15	-3
Kênh cấp 3	3	7	-2,5

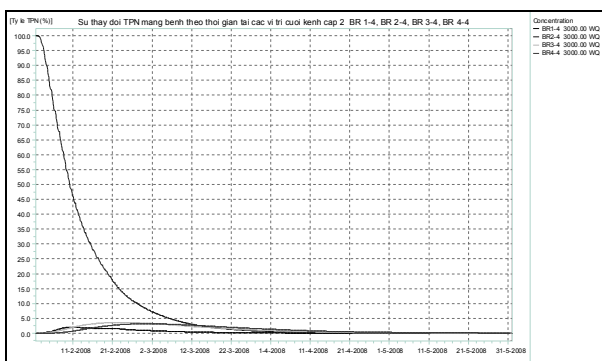
Hình 3, 4, 5, 6 thể hiện sự lan truyền mầm bệnh thủy sản thể hiện bằng sự thay đổi TPN mang mầm bệnh dọc theo các kênh chính, kênh nhánh. Kết quả cho thấy rằng nguồn nước bản, nước bệnh lan tỏa rất nhanh và rộng trong hệ thống. Tính lưu cữu của nguồn nước trong hệ thống rất cao, khả năng trao đổi nước thấp ở xa các kênh chính, trong các kênh thứ cấp, đặc biệt thấp ở cuối kênh cụt. Phần giữa, cuối các kênh cấp 2 và cấp 3: Khó thau rửa nhưng cũng khó nhiễm bệnh, bản từ ngoại lai mang tới. Do đó, trong khai thác hệ thống, quản lý phải rất chú ý đến việc bảo vệ môi trường không chỉ ở kênh lớn mà còn ở các kênh thứ cấp. Nếu kênh cấp và

thoát tách rời nhau thì khả năng lấy nước tốt từ kênh chính là rất lớn, hơn hẳn phương án kênh chung và cũng hạn chế lan bệnh trong hệ thống.

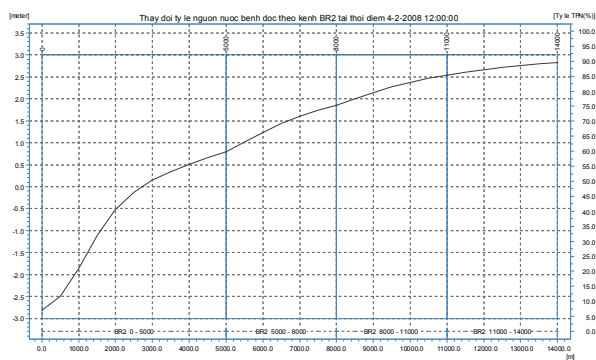
Xét theo tiêu chuẩn bảo vệ nguồn nước thì mỗi hệ thống, theo một hình thức canh tác sẽ có một giới hạn tối đa về diện tích canh tác thủy sản trên diện tích tự nhiên. Giới hạn này phụ thuộc rất mạnh vào vị trí của hệ thống, tác động các nguồn nước. Khi thiết kế hệ thống cần chỉ ra giới hạn này. Cần hết sức thận trọng khi thiết kế để hạn chế lan nhiễm cho hệ thống.



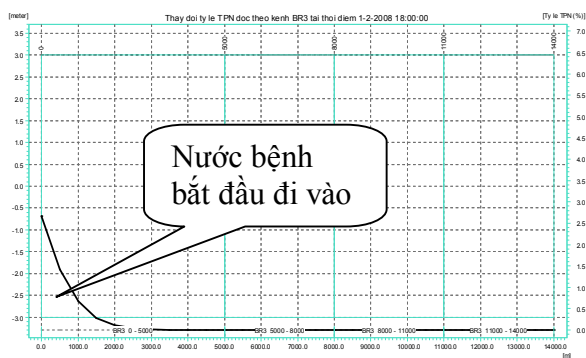
Hình 3. Sự thay đổi TPN bệnh dọc theo kênh nhánh cấp 2 BR2, tại các vị trí đầu các kênh cấp 3



Hình 4. Sự thay đổi tỷ lệ nguồn nước mang mầm bệnh cuối các kênh cấp 2 (tại các vị trí A4, B4, C4, D4)



Hình 5. Tỷ lệ nguồn nước bệnh dọc theo kênh cấp 2 BR2 sau 3 ngày



Hình 6. Tỷ lệ nguồn nước bệnh dọc theo kênh cấp 2 BR3: sau 6 giờ, khối ô nhiễm đã bắt đầu lan đến đầu kênh BR3

3. ĐỀ XUẤT SƠ ĐỒ BỐ TRÍ HỆ THỐNG KÊNH CẤP, KÊNH THOÁT CHONG VÙNG NUÔI TRỒNG THỦY SẢN

3.1. Mô hình cấp thoát nước riêng biệt theo mặt bằng

Hệ thống cấp thoát nước riêng biệt theo mặt bằng có hiệu quả rất lớn đối với nuôi thủy sản, nhưng đòi hỏi nguồn vốn lớn cũng như mặt tích để đào thêm kênh (hình 7). Hệ thống thủy lợi có kênh cấp thoát nước riêng biệt càng lớn

thì hiệu quả càng cao nhưng yêu cầu nguồn vốn rất lớn. Nếu chỉ tách biệt được kênh nội đồng thì vốn bỏ ra thấp và hiệu quả cũng thấp. Nếu hệ thống thủy lợi có kênh tách biệt là kênh cấp 2, 3 hoặc cấp 1 thì hiệu quả sẽ cao, tuy nhiên vốn cũng cao hơn. Do vậy, tùy theo mật độ nuôi, mức lây lan bệnh và khả năng vốn mà các nhà đầu tư sẽ chọn hệ thống thủy lợi tách biệt kênh cấp thoát nước đến kênh cấp mấy.

Về ưu điểm của mô hình này:

- Tách biệt 2 nguồn cấp thoát nước nên mức độ gây bệnh tụt cho vùng nuôi thấp hơn

- Vận hành đơn giản cho từng nông hộ

Về nhược điểm của mô hình này:

- Mặt diện tích đất để bố trí thêm kênh, vốn đầu tư đào kênh

- Các nông hộ rất khó quy hoạch để nối với hệ thống kênh nhà nước vì đất đai khó có thể sang nhượng cho nhau

- Vốn đầu tư rất lớn và khó thực hiện đối với kênh cấp 3, 2.

3.2. Mô hình cấp thoát nước riêng biệt theo thời gian

Nguyên lý là xây dựng hai cống một chiều ở đầu kênh và cuối kênh cấp thoát nước chung (hình 8). Khi nước thủy triều lên cống đầu kênh sẽ mở cho nước vào kênh, lúc này các ao nuôi sẽ lấy nước vào ao vì có nguồn nước sạch và mực nước lớn. Đồng thời cống cuối kênh sẽ đóng không cho nước vào kênh. Dòng chảy trong kênh lúc này có chiều từ đầu kênh đến cuối kênh. Khi nước thủy triều rút, cống đầu kênh sẽ đóng lại, còn cống cuối kênh sẽ mở, nước sẽ từ trong kênh chảy ra, các ao nuôi sẽ đồng loạt thoát nước ra kênh vì mực nước trong kênh đã bị hạ thấp. Dòng chảy trong kênh lúc này cũng có hướng chảy từ đầu kênh tới cuối kênh.

Ưu điểm của mô hình cấp thoát nước riêng biệt theo thời gian:

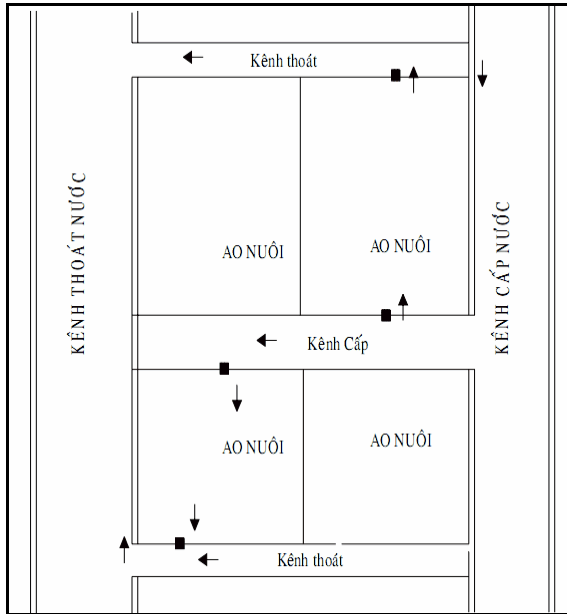
- Không phải đầu tư thêm kênh

- Giải quyết khá tốt vấn đề lấy nhiễm nguồn nước

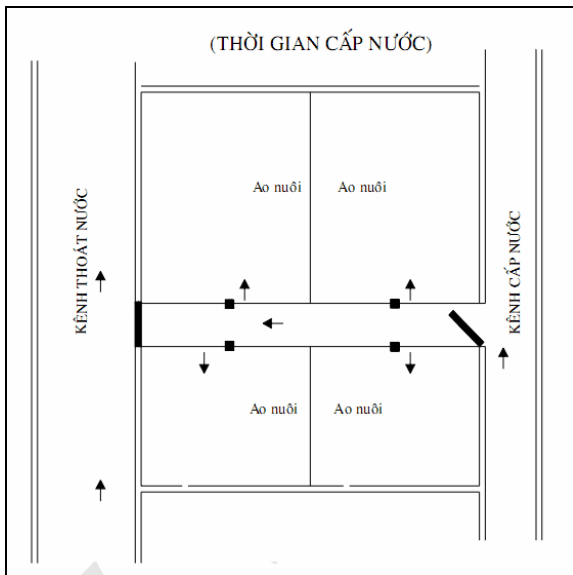
- Không gây lắng đọng lòng kênh do dòng chảy trong kênh lúc nào cũng chảy 1 chiều, hạn chế được vốn nạo vét kênh

Nhược điểm của mô hình cấp thoát nước riêng biệt theo thời gian:

- Phải đầu tư công 1 chiều
- Cùng chung 1 kênh nên ngăn chặn dịch bệnh không cao bằng giải pháp dùng 2 kênh cấp thoát riêng biệt
- Vận hành lấy nước phải theo quy trình thời gian theo thủy triều.
- Giao thông thủy khó khăn vì phải đi qua các cống



Hình 7. Mô hình cấp thoát nước riêng biệt theo mặt bằng



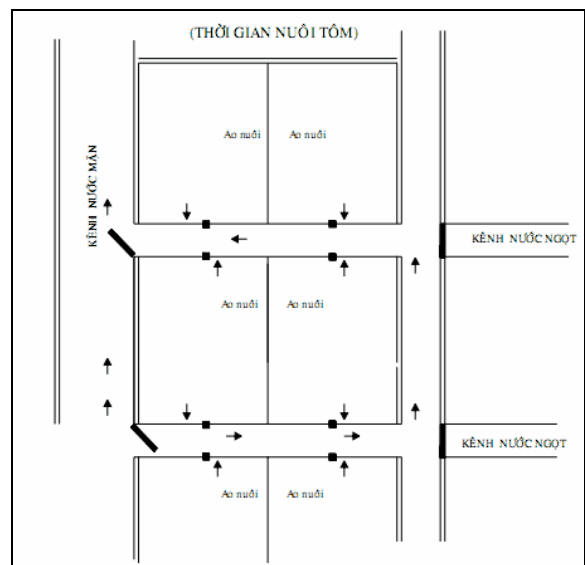
Hình 8. Mô hình cấp thoát nước riêng biệt theo thời gian

3.3. Mô hình nuôi thủy sản mặn – ngọt ở vùng giáp rang mặn ngọt

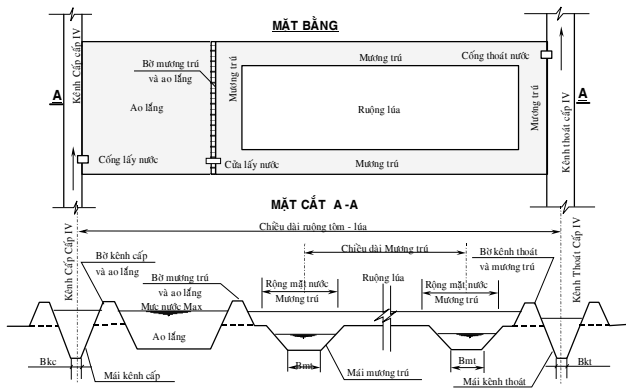
Hiện tại các cống ngăn mặn có nhiệm vụ cho tiêu thoát nước từ trong đồng ra, ngăn không cho nước mặn vào đồng. Do vậy muốn lấy nước mặn vào để nuôi tôm là không thực hiện được. Nếu như cải tiến cống có thể mở được chiều ngược lại cho nước biển vào thì dùng một cống cho nước biển vào đồng theo 1 chiều chỉ có thể vào. Nước mặn sẽ cung cấp cho các ao nuôi và thải ra một kênh nhưng không quay được chiều ngược lại vì cống chỉ có 1 chiều lấy nước. Mặt khác một cống khác chỉ cho nước thoát 1 chiều ra biển. Như vậy ta có quy trình vận hành nước sẽ đi 1 chiều trên tất cả các kênh (hình 9). Tuy nhiên phía trong đồng cần xây dựng các cống ngăn không cho nước mặn vào sâu vùng ngọt hóa. Khi vào mùa cấy lúa thì các cống phía ngoài làm nhiệm vụ ngăn mặn và các cống phía trong mở ra cho nước ngọt vào.

Các nghiên cứu của Lê Sâm & nnk [9] đã đưa ra được nhu cầu nước cho mô hình và sơ bộ kích thước mặt cắt kênh mương và các công trình trên kênh (hình 10). Căn cứ đặc điểm chế độ thủy triều, nguồn nước ngọt, cơ cấu bố trí mùa vụ giữa nuôi trồng thủy sản và nông nghiệp, chế độ nước yêu cầu cho tôm và lúa. Kết quả tính toán hệ số cấp thoát nước cho mô hình.

- Đối với lúa: Hệ số cấp tưới = 1,1 l/s/ha, hệ số tiêu qt tiêu = 3,47 l/s/ha.
- Đối với tôm: Hệ số cấp qcấp = 14 l/s/ha, hệ số thoát qthoát = 22 l/s/ha.



Hình 9. Mô hình nuôi thủy sản mặn – ngọt



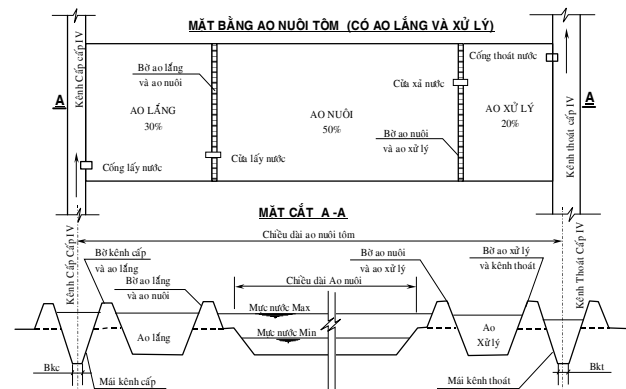
Hình 10. Mô hình thủy lợi nội đồng phục vụ tôm - lúa trên vùng sinh thái nước lợ ([9]).

3.4. Mô hình nuôi thủy sản trên vùng sinh thái nước mặn

Trên cơ sở đặc điểm nguồn nước, khả năng cấp mặn và ngọt bổ sung khi cần (về mùa khô), các phương pháp và quy trình nuôi thủy sản (quảng canh, quảng canh cải tiến, thâm canh, bán thâm canh), các yếu tố chỉ tiêu về độ mặn, yêu cầu chế độ nước cho tôm và trong trường hợp cấp nước căng thẳng nhất. Kết quả tính toán hệ số cấp thoát cho mô hình TLND phục vụ nuôi chuyên tôm.

- Đối với mô hình thâm canh: Hệ số cấp $q_{cấp} = 14,32$ l/s/ha, hệ số thoát $q_{thoát} = 17,85$ l/s/ha.

- Đối với mô hình quảng canh cải tiến: Hệ số cấp $q_{cấp} = 12,3$ l/s/ha, hệ số thoát $q_{thoát} = 17,22$ l/s/ha.



Hình 11. Mô hình TLND phục vụ nuôi chuyên tôm trên vùng sinh thái nước mặn (Lê Sâm & nnk [8])

4. KẾT LUẬN

Nuôi trồng thủy sản vùng ĐBSCL luôn có vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế - xã hội nói chung, đặc biệt thủy sản có đóng góp lớn về xuất khẩu cho ngành thủy sản cả nước. Có thể thấy rằng thành công hay thất bại của các mô hình NTTS trước đây phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố. Những thành công ban đầu có thể là do khi đó môi trường nước còn tốt, việc nuôi trồng chưa phát triển ồ ạt, tràn lan, dễ kiểm soát dịch bệnh, con giống được kiểm dịch kỹ... Về nguyên nhân thất bại: giai đoạn trước đây chưa có mô hình nào về thủy lợi phục vụ thủy sản, do vậy việc cấp thoát nước cho từng loại thủy sản chưa được tính toán chi tiết, cụ thể và phù hợp. Vấn đề ô nhiễm do chất thải từ các ao nuôi diễn biến rất phức tạp, đây cũng là nguồn gây bệnh chủ yếu khiến cho tôm dẫn tới tôm bị chết hàng loạt. Số lượng hộ nuôi mới phát triển tăng vọt đột biến, không theo quy hoạch đã gây trở ngại cho việc cấp nước cũng như xử lý nước thải, nảy sinh nhiều vấn đề bất lợi cho vùng. Bên cạnh đó, kết quả tính toán tính toán lan truyền các mầm bệnh trong hệ thống ao nuôi thu được đã chỉ rõ cách thức vận động của khối nước có nguồn gốc khác nhau trong hệ thống kênh, nguồn nước bản lan truyền rất nhanh trong hệ thống. Nếu kênh cấp và thoát tách rời nhau thì khả năng lấy nước tốt từ kênh chính là rất lớn, hơn hẳn phương án kênh chung và cũng hạn chế lan bệnh trong hệ thống.

Như vậy hệ thống cấp và thoát nước được bố trí riêng biệt, khoa học sẽ tạo điều kiện cho việc nuôi trồng thủy sản giảm thiểu được rủi ro do bị ô nhiễm nguồn nước, góp phần tăng sản lượng và nâng cao hiệu quả nuôi trồng thủy sản. Nghiên cứu này bước đầu đã đề xuất một số mô hình nuôi trồng thủy sản có thể áp dụng cho các vùng thuộc Đồng bằng sông Cửu Long.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lê Anh Tuấn (2007): “Nước cho nuôi trồng thủy sản trong chiến lược quy hoạch thủy lợi đa mục tiêu ở Đồng bằng sông Cửu long”, Hội thảo khoa học “Công tác thủy lợi phục vụ phát triển bền vững Nuôi trồng thủy sản các tỉnh ĐBSCL”.
- [2]. Báo cáo “Công tác thủy lợi phục vụ phát triển nuôi trồng thủy sản bền vững vùng Đồng bằng sông Cửu long”, Cục quản lý xây dựng công trình, Bộ NN và PTNT 2007.
- [3]. Nguyễn Ân Niên, Tăng Đức Thắng, Nguyễn Đình Vượng, Nguyễn Đức Phong (2008): “Một số vấn đề kỹ thuật khi thiết kế các hệ thống thủy lợi phục vụ nuôi trồng thủy sản ven biển”, Tuyển tập kết quả NCKH, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam 2008.
- [4]. 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.
- [5]. 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.
- [6]. 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.
- [7]. 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.
- [8]. Phạm Văn Song (2009): “Nghiên cứu cơ sở khoa học của việc tách rời kênh cấp nước, thoát nước trong các hệ thống nuôi trồng thủy sản”, Báo cáo chính đề tài cấp cơ sở, Viện khoa học Thủy lợi Việt Nam.
- [9]. Lê Sâm, Nguyễn Đình Vượng, Phan Anh Dũng (2007): “Nghiên cứu mô hình thủy lợi nội đồng trên các vùng sinh thái ở Đồng bằng sông Cửu Long”, Tuyển tập kết quả khoa học và công nghệ 2006 - 2007, Viện khoa học Thủy lợi miền Nam.

Abstracts:

RESEARCH ON DISEASES POLLUTED WATER TRANSPORT IN A AQUACULTURE SYSTEM WITH WATER SUPPLY AND DRAINAGE COMBINED CHANNEL - PROPOSE MODELS FOR ADAPTATION

In recent years, the construction and development of irrigation systems serving aquaculture are still using a combination of two forms of water supply and drainage like farming but different in size and form works. Most of these systems design water supply and drainage of the pond in one channel. Even on a large system (many hectares) and has only one combined channel. It has such a direct impact to the water supply to the pond, so the situation of water supply and drainage are not active. On the other hand due to the combined channel, the impact from waste water to supply water for fisheries is very large. In reality, the fishery ponds were affected by water pollution, the possibility is very high risk, directly affecting aquaculture production.

This study uses transmission components theory to calculate polluted water transport in a system with combined water supply and drainage channel. The results show that polluted (diseases) water spread rapidly and large in the system. As of perennial water source in the system is very high, the low water exchange capabilities far the main channel, the secondary channels, particularly low at the end of dead-end channels. From the simulation results, the study suggests several models of hydraulic work for aquaculture which can be applied to the area of the Mekong Delta.

Keywords: hydraulic model; solute transport; water supply; irrigation; aquaculture.

Người phản biện: **TS. Nguyễn Mai Đăng**

BBT nhận bài: 29/9/2014

Phản biện xong: 02/10/2014