KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU, KIỂM NGHIỆM TRÀN THÀNH MỎNG DẠNG THANH ĐỂ KIỂM SOÁT NƯỚC TRÊN RUỘNG LÚA

TS. Trần Văn Đạt, ThS. Doãn Quang Huy
Viện Kinh tế và Quản lý Thủy lợi

Tóm tắt: *Kiểm soát chặt chẽ nước trên ruộng lúa theo chế độ tưới tiêu hợp lý góp phần cải thiện năng suất, tiết kiệm nước và chi phí sản xuất hoặc giảm phát thải khí nhà kính. Mặc dù vậy, thực tế sản xuất thì công tác quản lý nước trên mặt ruộng luôn gặp khó khăn vì nhiều lý do khác nhau, trong đó có yếu tố về hạ tầng kỹ thuật. Trong khuôn khổ bài báo này, nhóm tác giả thảo luận kết quả thử nghiệm một trong số các loại hình công trình kiểm soát nước trên mặt ruộng lúa, được Viện Kinh tế và Quản lý Thủy lợi thiết kế, lắp đặt. Kết quả nghiên cứu cho thấy, công trình này hoàn toàn có thể áp dụng rộng rãi trên các hệ thống tưới lúa khác có điều kiện tương tự.*

Summary: *Proper management of water on the rice fields foloowing reasonable irrigation regimes is succesfully tested for improvement of rice productivity, saving water and production costs or reducing greenhouse gas emissions. However, in practices, the management of water on the field surface is always in trouble for many reasons, including the irrigation infrastructure and technical sides. For this context, in the this paper, the authors discuss the an experimental results with represenatve types of water control works, which have been disigned and constrcuted by the Institute for Water Resources Economics and Management. The research results show that this works can be widely applied in other similar irrigation systems.*

I. GIỚI THIỆU

Mô hình sản xuất xanh gắn với nâng cao giá trị gia tăng các sản phẩm nông nghiệp đang là xu hướng tiếp cận chung của thế giới. Ở Việt Nam, cơ sở khoa học (bao gồm cả khoa học tưới tiêu) để đặt nền móng cho mô hình sản xuất này đã được khẳng định từ nhiều thập kỷ qua. Áp dụng công thức tưới nông-lộ-phơi cho cây lúa có thể tăng khoảng 10 đến 15% năng suất lúa [1]. Vận hành hệ thống tưới hợp lý có thể giảm được 14 đến 21% chi phí quản lý trong khi năng suất cây trồng không giảm [3]. Theo Nguyễn Việt Anh (2014), tưới theo công thức nông-lộ-phơi cũng có thể tiết kiệm từ 17 đến 32% lượng nước tưới, giảm phát thải khí nhà kính từ 18 đến 34% so với trường hợp tưới ngập thường xuyên [2]. Rõ ràng, đảm bảo chế độ nước hợp lý nước trên mặt ruộng rất có ý nghĩa về mặt kinh tế và môi trường. Mặc dù vậy, cho đến nay hầu hết các nghiên cứu mới được triển khai trên chậu, vại hoặc trên đồng ruộng nhưng ở quy mô rất nhỏ. Kết quả nghiên cứu này chưa được áp dụng rộng rãi trong thực tế sản xuất vì nhiều lý do khác nhau, trong đó có hạ tầng kỹ thuật và phương tiện quản lý.

Người phản biện: **TS. Nguyễn Thanh Bằng**
Ngày nhận bài: 10/11/2014
Ngày thông qua phản biện: 26/11/2014
Ngày duyệt đăng: 17/12/2014.

Kinh nghiệm cho thấy rằng, công trình thủy nông tại mặt ruộng cần đảm bảo các tiêu chí: i) đơn giản, dễ xây dựng, dễ vận hành, chi phí thấp; ii) độ linh hoạt và chính xác nằm trong giới hạn chấp nhận được; iii) ít ảnh hưởng đến hoạt động của hệ thống. Thực tế đồng ruộng ở Việt Nam, hạ tầng thủy lợi rất nghèo nàn, hoặc không có, hoặc không đáp ứng được yêu cầu điều tiết và quan trắc nước sử dụng.

Triển khai đề tài nghiên cứu về công nghệ quản lý, chế độ canh tác lúa cải tiến nhằm tiết kiệm nước, tăng năng suất và giảm thải khí nhà kính, Viện Kinh tế và Quản lý Thủy lợi đã thử nghiệm thiết kế và xây dựng một số công trình kiểm soát nước mặt ruộng, bao gồm: tràn

thành mỏng dạng thanh để kiểm soát nước mặt ruộng (vừa làm nhiệm vụ điều tiết nước, đồng thời chúng cũng được sử dụng làm công trình đo nước), điều tiết nước tự động. Kết quả nghiên cứu và ứng dụng đã đáp ứng rất tốt yêu cầu quản lý nước mặt ruộng của nhân dân xã An Lâm, Nam Sách, Hải Dương. Trong khuôn khổ bài báo này, nhóm tác giả chỉ tập trung giới thiệu kết quả nghiên cứu, thử nghiệm tràn thành mỏng dạng thanh để kiểm soát nước tưới, tiêu trên ruộng lúa.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu sử dụng các phương pháp và kỹ thuật nghiên cứu dưới đây:

2.1 Đo vẽ hiện trường

Đo vẽ hiện trường được thực hiện để xác định diện tích, cao độ của từng khu tưới, cao độ các điểm lấy nước và tiêu nước của mỗi khu tưới. Công tác đo vẽ địa hình được thực hiện bằng tổ hợp máy kinh vĩ và thủy bình. Cao độ chuẩn của khu vực được lấy theo cao độ giả định tại trạm bơm đầu mối, cấp nước tưới cho cánh đồng xã An Lâm.

2.2 Phương pháp thống kê

Các công trình thủy lợi nói chung, công trình thủy lợi nội đồng nói riêng đều được thiết kế dựa trên các sơ đồ tính toán dựa trên quan hệ giữa năng lượng dòng chảy và lưu lượng. Ở mỗi sơ đồ tính toán, tùy theo từng loại hình công trình và chế độ chảy khác nhau, tổn thất năng lượng dòng chảy qua công trình được đặc trưng bởi nhiều thông số khác nhau như: hệ số lưu lượng, hệ số co hẹp mặt cắt, hệ số chảy ngập... Thông thường, trong tính toán thiết kế, các hệ số này thường được lấy theo kinh nghiệm hoặc tính toán dựa theo các kết quả nghiên cứu đối với các công trình được thiết kế "tiêu chuẩn" trong phòng thí nghiệm. Trong điều kiện làm việc thực tế và kích thước công trình không giống điều kiện thí nghiệm, thậm chí "phi tiêu chuẩn" thì các thông số này (thậm chí cả sơ đồ tính toán) không còn đúng. Do vậy, chúng cần được khảo nghiệm, hiệu chỉnh [5].

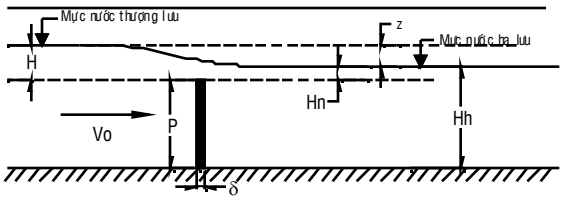
Trong nghiên cứu này, hàm hồi quy (regression) được sử dụng để phân tích tương quan của lưu lượng tính toán (Q_{tt}) và lưu lượng thực đo ($Q_{đo}$) thông qua hệ số tương quan và hệ số xác định bội (R^2). Trong đó, lưu lượng tính toán được xác định dựa theo sơ đồ và công thức tính toán của tràn trong điều kiện làm việc thực tế (chiều cao ngưỡng tràn cần khống chế, chế độ chảy, và mực nước); lưu lượng thực đo được quan trắc trong nhiều lựa chọn điều tiết dòng chảy khác nhau (tương tự như yêu cầu quản lý nước thực tế tại mặt ruộng). Mỗi trường hợp làm việc của công trình sẽ cho phép xác định một cặp giá trị Q_{tt} và $Q_{đo}$ tương ứng. Với mỗi công trình, hệ số tương quan giữa liệt số liệu tính toán và thực đo chính là hệ số lưu lượng cần hiệu chỉnh.

2.3 Phương pháp xác định Q_{tt} và $Q_{đo}$

Để tiến hành đánh giá lại tổn thất năng lượng dòng chảy qua tràn thành mỏng dạng thanh như trao đổi trên đây, nhóm nghiên cứu đã tiến hành quan trắc dòng chảy ngoài hiện trường theo sự biến động của thông số vận hành: độ mở công trình (mặt cắt ướt của công trình), mực nước và chế độ chảy qua công trình. Phương pháp và quy trình đo đạc lưu lượng chảy qua công trình như sau:

Lựa chọn sơ đồ tính toán:

Nhóm nghiên cứu quan sát thực tế các trường hợp làm việc khác nhau của công trình làm cơ sở lựa chọn sơ đồ tính toán. Ở nghiên cứu này, tràn xây dựng ở nội đồng thường có cột nước thấp, chênh lệch mực nước thượng/ hạ lưu tràn không lớn và hầu như chỉ làm việc trong chế độ chảy ngập. Do vậy, sơ đồ tính toán lưu lượng qua đập tràn thành mỏng chảy ngập có dạng như hình 1 và công thức (1). Lưu lượng dòng chảy trong trường hợp này chỉ phụ thuộc vào năng lượng dòng chảy thượng lưu (cột nước trước tràn).



Hình 1. Sơ đồ dòng chảy ngập qua đập tràn thành mỏng

Hình 2: Thiết bị đo lưu tốc tại hiện trường

Công thức xác định lưu lượng qua đập tràn thành mỏng

$$Q = \sigma_n m b \sqrt{2g} \times H^{\frac{3}{2}} \quad (1)$$

Trong đó: Q: Lưu lượng qua đập tràn; b: chiều rộng đập tràn; g: gia tốc trọng trường, g = 9,81; H: cột nước thượng lưu so với đỉnh đập; m: hệ số lưu lượng được xác định tùy theo vật liệu làm đập tra cứu theo bảng tra, hoặc được xác định theo công thức của Badanh (2); P: chiều cao ngưỡng tràn; σ_n: hệ số chảy ngập, được xác định theo công thức (3).

$$m = \left(0,405 + 0,\frac{0,03}{H}\right)\left[1 + 0,55\left(\frac{H}{H+P}\right)^2\right] \quad (2)$$

$$\sigma_n = 1,05\left(1 + 0,2\frac{H_n - P}{P}\right)\sqrt{\frac{P}{H}} \quad (3)$$

Nếu xem tổn thất năng lượng dòng chảy được đại diện bởi một hệ số lưu lượng tổng hợp là M, công thức (1) được viết lại như sau:

$$Q_{tt} = M.b.\sqrt{2g} \times H^{\frac{3}{2}} \quad (1')$$

Đây là công thức xác định lưu lượng chảy qua tràn thành mỏng dạng thanh sau khi được kiểm nghiệm hiệu chỉnh.

Phương pháp xác định $Q_{đo}$

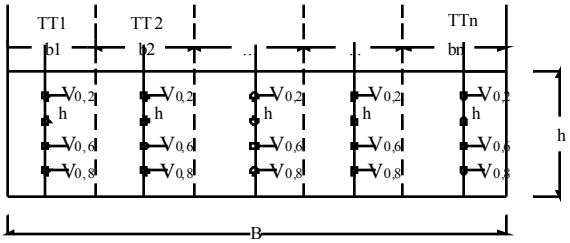
Lưu lượng thực đo của dòng chảy qua tràn được xác định thông qua phương pháp lưu tốc mặt cắt. Chọn một mặt cắt ổn định trên kênh dẫn, gần tràn (để đảm bảo lưu lượng chưa bị tổn thất dọc đường). Tiến hành đo lưu tốc và tính toán lưu tốc dòng chảy trung bình tại mặt (V_{TB}). Lưu lượng thực đo qua công trình tính theo công thức (4).

$$Q_{đo} = \sum_{k=1}^{n} \omega^k \times V_{TBk} \quad (4)$$

Trong đó: Q: lưu lượng dòng chảy; V_{TB} : lưu tốc trung bình của dòng chảy (được đo đạc bằng máy đo lưu tốc Current meter của Australia); ω^k: diện tích mặt cắt ướt tương ứng thủy trực thứ k; n: số lượng thủy trực trên mặt cắt được lựa chọn để đo.

Xác định lưu tốc trung bình (V_{TB})

Tùy theo kích thước mặt cắt ngang của kênh, số lượng thủy trực sẽ được xác định. Đối với kênh mặt ruộng (từ 1,5m÷2m) có thể bố trí từ 3÷5 thủy trực. Số điểm đo trên một thủy trực cũng được xác định căn cứ vào độ sâu dòng chảy trên kênh (h). Công thức tính lưu tốc trung bình lại mỗi thủy trực cũng thay đổi tương ứng



Hình 3. Sơ đồ bố trí điểm đo tại một mặt cắt kênh hình chữ nhật

- Đo một điểm: lưu tốc đo tại điểm cách mặt nước một khoảng là 6/10 chiều sâu thủy trực. Lưu tốc trung bình của thủy trực k tính theo (5):

$$V_{TBk} = V_{0,6} \qquad (5)$$

- Đo 2 điểm: lưu tốc đo tại các vị trí 2/10 và 8/10 so chiều sâu thủy trực. Lưu tốc trung bình tại thủy trực tính theo (6):

$$V_{TBk} = \frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2} \qquad (6)$$

- Đo 3 điểm: lưu tốc đo tại các điểm ở tại vị trí 2/10, 6/10, 8/10 chiều sâu thủy trực. Lưu tốc trung bình tại thủy trực tính theo (7):

$$V_{TBk} = \frac{V_{0,2} + 2.V_{0,6} + V_{0,8}}{4} \qquad (7)$$

Trình tự đo đạc, xác định $Q_{đo}$:

(i) Lựa chọn mặt cắt để đo (mặt cắt đo phải tương đối ổn định về cả hình dạng lẫn lưu tốc dòng chảy); (ii) Xác định kích thước mặt cắt (ứng với mực nước tức thời); (iii) Khống chế ngưỡng tràn theo một trong số các mức thực tế cần điều tiết nước mặt ruộng lúa thông qua số lượng thanh (bar); (iv) Khi dòng chảy trở lại trạng thái ổn định, tiến hành đo lưu tốc tại mặt cắt đã chọn. Mỗi lần đo cho một điểm, số đọc máy đo cần được nhắc lại 3 lần. Lưu tốc tại điểm đo được lấy bằng giá trị trung bình của 3 lần đọc. (v) Tính toán $Q_{đo}$ dựa trên các công thức từ (4) đến (7).

Phương pháp xác định Q_{tt}

Trong trường hợp tính toán kiểm nghiệm, nếu tạm bỏ qua yết tố gây tổn thất, từ công thức (1'), Q_{tt} được tính toán như sau:

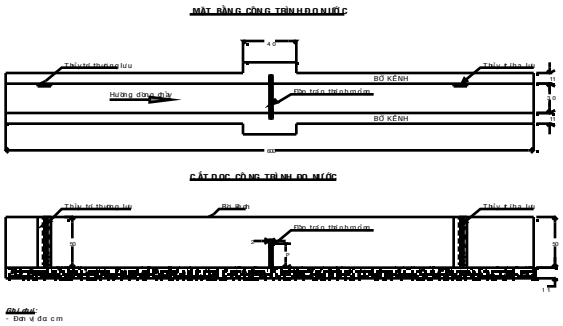
$$Q_{tt} = b.\sqrt{2g} \times H^{3/2} \qquad (1'')$$

Các ký hiệu như công thức (1).

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Thông số thiết kế của tràn thành mỏng dạng thanh

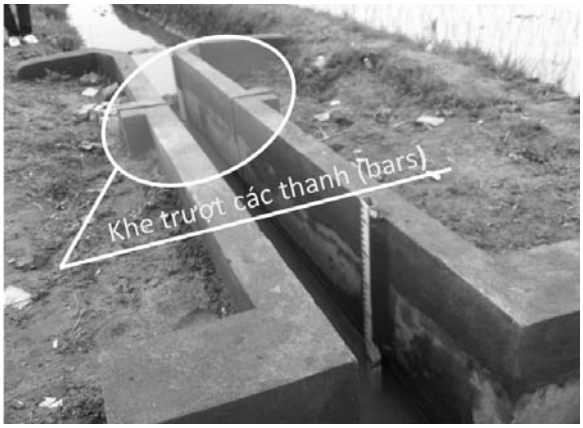
Theo số liệu khảo sát thực tế tại khu vực nghiên cứu và tham khảo một số tài liệu nghiên cứu khác cho thấy, diện tích phụ trách của kênh nội đồng dao động từ 2,0 đến 50 ha [3]. Ứng với quy trình cấp nước theo công thức tưới nông-lộ-phơi, lưu lượng yêu cầu lớn nhất đối với kênh nội đồng có quy mô phục vụ nói trên là 0,15 m^3/s. Kênh nội đồng, độ dốc đáy thường rất nhỏ ($< 10^{-4}$). Căn cứ vào những số liệu trên đây, đập tràn thành mỏng điều tiết và đo nước có các thông số thiết kế phổ biến như hình 4.



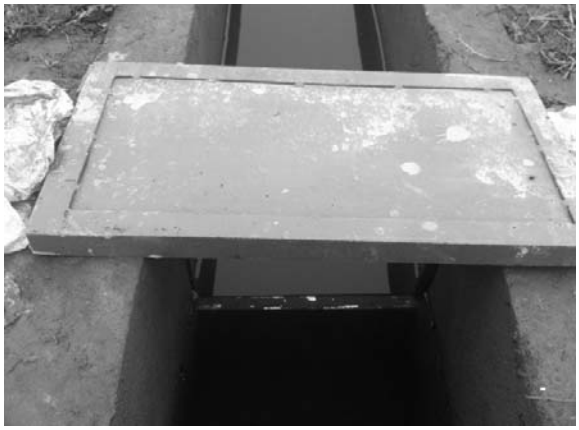
Hình 4. Sơ đồ thiết kế đập tràn thành mỏng điều tiết nước mặt ruộng lúa

Ở đây, ngưỡng tràn được chế tạo bởi các thanh kim loại, có chiều dày 1cm, xếp chồng lên nhau (vì lý do đó công trình được gọi là đập tràn thành mỏng dạng thanh). Hình ảnh thực tế tràn thành mỏng dạng thanh như minh họa ở hình 5.

Để tiến hành kiểm nghiệm và triển khai đo đạc dòng chảy phục vụ nghiên cứu công nghệ quản lý, chế độ canh tác lúa cải tiến nhằm tiết kiệm nước, tăng năng suất và giảm thải khí nhà kính, đề tài đã xây dựng và lắp đặt 9 công trình đo ở cả cửa lấy nước và tiêu nước. Tất cả các công trình đều giống hệt nhau về mặt kích thước, vật liệu. Trong bài báo này, các công trình được đánh số hiệu từ 1 đến 9.



a) Toàn cảnh công trình



b) Tràn và bộ phận bảo vệ

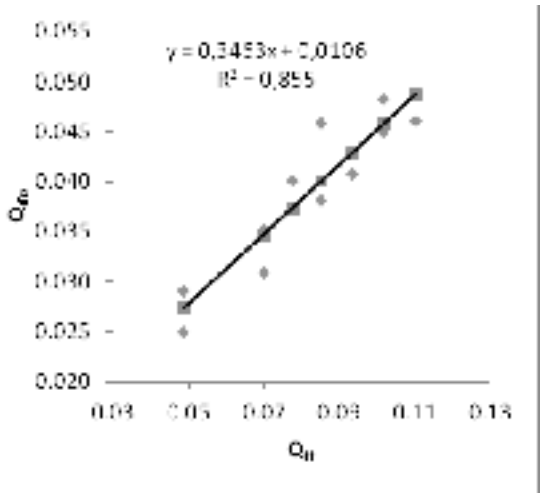
Hình 5. Hình ảnh tràn thành mỏng dạng thanh ngoài hiện tường

3.2 Kết quả kiểm nghiệm tràn thành mỏng dạng thanh

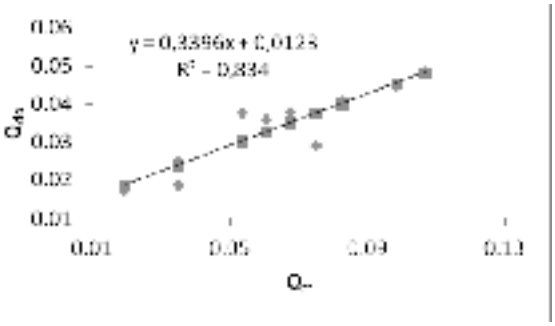
Nhóm nghiên cứu đã tiến hành đo đạc ngoài hiện trường trong các vụ lúa chiêm xuân và lúa mùa năm 2014. Tại mỗi công trình, liệt số liệu đo đạc và tính toán có tối thiểu là 12 trường hợp (ngưỡng tràn, mực nước thượng lưu) thay đổi khác nhau. Số liệu đo đạc và tính toán cho tràn được minh họa ở bảng 1 và hình 6.

Bảng 1. Số liệu đo đạc và tính toán Q_{tt} và $Q_{đo}$, tràn 1

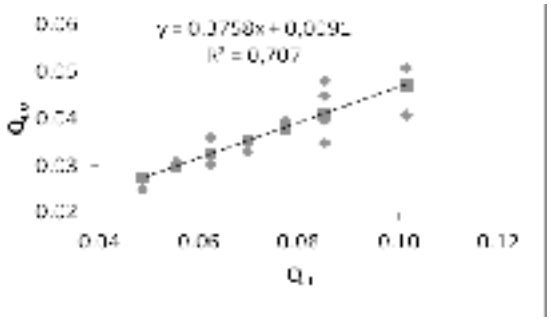
TT	H (m)	h (m)	P (m)	Q_{tt} (m^3/s)	$Q_{đo}$ (m^3/s)	M
1	0,47	0,39	0,28	0,110	0,046	0,419
2	0,46	0,39	0,28	0,101	0,045	0,444
3	0,44	0,36	0,28	0,085	0,040	0,472
4	0,42	0,35	0,28	0,070	0,035	0,506
5	0,45	0,35	0,28	0,093	0,041	0,438
6	0,48	0,37	0,3	0,101	0,048	0,476
7	0,46	0,39	0,3	0,085	0,046	0,539
8	0,45	0,37	0,3	0,077	0,040	0,520
9	0,41	0,33	0,3	0,048	0,029	0,602
10	0,47	0,4	0,31	0,085	0,038	0,449
11	0,45	0,38	0,31	0,070	0,031	0,445
12	0,42	0,35	0,31	0,048	0,025	0,515



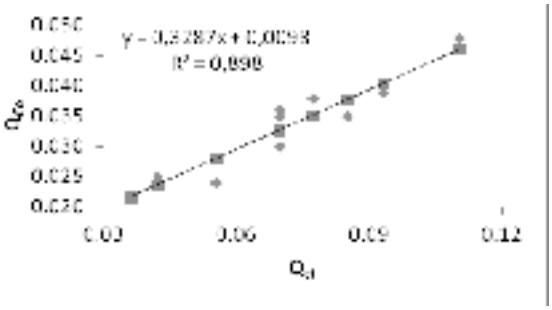
Hình 6. Tương quan giữa Q_{tt} và $Q_{đo}$, tràn 1



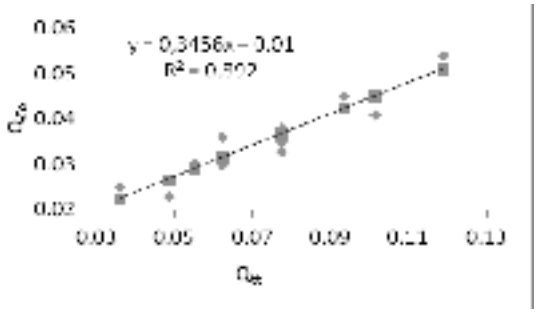
Hình 7. Tương quan giữa Q_{tt} và $Q_{đo}$, tràn 2



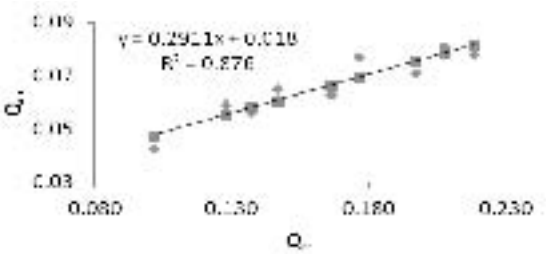
Hình 8. Tương quan giữa Q_{tt} và $Q_{đo}$, tràn 3



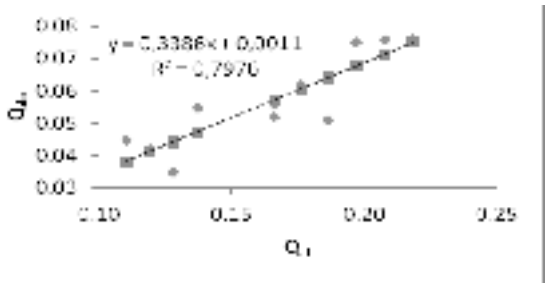
Hình 9. Tương quan giữa Q_{tt} và $Q_{đo}$, tràn 4



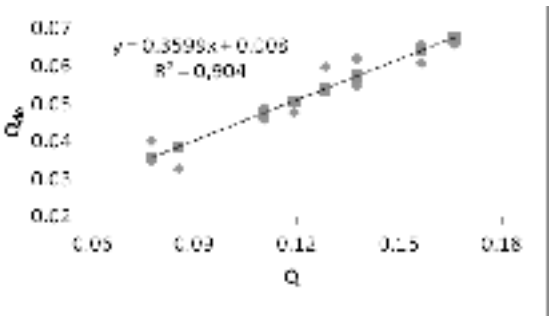
Hình 10. Tương quan giữa Q_{tt} và $Q_{đo}$, tràn 5



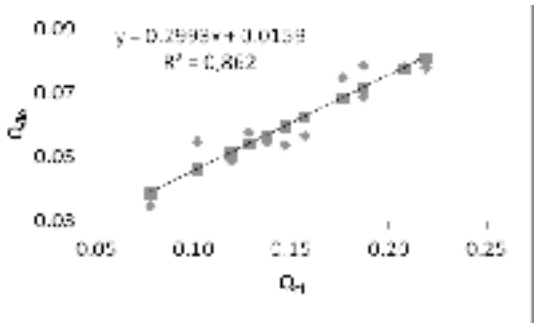
Hình 11. Tương quan giữa Q_{tt} và $Q_{đo}$ của tràn 6



Hình 12. Tương quan giữa Q_{tt} và $Q_{đo}$ của tràn 7



Hình 13. Tương quan giữa Q_{tt} và $Q_{đo}$, tràn 8



Hình 14. Tương quan giữa Q_{tt} và $Q_{đo}$, tràn 9

Bảng 2. Tổng hợp kết quả kiểm nghiệm tràn thành mỏng dạng thanh

TT	Công trình	M	R^2
1	Tràn số 1	0,35	0,86
2	Tràn số 2	0,34	0,83
3	Tràn số 3	0,38	0,71
4	Tràn số 4	0,33	0,90
5	Tràn số 5	0,35	0,89
6	Tràn số 6	0,29	0,88
7	Tràn số 7	0,34	0,80
8	Tràn số 8	0,36	0,90
9	Tràn số 9	0,29	0,86
	Trung bình:	**0,34**	

Từ kết quả phân tích trên đây cho thấy, hệ số lưu lượng tổng hợp (M) của tràn thành mỏng dạng thanh được xây dựng trên kênh tưới tiêu nội đồng (có quy mô phục vụ từ 2 đến 20 ha) dao động từ 0,29 đến 0,38. Giá trị trung bình của M là 0,34. Rõ ràng, nếu so sánh với giá trị tổn thất năng lượng (tổng hợp của cả hệ số lưu lượng và hệ số chảy ngập) thì có sự khác biệt khá lớn. Thông thường, giá trị của tích số $m.\sigma_n$ (công thức 1) dao động từ 0,30 đến 0,5 (trung bình là 0,4) [4]. Như vậy, liên hệ với các công thức (1) và (1'), nếu sử dụng công trình đo mà không kiểm nghiệm thì lượng nước thực tế lấy vào ruộng có thể sai khác khoảng 18% (tối đa có đến 28%) so với dự kiến. Đây là một trong số các nguyên nhân phá vỡ quy trình tưới nông-lộ-phơi khi kỹ thuật tưới này được áp dụng vào sản xuất.

Sự biến động về giá trị của M (bảng 2) có thể xuất phát từ lý do sai lệch tương đối trong thi công tràn, sự nhiễu động của dòng chảy khác nhau giữa các thời điểm quan trắc hoặc thao tác của người đo.

Tuy nhiên, dựa trên liệt số liệu quan trắc hiện có, kết quả tính toán hiệu chỉnh hệ số lưu lượng cho tràn có độ tin cậy khá cao. Hệ số xác định bội (R^2) trong phương tất cả các trình hồi quy ứng với các tràn được kiểm nghiệm dao động từ 0,71 đến 0,90.

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Công trình điều tiết và đo nước mặt ruộng là nhân tố không thể thiếu, giúp tổ chức quản lý và người dân hiện thực hóa các quy trình tưới tiêu khoa học, hướng tới tăng năng suất cây trồng, tiết kiệm nước và chi phí, giảm phát thải khí nhà kính. Song, công trình kiểm soát nước tưới tiêu tại mặt ruộng cũng phải phù hợp với điều kiện và trình độ sản xuất của nông dân. Tràn thành mỏng dạng thanh (vừa điều tiết, vừa đo nước) đáp ứng được các tiêu chí kể trên. Tuy nhiên, để đảm bảo tính chính xác trong thực tế, tràn thành mỏng dạng thanh vẫn cần phải kiểm nghiệm, hiệu chỉnh.

Kết quả kiểm nghiệm các tràn thành mỏng dạng thanh có lưu lượng thiết kế nhỏ hơn 0,15 m^3/s (tương ứng với diện tích tưới nhỏ hơn 50 ha lúa) cho thấy, hệ số tổn thất năng lượng tổng hợp của tràn thành mỏng dạng thanh dao động từ 0,29 đến 0,38 (trung bình, M=0,34). Kết quả kiểm nghiệm hệ số tổn thất M cho độ tin cậy khá cao. Thực tế vận hành công trình, người quản lý nên áp dụng hệ số M sau khi kiểm nghiệm để đảm bảo cung cấp đúng và đủ nước cho cây trồng.

Kết quả kiểm nghiệm hệ số tổn thất M có thể áp dụng cho các tràn thành mỏng có kích thước tương tự, được xây dựng ở nội đồng của các hệ thống tưới ở vùng đồng bằng, nơi có năng lượng dòng chảy không lớn. Với loại hình tràn khác hoặc không có kết cấu và thông số kỹ thuật tương tự, cần tiến hành kiểm nghiệm, hiệu chỉnh trước khi sử dụng để đo nước.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Lê Đình Thỉnh,1984. Chế độ, kỹ thuật tưới cho lúa xuân, lúa mùa trên đất phù sa trung tính ở vùng đồng bằng sông Hồng. Tuyển Tập Công Trình Nghiên Cứu Thuỷ Nông Cải Tạo Đất. Viện Khoa học Thuỷ lợi.

[2] Nguyễn Việt Anh, 2014. Quản lý nước mặt ruộng nhằm giảm thiểu khí nhà kính tại Phú Xuyên và Long Phú, tỉnh Sóc Trăng. Tuyển tập báo cáo. Hội thảo quốc tế & họp thường niên Mạng lưới INWEPF lần thứ 11. Hà Nội, 2014.

[3] Trần Văn Đạt, 2007. Nghiên cứu đề xuất quy trình vận hành trạm bơm Như Quỳnh nhằm mạng lại hiệu quả, giảm chi phí vận hành và tiết kiệm nước. Báo cáo tổng kết đề tài. Viện Khoa học Thuỷ lợi.

[4] Trường Đại học Thủy lợi, 2006. Giáo trình Thủy lực - Tập 2. Nhà xuất bản Nông nghiệp.

[5] FAO, 1993. Irrigation water management: Structure for water control and distribution. Training mannual No.5. Rome, 1993. 67 pages.