

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG ĐIỀU TIẾT HỒ CHỨA ĐẾN XÂM NHẬP MẶN HẠ DU LƯU VỰC SÔNG MÃ

ThS. Nguyễn Xuân Lâm, ThS. Nguyễn Quang An

Viện Nước, Tưới tiêu và Môi trường

Tóm tắt: *Hạ du sông Mã là vùng phát triển nông nghiệp, công nghiệp, du lịch và là trung tâm văn hóa của tỉnh Thanh Hóa. Trong những năm gần đây, vùng hạ lưu sông Mã đang phải đối mặt với tình suy giảm dòng chảy mùa kiệt, mặn xâm nhập sâu. Trong khi đó, hệ thống một số hồ chứa lớn đang hình thành và dự kiến sẽ có những tác động đến chế độ dòng chảy ở hạ lưu, nhất là về mùa kiệt. Bài báo này nhằm giới thiệu một số các kết quả nghiên cứu đánh giá tác động của vận hành hồ chứa đến xâm nhập mặn trên các dòng chính, qua đó, làm cơ sở cho các đề xuất giải pháp thích ứng trong tương lai.*

Từ khóa: Sông Mã, dòng chảy, xâm nhập mặn, hồ chứa

Summary: *Downstream of Ma river is the region of developed agriculture, industry, tourism and cultural centre of Thanh Hoa province in particular and of Northern Central region in general. During the recent years, the region has been facing the deterioration of the low-flow and deep saline intrusion in the dry season, meanwhile, hydro-power reservoir system has been constructed and completed, and it is expected that there will be significant impacts. This paper is to briefly introduce some results of researching the effects of reservoir – operation on the saline intrusion, based on that, mitigation measures will be given suitable solution in the future.*

Key words: Ma river, low flow, saline intrusion, reservoir.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vùng hạ du sông Mã được hình thành nhờ nguồn nước và lượng phù sa bồi đắp hằng năm từ hệ thống sông Mã. Trải qua nhiều thời kỳ phát triển, cho đến nay vùng đã trở thành trung tâm kinh tế- xã hội của tỉnh Thanh Hóa. Tổng diện tích tự nhiên toàn vùng là 267.000ha với số dân khoảng 2.274.000 người. Đây là khu vực tập trung phát triển sản xuất nông nghiệp, công nghiệp, du lịch và trung tâm văn hoá của tỉnh Thanh Hoá.

Trong những năm gần đây, vào mùa kiệt, vùng hạ du sông Mã phải đối mặt với tình trạng suy giảm dòng chảy và xâm nhập mặn gia tăng. Với nồng độ của nước mặn đo được có thời điểm vượt quá 4‰ (là ngưỡng ảnh hưởng trực tiếp đến quy trình sinh trưởng của cây trồng) tại hầu hết các trạm đo trên sông Mã, sông Lạch Trường, sông Lèn. Độ mặn lớn nhất trên sông Mã tại Giàng cách cửa sông 24 km năm 2010 đã lên tới 6,1‰, trên sông Lạch Trường tại Cầu Tào cách cửa sông 24,6km đã lên tới 9,4‰, trên sông Lèn tại Cự Thôn cách cửa sông 19km đã lên tới 7,1‰. Trạm bơm Hoàng Giang, huyện Hoàng Hoá trong mùa kiệt chỉ bơm được 8-10h/ngày, gây ảnh hưởng rất lớn đến sản xuất nông nghiệp nhất là thời điểm lúa trổ và nắng nóng kéo dài [5,6]. Rõ ràng là xâm nhập mặn đã và sẽ ảnh hưởng rất lớn đến việc lấy nước của các công trình đầu mối phục vụ tưới tiêu, nuôi trồng thủy sản, cấp nước sinh hoạt và các ngành kinh tế khác.

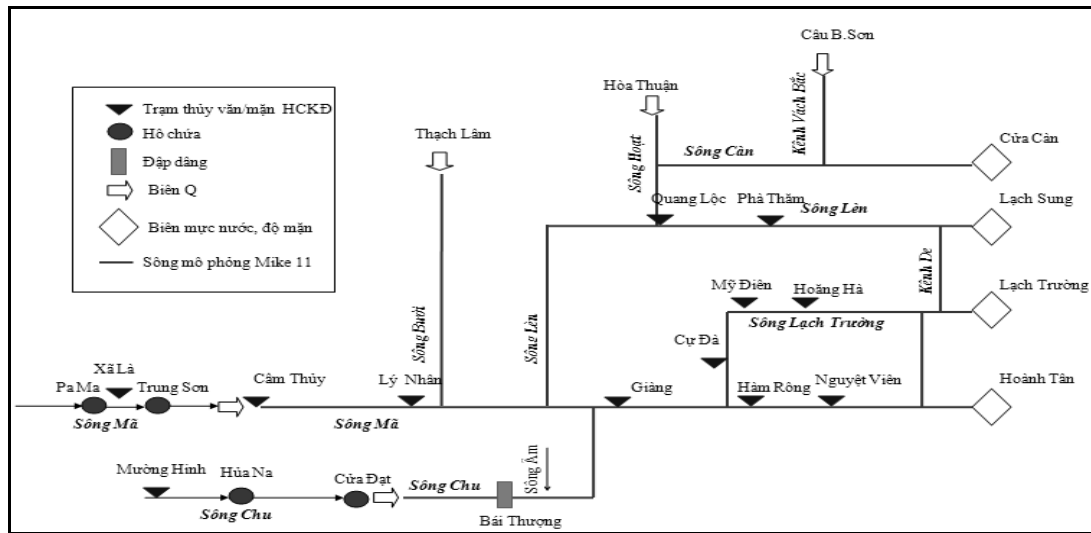
Trên lưu vực có gần 80 hồ chứa đã và đang xây dựng với tổng dung tích khoảng 2.590 triệu m³; trong đó có gần 70 hồ đang vận hành với tổng dung tích 1.639 triệu m³, 5 hồ đang xây dựng

với tổng dung tích 888 triệu m³ và 4 hồ dự kiến xây . Trên lưu vực có 3 hồ chứa lớn là Trung Sơn (W = 348,5 triệu m³, Nlm = 260MW, năm 2013 đi vào vận hành), hồ Cửa Đạt (W = 1.364 triệu m³, Nlm = 97MW đang vận hành) và hồ Hủa Na (W = 533 triệu m³, Nlm = 180MW đang vận hành). Như vậy, chỉ riêng 3 hồ chứa này sẽ có dung tích tổng cộng là gần 2.245 triệu m³ chiếm gần 87 % tổng dung tích hồ chứa toàn lưu vực [2]. Các hồ này có mục tiêu là cắt giảm lũ bảo vệ hạ lưu, cấp nước sinh hoạt, công nghiệp, nông nghiệp, kết hợp phát điện và bổ sung nước mùa kiệt cho hạ lưu sông Mã, sẽ có một tác động to lớn đến điều tiết dòng chảy và tình hình xâm nhập mặn ở hạ du lưu vực sông Mã.

II. PHƯƠNG PHÁP VÀ CƠ SỞ KHOA HỌC TÍNH TOÁN

2.1 Phương pháp và cơ sở khoa học tính toán

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng mô hình MIKE11 HD và AD bởi khả năng tính toán nhanh, dễ thao tác, sử dụng, mức độ tin cậy đã được trong nước và quốc tế công nhận rộng rãi.



Hình 1. Sơ đồ hồ chứa và sơ đồ mô phỏng bằng Mike 11

a. Biên của mô hình:

Với mạng sông tính toán đã được xác định ở trên, biên trên của mô hình thủy lực là quá trình lưu lượng theo thời gian $Q=f(t)$. Cụ thể như sau: Sông Mã tại Cẩm Thủy ($F_{lv}= 17.500 \text{ km}^2$); Sông Chu tại Cửa Đạt ($F_{lv}= 5.708 \text{ km}^2$); Sông Bưởi tại Thạch Lâm ($F_{lv}= 1.085 \text{ km}^2$); Sông Hoạt tại Hoà Thuận ($F_{lv}= 63 \text{ km}^2$); Kênh Vách Bắc tại cầu Bim Sơn ($F_{lv}=28,3\text{km}^2$).

Biên dưới của mô hình thủy lực là quá trình mực nước, nồng độ mặn thực đo theo thời gian $Z=f(t)$, $S=f(t)$ tại: Cửa sông Mã: Hoàng Tân; Cửa sông Lèn: Lạch Sung; Cửa sông Tào Khê: Lạch Trường; Cửa sông Cán: Cửa Cán.

b. Biên gia nhập các vị trí lấy nước của mô hình:

Bảng 1. Biên gia nhập dọc sông và các vị trí lấy nước của mô hình

TT	Biên gia nhập	$F_{lv} \text{ (km}^2\text{)}$	Thuộc sông
1	Eo Lê	209	Sông Mã
2	Cầu Chày	582	Sông Mã

TT	Biên gia nhập	F_{iv} (km ²)	Thuộc sông
3	Khe Bông	27	Sông Mã
4	Hữu 1 sông Bưởi	92	Sông Bưởi
5	Tả 1 sông Bưởi	84	Sông Bưởi
6	Hữu 2 sông Bưởi	72	Sông Bưởi
7	Tả 2 sông Bưởi	258	Sông Bưởi
8	Hữu 3 sông Bưởi	62	Sông Bưởi
9	Tả 3 sông Bưởi	137	Sông Bưởi
10	Lộng Khê	41	Sông Hoạt
11	Khu giữa Hoạt1	15,8	Sông Hoạt
12	Khu giữa Hoạt2	13,5	Sông Hoạt
13	Sông Đát	285	Sông Chu
14	Sông Đăng	345	Sông Chu
15	Sông Âm	761	Sông Chu

*Nguồn: Chuyên đề tính toán thủy văn [1].

Bảng 2. Chỉ tiêu cơ bản của các vị trí lấy nước dọc sông

Các cụm dùng nước	Trên sông	Lưu lượng (m ³ /s)	
		Hiện tại	Tương lai 2020
Hệ thống Bái Thượng	Chu	34,40	50,00
HT trạm bơm huyện Thọ Xuân	Chu	3,03	6,05
HT trạm bơm huyện Thiệu Hoá	Chu	2,30	3,04
Trạm bơm Thiệu Dương	Chu	0,50	2,50
HT trạm bơm Từ Cẩm Ngọc đến Cẩm Yên	Mã	0,68	1,08
HT trạm bơm Cẩm Vân, Cẩm Phong	Mã	0,88	2,20
Trạm bơm Yên Tôn	Mã	1,92	2,54
Hệ thống trạm bơm Cẩm Quý, Quý Lộc	Mã	1,27	1,98
Trạm bơm Kiểu (Nam sông Mã)	Mã	8,90	-
Trạm bơm Vĩnh Hùng	Mã	1,70	3,39
Trạm bơm Hoàng Khánh	Mã	11,34	16,72
Trạm bơm Thiệu Quang	Mã	0,62	0,83
Trạm bơm Hoàng Giang	Mã	0,26	0,34
Các trạm bơm trên sông Bưởi	Bưởi	3,22	4,25
Các trạm bơm trên sông Hoạt	Hoạt	4,12	8,21
Các trạm bơm trên sông Báo Văn	Báo Văn	5,05	11,76
Cống Tứ Thôn	Báo Văn	2,90	3,72
Các trạm bơm trên sông Càn	Càn	4,13	6,46
Các trạm bơm trên sông Lèn	Lèn	7,17	13,80
Cống Lộc Động	Lèn	4,50	9,72
Các trạm bơm trên kênh De	De	1,49	2,80

*Chú ý: Nhu cầu nước của hệ thống đã được tính theo tần suất đảm bảo 85 % tương ứng với diện tích và cơ cấu cây trồng hiện trạng năm 2010 và tương lai năm 2020

*Nguồn: Chuyên đề tính toán nhu cầu nước [1].

c. Số liệu dùng cho mô hình:

- Địa hình: Từ nguồn điều tra thường xuyên của Viện QHTL năm 2008.

- Số liệu khí tượng thủy văn, độ mặn: Mực nước & độ mặn: Được lấy từ các trạm cùng với số liệu đo bổ sung từ Điều tra cơ bản của Viện QHTL 2010; Lưu lượng: Với trường hợp tính toán không có hồ tham gia điều tiết, các biên Q được lấy từ các trạm đo theo sơ đồ, còn lại tính từ mô hình mưa dòng chảy Mike Nam. Với trường hợp có hồ tham gia điều tiết, các biên Q được tính theo qui trình vận hành của các hồ [1];

d. Các kết quả hiệu chỉnh và kiểm định:

Để mô tả chế độ thủy lực và xâm nhập mặn trong mùa kiệt cho vùng hạ du sông Mã chọn thời kỳ từ 02-16/04/2003 để tính toán hiệu chỉnh, và 21÷28/03/2010 để kiểm định. Đây là thời đoạn của một con triều trong thời kỳ thường kiệt nhất và có nhu cầu nước nhiều trong năm của lưu vực, đồng thời có số liệu quan trắc đầy đủ, đồng bộ nhất. Hiệu chỉnh và kiểm định mô đun HD - tham khảo Chuyên đề thủy lực [1]. Kết quả tính toán mô phỏng và thực đo mặn tại một số trạm thủy văn trên sông Mã như sau:

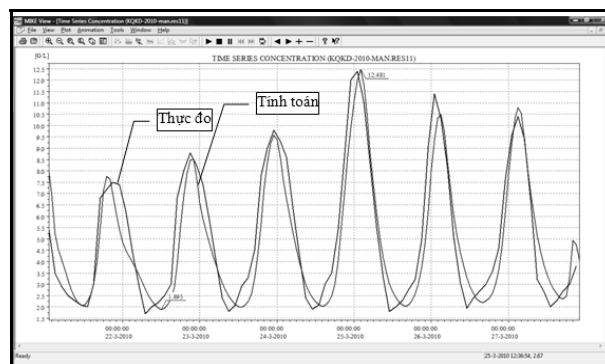
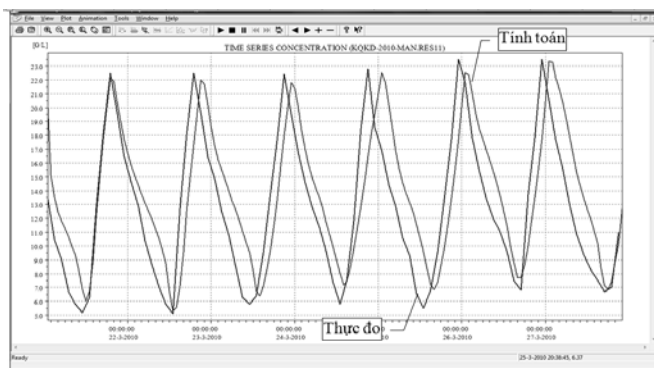
Bảng 3. Kết quả hiệu chỉnh mặn cho modun AD- Mike 11

TT	Vị Trí	Sông	Smax (%)			Smin (%)		
			Thực đo	Tính toán	Sai số	Thực đo	Tính toán	Sai số
1	Hàm Rồng	Mã	6,48	6,33	0,15	0,15	0,15	0,01
2	Nguyệt Viên	Mã	9,40	9,23	0,17	0,20	0,22	0,02
3	Quang Lộc	Lèn	0,61	0,71	0,11	0,11	0,04	0,07
4	Phà Thắm	Lèn	6,07	6,13	0,06	0,14	0,05	0,09
5	Cự Đà	Lạch Trường	0,41	0,54	0,13	0,16	0,04	0,12

Bảng 4. Kết quả kiểm định mặn cho modun AD- Mike 11

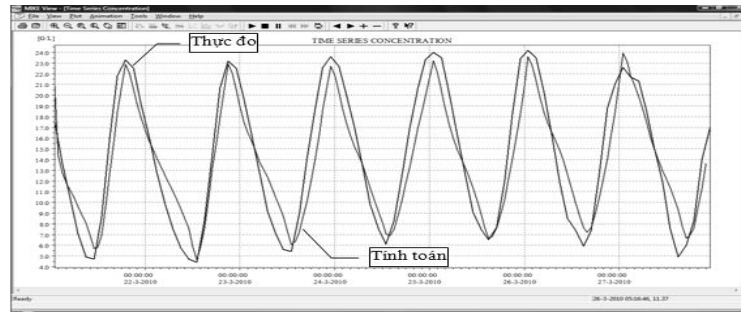
TT	Vị Trí	Sông	Smax (m)			Smin (m)		
			Thực đo	Tính toán	Sai số	Thực đo	Tính toán	Sai số
1	Hàm Rồng	Mã	12,40	12,48	0,08	1,70	1,89	0,19
2	Hoàng Hà	Lạch Trường	23,50	23,51	0,01	5,15	5,31	0,16
3	Mỹ Điền	Lạch Trường	24,20	23,93	0,27	4,48	4,67	0,19

Một số các hình ảnh kiểm định:



Đường quá trình mặn tính toán kiểm định mô hình và

Đường quá trình mặn tính toán kiểm định mô hình



Đường quá trình mận tính toán kiểm định mô hình và thực đo tại Mỹ Điền trên sông Lạch Trường

Hình 2. Kết quả kiểm định mận tại một số các vị trí trên sông

III. TÍNH TOÁN CÁC KỊCH BẢN DỰ BÁO

3.1 Các kịch bản tính toán

Tính toán dòng chảy kiệt ứng với các tần suất kiệt 75 %, 85 % và 90 % cho các trường hợp sau đây:

a. Tính toán khi không có hồ chứa bổ sung lưu lượng trong mùa kiệt cho hạ du:

- Trường hợp khai thác nguồn nước trên sông Mã phục vụ nhu cầu về nước như năm 2010, không có hồ chứa thượng nguồn bổ sung lưu lượng cho hạ du trong mùa kiệt (ký hiệu: HT-75%, HT-85%, HT-90%).

- Trường hợp khai thác nguồn nước trên sông Mã phục vụ nhu cầu nước tương lai 2020, không có hồ chứa thượng nguồn bổ sung lưu lượng cho hạ du trong mùa kiệt (ký hiệu: TL2020-75%, TL2020-85%, TL2020-90%).

b. Tính toán khi có hồ chứa bổ sung lưu lượng trong mùa kiệt cho hạ du:

- Trường hợp 1 (THM75%-1, THM85%-1, THM90%-1): Nhu cầu cấp nước như tương lai, khi có hồ Cửa Đạt bổ sung nguồn nước mùa kiệt cho hạ du để đầy mận, cải tạo môi trường sinh thái với lưu lượng $Q=30,4m^3/s$.

- Trường hợp 2 (THM75%-2, THM85%-2, THM90%-2): Nhu cầu cấp nước như tương lai, khi các hồ trên dòng chính sông Mã bổ sung nguồn nước cho hạ du trong mùa kiệt. Trên dòng nhánh sông Chu: Có 2 hồ bổ sung nguồn nước cho hạ du trong mùa kiệt là hồ Cửa Đạt với lưu lượng $30,4m^3/s$; hồ Hủa Na kết hợp với hồ Cửa Đạt bổ sung cho hạ du trong mùa kiệt với lưu lượng $Q=50m^3/s$; Trên dòng chính sông Mã có hồ Trung Sơn đang xây dựng có nhiệm vụ bổ sung cho hạ du trong mùa kiệt với lưu lượng $15m^3/s$.

- Trường hợp 3 (THM75%-3, THM85%-3, THM90%-3): Nhu cầu cấp nước như tương lai. Trên sông Chu có 2 hồ bổ sung nguồn nước trong mùa kiệt cho hạ du $50\text{m}^3/\text{s}$. Trên sông Mã có 2 hồ bổ sung nguồn nước trong mùa kiệt cho hạ du: Hồ Trung Sơn bổ sung cho hạ du trong mùa kiệt tham gia đầy mặn với lưu lượng $Q=15\text{m}^3/\text{s}$; xây dựng hồ Pa Ma trên dòng chính sông Mã kết hợp với hồ Trung Sơn bổ sung nguồn nước cho hạ du trong mùa kiệt với lưu lượng $40\text{m}^3/\text{s}$.

3.2 Phân tích và đánh giá kết quả

Tác động của điều tiết hồ chứa đến đầy mặn rất rõ ràng với các trường hợp 1 hồ, 3 hồ, 4 hồ tham gia xả đầy, cụ thể như sau:

a. Mùa kiệt - tần suất 75%

Bảng 5. Nồng độ mặn max, min tại một số vị trí trên sông - P=75%

Vị trí	KC đến cửa (km)	HT-75%		Tương lai 2020							
				TL2020-75%		THM75%-1		THM75%-2		THM75%-3	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1. Sông Chu											
TB. Thiệu Tân	30	0.00	0.34	0.01	0.76	0.00	0.43	0.00	0.02	0.00	0.01
TB. Sứ Nhân	28	0.01	0.61	0.04	1.24	0.01	0.81	0.00	0.07	0.00	0.04
2. Lạch Trường											
Cầu Tào	23	0.44	2.59	0.87	3.45	0.62	3.11	0.12	1.76	0.09	1.58
Cự Đà	21	0.59	3.84	1.10	4.65	0.82	4.34	0.21	2.95	0.15	2.72
Hà Mát	7	4.51	10.34	4.56	10.55	4.55	10.50	4.48	10.19	4.43	10.07
Hoàng Hà	4	3.50	11.21	3.50	11.43	3.50	11.39	3.50	11.16	3.49	11.06
C. Bái Trung	2	3.33	11.75	3.33	11.99	3.33	11.96	3.33	11.69	3.33	11.55
Lạch Trường		2.10	18.60	2.10	18.60	2.10	18.60	2.10	18.60	2.10	18.60
3. Sông Lèn											
Ngã ba Bông	38	0.00	0.03	0.00	0.15	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
Vạn Đề	35	0.00	0.02	0.00	0.09	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
Cầu Lèn	28	0.00	0.01	0.00	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
Chué Cầu	24	0.00	0.03	0.03	0.24	0.03	0.23	0.00	0.03	0.00	0.01
Cụ Thôn	19	0.01	0.37	0.12	1.62	0.11	1.56	0.01	0.60	0.00	0.24
Ngã ba B. Văn	15	0.08	2.34	0.59	4.70	0.56	4.64	0.17	3.24	0.04	2.24
Yên Ôn	14	0.10	3.37	0.73	5.65	0.70	5.60	0.22	4.35	0.06	3.34
Hung Lộc	8	0.30	6.34	0.31	7.02	0.31	7.01	0.31	6.67	0.30	6.40
Phà Thắm	5	0.23	6.65	0.23	7.29	0.23	7.27	0.23	6.87	0.23	6.70
4. Kênh De											
Cầu De		0.32	10.31	1.41	10.66	1.38	10.65	0.64	10.49	0.26	10.34
5. Sông Mã											
TB. Hoàng Khánh	28	0.00	0.40	0.00	1.11	0.00	0.81	0.00	0.08	0.00	0.02
Ngã ba Giàng	25	0.05	1.58	0.16	2.63	0.07	2.08	0.00	0.45	0.00	0.26

Vị trí	KC đến cửa (km)	HT-75%		Tương lai 2020							
				TL2020-75%		THM75%-1		THM75%-2		THM75%-3	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Cầu Hàm Rồng	19	0.58	4.03	1.18	5.21	0.85	4.66	0.16	2.24	0.10	1.71
Nguyệt Viên	7	1.74	10.54	2.70	10.79	2.27	10.69	0.67	9.98	0.44	9.69
Quảng Châu		2.10	18.60	2.10	18.60	2.10	18.60	2.10	18.60	2.10	18.60

- Trên sông Chu: về cơ bản tại các chốt kiểm tra, độ mặn đều ở mức cho phép lấy nước, duy nhất tại trạm bơm Sứ Nhân, với độ mặn lên đến 1,24‰ khi có sự tham gia đẩy mặn của 1 hồ, 3 hồ và 4 hồ, độ mặn max giảm dần và ở mức cho phép (xem bảng 5).

- Trên sông Mã: tại trạm bơm Hoàng Khánh khi có 1 hồ, 3 hồ và 4 hồ tham gia đẩy mặn, nồng độ mặn lớn nhất chỉ ở mức 0,02-0,81‰ nằm trong tiêu chuẩn cho phép. Tại Ngã ba Giàng khi có hồ Cửa Đạt nồng độ max là 2,08‰, nồng độ min 0,07‰, tuy nhiên thời gian nồng độ mặn vượt quá 1‰ chỉ từ 3-5 tiếng/ngày; Tuy nhiên tại cầu Hàm Rồng nồng độ mặn vẫn còn rất cao, nồng độ max đạt 4,66‰, nồng độ min 0,85‰ và hầu như không thể lấy được nước tại vị trí này. Khi có 3 hồ lưu lượng được bổ sung thêm phía sông Chu là 50m³/s, phía sông Mã 15 m³/s làm cho nồng độ mặn trên sông Mã được cải thiện rất tốt, đặc biệt là từ Giàng đến cầu Hàm Rồng. Tại ngã ba Giàng nồng độ mặn lớn nhất chỉ còn 0,45‰; tại cầu Hàm Rồng nồng độ nhỏ nhất chỉ còn 0,16‰, nồng độ cao nhất tuy còn ở mức khá cao là 2,24‰ tuy nhiên thời gian mặn trên 1‰ chỉ xuất hiện rất ngắn trong ngày. Đặc biệt khi có thêm hồ Pa Ma trên sông Mã bổ sung thêm lưu lượng 25m³/s thì mặn ở hạ du sông Mã được cải thiện rất rõ ràng, tại Hàm Rồng nồng độ cao nhất còn 1,71‰, trong khi đó nồng độ nhỏ nhất chỉ còn 0,1‰ thuận lợi cho các công trình từ Giàng đến Hàm Rồng lấy nước.

- Trên sông Lèn khi có hồ Cửa Đạt bổ sung nguồn nước sẽ không có tác dụng nhiều đến việc đẩy mặn trên sông Lèn, do nguồn nước được bổ sung cho sông Chu và sông Chu đổ ra sông Mã ở hạ lưu ngã ba Bông (cửa phân lưu từ sông Mã ra sông Lèn). Khi dòng chính sông Mã được bổ sung thêm 15m³/s từ hồ Trung Sơn, đặc biệt khi có thêm hồ Pa Ma kết hợp với hồ Trung Sơn bổ sung thêm cho hạ du trong mùa kiệt 40m³/s có tác dụng rất lớn trong việc giảm mặn trên sông Lèn: Tại Cự Thôn nồng độ mặn lớn nhất chỉ từ 0,6‰ (có hồ Trung Sơn), 0,24‰ (có Trung Sơn và Pa Ma) đảm bảo tiêu chuẩn cấp nước; Từ Yên Ổn đến Phà Thắm nồng độ mặn khi có 3 hồ và 4 hồ cũng được cải thiện, tuy nhiên đây là vùng chịu tác động mạnh của chế độ thủy triều nên nồng độ mặn giảm không được nhiều. Đặc biệt từ Hưng Lộc đến Phà Thắm hầu như không có khả năng lấy được nước do thời gian mặn <1‰ rất ngắn.

b. Mùa kiệt - tần suất 85%

Bảng 6. Nồng độ mặn max, min tại một số vị trí trên sông - P=85%

Vị trí	KC đến cửa (km)	HT-85%		Tương lai 2020							
				TL2020-85%		THM85%-1		THM85%-2		THM85%-3	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1. Sông Chu											

Vị trí	KC đến cửa (km)	HT-85%		Tương lai 2020							
				TL2020-85%		THM85%-1		THM85%-2		THM85%-3	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
T.B. Thiệu Tân	30	0.01	0.70	0.03	1.53	0.00	0.54	0.00	0.06	0.00	0.04
T.B. Sừ Nhân	28	0.02	1.19	0.07	2.28	0.00	1.08	0.00	0.24	0.00	0.17
2. Lạch Trường											
Cầu Tào	23	0.79	5.70	1.43	6.61	0.74	5.87	0.27	4.96	0.20	4.76
Cự Đà	21	1.26	8.07	2.05	8.60	1.20	8.18	0.52	7.56	0.42	7.40
Hà Mát	7	4.96	12.33	4.92	12.51	4.90	12.50	4.90	12.39	4.89	12.33
Hoàng Hà	4	3.50	13.10	3.48	13.30	3.48	13.32	3.48	13.23	3.48	13.18
C. Bái Trung	2	3.33	13.74	3.31	13.93	3.31	13.95	3.31	13.87	3.31	13.83
Lạch Trường		2.10	18.60	2.10	18.60	2.10	18.60	2.10	18.60	2.10	18.60
3. Sông Lèn											
Ngã ba Bông	38	0.00	0.10	0.00	0.54	0.00	0.29	0.00	0.02	0.00	0.00
Vạn Đè	35	0.00	0.01	0.00	0.17	0.00	0.13	0.00	0.01	0.00	0.00
Cầu Lèn	28	0.01	0.35	0.20	1.64	0.19	1.55	0.01	0.33	0.00	0.08
Chú Cầu	24	0.08	0.87	0.79	2.86	0.75	2.77	0.07	0.99	0.01	0.38
Cụ Thôn	19	0.42	2.89	2.01	5.70	1.95	5.63	0.46	3.63	0.11	2.28
Ngã ba B. Văn	15	1.20	5.80	3.13	7.66	3.10	7.67	1.46	6.76	0.62	5.74
Yên Ôn	14	1.38	6.51	2.95	7.97	2.98	7.98	1.70	7.35	0.78	6.54
Hung Lộc	8	0.57	7.53	0.42	8.18	0.43	8.19	0.50	7.96	0.56	7.65
Phà Thảm	5	0.31	7.82	0.27	8.30	0.27	8.31	0.28	8.15	0.30	7.93
4. Kênh De											
Cầu De		1.16	11.73	1.03	12.39	1.04	12.49	1.13	12.27	1.16	12.05
5. Sông Mã											
T.B. Hoàng Khánh	28	0.00	0.96	0.00	2.25	0.00	1.27	0.00	0.32	0.00	0.14
Ngã ba Giàng	25	0.11	2.20	0.33	3.59	0.05	2.21	0.00	0.75	0.00	0.57
Cầu Hàm Rồng	19	0.91	4.15	1.71	5.68	0.93	4.85	0.23	2.41	0.17	1.92
Nguyệt Viên	7	2.65	10.57	3.68	10.81	2.59	10.56	0.96	9.92	0.69	9.65
Quảng Châu		2.10	18.60	2.10	18.60	2.10	18.60	2.10	18.60	2.10	18.60

- Với tần suất 85% trên sông Chu khi có hồ Cửa Đạt bổ sung 30,4 m³/s mặn từ trạm bơm Sừ Nhân trở lên hầu như nằm trong tiêu chuẩn cho phép (nhỏ hơn 1‰), vì vậy việc lấy nước rất thuận lợi. Khi có thêm các hồ Hòa Na, Bản Uôn nồng độ mặn lớn nhất trên sông Chu tại trạm bơm Sừ Nhân chỉ còn 0,24‰, khi có đủ 4 hồ hồ bổ sung nguồn trong mùa kiệt thì mặn trên sông Chu hầu như không còn đáng kể tạo điều kiện thuận lợi cho việc cấp nước sinh hoạt, nông nghiệp và các ngành khác (kết quả mặn max, min xem bảng 6).

- Trên sông Mã khi chỉ có hồ Cửa Đạt bổ sung lưu lượng trong mùa kiệt thêm 30,4m³/s, tại trạm bơm Hoàng Khánh nồng độ mặn lớn nhất là 1,27‰ nhưng chỉ xuất hiện rất ngắn không ảnh hưởng nhiều đến việc lấy nước của công trình. Trường hợp có thêm các hồ Hòa Na, Trung Sơn

và trường hợp có đủ 4 hồ thì mặn tại đây được khống chế hoàn toàn (nồng độ mặn lớn nhất chỉ đạt 0,32‰ và 0,14‰). Tại Giàng với tần suất 85% nồng độ mặn lớn nhất khi chỉ có 1 hồ điều tiết là 2,21‰, thời gian không lấy được nước từ 6-10 tiếng/ngày. Đối với trường hợp có 3 hồ và có 4 hồ thượng nguồn điều tiết trong mùa kiệt thì mặn tại ngã ba Giàng được khống chế dưới 1‰ thuận lợi cho việc lấy nước cấp cho nông nghiệp và các ngành khác. Tại cầu Hàm Rồng trường hợp chỉ có hồ Cửa Đạt mặn vẫn còn rất cao với nồng độ max đạt 4,85‰, nồng độ min 0,93‰ và hầu như không thể lấy được nước tại vị trí này. Khi có 3 hồ, lưu lượng được bổ sung thêm phía sông Chu là 50m³/s, phía sông Mã 15m³/s vì vậy mặn trên sông Mã được cải thiện nhưng tại cầu Hàm Rồng mặn vẫn còn duy trì ở mức khá cao là 2,41‰. Tuy nhiên, thời gian có thể lấy được nước là trên 12 tiếng/ngày; Khi có thêm hồ Pa Ma trên sông Mã bổ sung thêm lưu lượng 25m³/s thì tại Hàm Rồng nồng độ cao nhất còn 1,92‰, trong khi đó nồng độ nhỏ nhất chỉ còn 0,17‰ việc lấy nước tại đây đã có thể thực hiện thuận lợi.

- Do tác động của hồ Cửa Đạt không nhiều đến thay đổi mực nước, lưu lượng và nồng độ mặn trên sông Lèn nên chế độ mặn khi có hồ Cửa Đạt không giảm được nhiều so với khi chưa có hồ điều tiết, từ Cự Thôn trở xuống hoàn toàn không có khả năng lấy được nước. Khi dòng chính sông Mã được bổ sung thêm 15m³/s từ hồ Trung Sơn và khi có thêm hồ Pa Ma kết hợp với hồ Trung Sơn bổ sung thêm cho hạ du trong mùa kiệt 40m³/s có tác dụng giảm nồng độ mặn trên sông Lèn:

+ Tại Cự Thôn, nồng độ mặn lớn nhất chỉ từ 3,63‰, nhỏ nhất 0,46‰ (có hồ Trung Sơn); lớn nhất 2,28‰, nhỏ nhất 0,11‰ (có hồ Trung Sơn và Pa Ma) các công trình tại đây đã có thể lấy được nước để cấp từ 8-12 tiếng/ngày;

+ Từ ngã ba sông Lèn - sông Báo Văn trở xuống nồng độ mặn ở ngưỡng rất cao và hầu như không thể lấy được nước cấp, nồng độ mặn max-min tại ngã ba sông Lèn - Báo Văn là 7,67‰ - 3,1‰ (có hồ Cửa Đạt), 6,76‰ - 1,46‰ (trường hợp có 3 hồ) và 5,74‰ - 0,62‰ (khi có 4 hồ thượng nguồn).

c. Mùa kiệt - tần suất 90%

Bảng 7. Nồng độ mặn max, min tại một số vị trí trên sông - P=90 %

Vị trí	KC đến cửa (km)	HT-90%		Tương lai 2020							
				TL2020-90%		THM90%-1		THM90%-2		THM90%-3	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1. Sông Chu											
TB. Thiệu Tân	30	0.01	0.76	0.03	1.54	0.02	1.43	0.00	0.21	0.00	0.11
TB. Sử Nhân	28	0.03	1.28	0.07	2.28	0.06	2.19	0.00	0.56	0.00	0.34
2. Lạch Trường											
Cầu Tào	23	0.85	5.78	1.46	6.61	1.47	6.49	0.45	5.25	0.30	4.92
Cự Đà	21	1.33	8.12	2.09	8.63	2.09	8.50	0.84	7.80	0.60	7.59
Hà Mát	7	4.96	12.34	4.92	12.51	4.98	12.41	4.98	12.33	4.97	12.27
Hoàng Hà	4	3.50	13.10	3.48	13.31	3.50	13.18	3.50	13.12	3.50	13.07
C. Bái Trung	2	3.33	13.75	3.31	13.93	3.33	13.83	3.33	13.78	3.33	13.73

Vị trí	KC đến cửa (km)	HT-90%		Tương lai 2020							
				TL2020-90%		THM90%-1		THM90%-2		THM90%-3	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Lạch Trường		2.10	18.60	2.10	18.60	2.10	18.60	2.10	18.60	2.10	18.60
3. Sông Lèn											
Ngã ba Bông	38	0.00	0.12	0.00	0.61	0.00	0.46	0.00	0.05	0.00	0.01
Vạn Đề	35	0.00	0.02	0.00	0.20	0.00	0.15	0.00	0.01	0.00	0.00
Cầu Lèn	28	0.01	0.42	0.20	1.78	0.20	1.65	0.01	0.51	0.00	0.12
Chuế Cầu	24	0.11	0.99	0.82	3.01	0.81	2.80	0.15	1.32	0.02	0.51
Cụ Thôn	19	0.50	3.10	2.08	5.81	1.97	5.70	0.75	4.16	0.18	2.62
Ngã ba B. Văn	15	1.35	5.95	3.17	7.70	3.15	7.72	1.91	7.00	0.88	6.02
Yên Ôn	14	1.54	6.63	2.93	7.99	2.93	7.98	2.14	7.50	1.07	6.74
Hung Lộc	8	0.57	7.58	0.42	8.19	0.42	8.19	0.47	8.00	0.54	7.68
Phà Thắm	5	0.30	7.86	0.27	8.31	0.27	8.31	0.28	8.17	0.29	7.94
4. Kênh De											
Cầu De		1.16	11.77	0.13	15.40	1.02	12.25	1.08	12.16	1.14	11.94
5. Sông Mã											
TB. Hoàng Khánh	28	0.00	1.08	0.00	2.32	0.00	2.21	0.00	0.59	0.00	0.20
Ngã ba Giàng	25	0.13	2.33	0.36	3.59	0.30	3.60	0.02	1.42	0.01	0.90
Cầu Hàm Rồng	19	0.99	4.30	1.79	5.80	1.80	5.47	0.51	3.24	0.30	2.48
Nguyệt Viên	7	2.78	10.61	3.68	10.83	3.71	10.82	1.85	10.33	1.23	10.06
Quảng Châu		2.10	18.60	2.10	18.60	2.10	18.60	2.10	18.60	2.10	18.60

- Khi có hồ Cửa Đạt điều tiết lượng nước đảm bảo cấp cho vùng Nam sông Chu và có lượng nước xả xuống hạ du tham gia đầy mặn, tuy nồng độ mặn trên sông Chu tại trạm bơm Thiệu Tân là 1,53‰, tại trạm bơm Sử Nhân là 2,28‰ nhưng thời gian mặn lớn hơn 1‰ chỉ diễn ra khoảng 3-4 tiếng/ngày. Trường hợp có 3 hồ và có 4 hồ điều tiết ở thượng nguồn mặn trên sông Chu được khống chế hoàn toàn đảm bảo cấp nước cho các ngành kinh tế sử dụng nước của lưu vực này.

- Trên sông Mã tại trạm bơm Hoàng Khánh khi có hồ Cửa Đạt nồng độ mặn lớn nhất là 2,21‰, tuy nhiên mặn trên 1‰ chỉ xảy ra khoảng 1-3 tiếng/ngày. Khi có 3 hồ (Cửa Đạt, Hòa Na và Trung Sơn) tại trạm bơm Hoàng Khánh không còn xảy ra mặn trên 1‰. Tại Giàng khi có hồ Cửa Đạt nồng độ mặn lớn nhất đạt 3,6‰ và thời gian không lấy được nước trên 12 tiếng/ngày; khi có 3 hồ (Cửa Đạt, Hòa Na và Trung Sơn) vẫn còn xuất hiện mặn trên 1‰, tuy nhiên chỉ xảy ra từ 3-4 tiếng/ngày; khi có đủ 4 hồ (Cửa Đạt, Hòa Na, Trung Sơn và PaMa) tại Giàng mặn được khống chế hoàn toàn (nồng độ mặn max chỉ còn 0,9‰) Tại cầu Hàm Rồng trường hợp chỉ có hồ Cửa Đạt nồng độ mặn vẫn còn rất cao với max đạt 5,47‰ và min đạt 1,8‰ và hoàn toàn không thể lấy được nước tại vị trí này. Khi có 3 hồ lưu lượng được bổ sung thêm phía sông Chu là 50m³/s, phía sông Mã 15m³/s tuy mặn trên sông Mã được cải thiện nhưng tại Hàm Rồng, mặn vẫn còn duy trì ở mức rất cao là 3,24‰, thời gian có thể lấy được nước chỉ từ 6-8 tiếng/ngày; Khi

có thêm hồ Pa Ma trên sông Mã bổ sung thêm lưu lượng $25\text{m}^3/\text{s}$ thì tại Hàm Rồng nồng độ cao nhất còn 2,48%, trong khi đó nồng độ nhỏ nhất chỉ còn 0,3% việc lấy nước tại đây đã có thể thực hiện thuận lợi.

- Trên sông Lèn khi có hồ Cửa Đạt không tác động nhiều đến thay đổi mực nước, lưu lượng và nồng độ mặn trên sông Lèn nên chế độ mặn khi có hồ Cửa Đạt không giảm được nhiều so với khi chưa có hồ điều tiết. Khi dòng chính sông Mã được bổ sung thêm $15\text{m}^3/\text{s}$ từ hồ Trung Sơn và khi có thêm hồ Pa Ma kết hợp với hồ Trung Sơn bổ sung thêm cho hạ du trong mùa kiệt $40\text{m}^3/\text{s}$ có tác dụng giảm nồng độ mặn trên sông Lèn: + Tại Cự Thôn nồng độ mặn lớn nhất từ 4,16%, nhỏ nhất 0,75% (có hồ Trung Sơn); lớn nhất 2,62%, nhỏ nhất 0,18% (có hồ Trung Sơn và Pa Ma) các công trình tại đây đã có thể lấy được nước để cấp từ 6-10 tiếng/ngày; + Từ ngã ba sông Lèn - sông Báo Văn trở xuống nồng độ mặn ở ngưỡng rất cao và hầu như không thể lấy được nước cấp, nồng độ mặn max-min tại ngã ba sông Lèn - Báo Văn là 7,72% - 3,1% (có hồ Cửa Đạt), 7,0% - 1,91% (trường hợp có 3 hồ) và 6,02% - 0,88% (khi có 4 hồ thượng nguồn).

IV. KẾT LUẬN

Tính toán thủy lực kiệt - mặn của đã tính toán cho các trường hợp hiện trạng, tương lai không có hồ và có hồ điều tiết ở thượng nguồn với các tần suất thiết kế 75%, 85% và 90% từ đó đánh giá, phân tích tình hình xâm nhập mặn ở hạ du sông Mã gây khó khăn trong việc khai thác nguồn nước ở hạ du sông Mã ảnh hưởng đến sản xuất nông nghiệp, sinh hoạt và các hoạt động kinh tế khác trong vùng.

Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu đã sử dụng mô hình Mike 11 thiết lập cho hạ du hệ thống sông Mã, tương ứng với tần suất dòng chảy đến, nnk đã xây dựng đường quá trình biên lưu lượng cho mô hình theo các phương án không hồ, có Cửa Đạt, có thêm Trung Sơn và Hòa Na, và có thêm Pa Ma. Với trường hợp có từ 3 đến 4 hồ tham gia điều tiết, về cơ bản mặn trên sông Chu được kiểm soát, trên sông Mã và sông Lèn cũng được cải thiện đáng kể. Các tính toán còn chỉ ra diễn biến xâm nhập mặn tại các vị trí kiểm soát, các đầu mối lấy nước quan trọng, các cực trị max và min của độ mặn, thời gian lấy nước cho phép trong ngày...

Từ các kết quả nghiên cứu, sẽ có thể đề xuất những giải pháp phù hợp giảm thiểu tác động của mặn đối với từng vùng nhằm đáp ứng sự phát triển kinh tế xã hội vùng hạ du và khai thác bền vững nguồn nước lưu vực sông Mã.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đề tài “Nghiên cứu đánh giá tác động của dòng chảy kiệt đến tình hình hạn hán và xâm nhập mặn vùng hạ du sông Mã, sông Cả, 2011-2014, CN: PGS.TS.Nguyễn Quang Trung
2. Chuyên đề Thủy lực dự án “Quy hoạch tổng thể thủy lợi khu vực Miền Trung trong điều kiện Biến đổi khí hậu - nước biển dâng”, Viện Quy hoạch Thủy lợi 2012.
3. Bảng đặc trưng hình thái các lưu vực sông Việt Nam
4. Kịch bản Biến đổi khí hậu nước biển dâng cho Việt Nam, Bộ Tài nguyên Môi trường, Hà Nội 2011.

5. Báo cáo Tổng kết tình hình hạn hán, xâm nhập mặn năm 2010 của Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn tỉnh Thanh Hoá.
6. Báo cáo hiện trạng công trình khai thác nguồn nước trên hệ thống sông Mã của Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn tỉnh Thanh Hoá.
7. Ứng dụng mô hình MIKE 11 mô phỏng xâm nhập mặn hạ lưu hệ thống sông Mã, tỉnh Thanh Hóa, ThS. Lê Thị Phương Thu, PGS.TS Trần Ngọc Anh, 2011.
8. Nghiên cứu xâm nhập mặn trên hệ thống sông Mã, Trương Mạnh Chiến, 2011.

Người phản biện: PGS.TS Nguyễn Thanh Hùng

Ngày nhận bài: 04/11/2013

Ngày thông qua phản biện: 05/4/2014

Ngày duyệt đăng: