

**ỨNG DỤNG MÔ HÌNH THỦY LỰC MỘT CHIỀU ĐÁNH GIÁ XU THẾ  
BIẾN ĐỘNG DÒNG CHẢY KIẾT LƯU VỰC SÔNG MÃ**

**Lương Ngọc Chung<sup>1</sup>, Trần Việt Ôn<sup>2</sup>**

**Tóm tắt:** Sông Mã là hệ thống sông lớn phân bố trên lãnh thổ 2 quốc gia là Cộng hòa dân chủ Nhân dân Lào và Việt Nam, có tiềm năng rất lớn về đất đai, tài nguyên nước, thủy năng, rừng và thủy hải sản. Suy giảm dòng chảy kiệt là một trong những vấn đề nóng của lưu vực này trong những năm gần đây, đặc biệt dưới sự ảnh hưởng của biến đổi khí hậu. Nghiên cứu này thiết lập mô hình thủy lực một chiều bằng mô hình Mike 11 để mô phỏng và đánh giá thực trạng và diễn biến dòng chảy kiệt trên lưu vực sông Mã với số liệu cập nhật trong vòng 35 năm từ 1980 - 2015. Kết quả lưu lượng trung bình mùa kiệt, trung bình 3 tháng kiệt và trung bình tháng kiệt nhất tại một số vị trí như Cẩm Thủy, Lý Nhân, Sét Thôn trên hạ du sông Mã trong cho thấy xu hướng suy giảm dòng chảy kiệt tại hạ du sông Mã đã diễn ra rõ rệt trong giai đoạn 2010 - 2015. Bên cạnh đó thì giai đoạn 2000 - 2009 có mức lưu lượng kiệt cao nhất trong toàn giai đoạn tính toán. Giai đoạn kiệt nhất nằm ở giai đoạn 1990 - 2000. Từ năm 1980 - 1989 thì lưu lượng kiệt nằm trong khoảng trung bình của toàn chuỗi mô phỏng.

**Từ khóa:** Sông Mã, mô hình MIKE 11, dòng chảy kiệt, quản lý bền vững tài nguyên nước.

**1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Hiện nay hầu hết các quốc gia đang gặp áp lực rất lớn đối với quản lý bền vững tài nguyên nước tại các lưu vực sông với nguyên nhân điển hình là khó khăn trong việc tìm giải pháp đồng thuận giữa các bên liên quan để cân bằng giữa mục đích phát triển kinh tế- xã hội và các mục đích khác. Theo nghiên cứu của Nwankwoala (2014) thì sự tăng trưởng nhanh về dân số, đô thị hóa, công nghiệp hóa đã khiến tài nguyên nước đã trở nên dễ bị suy thoái tại Nigeria và cần phải có các giải pháp mạnh mẽ để tăng cường quản lý bền vững tài nguyên nước. Cũng đối mặt với thách thức tương tự thì tại Indonesia vấn đề này còn đối mặt với sự thất thường của chế độ thủy văn và tác động của con người theo nghiên cứu của Fulazzaky (2014). Hiện nay dưới sự ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, tình hình sẽ trầm trọng thêm với nguyên nhân từ sự thay đổi của các chu trình thủy văn gây khó khăn trong dự báo, tăng tần số và cường độ của lũ lụt và hạn hán tại Việt Nam. Quản lý bền

vững tài nguyên nước ngày càng trở nên quan trọng và chúng ta cần đổi mới công nghệ, chính sách và thể chế để nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên nước trong dài hạn, cũng như để đối phó với ảnh hưởng của biến đổi khí hậu trong tương lai. Do đó, việc tính toán, mô phỏng và dự đoán diễn biến dòng chảy kiệt và đề xuất được các phương án duy trì lưu lượng này đóng một vai trò vô cùng quan trọng trong việc ban hành các quyết định về quản lý bền vững tài nguyên nước.

Sông Mã là hệ thống sông lớn, phân bố trên lãnh thổ 2 quốc gia là Cộng hòa dân chủ Nhân dân Lào và Việt Nam, có tiềm năng rất lớn về đất đai, tài nguyên nước, thủy năng, rừng và thủy hải sản. Trung bình một năm sông Mã tải ra biển một tổng lượng từ 23-25 tỷ m<sup>3</sup>, nhưng phân bố không đều. Trong ba tháng mùa lũ tổng lượng dòng chảy chiếm tới 17-18 tỷ m<sup>3</sup>, trong khi đó 9 tháng mùa khô còn lại tổng lượng dòng chảy chỉ từ 6-7 tỷ m<sup>3</sup> làm cho mặn xâm nhập sâu vào lòng dẫn gây khó khăn cho các cửa lấy nước từ Giàng đến Quảng Châu, cũng như trên sông Lèn, sông Lạch Trường. Ngược lại, trong mùa lũ mực nước phần hạ du sông Mã, sông Chu lên cao gây khó khăn cho công tác chống lũ

---

<sup>1</sup>Viện Quy hoạch Thủy lợi.

Email: [ngocchung.iwrp@gmail.com](mailto:ngocchung.iwrp@gmail.com)

<sup>2</sup>Trường Đại học Thủy lợi.

và tiêu thoát nội đồng. Theo nghiên cứu của Chung (2016) thì những năm gần đây vùng hạ du sông Mã đang đối mặt với tình trạng suy giảm dòng chảy kiệt dẫn đến hạ thấp mực nước trên các triền sông và tình trạng này ngày càng nghiêm trọng. Cũng trong nghiên cứu của Chung năm 2016 thì lượng mưa trong mùa khô liên tục giảm mạnh, năm sau thấp hơn năm trước. Mực nước trên sông đang có chiều hướng xuống thấp dần. Hàng năm vùng hạ du sông Mã thường bị hạn nặng ảnh hưởng lớn đến sản xuất nông nghiệp, thủy sản cũng như các ngành kinh tế khác. Tất cả những khó khăn do suy giảm dòng chảy sông Mã gây ra tác động mạnh tới tiến trình phát triển kinh tế xã hội ở hạ du.

Trong nghiên cứu này, mô hình thủy lực một chiều Mike 11 sẽ được thiết lập, hiệu chỉnh và kiểm định nhằm mục đích mô phỏng dòng chảy kiệt trên lưu vực sông Mã. Tổng quan diễn biến dòng chảy kiệt lưu vực sông Mã sẽ được mô phỏng trong vòng 35 năm từ 1980 - 2015. Kết quả lưu lượng trung bình mùa kiệt (trường hợp 1), trung bình 3 tháng kiệt (trường hợp 2) và trung bình tháng kiệt nhất (trường hợp 3) tại một số vị trí như Cẩm Thủy, Lý Nhân, Sét Thôn (khu vực không bị ảnh hưởng bởi thủy triều) vùng hạ du sông Mã trong mùa kiệt các năm từ 1980÷2015 được mô phỏng và phân tích.

## 2. PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN

### 2.1 Tổng quan về khu vực nghiên cứu

Sông Mã là lưu vực sông lớn với tổng diện tích 28.490 km<sup>2</sup>, trải rộng trên lãnh thổ của Cộng hoà dân chủ Nhân dân Lào và 5 tỉnh thuộc Việt Nam là Điện Biên, Sơn La, Hoà Bình, Thanh Hoá, Nghệ An. Sông Mã gồm nhiều nhánh sông nhập vào điển hình như: Sông Chu, sông Âm, sông Cầu Chày và sông Bưởi, và có 2 phân lưu là sông Lèn và sông Lạch Trường. Sông Mã nằm trong 2 vùng khí hậu khác nhau, phần thượng nguồn thuộc vùng khí hậu Tây Bắc Bắc bộ, phần hạ du nằm trong vùng khí hậu vùng Bắc trung bộ. Diện tích lưu vực sông Mã rất lớn, nguồn nước khá dồi dào. Phạm vi tính toán của nghiên cứu này sẽ tập trung vào phần hạ du của lưu vực sông Mã thuộc tỉnh Thanh Hóa (Hình 1).



Hình 1. Mạng lưới sông chính khu vực nghiên cứu

### 2.2 Mô hình thủy lực Mike 11

Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng mô hình Mike 11, mô hình này rất ưu việt trong việc tính toán lưu lượng và mực nước trong hệ thống thủy lực phức tạp. Hơn nữa, mô hình này rất thuận tiện cho việc mô tả dòng chảy qua các công trình thủy lực, bao gồm cả khả năng mô tả hoạt động của các công trình. Mô hình Mike 11 với nền tảng là các phương trình Saint Venant như sau:

Phương trình liên tục:

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

Phương trình động lượng:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left( \alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0 \quad (2)$$

$Q$  : Lưu lượng (m<sup>3</sup>/s);  $\alpha$  : Hệ số phân bố lưu tốc;  $A$  : Diện tích mặt cắt ướt (m<sup>2</sup>);  $g$  : Gia tốc trọng trường (m/s<sup>2</sup>);  $h$  : Mực nước so với điểm mốc (m);  $t$  : thời gian (s);  $q$  : lưu lượng nhập lưu dọc theo đơn vị chiều dài (m<sup>2</sup>/s);  $R$  : Bán kính thủy lực (m);  $C$  : hệ số Chezy.

Hệ số nhám là một tham số quan trọng đại diện cho sức cản dòng chảy. Nó ảnh hưởng tới các kết quả về mực nước và lưu lượng. Trong nghiên cứu này hệ số nhám được thiết lập là 0.025 cho từng con sông dựa vào các nghiên cứu và công bố của Brunner and Bonner, 2010 và Bricker et al., 2015.

Mạng sông đưa vào tính toán thủy lực bao gồm toàn bộ dòng chính và các phụ lưu chính của vùng trung, hạ du trong lưu vực sông Mã. Dữ liệu địa hình được Viện Quy hoạch Thủy lợi khảo sát và thu thập năm 2014.

### 2.3 Biên của mô hình

Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng tài liệu lưu lượng, mực nước tại các nút từ năm 1980 - 2015 trong mùa kiệt (tháng I đến tháng V), bao gồm:

**Biên trên 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  $Q=f(t)$  tại các vị trí: Sông Mã tại Cẩm Thủy ( $F_{IV}= 17.500 \text{ km}^2$ ), Sông Chu tại Cửa Đạt ( $F_{IV}= 5.708 \text{ km}^2$ ), Sông Bưởi tại Thạch Lâm ( $F_{IV}= 1.085 \text{ km}^2$ ), Sông Hoạt tại Hòa Thuận ( $F_{IV}= 63 \text{ km}^2$ ), Kênh Vách Bắc tại cầu Bim Sơn ( $F_{IV}=28,3\text{km}^2$ ).

**Biên dưới của mô hình:** là quá trình mực nước theo thời gian  $Z=f(t)$  tại: Cửa sông Mã; cửa Hới, Cửa sông Lèn: cửa Lạch Sung, Cửa sông Lạch Trường: cửa Lạch Trường, Cửa sông Càn: cửa Càn.

Dựa trên kết quả điều tra và khảo sát trong nghiên cứu này chúng tôi đưa vào biên gia nhập khu giữa chính trên lưu vực sông Mã với 15 vị trí và các công trình lấy nước dọc sông vùng hạ du sông Mã gồm 25 nút. Các biên lưu lượng và mực nước đều là số liệu thực đo và tính toán do Viện Quy hoạch Thủy lợi, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tính toán và thu thập (Rà soát quy hoạch thủy lợi lưu vực sông Mã - Viện Quy hoạch Thủy lợi, 2015).

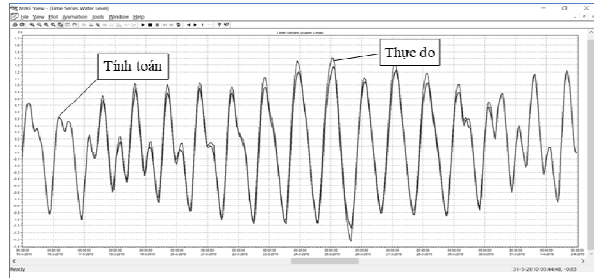
## 3. HIỆU CHỈNH VÀ KIỂM ĐỊNH MÔ HÌNH

Mô hình toán này được hiệu chỉnh và kiểm định với số liệu thực đo tại trạm Lý Nhân, Sét Thôn, Giàng, Hàm Rồng, Nguyệt Viên, Xuân Khánh (Rà soát quy hoạch thủy lợi lưu vực sông Mã - Viện Quy hoạch Thủy lợi, 2015). Các thông số về sai số toàn phương trung bình (RMSE) và hệ số NASH được tính toán để đánh giá sự chính xác của mô hình. Hiệu chỉnh mô hình sử dụng số liệu giai đoạn từ 17/03/2010 đến 30/03/2010. Kiểm định mô hình từ 10/03/2015 đến 22/03/2015.

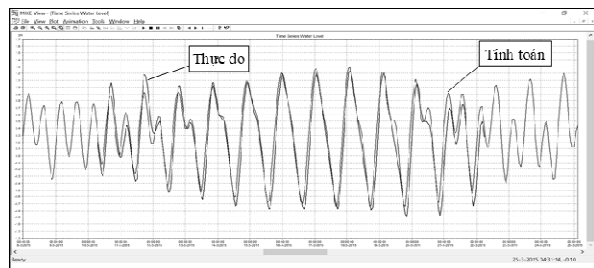
**Bảng 1. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình**

Trạm	Năm 2010 - Hiệu chỉnh		Năm 2015 - Kiểm định	
	17/03-30/3		10/03-22/03	
	RMSE	NASH	RMSE	NASH
Lý Nhân	0.09	0.95	0.08	0.94
Sét Thôn	0.10	0.94	0.14	0.90
Giàng	0.08	0.9	0.10	0.92
Hàm Rồng	0.10	0.90	0.11	0.91
Nguyệt Viên	0.13	0.89	0.12	0.90
Xuân Khánh	0.08	0.92	0.09	0.93

Bảng 1 cho thấy kết quả hiệu chỉnh là rất tốt với hệ số RMSE chỉ từ 0,08 đến 0,13 cho tất cả các vị trí kiểm định, hệ số NASH rất tốt từ 0,89 đến 0,95. Trong Hình 2 cho thấy quá trình mực nước giữa thực đo và tính toán cùng xu thế và sát nhau. Kết quả kiểm định trong bảng 3 cho thấy sự chính xác của mô hình. Với sai số toàn phương trung bình chỉ từ 0,08 đến 0,14, hệ số NASH khá cao từ 0,90 đến 0,94. Hình 3 cũng cho thấy sự tương quan tốt giữa kết quả thực đo và tính toán.



**Hình 2. Kết quả so sánh mực nước giữa tính toán và thực đo tại trạm thủy văn Giàng (hạ lưu ngã ba sông Mã - sông Chu) từ 17/03/2010 - 30/03/2010**



**Hình 3. Kết quả so sánh mực nước giữa tính toán và thực đo tại trạm thủy văn Giàng (hạ lưu ngã ba sông Mã - sông Chu) từ 10/03/2015 - 22/03/2015.**

Với kết quả hiệu chỉnh và kiểm định như trên, mô hình toán cho thấy sự tin cậy về kết quả tính toán.

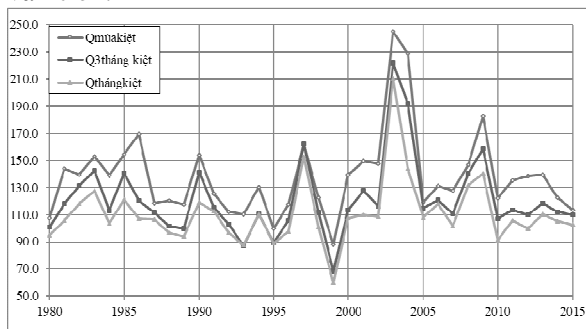
#### 4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Từ mô hình Mike 11 đã được thiết lập và hiệu chỉnh, kiểm định ở trên, chúng tôi tính toán chế độ thủy lực dòng chảy mùa kiệt cho toàn bộ lưu vực sông Mã với chuỗi số liệu từ năm 1980 đến 2015 theo các trường hợp khác nhau để đánh giá diễn biến dòng chảy trên hệ thống sông trong thời gian này.

Các trường hợp tính toán gồm có:

- Trường hợp 1: Dòng chảy trung bình mùa kiệt.
- Trường hợp 2: Dòng chảy trung bình 3 tháng kiệt nhất.
- Trường hợp 3: Dòng chảy trung bình tháng kiệt nhất.

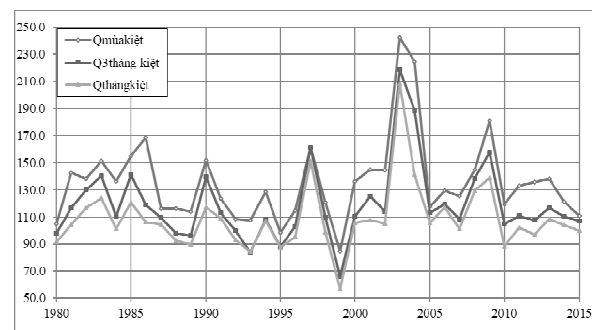
Hình 4, 5 và 6 thể hiện kết quả tính toán cho 3 trường hợp trong giai đoạn từ 1980 - 2015 tại trạm thủy văn Cẩm Thủy, Lý Nhân và Sét Thôn, đây là những vùng không bị ảnh hưởng bởi thủy triều và phụ thuộc chủ yếu vào lưu lượng đến tại trạm thủy văn Cẩm Thủy. Các giá trị lưu lượng kiệt nhất, trung bình và các khoảng giao động ứng với các trường hợp được xác định, đánh giá và phân tích. Hình 7 thể hiện diễn biến lưu lượng nhỏ nhất từ 1980 - 2015 tại 3 trạm thủy văn trên.



Hình 4. Diễn biến lưu lượng trung bình mùa kiệt, trung bình 3 tháng kiệt nhất và trung bình tháng kiệt nhất từ 1980-2015 tại trạm thủy văn Cẩm Thủy

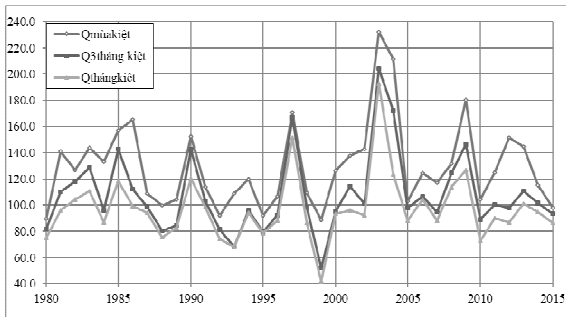
Hình 4 cho thấy hiện trạng diễn biến dòng chảy với 3 trường hợp tại Cẩm Thủy. Giai đoạn từ 1980-1998, lưu lượng trung bình tại Cẩm Thủy của cả 3 trường hợp mô phỏng lần lượt là 133, 116 và 107 m<sup>3</sup>/s. Đây là giai đoạn không

xảy ra hạn hán nghiêm trọng, tuy nhiên lưu lượng thấp kỷ lục đã xảy ra vào năm 1999 với cả 3 trường hợp tại Cẩm Thủy, nguyên nhân là do tác động của hiện tượng El Nino 1997 - 1998 kéo dài 15 tháng và do lượng mưa thấp trong mùa kiệt từ tháng 1 đến tháng 5 năm 1999. Trong giai đoạn từ năm 2000-2009, lưu lượng của trường hợp 1 biến động từ 119 đến 245m<sup>3</sup>/s, trường hợp 2 biến động từ 110 đến 221 m<sup>3</sup>/s, trường hợp 3 biến động từ 101 đến 210 m<sup>3</sup>/s. Bên cạnh đó theo số liệu thực tế thì năm 2010 là một năm hạn hán khá nghiêm trọng ở hạ du sông Mã, nhiều công trình không thể lấy được nước để tưới do mực nước xuống thấp và mặn xâm nhập sâu. Tuy nhiên dòng chảy đến tại Cẩm Thủy năm 2010 lại nằm trong những năm nước đến trung bình, với lưu lượng của trường hợp 1, 2 và 3 lần lượt xấp xỉ bằng 132, 107 và 91 m<sup>3</sup>/s. Kết quả mô phỏng cho thấy xu hướng lưu lượng giảm ở giai đoạn 2010-2015 trong cả 3 trường hợp tính toán tại trạm Cẩm Thủy. Đối với trường hợp 1 thì năm 2011 và 2012 chỉ xấp xỉ 135 và 138 m<sup>3</sup>/s trước khi tăng nhẹ lên 140 m<sup>3</sup>/s năm 2013, tuy nhiên lưu lượng này lại giảm vào năm 2014 và 2015 với giá trị lần lượt là 122 và 123 m<sup>3</sup>/s. Kết quả tại trạm Cẩm Thủy với trường hợp 2 và 3 trong giai đoạn 2010-2015 có sự chênh lệch lớn với trường hợp 1, điều này giải thích cho sự suy giảm dòng chảy tại hạ lưu sông Mã trong 3 tháng mùa kiệt, đặc biệt trong tháng kiệt nhất.



Hình 5. Diễn biến lưu lượng trung bình mùa kiệt, trung bình 3 tháng kiệt nhất và trung bình tháng kiệt nhất từ 1980-2015 tại trạm thủy văn Lý Nhân

Hình 5 cho thấy lưu lượng tại trạm thủy văn Lý Nhân có diễn biến khá tương đồng với với lưu lượng tại trạm thủy văn Cẩm Thủy. Từ năm 1980 - 1998, với trường hợp 1 thì giá trị lưu lượng thấp nhất diễn ra vào năm 1980 với  $104 \text{ m}^3/\text{s}$ , cao nhất là  $168 \text{ m}^3/\text{s}$  năm 1986 và giá trị trung bình là  $131 \text{ m}^3/\text{s}$ . Trường hợp 2 và 3 giai đoạn này sự chênh lệch là không quá lớn với giá trị trung bình cho cả 2 trường hợp là 114 và  $105 \text{ m}^3/\text{s}$ . Năm 1999, lưu lượng tại Lý Nhân thấp kỷ lục do ảnh hưởng của hạn hán nặng và hiện tượng El Nino kéo dài, do đó lưu lượng của trường hợp 1, 2 và 3 là khá thấp chỉ với 95,66 và  $57 \text{ m}^3/\text{s}$  lần lượt. Từ năm 2000-2009, lưu lượng trung bình của trường hợp 1 là  $150 \text{ m}^3/\text{s}$ , trường hợp 2 là  $130 \text{ m}^3/\text{s}$  và trường hợp 3 là  $117 \text{ m}^3/\text{s}$ . Năm hạn hán 2010 tại trạm Lý Nhân lưu lượng của trường hợp 1, 2 và 3 lần lượt xấp xỉ bằng 119, 104 và  $88 \text{ m}^3/\text{s}$ . Trong giai đoạn từ 2010 - 2015 diễn biến lưu lượng tại Lý Nhân cũng chứng kiến một xu hướng giảm rõ rệt so với giai đoạn từ 1980-2009 trong cả 3 trường hợp mô phỏng.



Hình 6. Diễn biến lưu lượng trung bình mùa kiệt, trung bình 3 tháng kiệt nhất và trung bình tháng kiệt nhất từ 1980-2015 tại trạm Sét Thôn

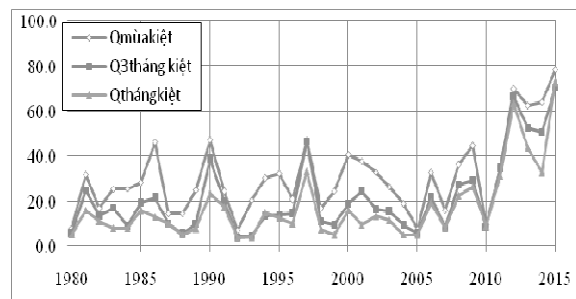
Hình 6 cho thấy diễn biến dòng chảy kiệt tại Sét Thôn ở 3 trường hợp tính toán. Từ năm 1981-1985, giá trị lưu lượng trung bình của các trường hợp không biến động nhiều chỉ  $140 \text{ m}^3/\text{s}$  với diễn biến lưu lượng trung bình mùa kiệt,  $119 \text{ m}^3/\text{s}$  cho trường hợp 3 tháng mùa kiệt và  $103 \text{ m}^3/\text{s}$  cho trường hợp tháng kiệt nhất. Từ năm 1986 - 1990 có sự biến động khá lớn về lưu lượng dòng chảy tại cả 3 trường hợp, năm lưu

lượng thấp nhất là 1988 với  $99 \text{ m}^3/\text{s}$  cho trường hợp 1,  $81 \text{ m}^3/\text{s}$  cho trường hợp 2 và chỉ  $75 \text{ m}^3/\text{s}$  cho trường hợp 3. Giai đoạn từ 1991 -1998 có sự giao động từ  $91 \text{ m}^3/\text{s}$  đến  $170 \text{ m}^3/\text{s}$  với trường hợp 1,  $68 \text{ m}^3/\text{s}$  đến  $167 \text{ m}^3/\text{s}$  với trường hợp 2 và từ  $68 \text{ m}^3/\text{s}$  đến  $151 \text{ m}^3/\text{s}$  với trường hợp tháng kiệt nhất. Năm 1999, lưu lượng tại Sét Thôn cũng thấp kỷ lục do ảnh hưởng của hạn hán nặng và hiện tượng El Nino kéo dài, chỉ với 89, 52 và  $42 \text{ m}^3/\text{s}$  lần lượt cho kịch bản 1, 2 và 3. Từ năm 2000-2015 là cơ sở cho thấy diễn biến lưu lượng tại Sét Thôn có xu hướng giảm trong cả 3 trường hợp mô phỏng.

Trên dòng nhánh sông Chu xét tại trạm thủy văn Cửa Đạt dòng chảy kiệt nhất cũng xảy ra vào năm 1999. Qua phân tích cho thấy: Dòng chảy trung bình mùa kiệt tại Cửa Đạt năm 1999 là  $43,5 \text{ m}^3/\text{s}$  tương đương với tần suất 93,5%; dòng chảy trung bình 3 tháng mùa kiệt chỉ đạt  $26,6 \text{ m}^3/\text{s}$  tương đương tần suất 98% và dòng chảy trung bình tháng kiệt nhất chỉ đạt  $18,9 \text{ m}^3/\text{s}$  tương đương tần suất 98,5%.

Do lưu lượng đến mùa kiệt thời kỳ trước khi có hồ Cửa Đạt (từ 2009 trở về trước), thời kỳ kiệt nhất lượng nước đến hầu hết đều tập trung lấy vào hệ thống Bái Thượng để cấp cho vùng Nam sông Chu. Do vậy, ở hạ du đập Bái Thượng lưu lượng chủ yếu là của sông Âm (diện tích lưu vực  $760 \text{ km}^2$ ), nên lưu lượng rất nhỏ.

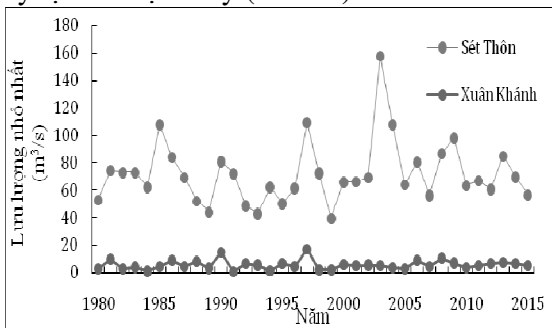
Thời kỳ từ 2010 đến 2015, do có sự điều tiết của hồ Cửa Đạt nên lưu lượng trong thời kỳ kiệt nhất ở hạ du đập Bái Thượng được cải thiện tốt hơn, điều này thể hiện trong kết quả tính toán lưu lượng từ năm 1980 đến 2015 (Hình 7).



Hình 7. Diễn biến lưu lượng trung bình mùa kiệt, trung bình 3 tháng kiệt nhất và trung bình tháng kiệt nhất từ 1980÷2015 tại trạm thủy văn Xuân Khánh

Qua các phân tích kết quả ở Hình 4, 5, và 6 chúng ta có thể thấy được xu hướng suy giảm dòng chảy kiệt tại dòng chính sông Mã đã diễn ra rõ rệt từ năm 2010 và trong giai đoạn 2010-2015, mặc dù lưu lượng trung bình mùa kiệt, trung bình 3 tháng kiệt nhất và trung bình tháng kiệt nhất nằm ở mức trung bình của toàn chuỗi. Bên cạnh đó thì giai đoạn 2000-2009 có mức lưu lượng kiệt cao nhất trong toàn giai đoạn tính toán. Giai đoạn kiệt nhất nằm ở giai đoạn 1990-2000. Từ năm 1980 - 1989 thì lượng kiệt nằm trong khoảng trung bình của toàn chuỗi mô phỏng. Đối với nhánh sông Chu (Hình 7) do có sự điều tiết của Hồ Cửa Đạt, xu thế dòng chảy kiệt có tăng lên từ sau 2010 trở lại đây.

Tuy nhiên, xét về sự đóng góp cho phần hạ du sông Mã, sau ngã ba Giàng thì phần dòng chính sông Mã chiếm tỷ trọng lớn hơn, như vậy có thể thấy nguồn nước phần hạ du, nơi tập trung đông dân cư và có nhu cầu nước lớn cho phát triển kinh tế xã hội, sẽ có xu thế giảm đi. Để minh chứng thêm cho xu thế này, chúng tôi xem xét thêm diễn biến của dòng chảy nhỏ nhất trong chuỗi 35 năm tại trạm Sét Thôn, trạm dưới cùng nhánh chính sông Mã, và trạm Xuân Khánh trên sông Chu (Hình 8) và biến động qua từng năm từ sau 2010 đến nay tại hai trạm này (Hình 8).

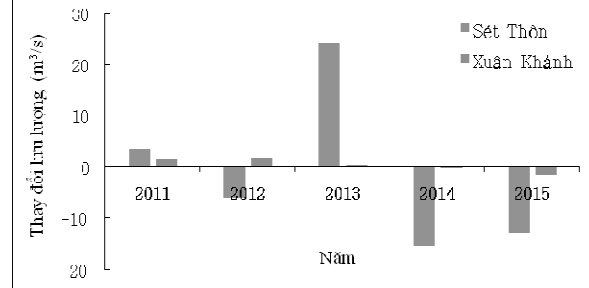


Hình 8. Diễn biến lưu lượng nhỏ nhất từ 1980÷2015 tại Sét Thôn và Xuân Khánh

Từ kết quả phân tích thể hiện trên hai hình này cho thấy lượng dòng chảy nhỏ nhất bên sông Mã có xu hướng giảm đi (trừ năm 2013 có sự tăng đột biến) nhiều hơn so với lượng dòng chảy tăng lên bên sông nhánh sông Chu.

Đặc biệt từ sau năm 2013 thì dòng chảy nhỏ nhất mùa kiệt có xu hướng giảm trên cả hai

nhánh sông. Xét về lượng tăng - giảm lũy tích thì đến năm 2015 so với năm 2010 nhánh sông Mã giảm đi  $6,7 \text{ m}^3/\text{s}$  trong khi nhánh sông Chu chỉ tăng lên  $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Như vậy, tổng lượng dòng chảy nhỏ nhất mùa kiệt sau ngã ba Giàng vẫn giảm đi khoảng  $5,1 \text{ m}^3/\text{s}$ .



Hình 9. Mức độ biến động lưu lượng nhỏ nhất từ 2011÷2015 tại Sét Thôn và Xuân Khánh

## 5. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã thiết lập mô hình thủy lực 1 chiều sử dụng mô hình Mike 11. Kết quả tính toán của mô hình đã mô phỏng tốt chế độ thủy động lực và cho kết quả tính toán trong quá trình hiệu chỉnh và kiểm định phù hợp với các giá trị thực đo. Qua tính toán và phân tích kết quả thủy lực mùa kiệt hạ du sông Mã trong vòng 35 năm từ 1980-2015 cho thấy: Dòng chảy ở hạ du dòng chính sông Mã, sông Chu kiệt nhất rơi vào thời kỳ 1990-2000, trong đó năm dòng chảy đến đặc biệt thấp là năm 1999. Từ năm 2010-2015 với các giá trị dòng chảy mùa kiệt của giai đoạn này không nằm trong những năm có dòng chảy thấp.

Phân tích kết quả tính toán dòng chảy trên 2 nhánh sông Mã và sông Chu cho thấy mặc dù đã có sự điều tiết của hồ Cửa Đạt bên sông Chu nhưng xu thế chung lượng dòng chảy mùa kiệt về ngã ba Giàng vẫn giảm đi, gây khó khăn cho sử dụng nước tại vùng hạ du lưu vực sông Mã.

Kết quả của nghiên cứu này là cơ sở quan trọng cho việc xác định dòng chảy tối thiểu ở hạ du sông Mã, cũng như đề xuất được các giải pháp duy trì dòng chảy này trong các nghiên cứu tiếp theo nhằm quản lý bền vững tài nguyên nước vùng hạ du sông Mã.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Chung, L.N., 2015. *Rà soát quy hoạch thủy lợi lưu vực sông Mã*. Viện Quy hoạch Thủy lợi. 2015.
- Chung, L.N., 2016. *Suy giảm dòng chảy kiệt và những tác động đến việc khai thác sử dụng nguồn nước và môi trường vùng hạ du lưu vực sông Mã*. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. 1- 2016.
- Bricker, J.D. et al., 2015. *On the Need for Larger Manning's Roughness Coefficients in Depth-Integrated Tsunami Inundation Models.* , 57(2), pp.1–13.
- Brunner, G. & Bonner, V., 2010. *HEC River Analysis System (HEC-RAS) Version 4.1* January 2010. , (January), p.411.
- Nwankwoala HO (2014) *Problems and Options of Integrated Water Resources Management in Nigeria: Administrative Constraints and Policy Strategies*. Int Lett Nat Sci 14:12–25. doi: 10.18052/www.scipress.com/ILNS.14.12
- Fulazzaky M (2014) *Challenges of Integrated Water Resources Management in Indonesia*. Water 6:2000–2020. doi: 10.3390/w6072000

### Abstract:

#### APPLICATION OF ONE DIMENSIONAL MODEL FOR LOW STREAM FLOW SIMULATION OF MA RIVER BASIN

*Ma River is a large river system in the North Central region of Vietnam and has great potential for land, water resources, hydropower, forests and marine products. The decrease of low stream flow is one of the hot issues of the basin in recent years, especially under the impact of climate change. This manuscript develops one dimensional model using the Mike 11 model to simulate low stream flow of Ma river from 1980 to 2015. The results of average flow in dry season, 3 months dry season and the driest month in Cam Thuy, Ly Nhan, Set Thon on downstream of Ma river show that the trend of decrease of low flow in downstream of Ma river has occurred from 2010 to 2015. In the period from 2000 to 2009, there was the highest low flow in the calculation period. From 1990 to 2000, Ma river basin has the lowest flow. From 1980 to 1989, the lowest flow was the average value of the entire simulation period.*

**Keywords:** Ma river, Mike 11, Low stream flow in Ma river, Sustainable water resources management.

---

Ngày nhận bài: 19/01/2018

Ngày chấp nhận đăng: 09/3/2018