

XÂY DỰNG MÔ HÌNH DỰ BÁO DÒNG CHẢY KIẾT TRÊN LƯU VỰC SÔNG VU GIA - THU BỒN

BUILDING AN PROTOTYPE FOR PREDICTING LOW STREAM ON VU GIA – THU BON’S RIVER BASIN

Tô Thúy Nga

Trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng; tothuyngadn@gmail.com

Tóm tắt - Trong những năm vừa qua, thành phố Đà Nẵng luôn ở trong tình trạng thiếu nguồn nước cung cấp do hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn (VGTB) đã xảy ra mâu thuẫn về tranh chấp nguồn nước. Nghiên cứu này đã ứng dụng bộ công cụ MIKE NAM và WEAP để dự báo dòng chảy kiệt 10 ngày đến lưu vực sông VGTB. Nhằm nâng cao hiệu quả cấp nước, giảm rủi ro kiệt và làm cơ sở để các hồ chứa vận hành vừa đảm bảo mục tiêu phát điện, cấp nước cho vùng hạ du trong tương lai. Mô hình MIKE NAM đã thiết lập để dự báo dòng chảy đã được hiệu chỉnh và kiểm định với độ tin cậy cho phép để tính toán dòng chảy đến các nút và hồ chứa. Mô hình WEAP tính toán được lượng nước cần và cân bằng nước trên toàn lưu vực VGTB.

Từ khóa - Lưu vực sông; Vu Gia -Thu Bồn; dòng chảy kiệt; MIKE NAM; WEAP

1. Đặt vấn đề

Hệ thống sông VGTB là lưu vực nằm ở sườn Đông của dãy Trường Sơn có diện tích lưu vực: 10.350 km², phía Bắc giáp lưu vực sông Cu Đê, phía Nam giáp lưu vực sông Trà Bồng và Sê San, phía Tây giáp Lào, phía Đông giáp biển Đông là lưu vực sông Tam Kỳ. Lưu vực sông VGTB là hệ thống sông lớn ở vùng duyên hải Trung Trung Bộ chủ yếu thuộc địa phận tỉnh Quảng Nam và TP. Đà Nẵng. Lưu vực sông VGTB là nguồn nước cung cấp quan trọng nhất cho nhu cầu phát triển dân sinh, kinh tế của tỉnh Quảng Nam và TP. Đà Nẵng. Trong những năm gần đây do biến đổi khí hậu, nền nhiệt độ nóng lên, mưa phân bố bất lợi, công trình thủy điện ngày một nhiều, cách sử dụng nước ở hạ lưu lưu vực VGTB, thay đổi thảm phủ đã gây nên các đợt hạn hán nghiêm trọng kéo dài cả tháng hoặc nhiều tháng liên tục, có nơi hạn hán kéo dài cả năm hoặc vài năm liên tiếp. Nhìn chung, hạn hán, thiếu nước ngày càng gia tăng thường xuyên, tác hại của nó đối với các ngành kinh tế quốc dân, đặc biệt là sản xuất nông, lâm, ngư, nghiệp và môi trường sinh thái ngày càng lớn.

Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực VGTB đã được ban hành theo quyết định số 1537/QĐ- TTg ngày 07/09/2015 nhằm khai thác tối đa lợi ích cấp nước, hạn chế rủi ro do thiếu nước. Để giúp cho việc vận hành hồ chứa mùa kiệt theo quy trình hiệu quả, cần phải dự báo dòng chảy kiệt hạn vừa, đặc biệt là thời đoạn 10 ngày sẽ giúp cho người quản lý có thể đưa ra phương án vận hành hồ hợp lý.

Hiện đã có nhiều nghiên cứu về dòng chảy lũ, kiệt cho các lưu vực, ví dụ bài đề cập đến dòng chảy lũ lưu vực sông VGTB [2], cho lưu vực sông Ba [4], lưu vực hồ Krong Hnăng [5]; dự báo dòng chảy kiệt 10 ngày cho lưu vực hồ cửa Đạt [1]. Ngoài ra đã có nghiên cứu áp dụng mô hình WEAP tính toán cân bằng nước cho lưu vực sông Vệ [3]. Tuy nhiên, hiện nay vẫn chưa có một nghiên cứu nào dự

Abstract - Over the last years, Danang city has been facing a serious water shortage due to conflicts of interest among agencies using water in the Vu Gia -Thu Bon River basin. In this paper, the 10-day low flow in Vu Gia -Thu Bon river basin is predicted using MIKE NAM and WEAP applications. This research is expected to improve the efficiency of water supply, reduce drought risk and serve as a basis for the operation of the reservoirs to ensure the goal of generating electricity as well as supplying water to the downstream areas in the future. MIKE NAM model, calibrated and validated with allowed reliability, is established to calculate the flows to nodes and reservoirs. WEAP model is used to calculate water balance in Vu Gia - Thu Bon river area.

Key words - river's basin; Vu Gia -Thu Bon; low stream; MIKE NAM; WEAP

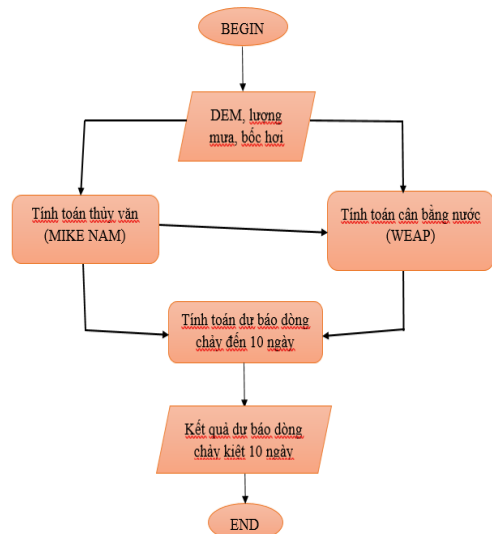
báo dòng chảy kiệt cho hạn vừa có xét đến vận hành hồ chứa xả nước. Vì vậy, việc nghiên cứu dự báo dòng chảy kiệt 10 ngày đến lưu vực có xét đến ảnh hưởng do vận hành các hồ chứa là rất cần thiết. Đây cũng là mục tiêu nghiên cứu của bài báo này.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Cách tiếp cận

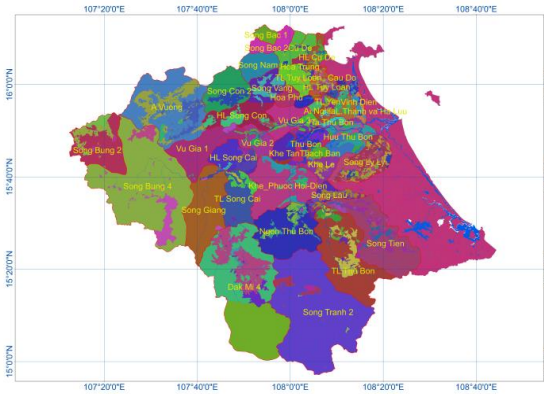
Nghiên cứu sử dụng số liệu khí tượng thủy văn và số liệu địa hình, sau đó xây dựng công cụ ứng dụng mô hình MIKE NAM và WEAP để tính toán dự báo dòng chảy đến 10 ngày. Và trên cơ sở đó đưa ra kết quả dự báo dòng chảy kiệt 10 ngày.

Sơ đồ cách tiếp cận bài báo xây dựng mô hình dự báo dòng chảy kiệt 10 ngày trên lưu vực sông VGTB:



Hình 1. Sơ đồ tính toán dự báo dòng chảy kiệt 10 ngày cho lưu vực VGTB

Tài liệu phục vụ nghiên cứu bao gồm: Bản đồ địa hình lưu vực sông VGTB, dùng để phân chia lưu vực. Tài liệu về khí tượng thủy văn, thổ nhưỡng, về các công trình khai thác nguồn nước trên lưu vực.



Hình 2. Sơ đồ lưu vực sông VGTB

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp thu thập số liệu: Thu thập bổ sung, xử lý số liệu thực đo Khí tượng thủy văn.

Phương pháp phân tích, thống kê: Phân tích xử lý số liệu.

Phương pháp ứng dụng mô hình toán: Dựa trên khả năng ứng dụng và sự phổ cập của các mô hình, trong nghiên cứu này tác giả đề xuất sử dụng bộ mô hình MIKE NAM và mô hình WEAP.

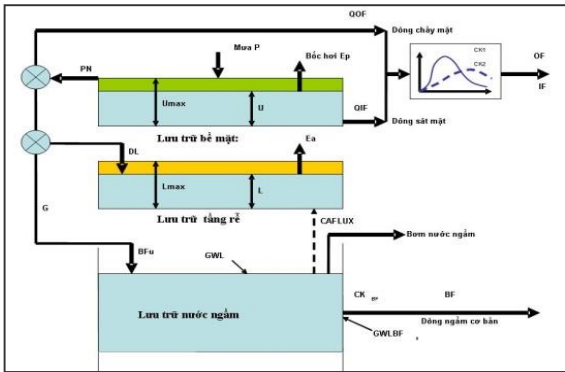
Thu thập, kiểm tra độ chính xác, loại bỏ số liệu không phù hợp, gồm số liệu bốc hơi ngày của trạm khí tượng Trà My và lượng mưa ngày của Thành Mỹ, Khâm Đức, Tiên Phước, Trà My, Hiệp Đức, Nông Sơn. Nghiên cứu đã sử dụng kết hợp mô hình tính toán thủy văn MIKE NAM để tính toán lưu lượng đến các nút hồ chứa và các nút nhập lưu; và mô hình WEAP để tính toán cân bằng nước thời đoạn tháng với 2 bộ thông số điều chỉnh đến 10 ngày.

3. Thiết lập mô hình tính toán dòng chảy đến 10 ngày

3.1. Áp dụng mô hình NAM

3.1.1. Giới thiệu mô hình NAM

NAM là từ viết tắt của tiếng Đan Mạch “Nedbor – Afstromnings – Model”, có nghĩa là mô hình giáng thủy – dòng chảy mặt. Mô hình này đầu tiên do Khoa Tài Nguyên nước và Thủy lợi của Trường Đại học Đan Mạch xây dựng.



Hình 3. Cấu trúc mô hình NAM

Mô hình thủy động lực MIKE 11, mô hình NAM đã được tích hợp như là một mô đun tính quá trình dòng chảy

từ mưa => mô hình MIKE-NAM.

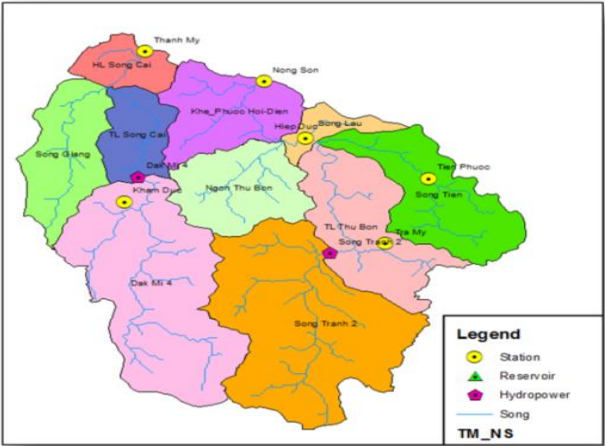
NAM = Giáng thủy – Dòng chảy mặt – Mô hình

Cấu trúc của mô hình NAM:

Mô hình NAM được xây dựng trên nguyên tắc xếp 5 bể chứa theo chiều thẳng đứng và 2 bể chứa tuyến tính nằm ngang như Hình 3.

3.1.2. Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình NAM cho lưu vực sông VGTB

Để mô phỏng dòng chảy sinh ra do mưa tại các tiểu lưu vực, bài báo sử dụng mô hình MIKE-NAM để mô phỏng dòng chảy. Các tiểu lưu vực được phân chia như Hình 4.



Hình 4. Lưu vực thượng nguồn sông VGTB

Bảng 1. Diện tích các tiểu lưu vực (km²)

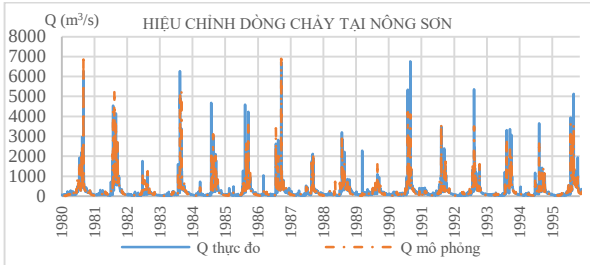
Tiểu lưu vực Vu Gia	Diện tích F (km ²)	Trạm đo mưa dùng để tính toán
Đak Mi 4	1125	Khâm Đức
Song Giang	413	0,75 Khâm Đức + 0,25 Thành Mỹ
TL Song Cai	241	0,75 Khâm Đức + 0,25 Thành Mỹ
HL Song Cai	173	Thành Mỹ
Song Tranh 2	1180	Trà My
TL Thu Bon	578	0,5Trà My+0,5Hiệp Đức
Ngon Thu Bon	421	0,6Hiệp Đức+0,4 Trà Mỹ
Song Tien	537	Tiên Phước
Song Lau	112	Hiệp Đức
Khe_Phuoc Hoi-Dien	418	Nông Sơn

Số liệu khí tượng thủy văn sử dụng trong mô hình là:

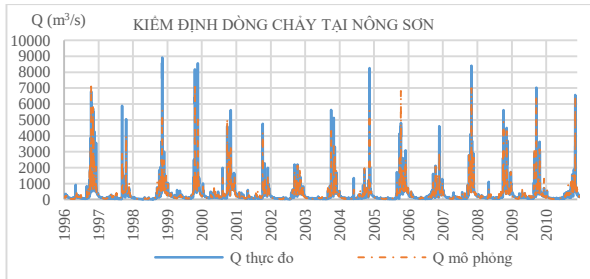
- Khí tượng: Trên lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn có nhiều trạm đo mưa và bốc hơi như: Hiên, Thành Mỹ, Nông Sơn, Hiệp Đức, Khâm Đức, Trà My... Dữ liệu đo của các trạm đều dài hơn thời kỳ tính toán 1980÷1999.

- Thủy Văn: Về số liệu đo thủy văn thì hiện tại có 2 trạm chính là Thành Mỹ và Nông Sơn là có số liệu về dòng chảy có thể dùng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình tính toán.

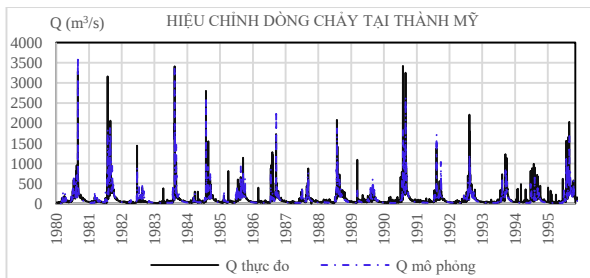
Bộ thông số mô hình MIKE-NAM mô phỏng dòng chảy dùng để mô phỏng cho các tiểu lưu vực đều được xác định qua 2 bước là hiệu chỉnh và kiểm định. Kết quả mô phỏng được thể hiện ở Hình 5, 6, 7, 8.



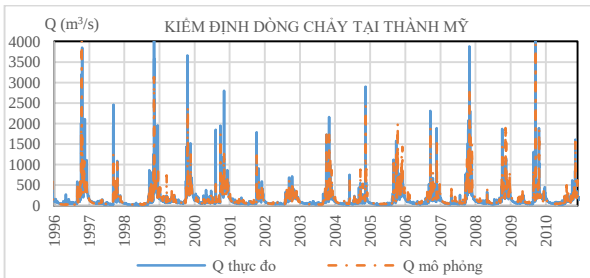
Hình 5. Hiệu chỉnh mô hình Nam tại Nông Sơn (1980-1995)



Hình 6. Kiểm định mô hình Nam tại Nông Sơn (1996-2010)



Hình 7. Hiệu chỉnh mô hình Nam tại Thành Mỹ (1980-1995)



Hình 8. Kiểm định mô hình Nam tại Thành Mỹ (1996-2010)

Bảng 2. Kết quả hệ số NASH

Trạm	Hiệu chỉnh (1981-1995)		Kiểm định (1996-2010)	
	NSE	R	NSE	R
Nông Sơn	0,87	0,94	0,87	0,94
Thành Mỹ	0,65	0,83	0,70	0,83

Nhận xét: Từ kết quả ta thấy, tương quan giữa mưa và dòng chảy ở các tiểu lưu vực là tương đối chặt chẽ thể hiện qua hệ số NASH đều lớn hơn 0,65. Vậy phần hiệu chỉnh và kiểm định mô hình hoàn toàn có thể sử dụng được trong công tác dự báo, tuy nhiên đó chưa phải bộ thông số tối ưu nhất, qua thực tế còn phải tiếp tục hiệu chỉnh.

3.2. Áp dụng mô hình WEAP

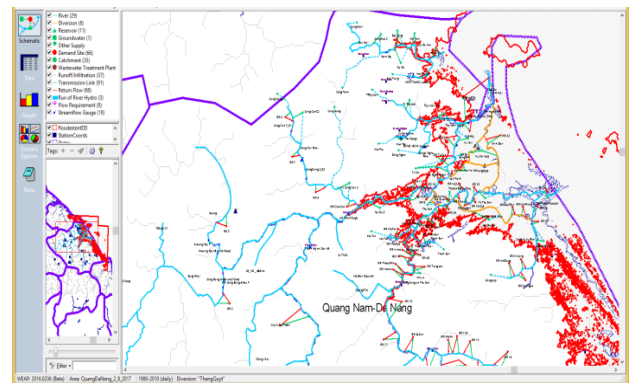
3.2.1. Giới thiệu mô hình WEAP

WEAP (The Water Evaluation and Planning System) - Hệ thống đánh giá và quản lý nguồn nước, là sản phẩm được Viện Nghiên cứu Môi trường Stockholm có trụ sở ở

Boston (Mỹ) (SEL - Boston: Stockholm Environment Institute - Boston) nghiên cứu và phát triển. Phần mềm WEAP tính toán nhu cầu nước dựa trên nguyên lý cơ bản của tính toán cân bằng nước. Thành phần cung cấp nước bao gồm dòng chảy mặt, nước ngầm, các hồ chứa hay từ các lưu vực khác. Thành phần sử dụng nước các khu đô thị, khu công nghiệp, thương mại dịch vụ, bảo vệ môi trường và các khu tưới cho nông nghiệp... có tính đến các điều kiện thực tế như tái sử dụng nước, dòng chảy môi trường, năng suất máy móc, chi phí và các phương án phân phối ưu tiên và sử dụng tài nguyên nước.

Mô hình thuộc kiểu mô hình mạng lưới, trong đó sông và các nhánh hợp lưu chính được biểu diễn bằng liên kết giữa các nhánh và các nút. Các nhánh được thể hiện bằng các đoạn sông riêng biệt. Các nút thể hiện các hợp lưu hoặc các vị trí mà tại đó các hoạt động liên quan đến phát triển nguồn nước có thể diễn ra như: điểm nhận dòng chảy hồi quy từ các khu tưới, hoặc là điểm hợp lưu giữa hai hoặc nhiều sông, suối hoặc tại các vị trí quan trọng cần có kết quả của mô hình (Hình 9).

WEAP bao gồm 5 thành phần (khung làm việc) chính: Sơ đồ tính (Schematic), Dữ liệu (Data), Kết quả (Results), Các kịch bản (Scenario Explorer) và Ghi chú (Notes).



Hình 9. Sơ đồ lưu vực thiết lập cho VGTB hiện trạng

Dùng số liệu dòng chảy và sử dụng nước trong giai đoạn từ ngày 1/4 đến ngày 31/8 năm 2009 để kiểm định mô hình WEAP tại Ái Nghĩa cho thấy hệ số Nash và tương quan Bảng 3 đạt độ tin cậy ở mức độ khá

Bảng 3. Hệ số NASH và tương quan khi kiểm định tại Ái Nghĩa

Trạm	Kiểm định (1/4/2009-31/8/2009)	
	Nash	R ²
Ái Nghĩa	0,67	0,82

Nhận xét: Với kết quả này có thể đảm bảo độ tin cậy để tính toán dòng chảy đến trạm Ái Nghĩa trong tương lai.

3.3. Dự báo thử nghiệm lưu lượng dòng chảy về hồ chứa sông Tranh 2

Dự báo dòng chảy thời hạn 10 ngày mùa cạn đến các hồ chứa Sông Tranh 2 là một trong những nhiệm vụ quan trọng. Người làm dự báo phải tuân thủ theo đúng quy trình kỹ thuật dự báo đảm bảo dự báo nhanh chóng, kịp thời, độ chính xác cao phục vụ tốt cho công tác vận hành hồ chứa.

Khi thực hiện dự báo dòng chảy 10 ngày phải thực hiện đầy đủ các bước sau:

- Thu thập và xử lý số liệu;

- Theo dõi các yếu tố dự báo;
- Phân tích dữ liệu;
- Thực hiện vận hành mô hình MIKE-NAM;
- Hiệu chỉnh kết quả dự báo;
- Phân tích lựa chọn kết quả dự báo.

Bảng 4, 5 là bản tin định lượng mưa 10 ngày trên lưu vực sông VGTB với hai thời đoạn từ ngày 05-14/4/2018 và ngày 15-24/4/2018 (trích nguồn từ Viện Quy Hoạch Thủy Lợi [6])

Bảng 4. Bản tin định lượng mưa 10 ngày, từ ngày 5-14/04/2018

TIME	Thành Mỹ	Nông Sơn	Giao Thủy	Ái Nghĩa	Trà My	Khâm Đức	Tiên Phước	Hội Khách	Hien
0h/05	0,04	0,09	0,04	0,03	0	0	0	0,06	0
6h/05	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0
12h/05	0,27	0	0	0	0,05	0,06	0	0,17	0,91
18h/05	0,13	0,22	0,27	0,23	0,08	0,17	0	0,17	0,4
0h/06	0,08	0,22	0,26	0,22	0,01	0	0	0,14	0
6h/06	0,04	0,1	0,09	0,08	0	0	0	0,07	0
12h/06	3,21	3,57	2,23	2,04	1,59	0,9	1,55	3,28	1,63
18h/06	4,32	4,52	2,77	2,62	3,5	3,79	3,73	4,16	3,07
0h/07	6,63	11	13,9	13,7	7,88	4,62	11,98	9,38	4,92
6h/07	6,93	7,68	5,01	4,76	11,2	8,36	10,7	6,34	4,75
12h/07	6,85	9,1	9,31	9,69	19,9	3,01	12,99	9,27	8,43
18h/07	9,45	11,3	7,02	6,19	20,8	4,16	15,57	8,63	4,58
0h/08	2,79	7,07	7,59	6,82	4,81	0,89	13,41	4,72	1,6
6h/08	1,99	2,62	3,48	3,33	2,61	0,97	6,68	2,63	2,93
12h/08	2,16	2,95	3,94	3,81	1,64	0,59	3,59	2,86	1,97
18h/08	1,35	1,79	2,07	2,12	0,78	0,34	1,84	2,06	1,75
0h/09	0,52	0,87	1,26	1,28	0,27	0,02	0,85	0,87	0,54
6h/09	0,2	0,5	0,96	0,99	0,22	0	0,63	0,51	0,26
12h/09	0,31	0,53	0,45	0,44	0,92	0,26	0,58	0,52	0,71
18/09	0,34	0,57	0,44	0,37	0,2	0,3	0,26	0,44	0,25

Bảng 5. Bản tin định lượng mưa 10 ngày, từ ngày 15-24/04/2018

TIME	Thành Mỹ	Nông Sơn	Giao Thủy	Ái Nghĩa	Trà My	Khâm Đức	Tiên Phước	Hội Khách	Hien
0h/15	0	0	0,01	0,02	0	0	0	0,01	0
6h/15	0,01	0	0,05	0,07	0	0	0	0,05	0,02
12h/15	0,43	0,13	0,21	0,26	0,12	0,07	0,11	0,78	5,85
18h/15	1,68	1,82	1,8	1,65	1,3	0,61	2,53	1,67	1,4
0h/16	0,18	0,46	1,01	1,04	0,11	0	0,53	0,44	0,22
6h/16	0,81	0,72	2,35	2,91	0,17	0	0,64	2,44	4,18
12h/16	4,62	7,52	5,67	5,9	2,66	0,93	1,48	8,77	11,7
18h/16	3,73	5,82	6,25	6,33	2,01	1,08	3,03	6,52	6,89
0h/17	0,54	1,02	1,69	1,73	0,12	0,14	0,52	0,95	0,32
6h/17	0,98	0,42	1,18	1,42	0,07	0,01	0,32	1,83	5,85
12h/17	20,6	9,56	5,76	5,91	6,78	16,32	2,16	16,33	34,6
18h/17	0,78	1,7	1,89	1,9	2,78	0,13	4,14	1,65	2,19
0h/18	0,02	0,13	0,76	0,8	0	0	0,23	0,11	0,05
6h/18	1,69	1,77	2,63	3,14	1,77	0,88	1,32	3,33	4,6
12h/18	9,3	10,13	6,12	6,07	14,1	5,55	12,03	10,3	13,1
18h/18	0,53	0,82	0,87	0,84	1,22	0,2	2,45	0,71	0,37
0h/19	0,04	0,1	0,11	0,11	0,01	0,06	0	0,08	0,03
6h/19	0,66	0,02	0,49	0,75	2,12	0,75	0,6	1,8	8,43
12h/19	13,09	14,6	13,3	15,9	25,1	7,71	20,06	20,11	21,4
18h/19	4,05	4,21	12	14,9	1,02	0,66	1,21	11,1	3,84

Tại thời điểm bắt đầu dự báo, dựa vào lượng mưa và quá trình dòng chảy tại các thời đoạn trước tiến hành dự báo dòng chảy về hồ 10 ngày sau. Trong 10 ngày sau đó mưa trên toàn lưu vực là mưa dự báo. Sau khi đã có giá trị lưu lượng dự báo đầu tiên, tại thời điểm 10 ngày tiếp theo, khi đã biết lượng mưa xảy ra ở thời đoạn trước, tiếp tục dự báo lưu lượng cho 10 ngày sau theo bước trên và tiếp tục thực hiện như vậy cho đến khi hết dự báo.

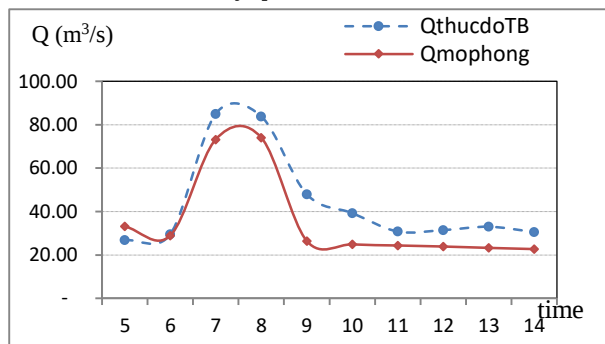
Từ việc kiểm định mô hình qua các năm, chọn ra bộ thông số, sử dụng cho việc dự báo thử nghiệm.

Thời gian sử dụng dự báo thử nghiệm là tháng 4 năm 2018 chia làm hai thời đoạn mỗi thời đoạn 10 ngày, thời đoạn thứ nhất từ ngày 05/4 đến 14/4/2018, thời đoạn thứ hai từ ngày 15/4 đến 24/4/2018,.

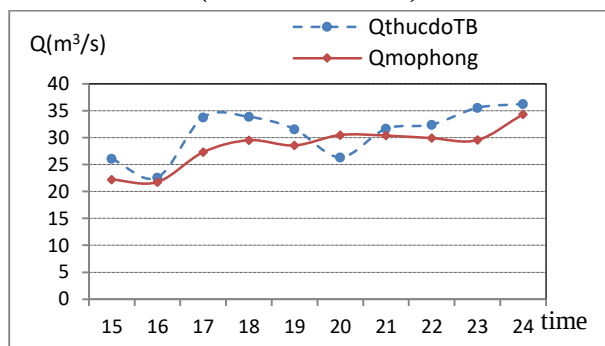
Để dự báo thử nghiệm cho mỗi thời đoạn, sử dụng số liệu mưa thực đo của ngày trước đó để đảm bảo tính ổn định của mô hình.

Căn cứ vào lượng mưa dự báo tại các trạm và số liệu bốc hơi trung bình ngày trung bình nhiều năm của trạm Khí tượng Tam kỳ để tiến hành dự báo các thời đoạn.

Kết quả dự báo thử nghiệm dòng chảy đến hồ Sông Tranh 2 được trình bày qua Hình 10 và 11.



Hình 10. Lưu lượng thực đo và tính toán tại hồ Sông Tranh 2 (5/4/2018 - 14/4/2018).

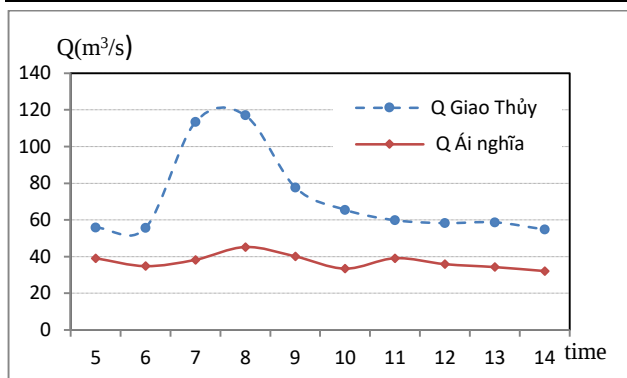


Hình 11. Lưu lượng thực đo và tính toán tại hồ Sông Tranh 2 (15/4/2018 - 24/4/2018).

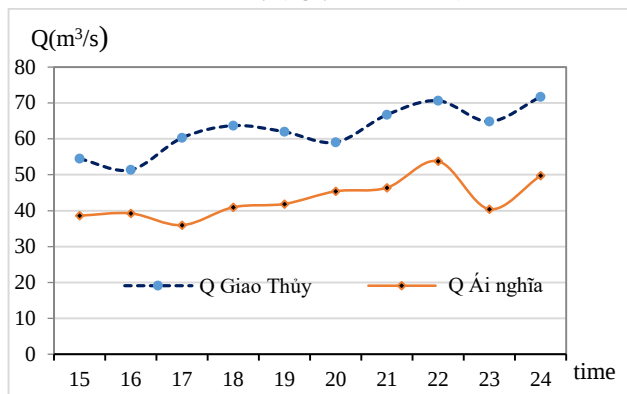
Nhận xét: Từ kết quả dự báo thử nghiệm Hình 10 và 11, cho thấy:

- Quá trình lưu lượng dự báo và thực đo tại sông Tranh tương đối đồng dạng. Sai số dự báo nhỏ cho thấy dự báo khá tin cậy.

- Bộ thông số đã tìm được ở phần hiệu chỉnh và kiểm định mô hình hoàn toàn có thể sử dụng được trong công tác dự báo. Tuy nhiên, đồ chưa phải bộ thông số tối ưu nhất, qua thực tế còn phải tiếp tục hiệu chỉnh.



Hình 12. Kết quả dự báo dòng chảy đến các nút Ái Nghĩa và Giao Thủy (ngày 5-14/4/2018)



Hình 13. Kết quả dự báo dòng chảy đến các nút Ái Nghĩa và Giao Thủy (ngày 15-24/4/2018)

Nhận xét: Mô hình cân bằng nước vận hành hồ chứa có khả năng mô phỏng dòng chảy xả ra từ hồ sông Tranh 2 theo quy trình đã được ban hành. Mặc dù, còn thiếu số liệu đo đạc khí tượng - thủy văn trên lưu vực, nhưng kết quả dự báo thử nghiệm cho thấy dòng chảy 10 ngày dự báo khá phù hợp.

4. Kết luận và kiến nghị

4.1. Kết luận

Nghiên cứu đã thiết lập được mô hình MIKE NAM để tính toán dòng chảy đến các nút, hồ chứa và mô hình WEAP tính toán được lượng nước cần và cân bằng nước trên toàn lưu vực VGTB.

Nghiên cứu đã tích hợp bộ thông số mô hình cho kết quả khá phù hợp.

Nghiên cứu đã dự báo thử nghiệm 10 ngày của 2 thời

đoạn (từ ngày 5-14/4/2018 và từ ngày 15-24/4/2018) trên lưu vực VGTB. Kết quả dự báo tại thủy điện Sông Tranh 2, ở Ái Nghĩa và Giao Thủy cho thấy sự hiệu quả của mô hình dự báo, từ đây có thể áp dụng mô hình để mô phỏng dự báo dòng chảy làm cơ sở ra quyết định vận hành theo quy trình liên hành hồ chứa trên lưu vực VGTB.

4.2. Kiến nghị

Số liệu lưu lượng thực đo các trạm chưa đầy đủ nên việc hiệu chỉnh và kiểm định để tìm ra bộ thông số có độ tin cậy chưa cao. Vì vậy cần bổ sung các trạm đo mưa trên lưu vực và trạm đo lưu lượng trên sông ở hạ lưu để làm cơ sở điều chỉnh bộ thông số mô hình tin cậy hơn có thể phục vụ cho vận hành thực tế các công trình khai thác nguồn nước hiệu quả.

Để kết quả dự báo tốt hơn cần có các số liệu khí tượng tin cậy từ các cơ quan chuyên ngành làm dữ liệu đầu vào. Các nghiên cứu sau này cần phải sử dụng thêm kết quả dự báo mưa, bốc hơi từ các mô hình khí tượng, kết hợp với việc xem xét nhu cầu điện lượng trên toàn hệ thống.

Nghiên cứu này có thể sử dụng cho bài toán vận hành liên hồ thủy điện trên lưu vực.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng trong đề tài mã số: B2017-ĐN02-29.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Vũ Ngọc Dương, Ngô Lê An, Nguyễn Mai Đăng, “Nghiên cứu dự báo dòng chảy 10 ngày đến hồ Cửa Đạt phục vụ vận hành hồ chứa hợp lý”, *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, Số 54, Trường Đại học Thủy Lợi - Hà Nội, 9/2016, trang 96-100.
- [2] Ngô Lê An, Nguyễn Ngọc Hoa, “Nghiên cứu dự báo dòng chảy lũ lưu vực Vu Gia-Thu Bồn”, *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, Số 43, Trường Đại học Thủy Lợi - Hà Nội, 12/2013, trang 118-124.
- [3] Nguyễn Ngọc Hà, Nghiên cứu áp dụng mô hình WEAP tính toán cân bằng nước lưu vực sông Vệ, *Luận văn thạc sỹ Khoa học*, Khoa Khí tượng - Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, 2012.
- [4] Nguyễn Hữu Khải, Bùi Văn Chiến, “Ứng dụng mô hình MIKE NAM diễn toán qua trình lũ đến các hồ chứa sông Ba”, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* 26, Số 3S, 2010, trang 384-389.
- [5] Nguyễn Phương Nam, Ứng dụng mô hình thủy văn MIKE NAM dự báo dòng chảy lũ về hồ chứa thủy điện Krông Năng, *Luận văn thạc sỹ Khoa học*, Đại học Đà Nẵng, 2013.
- [6] Viện Quy hoạch Thủy lợi, Quy hoạch Thủy lợi tỉnh Quảng Nam đến năm 2025 và định hướng đến năm 2030, *Báo cáo tổng hợp*, 2017.

(BBT nhận bài: 24/9/2019, hoàn tất thủ tục phản biện: 25/11/2019)