

Khôi phục số liệu dòng chảy tỉnh Khánh Hòa bằng mô hình NAM

Đặng Đình Đức*, Đặng Đình Khá, Trần Ngọc Anh,
Nguyễn Thanh Sơn, Nguyễn Phương Nhung

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 15 tháng 7 năm 2012

Tóm tắt. Số liệu dòng chảy là cực kì quan trọng trong việc tính toán cân bằng nước, là cơ sở để xây dựng các công trình trữ nước, vận hành các công trình thủy lợi... Tuy nhiên, cũng giống như nhiều địa phương khác, các lưu vực sông thuộc tỉnh Khánh Hòa có nguồn số liệu dòng chảy đo đạc rất hạn chế. Toàn tỉnh chỉ có duy nhất trạm thủy văn Đồng Trăng có số liệu dòng chảy đo đạc (từ năm 1983 tới nay), trong khi đó số trạm đo mưa trong tỉnh tương đối đầy đủ và đồng bộ từ năm 1977 tới nay. Bài toán đặt ra là cần phải khôi phục số liệu dòng chảy từ tài liệu đo mưa. Tác giả đã sử dụng phương pháp mô hình toán, cụ thể là ứng dụng mô hình NAM để khôi phục số liệu dòng chảy các lưu vực sông thuộc tỉnh Khánh Hòa. Bài báo đã thực hiện tính toán, khôi phục dòng chảy cho 18 tiểu lưu vực trên địa bàn tỉnh. Kết quả này sẽ được sử dụng trong những nghiên cứu tiếp theo.

Từ khóa: dòng chảy, Khánh Hòa, mô hình NAM.

1. Mở đầu

Nước có vai trò không thể thay thế trong toàn bộ sự sống trên Trái Đất, hơn hết, đây là một tài nguyên gắn bó mật thiết với cuộc sống của con người. Bài toán quy hoạch, khai thác, sử dụng hợp lý tài nguyên nước đã được đặt ra từ lâu, và số liệu dòng chảy là đầu vào quan trọng. Để có được số liệu này, theo phương pháp truyền thống chúng ta phải tiến hành đo đạc, đây là công việc hết sức tốn kém, mất nhiều thời gian và công sức. Do vậy, số lượng các trạm đo dòng chảy ở Việt Nam nói chung,

tỉnh Khánh Hòa nói riêng là rất hạn chế. Từ lâu, các nhà khoa học đã cố gắng nghiên cứu mối liên hệ mưa-dòng chảy, để từ đó khôi phục số liệu dòng chảy, phục vụ cho nhiều lợi ích dân sinh, kinh tế. Các mô hình toán thủy văn ra đời, ngày càng mô phỏng tốt quá trình hình thành dòng chảy từ mưa, mô hình NAM là một trong số đó. Mô hình được viết và phát triển bởi Viện thủy lực Đan Mạch (DHI), hiện đang được sử dụng rộng rãi, và chứng minh hiệu quả trên nhiều lưu vực. Mô hình NAM được viết tích hợp trong bộ mô hình MIKE, kết quả của nó có thể sử dụng trực tiếp cho mô hình cân bằng nước hệ thống MIKE BASIN và các mô hình thủy động lực khác như MIKE 11, MIKE 21...

* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-973758049.
E-mail: dangduc.hus@gmail.com

Toàn tỉnh Khánh Hòa chỉ có một trạm đo lưu lượng với chuỗi số liệu dài là trạm Đồng Trăng (1983-nay). Bài báo tiến hành thiết lập mô hình, hiệu chỉnh và kiểm định với chuỗi số liệu thực đo tại trạm Đồng Trăng (sông Cái Nha Trang). Bộ thông số của mô hình sau hiệu chỉnh, kiểm định sẽ được sử dụng để khôi phục số liệu dòng chảy trên các tiểu lưu vực sông thuộc địa bàn tỉnh.

2. Khu vực nghiên cứu

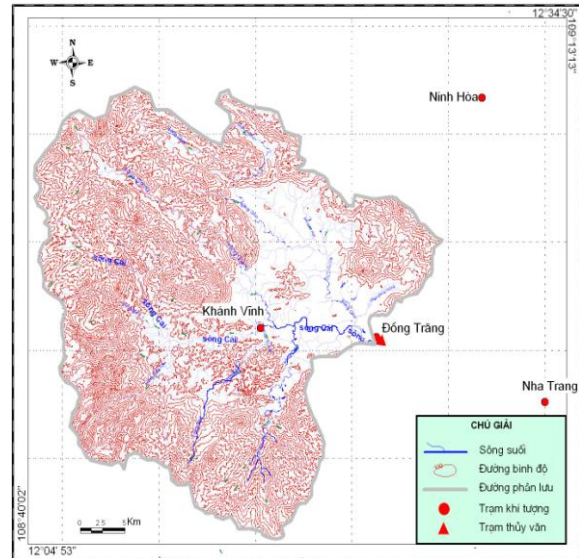
- Khánh Hòa có diện tích tự nhiên là 5.218 km². Phần đất liền của tỉnh nằm kéo dài từ tọa độ địa lý 12°52'15" đến 11°42'50" vĩ độ Bắc và từ 108°40'33" đến 109°27'55" kinh độ Đông [1-3].

- Địa hình toàn tỉnh chia thành các dạng cơ bản như sau: Vùng núi và bán sơn địa, Vùng đồng bằng ven biển và Vùng thềm lục địa.

- Khánh Hòa nằm trong khu vực khí hậu nhiệt đới gió mùa, tuy nhiên có những nét biến dạng khá độc đáo: khí hậu tương đối ôn hòa, mang tính chất của khí hậu đại dương, có 2 mùa rõ rệt là mùa mưa và mùa nắng. Mùa mưa ngắn, từ khoảng giữa tháng IX đến giữa tháng XII dương lịch, lượng mưa tập trung vào tháng X và tháng XI, chiếm trên 50% lượng mưa trong năm. Nhiệt độ trung bình hàng năm của Khánh Hòa khoảng 26,7 °C.[1].

- Sông ngòi ở Khánh Hòa ngắn và dốc, mạng lưới sông phân bố khá dày với mật độ lưới sông khoảng 0.6~1.0 km/km². Hai lưu vực sông lớn nhất tỉnh là Sông Cái và sông Dinh [4].

- Trạm Đồng Trăng là trạm thủy văn đo lưu lượng duy nhất trong tỉnh có chuỗi quan trắc tương đối dài (1983-nay) thuộc lưu vực sông Cái Nha Trang. Đây là trạm được lựa chọn để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Việc xác định diện tích lưu vực sông Cái tính đến trạm Đồng Trăng dựa vào bản đồ nền địa hình tỉ lệ 1:25.000 và tham khảo một số tài liệu khác [5, 6] (hình 1).



Hình 1. Lưu vực sông Cái tính đến trạm Đồng Trăng.

3. Giới thiệu mô hình NAM

Mô hình NAM là mô hình thủy văn của viện thủy lực Đan Mạch (DHI), được tích hợp như một modul trong mô hình MIKE 11. Đây là một mô hình tất định, tập trung và cho ước lượng mưa – dòng chảy dựa theo các cấu trúc bán kinh nghiệm. Yêu cầu số liệu đầu vào của mô hình NAM khá đơn giản, bao gồm: giáng thủy, bốc hơi, nhiệt độ (nếu sử dụng modul tuyết), diện tích lưu vực và các thông số của mô hình.

Cấu trúc mô hình NAM cơ bản gồm 5 bể chứa theo chiều thẳng đứng với 9 thông số quan trọng [7]. Điểm mạnh của NAM là giao diện khá trực quan, tính toán nhanh chóng, linh hoạt, thuận tiện. Trong mô hình đã tích hợp sẵn chức năng tính mưa bình quân lưu vực bằng phương pháp đa giác Thiessen và công cụ dò tìm tối ưu, tự động xác định bộ thông số của mô hình dựa trên 1-4 hàm mục tiêu [7]. Tuy việc dò tìm thông số tự động còn hạn chế như hay rơi vào miền cực trị địa phương, nhưng đây cũng là một chức năng khá thú vị, hỗ trợ đắc lực cho người sử dụng.

Các tài liệu về mô hình NAM khá phổ biến, có thể dễ dàng tìm được trong bộ cài đặt của chương trình, hoặc trong các tài liệu: [8, 9].

4. Tình hình số liệu

Các trạm đo mưa phần lớn được thành lập và tiến hành quan trắc, số liệu quan trắc thu được chủ yếu từ năm 1977 tới nay. Số lượng trạm đo tương đối đầy đủ, tuy nhiên một số khu vực có khí hậu khác biệt như Khánh Sơn hiện tại vẫn chưa có trạm đo. Mạng lưới trạm thủy văn thưa, cả tỉnh chỉ có duy nhất trạm thủy văn Đồng Trăng là có số liệu lưu lượng (bảng 1).

Trên toàn tỉnh Khánh Hòa hiện có:

- 6 trạm khí tượng cơ bản đang hoạt động là: Ninh Hòa, Đồng Trăng, Khánh Vĩnh, Nha Trang, Hòn Khói và Cam Ranh có tài liệu từ năm 1977. Các trạm này quan trắc đầy đủ các yếu tố khí tượng cơ bản.

-1 Trạm đo lưu lượng là trạm Đồng Trăng, quan trắc từ năm 1983 – nay

Bảng 1. Tình hình số liệu khí tượng thủy văn thu thập trên địa bàn tỉnh Khánh Hòa

Tên trạm	Vị trí đặt trạm		Tình hình tài liệu thu thập		Ghi chú
	Kinh độ	Vĩ độ	Loại tài liệu	Thời kỳ quan trắc	
Ninh Hòa	109° 08'	12° 30'	H, X	1977-nay	
Hòn Khói			X	1977-nay	
Nha Trang	109° 12'	12° 13'	X, E	1977-nay	
Khánh Vĩnh	108°54'	12° 17'	X	1977-nay	
Cam Ranh	109°09'	11°55'	X	1977-nay	
Đồng Trăng	109° 2'	12° 17'	Q, X	1977-nay	Q có từ 1983-nay

5. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

a) Hiệu chỉnh mô hình

Hiệu chỉnh mô hình là công việc rất quan trọng trong việc xây dựng và áp dụng mô hình toán. Các phương án để hiệu chỉnh mô hình bao gồm phương pháp thử sai và phương pháp tối ưu. Phương pháp thử sai chủ yếu là phương pháp dò tìm bằng cách thay giá trị của các thông số để tìm ra bộ thông số thích hợp nhất.

Dữ liệu đầu vào

- Số liệu mưa ngày đo được tại các trạm Đồng Trăng, Nha Trang, Khánh Vĩnh, Ninh Hòa từ ngày 1/I/1983 đến ngày 31/XII/1995.

- Số liệu bốc hơi ngày đo được tại trạm Nha Trang từ ngày 1/I/1983 đến ngày 31/XII/1995.

- Số liệu lưu lượng ngày đo được tại trạm Đồng Trăng từ ngày 1/I/1983 đến ngày 31/XII/1995.

Trọng số các trạm mưa được tính theo phương pháp đa giác Thiessen (bảng 2).

Bảng 2. Trọng số các trạm mưa được tính theo phương pháp đa giác Thiessen

F_{iv}	Tên trạm	Trọng Số
	Đồng Trăng	0.183
1244	Khánh Vĩnh	0.862
km2	Nha Trang	0.000
	Ninh Hòa	0.000

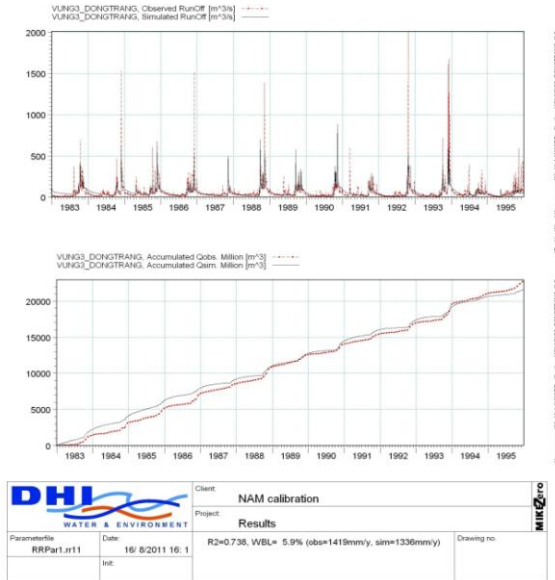
Kết quả hiệu chỉnh

Kết quả hiệu chỉnh đã thu được bộ thông số như sau:

$U_{max} = 15$; $L_{max} = 224$; $CQOF = 0.639$; $CKIF = 466.3$; $CK1 = 20.2$; $CK2 = 28$; $TOF = 0.295$; $TIF = 0.716$; $TG = 0.017$; $CKBF = 1291$.

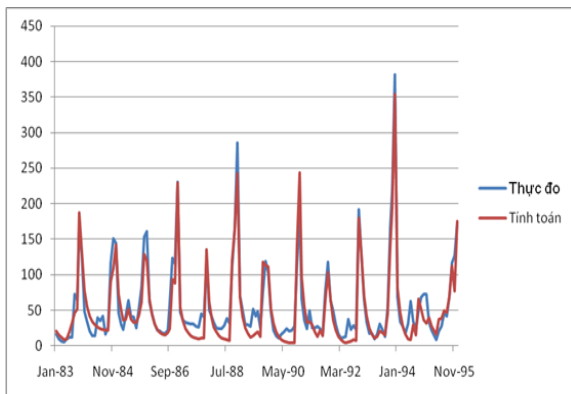
Với bộ thông số này, đường quá trình lưu lượng trạm Đồng Trăng tính từ quá trình mưa nhờ mô hình NAM phù hợp nhất với đường quá trình dòng chảy thực đo (hình 2), độ dư hiệu của mô hình theo chỉ tiêu NASH đạt 73.8% với

sai số về tổng lượng chỉ 5.9%. Theo tiêu chuẩn của WMO, mô hình được đánh giá vào loại khá.



Hình 2. Dòng chảy bình quân ngày tính toán và thực đo tại trạm Đồng Trăng (1983-1995).

Sau khi tổng hợp thành số liệu lưu lượng dòng chảy bình quân tháng từ chuỗi số liệu lưu lượng bình quân ngày được mô hình xuất ra, nhận thấy 2 đường quá trình tính toán và thực đo bình lưu lượng bình quân tháng trạm Đồng Trăng khá tốt, với độ hữu hiệu NASH đạt 89.7% (hình 3).



Hình 3. Dòng chảy trung bình tháng tính toán và thực đo tại trạm Đồng Trăng (1983-1995).

b) Kiểm định mô hình

Dữ liệu đầu vào

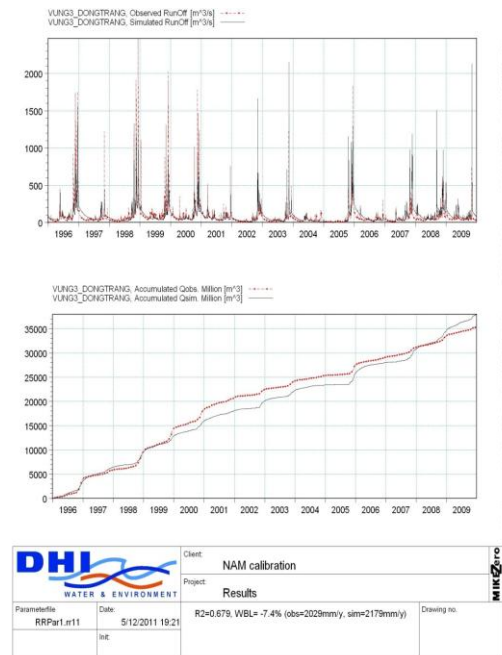
Số liệu mưa ngày đo được tại trạm Đồng Trăng, Nha Trang, Khánh Vĩnh, Ninh Hòa từ ngày 1/I/1996 đến ngày 31/XII/2009.

- Số liệu bốc hơi ngày đo được tại trạm Nha Trang từ ngày 1/I/1996 đến ngày 31/XII/2009.

- Số liệu lưu lượng ngày đo được tại trạm Đồng Trăng từ ngày 1/I/1996 đến ngày 31/XII/2009.

Kết quả kiểm định

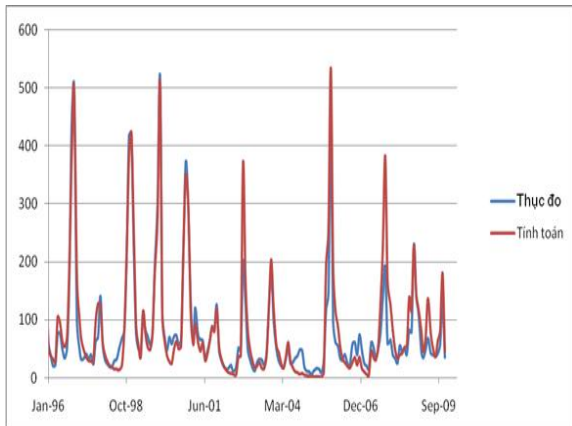
Bộ thông số thu được từ quá trình hiệu chỉnh mô hình được sử dụng để kiểm chứng độ tin cậy và tính ổn định. Độ hữu hiệu của mô hình theo chỉ tiêu NASH đạt 67.9% với sai số về tổng lượng là 7.4% (hình 4), mô hình được đánh giá vào loại khá.



Hình 4. Dòng chảy bình quân ngày tính toán và thực đo tại trạm Đồng Trăng (1996-2009).

Sau khi tổng hợp thành số liệu lưu lượng dòng chảy bình quân tháng từ chuỗi số liệu lưu

lượng bình quân ngày được mô hình xuất ra, nhận thấy 2 đường quá trình tính toán và thực đo bình lưu lượng bình quân tháng trạm Đồng Trăng khá tốt, với độ hữu hiệu NASH đạt 86.2% (hình 5).



Hình 5. Dòng chảy bình quân ngày tính toán và thực đo tại trạm Đồng Trăng (1996-2009).

c) Đánh giá:

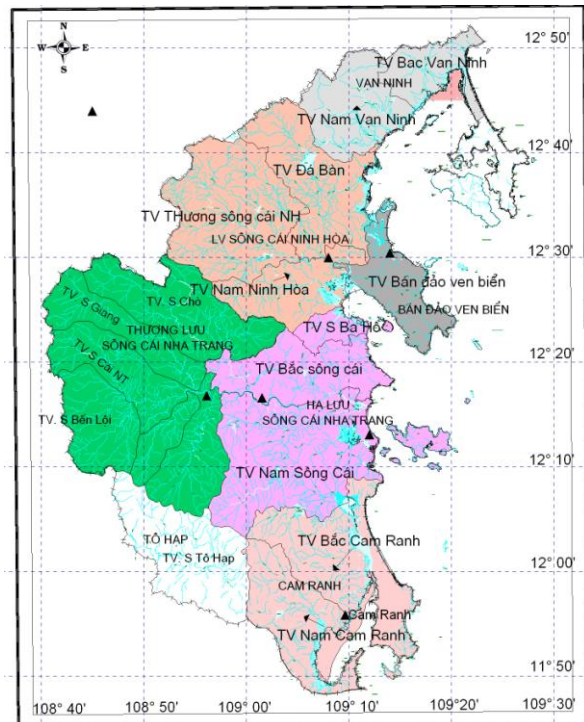
Qua quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình NAM cho lưu vực sông Cái tính đến trạm Đồng Trăng với chuỗi số liệu dòng chảy ngày dài và liên tục cho thấy mô hình NAM tỏ ra khá hữu hiệu, tương quan giữa đường quá trình dòng chảy tính toán và thực đo thời đoạn tháng tốt. Như vậy hoàn toàn có thể áp dụng mô hình NAM khôi phục dòng chảy trên các tiểu lưu vực khác thiếu số liệu quan trắc trên địa bàn tỉnh.

6. Ứng dụng mô hình NAM khôi phục số liệu cho các tiểu lưu vực

Địa bàn tỉnh Khánh Hòa được chia thành 18 tiểu lưu vực (hình 6). Trong số 18 tiểu vùng này thì có 14 tiểu lưu vực sông độc lập được tính trực tiếp từ mô hình NAM, có 4 lưu vực sông phụ thuộc lượng nước đến là: Tiểu vùng Nam

Ninh Hòa, tiểu vùng Sông Cái Nha Trang, tiểu vùng Bắc Sông Cái và Nam Sông Cái. Việc tính toán dòng chảy gián tiếp các tiểu vùng này được thực hiện bằng cách: khôi phục dòng chảy cho toàn lưu vực lớn, cụ thể: lưu vực sông Cái Ninh Hòa, thượng lưu sông Cái Nha Trang và lưu vực sông Cái Nha Trang (bảng 3).

Mô hình sử dụng 6 trạm mưa: Ninh Hòa, Hòn Khói, Nha Trang, Đồng Trăng, Khánh Vĩnh, Cam Ranh và 1 trạm bốc hơi là Nha Trang để khôi phục dòng chảy, việc tính toán lượng mưa bình quân cho các tiểu lưu vực được thực hiện bằng phương pháp đa giác Thiessen, trong mô hình NAM đã tích hợp phương pháp này, các trọng số của từng trạm mưa ứng với mỗi tiểu lưu vực được trình bày ở bảng 3. Chuyên đề thực hiện khôi phục số liệu dòng chảy cho các tiểu lưu vực từ năm 1977 đến 2010, sau đó đã tính lưu lượng trung bình cho từng tháng trong giai đoạn 1977-2010 (bảng 4).



Hình 6. Các tiểu lưu vực sông trên địa bàn tỉnh Khánh Hòa.

Bảng 3. Diện tích và trọng số mưa các tiểu lưu vực tỉnh Khánh Hòa

TT	Tên vùng	Diện tích (km ²)	Trạm mưa					
			Ninh Hòa	Hòn Khói	Nha Trang	Đồng Trăng	Khánh Vĩnh	Cam Ranh
1	Bắc Vạn Ninh	140.3	0.47	0.53				
2	Nam Vạn Ninh	238.4	0.49	0.51				
3	Bán Đảo ven biển	184.4	0.379	0.571	0.05			
4	Đá Bàn	334.0	0.483	0.517				
5	Thượng Sông Cái Ninh Hòa	452.5	0.968				0.032	
6	Nam Ninh Hòa	213.7			Tính gián tiếp			
7	Sông Ba Hồ	57.9	0.373	0.235	0.312	0.08		
8	Bắc sông Cái	275.0			Tính gián tiếp			
9	Nam Sông Cái	530.8			Tính gián tiếp			
10	Sông Giang	185.6					1	
11	Bến Lội	201.1					1	
12	Sông Cái (tiểu vùng)	200.8			Tính gián tiếp			
13	Sông Khê	79.0					1	
14	Sông Cầu	189.5				0.04	0.96	
15	Sông Chò	315.1	0.02			0.16	0.82	
16	Bắc Cam Ranh	383.5			0.16			0.84
17	Nam Cam Ranh	305.0						1
18	Sông Tô Hạp	337.0					0.55	0.45
19	Sông Cái Nha Trang	2034.8			0.09	0.36	0.55	
20	Thượng Sông Cái Nha Trang	1171.1				0.07	0.93	
21	Sông Dinh	1000.2	0.88	0.08		0.02	0.02	

Bảng 4. Kết quả tính toán lưu lượng trung bình tháng nhiều năm các tiểu lưu vực

Tiểu lưu vực	Tháng												Đông chảy trung bình
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Bắc Vạn Ninh	4.93	2.82	1.82	1.17	1.15	1.11	0.89	0.63	1.70	8.31	16.30	11.00	4.32
Nam Vạn Ninh	8.58	4.94	3.17	2.06	2.08	1.95	1.67	1.13	2.83	14.11	27.02	18.58	7.34
Bán Đảo ven biển	7.08	4.07	2.62	1.70	1.64	1.54	1.24	0.85	2.25	11.27	22.37	15.44	6.01
Đá Bàn	12.87	7.40	4.75	3.07	2.98	2.88	2.30	1.64	4.34	20.78	40.83	28.12	11.00
Thượng Sông Cái Ninh Hòa	19.37	11.12	7.22	4.67	4.66	4.86	3.73	3.28	8.45	32.18	60.68	42.10	16.86
Nam Ninh Hòa	8.29	4.77	3.13	2.01	1.94	1.94	1.48	1.28	3.51	13.93	26.55	18.23	7.26
Sông Ba Hồ	2.08	1.19	0.79	0.54	0.50	0.44	0.32	0.23	0.67	3.41	6.86	4.66	1.81
Bắc Sông Cái	10.07	5.74	3.98	2.58	2.22	1.86	1.19	0.98	3.94	15.54	31.29	22.76	8.51
Nam Sông Cái	19.44	11.09	7.69	4.98	4.29	3.59	2.30	1.90	7.60	30.00	60.39	43.92	16.43
Sông Giang	8.82	5.05	3.33	2.42	3.17	3.00	2.59	2.41	7.20	14.93	24.18	19.22	8.03
Sông Cái Nha Trang	10.07	5.77	3.82	2.75	3.50	3.31	2.84	2.66	7.87	16.83	27.48	21.75	9.05
Bến Lội	9.56	5.47	3.61	2.62	3.44	3.25	2.80	2.62	7.80	16.18	26.20	20.83	8.70
Sông Khê	3.75	2.15	1.42	1.03	1.35	1.28	1.10	1.03	3.07	6.36	10.29	8.18	3.42
Sông Cầu	9.11	5.22	3.44	2.49	3.22	3.04	2.61	2.44	7.24	15.23	24.82	19.76	8.22
Sông Chò	15.28	8.77	5.77	4.10	5.02	4.73	4.00	3.72	11.03	24.34	40.77	32.67	13.35
Bắc Cam Ranh	12.52	7.18	5.30	4.19	3.39	2.77	2.30	1.50	4.01	18.70	39.13	27.68	10.72
Nam Cam Ranh	9.75	5.59	4.18	3.28	2.69	2.27	2.02	1.34	3.40	14.65	30.04	21.54	8.40
Sông Tô Hạp	13.16	7.53	5.17	3.79	3.97	3.29	2.56	1.91	6.86	20.82	38.36	29.06	11.37
Toàn tỉnh	184.72	105.88	71.21	49.44	51.21	47.10	37.94	31.56	93.77	297.57	553.56	405.50	160.79

7. Kết luận

Bài báo đã tính toán lưu lượng trung bình tháng từ 1977-2010 cho 18 tiểu lưu vực thuộc tỉnh Khánh Hòa. Qua số liệu tính toán được từ mô hình NAM đã đưa ra được một bức tranh tương đối đầy đủ về tài nguyên nước mặt của tỉnh, sự phân bố theo không gian và thời gian trong năm. Các số liệu dòng chảy tính toán cùng với số liệu dòng chảy thực đo sẽ là một nguồn tài liệu quý giá, làm đầu vào cho các bài toán khác, đặc biệt là bài toán cân bằng nước, quy hoạch, sử dụng hợp lý tài nguyên nước của tỉnh.

Lời cảm ơn

Bài báo được hoàn thành trong khuôn khổ dự án “Điều tra, đánh giá hiện trạng các nguồn nước mặt trên địa bàn tỉnh Khánh Hòa phục vụ lập danh mục các nguồn nước bị ô nhiễm, suy thoái và cạn kiệt, đề xuất các giải pháp xử lý, khôi phục.”

Tài liệu tham khảo

- [1] Cục Thống kê tỉnh Khánh Hòa, *Niên giám thống kê Khánh Hòa 2009*, Nha Trang 2010.
- [2] Tổng cục thống kê, *Hiện trạng sử dụng đất phân theo địa phương tính đến 01/01/2008*.
- [3] *Công thông tin hành chính tỉnh Khánh Hòa, Tổng quan về Khánh Hòa: Điều kiện tự nhiên, 2008*.
- [4] Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. Báo cáo *Rà soát, bổ sung quy hoạch thủy lợi – tỉnh Khánh Hòa giai đoạn 2006-2015*, Hà Nội 2006.
- [5] Đặc trưng hình thái sông ngòi Việt Nam.
- [6] Nguyễn Thế Biên, Đánh giá cân bằng nước và định hướng sử dụng bền vững, bảo vệ tài nguyên môi trường nước ở tỉnh Khánh Hòa. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghiệp. Sở Khoa học và CN Khánh Hòa.
- [7] DHI, MIKE 11 User manual
- [8] Nguyễn Phương Nhung, Nguyễn Thanh Sơn, Ứng dụng mô hình NAM khôi phục số liệu dòng chảy lưu vực sông Cầu, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* 26, số 3S (2010) tr 419-426.
- [9] Lê Thị Hường, Nguyễn Thanh Sơn, Ứng dụng mô hình NAM khảo sát hiện trạng tài nguyên nước lưu vực sông Nhuệ - Đáy, Tuyển tập báo cáo Hội thảo khoa học lần thứ XIII. Tập 2. Thủy văn – Tài nguyên nước và Biển, Môi trường và Đa dạng sinh học, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, Thái Bà, 10-2010, tr 87-94.

Applying NAM model to recover runoff data in Khanhhoa province

Dang Dinh Duc, Dang Dinh Kha, Tran Ngoc Anh,
 Nguyen Thanh Son, Nguyen Phuong Nhung

VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam

Runoff data is significant in calculating the balance of water resources, is basis of building storage construction, operating irrigation constructions... However, like many other local province, Khanhhoa river basins have the problem in lack of runoff data. Within whole province, Dong Trang is the unique station have the observation data from 1983 to now, when rainfall data in this region is quite sufficient and synchronous from 1977 to now. The problem is how to recover runoff data from rainfall data. This paper shows the results of calculating, recovering runoff data for 18 sub-regions in Khanhhoa province. This results is still used for following researches.

Keywords: flow, Khanh Hoa, NAM model.