

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN
KHOA KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ HẢI DƯƠNG HỌC**

Nguyễn Thị Thu Huyền

**ỨNG DỤNG MÔ HÌNH NAM
MÔ PHỎNG DÒNG CHẢY LŨ
LƯU VỰC SÔNG VỆ, TRẠM AN CHỈ**

Khóa luận tốt nghiệp đại học hệ chính quy

Ngành: Thủy văn học

Hà Nội – 2013

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN
KHOA KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ HẢI DƯƠNG HỌC**

Nguyễn Thị Thu Huyền

**ỨNG DỤNG MÔ HÌNH NAM
MÔ PHỎNG DÒNG CHẢY LŨ
LƯU VỰC SÔNG VỆ, TRẠM AN CHỈ**

Khóa luận tốt nghiệp đại học hệ chính quy

Ngành: Thủy văn học

Cán bộ hướng dẫn : PGS. TS Nguyễn Tiền Giang

Hà Nội – 2013

LỜI CẢM ƠN

Khóa luận tốt nghiệp “*Ứng dụng mô hình NAM mô phỏng dòng chảy lũ lưu vực sông Vệ, trạm An Chi*” được thực hiện tại khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học thuộc trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, dưới sự hướng dẫn trực tiếp của PGS.TS.Nguyễn Tiền Giang.

Em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới PGS.TS.Nguyễn Tiền Giang đã tận tình hướng dẫn, chỉ bảo cho em trong suốt quá trình thực hiện khóa luận này.

Em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới các thầy, cô giáo khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học đã giúp đỡ em trong quá trình học tập, bổ sung kiến thức phục vụ trong quá trình nghiên cứu khóa luận này.

Cuối cùng em xin cảm ơn tới gia đình và bạn bè đã giúp đỡ, động viên em rất nhiều trong học tập và nghiên cứu.

Do thời gian và kinh nghiệm hạn chế nên khóa luận không tránh khỏi những thiếu sót. Vì vậy, em rất mong nhận được sự góp ý của thầy cô và các bạn để khóa luận được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn !

Nguyễn Thị Thu Huyền

MỤC LỤC

ĐẶT VẤN ĐỀ	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN	3
1.1. Tổng quan về khu vực nghiên cứu.....	3
1.1.1. Vị trí địa lý	3
1.1.2. Địa hình.....	4
1.1.3. Địa chất, thổ nhưỡng.....	5
1.1.4. Thảm phủ thực vật	5
1.1.5. Khí hậu	6
1.1.6. Đặc điểm thủy văn	7
1.2. Tổng quan về các mô hình mưa – dòng chảy thông dụng.....	12
1.2.1. Sự ra đời và phát triển của mô hình mưa – dòng chảy	12
1.2.2. Phân loại mô hình mưa – dòng chảy.....	13
1.2.3. Một số mô hình mưa – dòng chảy thông dụng	17
CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT MÔ HÌNH NAM	20
2.1. Sơ lược về mô hình NAM.....	20
2.2. Mô hình nhận thức của mô hình NAM.....	23
2.3. Mô hình toán.....	24
2.4. Các thông số của mô hình.....	27
2.5. Mô hình số viết trên FORTRAN của mô hình NAM	28
CHƯƠNG 3. ÁP DỤNG VÀ SO SÁNH HAI MÔ HÌNH NAM TRONG MÔ PHÒNG DÒNG CHẢY LỮ LƯU VỰC SÔNG VỆ, TRẠM AN CHỈ	30
3.1. Phương pháp và số liệu sử dụng trong đánh giá mô hình.....	30
3.1.1. Các bước tiến hành	30
3.1.2. Số liệu	31
3.1.3. Các chỉ tiêu đánh giá.....	31
3.2. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE NAM với dòng chảy ngày	33
3.3. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình NAM – FORTRAN với dòng chảy ngày.....	40
3.4. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE NAM với dòng chảy giờ.....	46
3.5. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình NAM – FORTRAN với dòng chảy giờ	54
3.6. Nhận xét và phân tích kết quả.....	60
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	62
TÀI LIỆU THAM KHẢO	63

ĐẶT VẤN ĐỀ

Sông Vệ bắt nguồn từ vùng núi cao Ba Tư ở độ cao từ 1000m - 1200m, sông Vệ chảy theo hướng Tây Nam - Đông Bắc qua các huyện Nghĩa Hành, Mộ Đức rồi đổ ra biển tại cửa Cổ Luỹ (nằm gọn trong tỉnh Quảng Ngãi). Tính đến trạm An Chi, sông Vệ có chiều dài 91km trong đó chiều dài chảy trong vùng núi cao 100-1000m với diện tích lưu vực 841 km². Mật độ lưới sông 0,79 km/km², độ cao bình quân lưu vực 170 m, độ dốc bình quân lưu vực 19,9%; phía Bắc và phía Tây giáp với sông Trà Khúc, phía Nam giáp tỉnh Bình Định và phía Đông giáp biển.

Mùa lũ hàng năm trên lưu vực sông Vệ kéo dài từ tháng X tới tháng XII. Tuy nhiên mùa lũ ở đây cũng không ổn định. Nhiều năm lũ xảy ra từ tháng IX và cũng nhiều năm sang tháng I năm sau vẫn có lũ. Điều này chứng tỏ lũ lụt ở Quảng Ngãi có sự biến động khá mạnh mẽ. Trong những thập kỷ gần đây lũ lụt xảy ra ngày một thường xuyên hơn, bất bình thường hơn với những trận lũ lụt rất lớn và gây hậu quả rất nặng nề như lũ lụt những năm 1986, 1996, 1998, 1999... Để nghiên cứu tình hình lũ lụt trên lưu vực cần dựa vào số liệu quan trắc thủy văn. Nhưng trên sông Vệ chỉ có một trạm thủy văn An Chi. Xuất phát từ thực tế trên, cần có một nghiên cứu để mô phỏng mưa thành dòng chảy trên lưu vực sông Vệ giúp các nhà quản lý trong công tác cảnh báo, hoạch định chính sách, quy hoạch, quyết định các giải pháp phòng chống lũ.

Hiện nay trên thế giới nói chung cũng như ở Việt Nam xuất hiện rất nhiều loại mô hình mưa – dòng chảy khác nhau. So sánh khả năng áp dụng của các mô hình này thường không được tiến hành nhằm lựa chọn một mô hình để áp dụng vào một bài toán cụ thể. Việc chọn mô hình thường dựa vào sự có sẵn của các mô hình và thường là các mô hình thương mại. Năm 2012, Nguyễn Thị Hoan [3] đã tiến hành xây dựng một mô hình NAM bằng ngôn ngữ lập trình FORTRAN. Thông qua mô hình mã nguồn mở này, các thuật toán tối ưu dò tìm tham số của mô hình, các chỉ tiêu đánh giá mô hình và khả năng phân tích tính bất định của tham số trong mô hình có thể được đưa vào. Sau đó mô hình này được áp dụng để khôi phục số liệu dòng chảy tại một số trạm trên lưu vực sông Ba. Kết quả nghiên cứu cho thấy mô hình NAM viết bằng ngôn ngữ lập trình FORTRAN cho kết quả khá tốt, nếu so sánh với mô hình MIKE NAM của DHI. Tuy nhiên nghiên cứu này cũng đề xuất cần tiếp tục thực hiện áp dụng mô hình NAM - FORTRAN và so sánh với mô hình

MIKE NAM cho nhiều lưu vực khác nhau để khẳng định tính đúng đắn của mô hình.

Vì vậy, khóa luận đã chọn đề tài: **“Ứng dụng mô hình NAM mô phỏng dòng chảy lũ lưu vực sông Vệ, trạm An Chỉ”** nhằm tiếp tục nghiên cứu, đánh giá khả năng của mô hình NAM – FORTRAN nói trên cho lưu vực sông Vệ, tỉnh Quảng Ngãi.

Khóa luận, ngoài phần mở đầu và kết luận, bao gồm 3 chương:

Chương 1- **Tổng quan**

Chương 2- **Cơ sở lý thuyết mô hình NAM**

Chương 3- **Áp dụng và so sánh hai mô hình NAM trong mô phỏng dòng chảy lũ lưu vực sông Vệ, trạm An Chỉ.**

Trong quá trình làm khóa luận, sinh viên thực hiện khóa luận đã tham khảo một số kết quả nghiên cứu và sử dụng số liệu của một số công trình nghiên cứu đã được công bố của các cơ quan và các tác giả trong và ngoài nước. Xin trân trọng cảm ơn.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN

1.1. Tổng quan về khu vực nghiên cứu

1.1.1. Vị trí địa lý

Sông Vệ bắt nguồn từ vùng núi cao Ba Tơ ở độ cao từ 1000m - 1200m, có tọa độ địa lý là $14^{\circ}32'25''$ vĩ độ Bắc, $108^{\circ}37'4''$ kinh độ Đông, vị trí trạm An Chi có tọa độ $14^{\circ}58'15''$ vĩ Bắc và $108^{\circ}47'36''$ kinh Đông. Sông Vệ chảy theo hướng Tây Nam - Đông Bắc qua các huyện Nghĩa Hành, Mộ Đức rồi đổ ra biển tại cửa Cổ Lũy (nằm gọn trong tỉnh Quảng Ngãi). Tính đến trạm An Chi, sông Vệ có chiều dài 91km trong đó chiều dài chảy trong vùng núi cao 100 - 1000m với diện tích lưu vực 841 km^2 . Mật độ lưới sông 0,79 km/km^2 , độ cao bình quân lưu vực 170 m, độ dốc bình quân lưu vực 19,9%; phía Bắc và phía Tây giáp với sông Trà Khúc, phía Nam giáp tỉnh Bình Định và phía Đông giáp biển. Sông có 5 phụ lưu cấp I, 2 phụ lưu cấp 2. Các phụ lưu không lớn, đáng kể là:

Sông Liên: bắt nguồn từ vùng núi tây nam huyện Ba Tơ, chảy theo hướng tây nam - đông bắc, hợp nước với sông Tô ở thị trấn Ba Tơ.

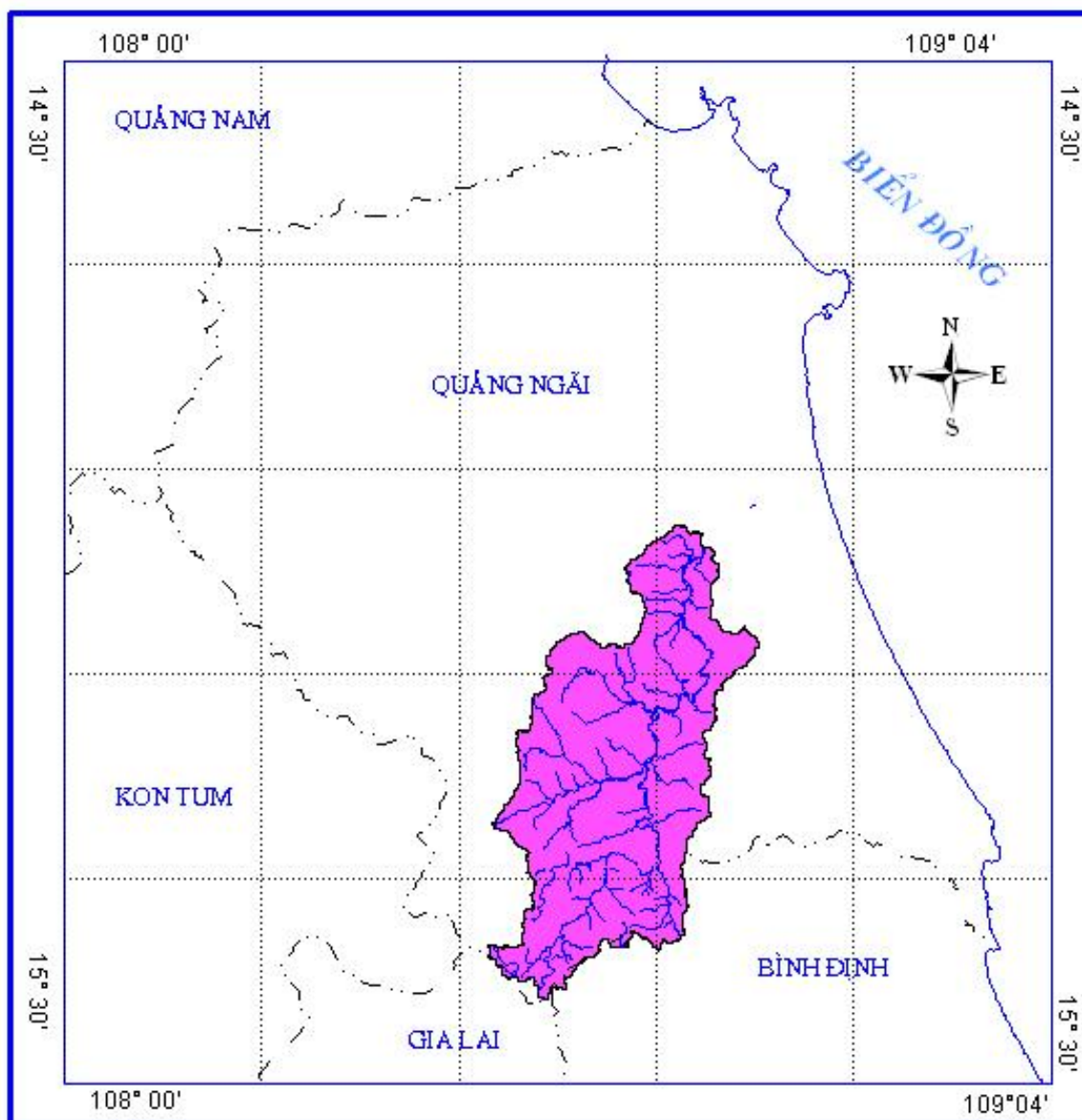
Sông Tà Nô hay sông Tô: chảy từ đồng Bia xã Ba Tô có độ cao trên 200m, theo hướng tây - đông, hợp với sông chính cách huyện lỵ Ba Tơ 18km về phía hạ lưu.

Sông Mễ: chảy từ vùng núi Mù, phần tiếp giáp giữa 2 huyện Ba Tơ và Minh Long theo hướng tây bắc - đông nam, hợp lưu tại khoảng làng Tăng xã Ba Thành, dài khoảng 9km. Dòng chính cơ bản chảy theo hướng tây nam - đông bắc, dọc huyện Nghĩa Hành, đến hết xã Hành Thiện thì sông thoát khỏi núi, chảy trên vùng đồng bằng. Tại điểm này có trạm bơm Nam sông Vệ. Đến qua đường sắt, sông chảy giữa hai huyện Tư Nghĩa - Mộ Đức. Trên sông Vệ xưa kia cũng có rất nhiều guồng xe nước. Cuối nguồn, sông Vệ đổ ra cửa Lờ và cửa Đại Cổ Lũy.

Sông Vệ có 1 chi lưu đáng kể nhất là sông Thoa. Sông Thoa bắt đầu từ thôn Mỹ Hưng (xã Hành Thịnh, huyện Nghĩa Hành) và thôn Phú An (xã Đức Hiệp) huyện Mộ Đức) theo hướng tây bắc - đông nam đến Sa Bình (xã Phổ Minh, huyện Đức Phổ) thì nhập với sông Trà Câu rồi đổ ra biển qua cửa Mỹ Á.

Ngoài ra, còn có các nhánh sông khác như sông Cây Bứa dài 15km, sông Phú Thọ dài 16km, hợp lưu với sông chính gần vùng cửa sông tạo thành hình nan quạt.

Sông Phú Thọ thực chất là đoạn sông Vệ ở cuối nguồn. Nguồn của chúng chủ yếu là nước mưa của vùng tiếp giáp giữa rừng núi và đồng bằng.



Hình 1. Lưu vực sông Vệ

1.1.2. Địa hình

Nằm ở sườn phía đông dãy Trường Sơn, lưu vực sông Vệ có địa hình phức tạp, gồm miền núi, trung du và đồng bằng với nhiều nhánh núi từ dãy Trường Sơn chạy ra vùng đồng bằng ven biển, tạo nên những thung lũng theo hướng Tây Nam - Đông Bắc. Địa hình lưu vực có độ cao trung bình biến động từ 100 - 1000m, địa hình dốc, có xu thế thấp dần theo hướng Tây Nam - Đông Bắc và Tây - Đông. Vùng trung du gồm những đồi núi thấp, nhấp nhô, độ cao 100 - 500 m, độ dốc địa hình

còn tương đối lớn. Vùng đồng bằng nằm ở hạ lưu các dòng sông, nhìn chung địa hình không được bằng phẳng, độ cao khoảng 100m (Hình 1).

Nét chung nhất về địa hình của lưu vực sông Vệ là gradient địa hình theo mặt cắt từ lục địa ra biển lớn, do đó các sông trong vùng phần lớn ngắn và chủ yếu phát triển quá trình xâm thực sâu, quá trình bồi tụ và xâm thực bờ chủ yếu xảy ra ở khu vực đồng bằng ven biển khi mực cơ sở xâm thực hạ thấp. Miền núi, nơi thượng lưu của con sông, có độ dốc lớn, nước tập trung nhanh, thuận lợi cho việc hình thành những trận lũ ác liệt, thời gian chảy truyền nhỏ. Miền đồng bằng tương đối bằng phẳng lại bị chắn bởi những cồn cát, làm cản trở hành lang thoát lũ, dễ gây ngập lụt. Dựa trên chỉ tiêu nguồn gốc địa hình, trong vùng nghiên cứu thống trị các kiểu địa hình sau:

- Nhóm kiểu địa hình núi với các ngọn núi cao, độ dốc từ 30 - 45°, cấu tạo từ đá nguyên khối ít bị chia cắt.
- Nhóm kiểu địa hình thung lũng hẹp, hai sườn dốc với các bãi bồi hẹp.
- Nhóm kiểu địa hình đồng bằng trải dọc theo bờ biển.

1.1.3. Địa chất, thổ nhưỡng

Vùng nghiên cứu kéo dài thành một dải theo phương kinh tuyến. Trên chiều dài lớn đó bao gồm nhiều cấu trúc địa chất với chế độ kiến tạo, thành phần thạch học khác nhau.

Thành phần đá gốc ở đây bao gồm các thành tạo: granulit mafic, gonai granat, cordierit, hypersten, đá gonai, đá phiến amphibol, biotit, amphibotit, migmatit (phức hệ sông Tranh) ở vùng làng Triết, đá xâm nhập granit, granodiorit, migmatit (phức hệ Chu Lai- Ba Tư) ở khu vực núi 524, Bắc Nước Dàng và rải rác trên bề mặt đồng bằng, đáng kể nhất là Mộ Đức. Thành tạo Đệ tứ ở lưu vực gồm: cuội, cát, bột phân bố dọc thung lũng sông ở vùng Ba Tư, Đông Nghĩa Minh và hỗn hợp cuội, sỏi dăm cát, bột ở Tây Nam Đức Phổ. Phần còn lại của lưu vực gần sát biển là các thành tạo cát, bột có nguồn gốc biển và gió biển.

Đất trên lưu vực rất đa dạng, gồm 6 nhóm đất. ở vùng đồi núi có các loại đất như đất đỏ vàng trên đá biến chất và đất sét, chiếm phần lớn diện tích. ở vùng đồng bằng có các loại đất như: cát, đất phù sa, đất xám và đất đỏ vàng. Đất xám và đất xám bạc màu nằm ở vùng cao, đất đen, đất đỏ vàng là loại đất phân bố rộng rãi ở miền núi, thành phần cơ giới nhẹ.

1.1.4. Thảm phủ thực vật

Rừng tự nhiên trên lưu vực còn ít, chủ yếu là loại rừng trung bình và rừng

nghèo, phần lớn phân bố ở núi cao. Vùng núi cao có nhiều lâm thổ sản quý. Vùng đồi núi còn rất ít rừng, đại bộ phận là đồi núi trọc và đất trồng cây công nghiệp, cây bụi, ngoài ra ở vùng hạ lưu có đất trồng nương rẫy xen dân cư. Trên lưu vực có các loại lớp phủ thực vật và tỉ lệ che phủ so với diện tích lưu vực (%) tương ứng như sau: rừng rậm thường xanh cây lá rộng nhiệt đới gió mùa đã bị tác động (12,27%), rừng thưa rụng lá hoặc trảng cây bụi có cây gỗ rải rác (50,5%), cây trồng nông nghiệp ngắn ngày (37,23%).

1.1.5. Khí hậu

Lưu vực sông Vệ nằm phía Nam đèo Hải Vân thuộc vùng khí hậu Trung Trung Bộ. Có thể tóm lược các đặc điểm khí hậu chính của vùng này như sau:

Trong mùa hè, lưu vực chịu ảnh hưởng của luồng không khí nhiệt đới Ấn Độ Dương, không khí xích đạo và tín phong mùa hè - luồng không khí nhiệt đới từ Thái Bình Dương thổi tới. Luồng không khí xích đạo có đặc tính nóng, ẩm. Luồng không khí nhiệt đới từ Thái Bình dương dịu mát và ẩm hơn. Luồng không khí nhiệt đới từ Ấn Độ Dương thổi tới nước ta vào đầu mùa hè, có đặc tính nóng và ẩm, gây ra mưa vào đầu mùa hè - mưa tiểu mãn. Đặc biệt khi luồng không khí này vượt qua dãy Trường Sơn, do hiệu ứng “phơn” trở nên nóng và khô - gió mùa Tây Nam. Song, bản thân các luồng không khí trên chỉ có thể gây ra mưa khi có những nhiễu động thời tiết như bão, áp thấp nhiệt đới, dải hội tụ nhiệt đới và front lạnh...

Mưa: Có sự phân hoá khí hậu rõ rệt theo hướng Bắc - Nam. Lượng mưa khá lớn, đặc biệt là trên thượng du. Miền đồng bằng lượng mưa năm phổ biến 2000-2200 mm, phần thượng nguồn vượt quá 3000 mm, thậm chí 4000 mm ở vùng núi. Số ngày có mưa hàng năm khoảng 140 ngày. Mùa mưa bắt đầu từ tháng VIII, kết thúc vào tháng I. Tháng V, VI cũng xuất hiện mưa tiểu mãn.

Gió: Hàng năm có hai mùa gió chính: gió mùa Đông Bắc và gió mùa Tây Nam. Tùy theo điều kiện địa hình mà gió thịnh hành trong các mùa có sự khác nhau giữa các nơi. Tuy vậy trong mùa đông, hướng gió chính là hướng Bắc, Tây Bắc và Đông Bắc; còn trong mùa hạ, chủ yếu là gió Tây Nam và Đông Nam. Gió mùa đông phổ biến các hướng Tây, Tây Bắc, Đông Bắc, về mùa hạ thịnh hành hướng gió Tây và Tây Nam, tốc độ 2,0 - 2,5 m/s. Các hiện tượng thời tiết đáng chú ý là dông, bão và gió Tây khô nóng.

Nhiệt độ không khí: Nhiệt độ không khí trung bình năm biến đổi trong phạm vi từ 20⁰C - 22⁰C ở vùng núi cao (> 500 m) đến 25⁰C - 26⁰C vùng đồng bằng ven biển. Mùa đông không còn lạnh, nhiệt độ trung bình năm khoảng 26 - 26,5⁰C, chênh

lệch nhiệt độ trung bình tháng nóng nhất và lạnh nhất chỉ còn 6 - 7⁰C.

Độ ẩm không khí: Độ ẩm không khí tuyệt đối trung bình năm từ 23,6 mb, trong mùa hạ, độ ẩm tuyệt đối trung bình tháng từ 28 - 31 mb tại các thung lũng và đồng bằng, trong mùa đông, độ ẩm tuyệt đối trung bình tháng bằng khoảng 21 - 28 mb, thấp nhất vào tháng I đạt khoảng 19 - 22,5 mb. Độ ẩm cao, trung bình năm đạt 85%, lượng mây 5 - 6/10, số giờ nắng khoảng 1700 giờ/năm.

Bốc hơi: Lượng bốc hơi trung bình năm (đo bằng ống Piche) biến đổi trong phạm vi từ 640 mm đến 900 mm.

1.1.6. Đặc điểm thủy văn

a) Dòng chảy năm

Căn cứ vào tài liệu thực đo tại Sơn Giang và An Chỉ cho thấy lượng dòng chảy trên lưu vực rất phong phú với mô đun dòng chảy bình quân nhiều năm đạt 70 - 80 l/s/km². Dòng chảy năm trung bình nhiều năm tại trạm An Chỉ trên sông Vệ, khống chế diện tích lưu vực 841 km², lưu lượng dòng chảy năm đạt 64.6 m³/s, ứng với mô đun dòng chảy 76.0 l/s/km².

Bảng 1: Tần suất dòng chảy năm. (theo năm thủy văn) [2]

Trạm	Thời kỳ Tính	Qo	Cv	Cs	Qp(%) m ³ /s					F km ²
					10	25	50	75	90	
Sơn Giang	77-2001	193	0,46	0,92	312	243	180	128	91,6	2706
An Chỉ	81-2001	64,9	0,55	1,10	113	84,1	58,6	38,9	25,4	854

+ Biến động dòng chảy năm

Sự biến đổi của dòng chảy năm trong nhiều năm khá lớn, hệ số biến sai Cv dòng chảy năm đạt 0,46 ở trạm Sơn Giang, năm nhiều nước gấp 5 - 6 lần năm ít nước. Năm 1982 - 1983, lưu lượng năm chỉ đạt 63,7 m³/s tương ứng với mô đun dòng chảy là 26,1 l/s/km². Năm 1996 - 1997, dòng chảy năm đạt 359 m³/s tương ứng với mô đun dòng chảy là 132,6 l/s/km².

Bảng 2: Biến động dòng chảy năm trong vùng và phụ cận[2]

Trạm	Sông	F _{lv} (km ²)	Thời gian	M _{bq} (l/skm ²)	M _{max} (l/skm ²)	Năm	M _{min} (l/skm ²)	Năm	M _{max}		C _{vy}
									M _{bq}	M _{min}	
Sơn	Trà	2706	77- 01	71,3	148,1	99	34,8	82	2,08	4,25	0,46

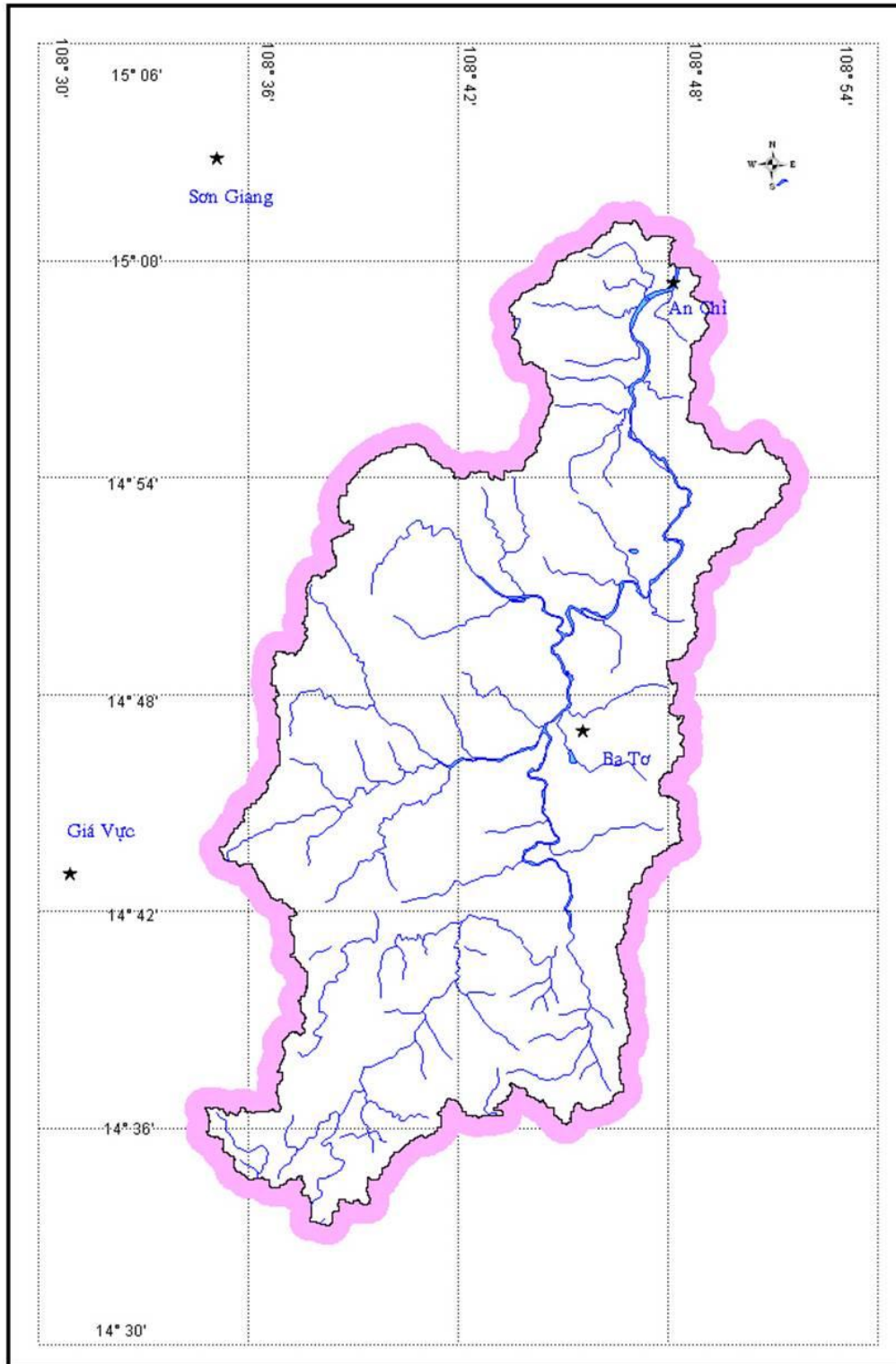
Giang	Khúc										
An Chỉ	Sông Vệ	854	81-01	95,7	162	99	31,4	82	1,69	5,16	0,55
An Hoà	An Lão	383	82- 00	72,2	159	96	23,50	82	2,20	6,76	0,55

+ Phân phối dòng chảy trong năm

Theo chỉ tiêu vượt trung bình, mùa lũ bao gồm những tháng liên tục có lượng dòng chảy vượt quá 8% lượng dòng chảy năm với xác suất xuất hiện $\geq 50\%$, mùa cạn bao gồm những tháng còn lại trong năm. Theo chỉ tiêu này thì mùa mưa lũ ở lưu vực sông Trà Khúc kéo dài 3 tháng từ tháng X tới tháng XII, mùa kiệt kéo dài 9 tháng từ tháng I đến tháng IX. Mùa mưa ở đây kéo dài 4 tháng, nhưng mùa lũ chỉ có 3 tháng và thường mùa lũ chậm hơn mùa mưa 1 tháng. Vào tháng IX hàng năm tuy đã bước vào mùa mưa thực sự nhưng do lưu vực vừa trải qua một thời kỳ nắng nóng, lượng mưa rơi xuống chủ yếu tăng độ ẩm lưu vực, dòng chảy chỉ tăng thêm chút ít, phải sang tháng X lượng mưa lớn dồn tập trung lúc đó mới thực sự bước vào mùa lũ.

Trong năm, dòng chảy phân bố không đều, lượng dòng chảy mùa lũ chiếm 65 - 70% tổng lượng dòng chảy cả năm trong khi đó lượng dòng chảy mùa kiệt từ tháng I tới tháng IX chỉ chiếm 30 - 35 %. Trong năm có hai thời kỳ kiệt xảy ra vào tháng IV và tháng VIII. Tháng kiệt nhất lượng dòng chảy chỉ chiếm xấp xỉ 2% lượng nước cả năm. Những năm kiệt nhất, lưu lượng tháng IV chỉ đạt 21,6 m³/s (IV/1983) với môđun dòng chảy là 8,9 l/s/km² tại Sơn Giang.

b) Dòng chảy lũ



Hình 2: Mạng lưới sông và phân bố các trạm khí tượng thủy văn lưu vực sông Vê - trạm An Chi

+ Chế độ lũ

Mùa lũ hàng năm trên lưu vực sông Vê kéo dài từ tháng X tới tháng XII. Tuy

nhiên mùa lũ ở đây cũng không ổn định. Nhiều năm lũ xảy ra từ tháng IX và cũng nhiều năm sang tháng I năm sau vẫn có lũ. Điều này chứng tỏ lũ lụt ở Quảng Ngãi có sự biến động khá mạnh mẽ.

Trong những thập kỷ gần đây lũ lụt xảy ra ngày một thường xuyên hơn, bất bình thường hơn với những trận lũ lụt rất lớn và gây hậu quả rất nặng nề như lũ lụt những năm 1986, 1996, 1998, 1999...

Lượng dòng chảy 3 tháng mùa lũ chiếm tới 65 -75% tổng lượng dòng chảy năm, lượng nước biến đổi của mùa lũ giữa các năm khá lớn, năm nhiều nước lượng nước của mùa lũ có thể gấp 10 lần lượng nước của mùa lũ năm ít nước (năm 1996 có tổng lượng nước 3 tháng mùa lũ 3401 m³/s trong khi đó tổng lượng nước 3 tháng mùa lũ của năm 1982 chỉ là 355 m³/s).

Bảng 3. Lưu lượng lớn nhất và nhỏ nhất ở trạm thủy văn trên sông Vệ

Sông	Trạm	Qmax (m ³ /s)	Năm	Qmin (m ³ /s)	$\frac{Qmax}{Qmin}$
Sông Vệ	An Chỉ	4.290	1987	1,18	3.636

Lũ tiểu mãn: Vào các tháng V, VI có mưa tiểu mãn gây ra lũ tiểu mãn với trị số đã quan trắc lớn nhất đạt 1690 m³/s tại trạm Sơn Giang vào ngày 18/V/1986.

Lũ sớm: Lũ xảy ra vào cuối tháng VIII đến đầu tháng X gọi là lũ sớm. Lũ sớm thường có biên độ không lớn, lượng nước trong các sông suối còn ở mức thấp, lũ sớm thường là lũ đơn 1 đỉnh. Đây là thời kỳ lũ gây thiệt hại cho sản xuất nông nghiệp vì trùng vào thời kỳ thu hoạch.

Lũ muộn: Lũ xảy ra vào tháng XII đến nửa đầu tháng I năm sau được coi là lũ muộn. Lũ thời kỳ này ảnh hưởng đến thời vụ gieo trồng của sản xuất nông nghiệp.

Lũ lớn nhất trong năm thường xảy ra vào tháng XI là tháng có mưa lớn nhất.

Bảng 4. Khả năng xuất hiện lũ lớn nhất trong năm tại vị trí trạm đo trên sông Vệ

Tên trạm	Tên sông	Tháng X		Tháng XI		Tháng XII	
		Số lần	%	Số lần	%	Số lần	%
An Chỉ	Vệ	7	26,9	17	65,4	2	7,7

+ Mục nước lũ

- Đặc điểm của dòng chảy lũ là biên độ lũ cao, cường suất nước lũ lớn, thời gian lũ lên ngắn, dạng lũ nhọn: Đặc điểm này là do cường độ mưa lớn, tập trung

nhiều đợt, tâm mưa nằm ở trung hạ du các lưu vực sông, độ dốc sông lớn, nước tập trung nhanh.

Bảng 5.: Đặc trưng một số trận lũ

Sông	Trạm	Ngày Tháng Năm	Biên độ (cm)	Cường suất lũ lên (cm/h)	Thời gian lũ lên (h)	Thời gian lũ duy trì trên BĐ III (h)
Sông Vệ	Sông Vệ	19/XI/87	371	39	60	60
		4/XII/99	375	12	105	

- Hạ du các sông chịu ảnh hưởng thủy triều mạnh, một số cơn bão mạnh đã làm nước dâng lên ở vùng ven biển rất lớn, nên lũ có cơ hội gặp đỉnh triều thì sẽ gây lũ lớn ở hạ du các sông.

+ Lưu lượng đỉnh lũ

Căn cứ vào số liệu thực đo tại trạm An Chi trên sông Vệ không chế diện tích lưu vực 854 km² có tài liệu đo đạc từ năm 1977-2000 cho thấy những năm lũ lớn là 1987, 1999 (ở hạ du) lưu lượng lũ lớn đo được đạt tới 4.290 m³ /s tương ứng với môđun dòng chảy lũ là 5.02 m³ /s km². Lũ lớn nhất đo được trong thời kỳ từ 1976 - 2000 với Q_{max} = 18400 m³ /s vào ngày 3/XII/1986. Những trận lũ lớn sau đó xảy ra vào các năm 1999, 1998, 1996.

Bảng 6. Lũ lớn nhất trên lưu vực sông Vệ từ 1977 – 2001

Trạm	Sông	Flv (km ²)	Q _{max} (m ³ /s)	M _{lũ} (m ³ /s.km ²)	Thời gian
An Chi	Sông Vệ	854	4.290	5,02	19 - 11 - 1987

+ Tổng lượng lũ

Do đặc điểm địa hình các sông Miền Trung ngắn, dốc, thời gian duy trì các trận lũ thường chỉ 3 - 5 ngày. Tổng lượng lũ 1 ngày lớn nhất chiếm tới 30 - 35% tổng lượng của toàn trận lũ. Tại An Chi, tổng lượng lũ 5 ngày đạt tới 946,1 triệu m³ lũ năm 1999, đạt 551,6 triệu m³ lũ năm 1998.

Bảng 7. Tổng lượng lũ lớn nhất thời đoạn tại các trạm thủy văn trên sông Vệ

Trạm	Trị số	W_{1max} (10^6 m^3)	Ngày tháng	W_{3max} (10^6 m^3)	Ngày tháng	W_{5max} (10^6 m^3)	Ngày tháng
An Chỉ	Bình quân	126,2		246,2		323,8	
	Max	289,4	19/XI/87	695,5	3-5/XII/99	946,1	3- 7/XII/99
	Min	25,1	29/XI/89	56,9	28- 30/XI/89	70,2	3-7/XI/82

Quan hệ giữa lưu lượng đỉnh lũ và tổng lượng lũ 1 ngày max tương đối chặt chẽ, thể hiện hệ số tương quan đạt $R = 0,96$ tại An Chỉ.

c) Dòng chảy mùa kiệt

Về mùa kiệt, dòng chảy trong sông nhỏ, nguồn cung cấp nước cho sông chủ yếu là nước ngầm. Mùa kiệt trên sông Vệ kéo dài từ tháng II tới tháng IX với tổng lượng dòng chảy chỉ chiếm 30 - 35% tổng lượng dòng chảy năm. Trong năm có 2 thời kỳ kiệt, thời kỳ kiệt nhất xuất hiện vào tháng IV.

Theo số liệu quan trắc từ 1977-2001 thì năm kiệt nhất là năm 1982-1983. Đây là năm kiệt nhất trong toàn vùng duyên hải Nam Trung Bộ. Lưu lượng nhỏ nhất tuyệt đối quan trắc được thời kỳ 1976-2001 cho thấy khả năng xuất hiện kiệt ngày nhỏ nhất trong năm chủ yếu xảy ra vào tháng VIII và tháng VI.

1.2. Tổng quan về các mô hình mưa – dòng chảy thông dụng

1.2.1. Sự ra đời và phát triển của mô hình mưa – dòng chảy

Mô hình mưa – dòng chảy là một bộ phận của mô hình thủy văn. Todini (1988) nói rằng “mô hình mưa – dòng chảy bắt đầu vào nửa cuối thế kỷ IX xuất phát từ ba vấn đề chính: Thiết kế hệ thống thoát nước đô thị, thiết kế hệ thống thoát nước cải tạo đất và thiết kế đập tràn hồ chứa”. Và thành tựu chính của những nỗ lực ban đầu đạt được trong việc mô hình hóa là tính toán lưu lượng thiết kế. Dooge (1977) đã ý kiến rằng rất nhiều trong số các mô hình đầu tiên xây dựng dựa trên các phương trình thực nghiệm được khai triển trong điều kiện duy nhất và sau đó được dùng cho các ứng dụng có các điều kiện tương tự. Một số mô hình thì sử dụng

“phương pháp tỷ số” để dự báo đỉnh của dòng chảy đã được công bố bởi Mulvaney (1851). Vào đầu thế kỷ XX, các nhà nghiên cứu thủy văn đã cố gắng để cải tiến các ứng dụng của phương pháp tỷ số để tính toán cho các lưu vực lớn với tính không đồng nhất về lượng mưa và đặc điểm lưu vực (Tonidi, 1988).

Sherman (1932) đã giới thiệu “đường đơn vị” hay còn gọi là đường quá trình thủy văn đơn vị. Và khái niệm này đã chiếm ưu thế trong ngành thủy văn hơn 25 năm và vẫn còn sử dụng rộng rãi cho đến ngày nay (Anderson and Burt, 1985). Đường thủy văn đơn vị là mô hình đầu tiên dùng để tính toán toàn bộ hình dạng của ảm chú không đơn giản là chỉ là các giá trị lớn nhất của thủy văn. Trong những năm 1950, các nhà nghiên cứu thủy văn bắt đầu tiến hành đi xây dựng “mô hình khái niệm”. Đến năm 1960, đánh dấu sự ra đời của mô hình máy tính cho phép các quá trình phức tạp diễn ra trong môi trường nước được mô phỏng như các hệ thống hoàn chỉnh (Bedient và Huber, 1992). Mô hình máy tính thủy văn đầu tiên là mô hình lưu vực Straford, được xây dựng tại đại học Straford (Crawford và Linsley, 1966). Trong cuối những năm 1960, HEC-1 được xây dựng bởi trung tâm kỹ thuật thủy văn thuộc quân đoàn kỹ thuật của quân đội Mỹ. Đến những năm 1970 và 1980 thì mô hình dự báo mưa – dòng chảy mới thực sự phát triển để đáp ứng nhu cầu dự báo cho các khu vực dễ bị lụt và phục vụ cho công tác quản lý hồ chứa, các công trình thủy lợi (Tonidi, 1988).

Gần đây cùng với sự phát triển của máy tính. Khi kết quả không hoàn toàn chắc chắn do đó các mô hình phân bố mưa – dòng chảy sẽ được phát triển chi tiết hơn, phức tạp hơn, và sẽ tiếp cận hệ thống thông tin địa lý cho đầu vào của số liệu và hiển thị kết quả.

1.2.2. Phân loại mô hình mưa – dòng chảy

Theo Singh (1995), các mô hình mưa – dòng chảy có thể được phân loại về đặc điểm, thời gian và quy mô không gian mà chúng được ứng dụng cùng các phương pháp giải quyết trong các phương trình được sử dụng. Với các tính năng chính dùng để phân biệt các phương pháp tiếp cận đó là: Bản chất của các thuật toán cơ bản (thực nghiệm, khái niệm, phương pháp cơ bản...), xét xem là cách tiếp cận ngẫu nhiên hay tất định đã được sử dụng để thực hiện đối với đầu vào hoặc tham số kỹ thuật, xét xem các yếu tố về mặt không gian là được tập trung hay phân bố.

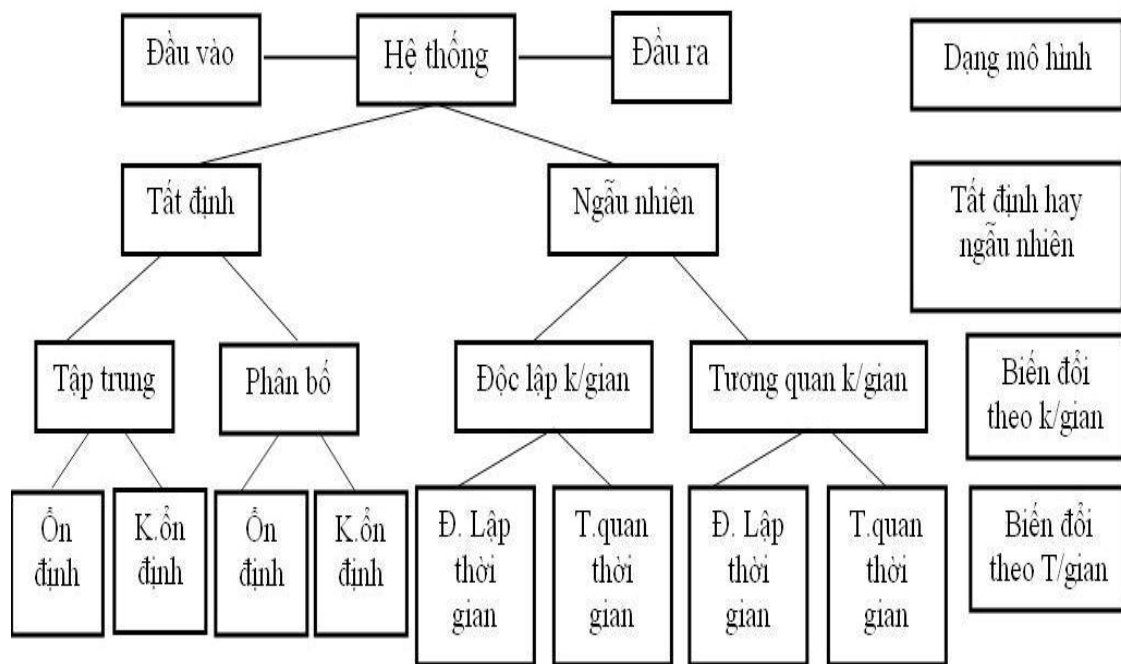
Tính năng ban đầu xác định dùng để phân biệt các mô hình khi các mô hình được thực hiện dựa trên một thuật toán đơn giản giữa các biến đầu vào và các biến đầu ra của lưu vực. Nó cũng có thể bao gồm cả các mô tả, hay là cách đơn giản hóa các quá trình liên quan đến sự hình thành và phát triển dòng chảy. Nói chung, khi các quan trắc là đáng tin cậy và đầy đủ thì việc áp dụng mô hình thống kê và mô hình tham số là rất đơn giản. Bao gồm từ các mô hình hồi quy đơn giản cho đến các mô hình phức tạp như các mô hình mạng thần kinh nhân tạo. Những mô hình này phụ thuộc mạnh mẽ vào các dữ liệu dùng để hiệu chỉnh, cũng có thể là tính phi tuyến của quá trình mưa dòng chảy, độ tin cậy cũng là một vấn đề. Chính vì lý do này mà các mô hình khái niệm thường được ưu ái lựa chọn (Michaud và Sorooshian, 1994; Refsgaard, 1994). Ở đây, các khái niệm thuật ngữ cũng có thể được dùng để biểu thị cho mô hình vật lý phân phối đầy đủ bởi vì chúng sử dụng các thông số có liên quan đến các đặc tính vật lý của lưu vực và được tiến hành trong một phạm vi phân bố, chúng phải sử dụng các biến trung bình và thông số ở quy mô lưới nhiều hơn là quy mô của sự biến đổi của các quá trình được mô phỏng (Beven, 1989)

Một tính năng khác cũng được dùng để phân biệt các mô hình là ở các đại lượng ngẫu nhiên hay tất định cùng dữ liệu đầu vào được sử dụng. Hầu hết các mô hình là tất định vì chúng tạo ra bộ dữ liệu đầu ra duy nhất. Trong các mô hình ngẫu nhiên, thì một vài hoặc tất cả các yếu tố đầu vào cùng các thông số được đặc trưng bởi các phân phối thống kê, chứ không phải là các giá trị duy nhất, điều này quyết định đến một loạt các bộ đầu ra, vì mỗi một trọng số tương ứng của chúng sẽ liên quan đến một khả năng xảy ra nhất định. Lợi thế của chúng là cung cấp một khung các khái niệm đơn giản cho các đặc trưng không đồng nhất khi các yếu tố không gian và thời gian cho phép bỏ qua hoặc coi là không quan trọng (Jensen và Mantoglou, 1993). Loại mô hình này đã đón nhận được nhiều sự quan tâm vì chúng có thể xác định được một giá trị định lượng sử dụng được cho một dự báo không chắc chắn. Từ đó cho phép các nhà hoạch định có thể đưa ra các quyết định tốt nhất theo sự bất định (Todini, 2004). Hơn nữa, tính toán các rủi ro đối với các quyết định đưa ra có thể làm tăng lợi ích kinh tế cho ngành dự báo (Krzysztofowicz, 1993).

Còn đối với việc xem xét các đặc trưng không gian là được tập trung hay là phân bố, thì các mô hình thủy văn được phân chia thành ba loại chính: mô hình tập trung, mô hình bán phân bố và mô hình phân bố.

- Trong mô hình tập trung thì coi mỗi lưu vực là một đơn vị duy nhất tức là mô hình được khai triển giả định rằng lưu vực sông là khá đồng nhất về mặt không gian. Các thông số cùng dữ liệu đầu vào không thay đổi về mặt không gian trên phạm vi toàn bộ lưu vực bởi vì chúng được tính trung bình trên toàn lưu vực hoặc được gộp lại và kết quả chỉ được đánh giá tại cửa ra. Các thông số trong mô hình là không đặc trưng cho các đặc tính vật lý của quá trình thủy văn mà ảnh hưởng của sự biến đổi về mặt không gian sẽ được ước lượng bằng cách sử dụng một số thủ tục để hiệu chỉnh giá trị thực cho toàn bộ lưu vực. Và loại mô hình này cũng có thể được sử dụng cho các lưu vực có tính phức tạp (như các lưu vực thuộc khu vực Địa Trung Hải) để có thể làm rõ lượng mưa trong một số phần của lưu vực mà ảnh hưởng đến độ tin cậy của dự báo dẫn đến kết quả không phù hợp với dự án.

- Khác với mô hình tập trung thì mô hình phân bố đưa ra một lượng rõ ràng sự biến thiên về mặt không gian của các quá trình, dữ liệu đầu vào, điều kiện biên, và/hoặc các đặc trưng lưu vực. Nhưng cũng theo Singh (1995) tuyên bố rằng những mô hình mà được gọi là mô hình phân phối là cũng không hoàn toàn phân phối vì thiếu dữ liệu luôn là một khó khăn ngăn cản việc tạo thành được một công thức chung cho mô hình phân phối, do ở những trường hợp như vậy thì mô hình không thể xem xét một cách đầy đủ phân phối, những mô hình đó được gọi là mô hình bán phân phối tức là một mô hình có cả đặc điểm của mô hình tập trung và đặc điểm của mô hình tham số phân phối. Đặc biệt trong các mô hình bán phân phối để tính toán được trên mỗi phần không gian khác nhau thì người ta tiến hành chia lưu vực thành các tiểu lưu vực. Sau đó đối với mỗi tiểu lưu vực được xem xét như một đơn vị duy nhất, đồng nhất về mặt không gian và được tính toán riêng lẻ (Boyle, 2001; Corradini, 2002; Todini, 1996). Khi đó mô hình bán phân phối thể hiện tính chất của một mô hình phân phối đặc trưng cho tính không đồng nhất về mặt không gian với độ phân giải tùy thuộc vào người sử dụng. Còn tại các tiểu lưu vực sau khi được phân chia do được xem xét như một đơn vị duy nhất, đồng nhất về mặt không gian nên các đặc trưng đầu nguồn, dữ liệu đầu vào, các quá trình và thậm chí cả điều kiện biên được gộp tập trung lại khi đó mô hình bán phân phối sẽ thể hiện tính chất của mô hình tập trung. Sự phổ biến rộng rãi của các dữ liệu số hóa địa hình và ý nghĩa của địa hình cho thấy sự lựa chọn kích thước và kiểu của các phần tử thường được quyết định bởi cách mà địa hình chi phối. Bởi vậy, cho đến nay hình thức phổ biến nhất của xây dựng mô hình là dựa trên các phần tử phẳng đặc biệt cho các ứng dụng thời gian thực mà yêu cầu về dữ liệu và máy tính là không quá cao.



Hình 3. Cây phân loại mô hình mưa – dòng chảy

Ngoài ra, nếu căn cứ theo các quá trình mưa – dòng chảy được mô hình hóa thì mô hình mưa – dòng chảy được tiếp tục chia thành các mô hình hướng sự kiện, mô hình liên tục, hoặc loại mô hình có khả năng mô phỏng cả hai sự kiện ngắn hạn và liên tục.

- Mô hình sự kiện là các mô hình được thiết lập là để mô phỏng các sự kiện mưa – dòng chảy riêng lẻ có giới hạn về mặt thời gian và trọng tâm của chúng là quan tâm đến quá trình thấm của dòng chảy bề mặt. Quá trình mô phỏng được tiến hành bắt đầu từ lúc bắt đầu diễn ra sự kiện (tức là bắt đầu mưa) và kết thúc ngay sau khi chấm dứt sự kiện (tức là khi mưa kết thúc trở về chảy cơ sở). Khó khăn gặp phải khi sử dụng các loại mô hình này là không xác định được chính xác lượng ẩm ban đầu có trong đất do không thể đo đạc được điều này sẽ ảnh hưởng đến kết quả. Vì vậy mà mô hình sự kiện không được thiết kế để dự báo dài hạn của dòng chảy cơ sở nên không thể được sử dụng để mô phỏng với điều kiện dòng chảy thấp trong sông.

- Đối với mô hình liên tục thì lại khác nó có thể xác định được rõ ràng giá trị của tất cả các thành phần dòng chảy cung cấp cho việc phân bố độ ẩm của đất giữa các trận mưa. Các mô hình liên tục được xây dựng dựa trên phương trình cân bằng nước dài hạn của lưu vực và chuyển động của nước trong đất và trên bề mặt để mô phỏng quá trình mưa liên tục trong nhiều năm. Các thông số của chúng có liên quan đến các thông tin được cung cấp dưới hình thức bản đồ hóa độ cao (DEM), bản đồ

phân loại đất và bản đồ sử dụng đất. Nói chung, các mô hình này có khả năng giải quyết vấn đề tốt hơn khi áp dụng đối với các tiểu lưu vực vì vậy chúng được kết hợp với sự phân bố theo không gian của mưa được cung cấp bởi các hình ảnh từ rada, vệ tinh. Ngoài ra thì mô hình liên tục còn có một lợi thế hơn so với mô hình sự kiện là chúng có khả năng mô phỏng thời kỳ kiệt và dòng chảy ngắn hạn trong sông. Nhưng do số lượng và thời gian của dòng chảy tạo ra từ một lượng mưa là nhạy cảm với lượng ẩm có sẵn ở trong đất trước khi mưa bắt đầu cho nên kết quả không hoàn toàn chính xác.

1.2.3. Một số mô hình mưa – dòng chảy thông dụng

❖ Mô hình HEC – HMS

Mô hình HEC – HMS là một mô hình được nâng cấp từ mô hình HEC – 1 công bố năm 2000. HEC – HMS sử dụng tài liệu mưa để tính toán quá trình mưa rào – dòng chảy trên một lưu vực cụ thể. Chức năng của các thành phần mô hình dựa trên các mối quan hệ toán học đơn giản mà các mối quan hệ này có xu hướng biểu thị các quá trình khí tượng, thủy văn, bao gồm cả thủy lực cùng với quá trình mưa rào – dòng chảy. Những quá trình này được phân ra thành mưa, tích đọng, thấm, chuyển lượng mưa hiệu quả thành dòng chảy của lưu vực, cung cấp nước cho dòng chảy cơ bản và diễn toán lũ. Kết quả tính toán được dùng cho dự báo lũ hoặc làm đầu vào cho các mô hình thủy lực. Mô hình HEC – HMS là một mô hình có ít tham số và dễ sử dụng, không yêu cầu cao về tài liệu địa hình lưu vực, độ chính xác của mô hình cũng đã được kiểm nghiệm với một số lưu vực từ 15 – 1500km².

Cơ sở lý thuyết của mô hình HEC – HMS bao gồm:

- Các mô hình tích hợp dòng chảy

$$Y = X - P$$

Trong đó

X : Mưa

Y : Chiều cao lớp dòng chảy

P : Tồn thất

- Các mô hình tính lưu lượng dòng chảy mặt
- Các mô hình tính lưu lượng dòng ngầm

- Các mô hình truyền lũ trong sông

❖ *Mô hình TANK*

Mô hình TANK ra đời vào năm 1956 tại trung tâm quốc gia phòng chống lũ lụt Nhật, tác giả M. Sugawar. Từ đó đến nay mô hình được hoàn thiện dần và được ứng dụng rộng rãi nhiều nơi trên thế giới.

Cấu trúc của mô hình: Lưu vực được diễn tả như một chuỗi các bể chứa sắp xếp theo hai phương thẳng đứng và nằm ngang. Giả thiết của mô hình là dòng chảy cũng như dòng thấm. Chúng là các hàm số của lượng nước trữ trong các tầng đất. Mô hình TANK có hai dạng cấu trúc: TANK đơn và TANK kép.

- Mô hình TANK đơn không xét đến sự biến đổi của độ ẩm đất theo không gian, phù hợp với những khu vực nhỏ trong vùng ẩm ướt quanh năm.

- Mô hình TANK kép thể hiện chi tiết sự biến đổi độ ẩm các tầng đất trên lưu vực theo không gian, trong đó lưu vực được chia thành nhiều vành đai ẩm dọc theo sông, mỗi vành đai có lượng ẩm khác nhau và được mô tả bằng một TANK có cấu trúc đơn.

❖ *Mô hình MIKE – SHE*

MIKE – SHE: Là mô hình mưa dòng chảy của Viện thủy lực Đan Mạch thuộc nhóm mô hình bán phân bố hoặc phân bố. Nó bao gồm vài thành phần tính lưu lượng và phân phối nước theo các pha riêng của quá trình dòng chảy:

- Số liệu đầu vào là mưa bao gồm cả dạng lỏng và rắn

- Bốc thoát hơi bao gồm cả phần bị giữ lại bởi thực vật

- Dòng chảy mặt dựa vào phương pháp sai phân hữu hạn hai chiều

- Dòng chảy trong lòng dẫn: diễn toán một chiều được sử dụng trong MIKE 11. Mô hình này cung cấp vài phương pháp như Muskingum, phương pháp khuếch tán hoặc phương pháp dựa vào phương trình Saint – Venant.

- Dòng chảy sát mặt trong đới không bão hòa: mô hình hai lớp đơn, mô hình dòng chảy trọng lực hoặc mô hình giải phương trình Richard.

- Dòng chảy cơ sở: bao gồm mô hình dòng chảy cơ sở 2D và 3D dựa vào phương pháp sai phân hữu hạn.

❖ *Mô hình NAM*

Mô hình NAM là mô hình mưa rào – dòng chảy được xây dựng vào khoảng năm 1982 tại khoa Thủy văn, Viện Kỹ thuật thủy động lực thuộc trường đại học kỹ thuật Đan Mạch. Nó được xem như là mô hình dòng chảy tất định, tập trung và liên tục cho ước lượng mưa – dòng chảy theo cấu trúc kinh nghiệm.

Cấu trúc của mô hình NAM được xây dựng trên nguyên tắc xếp 5 bể chứa theo chiều thẳng đứng và hai bể chứa tuyến tính nằm ngang.

Với cấu trúc như trên thì mô hình sẽ tiến hành xác định lần lượt từng dòng chảy thành phần:

- Dòng chảy mặt
- Dòng chảy sát mặt
- Lượng nước ngầm cung cấp cho bể chứa ngầm
- Lượng ẩm của đất
- Diễn toán dòng chảy

Tuy nhiên các mô hình mưa – dòng chảy từ trước đến nay hầu hết là mô hình thương mại nên khó kết hợp chúng thành một mô hình tổng thể, khả năng đánh giá độ nhạy của mô hình và phân tích tính bất định của tham số trong mô hình đó là chưa được chú trọng và không thực hiện được nếu không có các sửa đổi phù hợp mã nguồn. Vì vậy, để khắc phục hạn chế đó khóa luận tiếp tục tìm hiểu, nghiên cứu và tiến hành xây dựng một mô hình NAM bằng ngôn ngữ lập trình FORTRAN trong chương tiếp theo để người dùng sau này có thể đưa thêm các thuật toán tối ưu dò tìm thông số, các chỉ tiêu đánh giá của mô hình, hoặc cũng có thể đưa thêm phần diễn toán trong sông để mô hình có chức năng là một mô hình bán phân phối.

CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT MÔ HÌNH NAM

2.1. Sơ lược về mô hình NAM

Nam là chữ viết tắt của chữ Đan Mạch “Nedbor – Afstromming – Model”, nghĩa là mô hình mưa – dòng chảy. Mô hình NAM thuộc loại mô hình thủy văn tất định – nhận thức – gộp, được xây dựng vào khoảng năm 1982 tại khoa Thủy Văn Viện kỹ thuật thủy động lực và thủy lực thuộc trường Đại học kỹ thuật Đan Mạch.

Mô hình NAM là một hệ thống các diễn đạt bằng công thức toán học dưới dạng định lượng đơn giản thể hiện trạng thái của đất trong chu kỳ thủy văn. Mô hình NAM còn được gọi là mô hình mang tính xác định, tính khái niệm và khái quát với yêu cầu dữ liệu đầu vào trung bình.

Mô hình NAM đã được sử dụng tốt ở nhiều nơi trên thế giới với các chế độ thủy văn và khí hậu khác nhau như Borneo, Mantania, Srilanca, Thái Lan, Ấn Độ... Ở Việt Nam, mô hình này đã được nghiên cứu sử dụng trong tính toán dự báo lũ trên nhiều hệ thống sông.

Hiện nay trong mô hình thủy động lực MIKE 11 (do Viện Thủy Lực Đan Mạch – DHI xây dựng), mô hình NAM đã được tích hợp như một môđun tính quá trình dòng chảy từ mưa.

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:

- *Bể chứa tuyết tan*

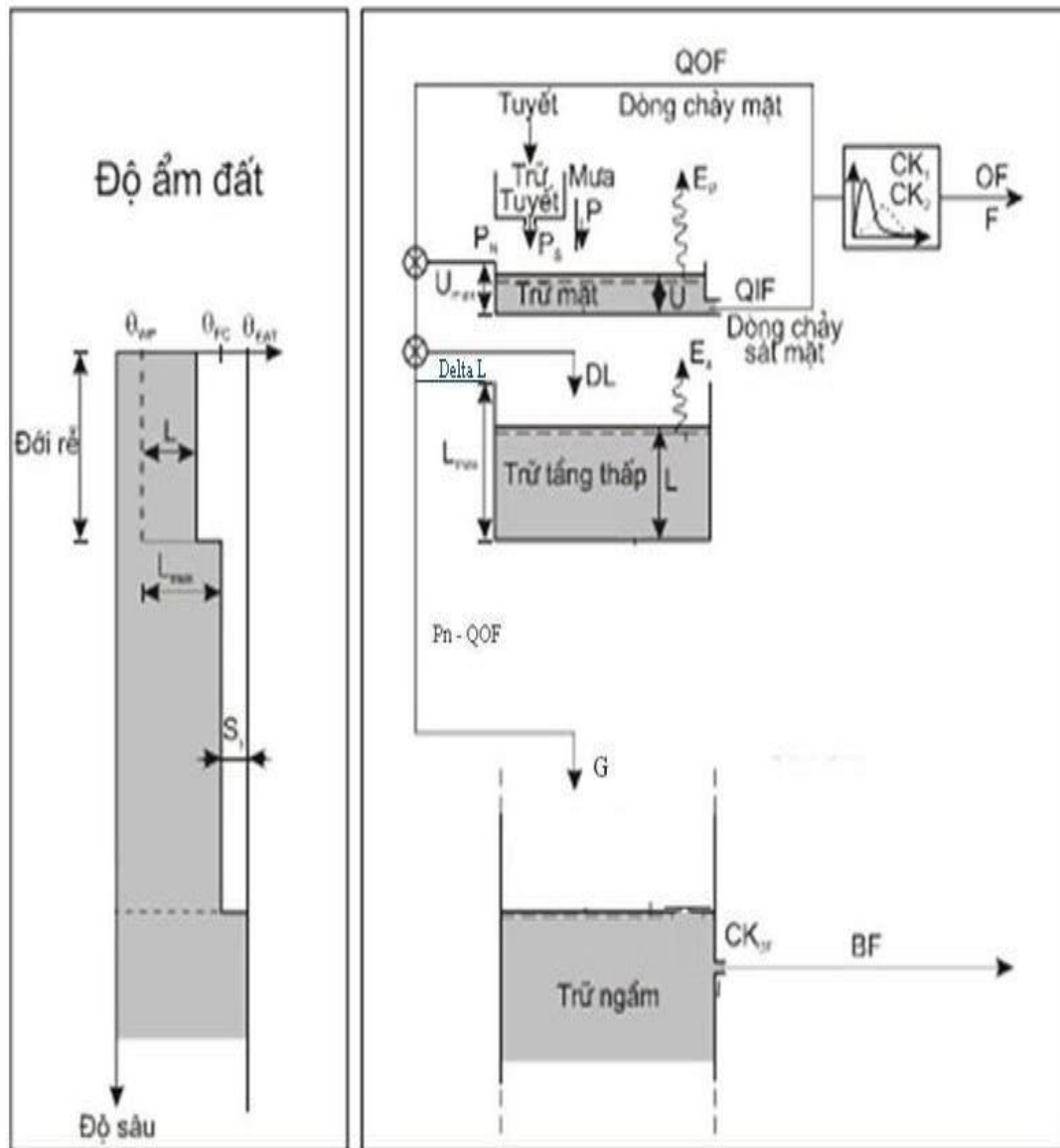
Bể chứa tuyết tan được kiểm soát bằng các điều kiện nhiệt độ. Đối với điều kiện khí hậu nhiệt đới ở Việt Nam, không xét đến bể chứa này.

- *Bể chứa mặt*

Lượng ẩm trữ trên bề mặt của thực vật, lượng nước điện trữ trên bề mặt lưu vực và lượng nước trong tầng sát mặt được đặc trưng bởi lượng trữ ẩm bề mặt. Giới hạn trữ nước tối đa trong bể chứa này được ký hiệu bằng U_{max} .

Lượng nước U trong bể chứa mặt sẽ giảm dần do bốc hơi, do thất thoát theo phương nằm ngang (dòng chảy sát mặt). Khi lượng nước này vượt quá ngưỡng U_{max} thì một phần của lượng nước vượt ngưỡng P_n này sẽ chảy vào suối dưới dạng chảy tràn trên bề mặt, phần còn lại sẽ thấm xuống bề ngầm.

Lượng nước ở bể chứa mặt bao gồm lượng nước mưa do lớp phủ thực vật chặn lại, lượng nước đọng lại trong các chỗ trữ và lượng nước trong tầng sát mặt.



Hình 4. Cấu trúc của mô hình NAM

- *Bể chứa tầng dưới (bể tầng rễ cây)*

Bể này thuộc tầng rễ cây, là lớp đất mà thực vật có thể hút ẩm để thoát ẩm. Giới hạn trên của lượng ẩm tối đa trong bể chứa này được kí hiệu là L_{max} . Lượng ẩm của bể chứa sát mặt được đặc trưng bằng đại lượng L , phụ thuộc vào lượng tổn thất thoát hơi của thực vật. Lượng ẩm này cũng ảnh hưởng đến lượng nước sẽ đi xuống bể chứa ngầm để bổ sung nước ngầm. Tỷ số L/L_{max} biểu thị trạng thái ẩm của bể chứa.

Bốc thoát hơi nước của thực vật được ký hiệu là E_a , tỷ lệ với lượng bốc thoát hơi bể chứa mặt (E_p). Bốc thoát hơi nước thực vật là để thỏa mãn nhu cầu bốc hơi của bể chứa mặt. Nếu lượng ẩm U trong bể chứa mặt nhỏ hơn bốc thoát hơi thực đo thì bể chứa mặt bị bốc hơi hết. Lượng bốc hơi còn thiếu sẽ được bổ sung từ tầng dưới (E_a). Ban đầu nó sẽ bốc hơi lượng ẩm trong đất ở tầng dưới còn thừa ở các giai đoạn trước nếu thiếu nó tiếp tục bốc hơi lượng nước chứa trong đất ở tầng dưới. Do đó lượng bốc thoát hơi (E_a) phụ thuộc vào lượng trữ ẩm có trong đất.

- *Bể chứa ngầm*

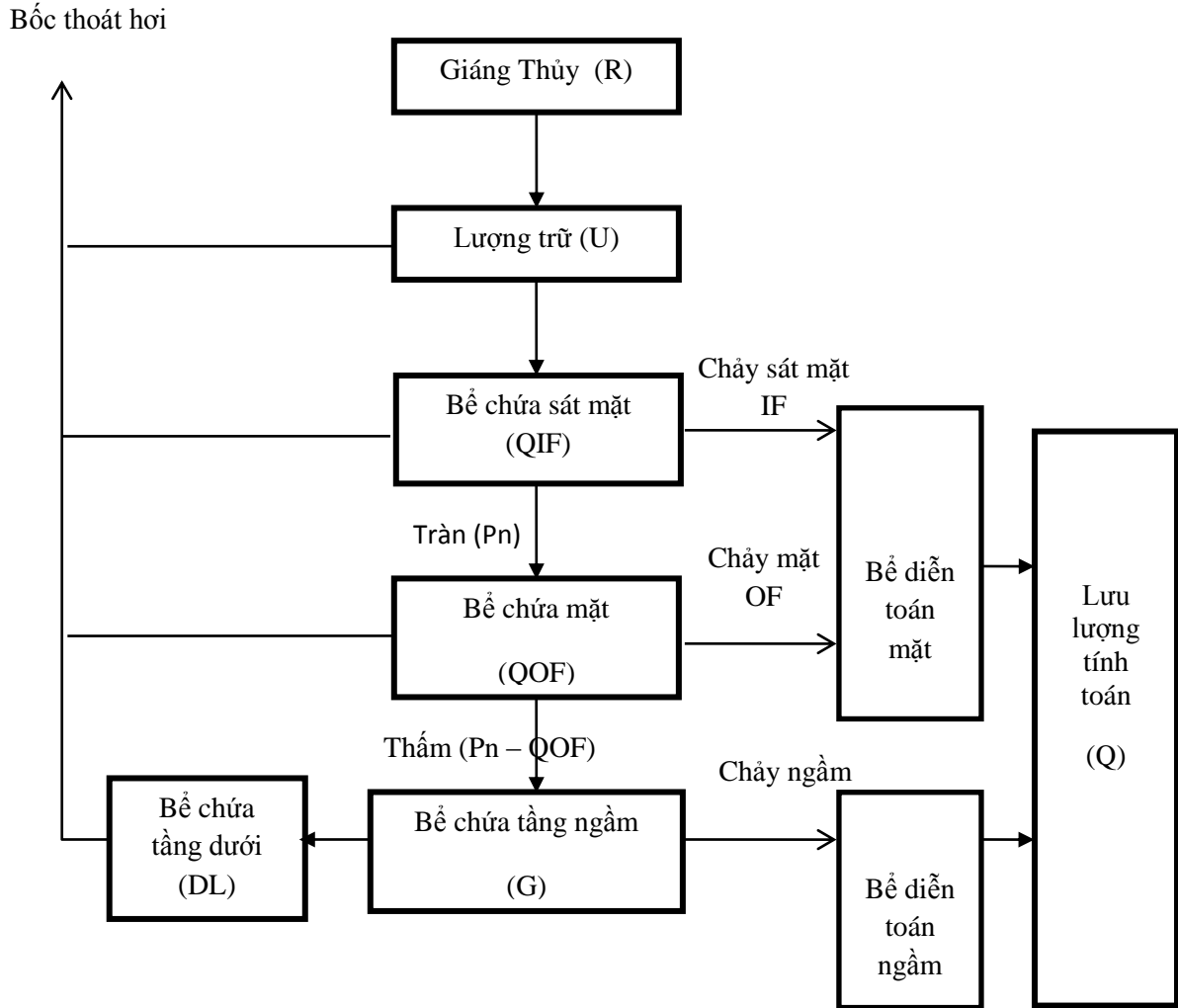
Lượng nước bổ sung cho dòng chảy ngầm phụ thuộc vào độ ẩm của đất trong tầng rễ cây.

Mưa hoặc tuyết tan trước tiên đi vào bể chứa mặt. Lượng nước U trong bể chứa mặt liên tục tiêu hao do bốc thoát hơi và thấm ngang để tạo thành dòng chảy sát mặt. Khi lượng nước U vượt quá giới hạn U_{max} , phần lượng nước thừa sẽ tạo thành dòng chảy tràn để tiếp tục chảy ra sông, phần còn lại sẽ thấm xuống các bể chứa tầng dưới và bể chứa tầng ngầm.

Lượng cấp nước ngầm được chia ra thành 2 bể chứa: bể chứa nước ngầm tầng trên và bể chứa nước ngầm tầng dưới. Hoạt động của hai bể chứa này như các hồ chứa tuyến tính với các hằng số thời gian khác nhau. Nước trong hai bể chứa này sẽ tạo thành dòng chảy ngầm.

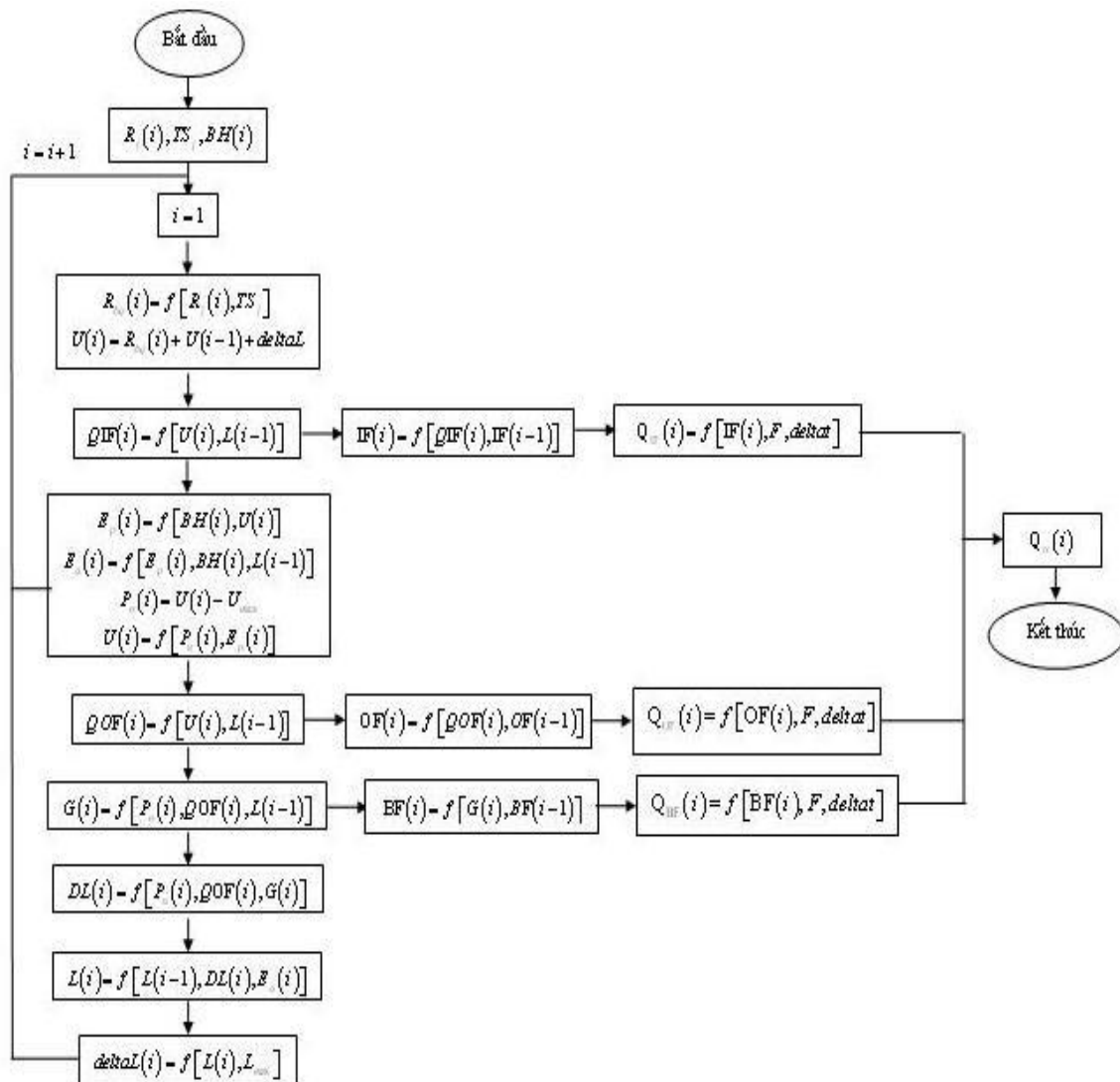
Dòng chảy tràn và dòng chảy sát mặt được diễn toán qua một hồ chứa tuyến tính thứ nhất. Sau đó, tất cả các thành phần dòng chảy được cộng lại và diễn toán qua một hồ chứa tuyến tính thứ hai. Cuối cùng sẽ được dòng chảy tổng cộng tại cửa ra.

2.2. Mô hình nhận thức của mô hình NAM



Hình 5. Mô hình nhận thức của mô hình NAM

2.3. Mô hình toán



Hình 6. Mô hình tính toán của mô hình NAM

- Dòng chảy sát mặt (QIF)

QIF giả thiết là tương ứng với U và biến đổi tuyến tính theo quan hệ lượng trữ ẩm của lượng trữ tầng thấp:

$$QIF = \begin{cases} \frac{1}{CKIF} \frac{\frac{L}{L_{max}} - TIF}{1 - TIF} U & \text{khi } \frac{L}{L_{max}} > TIF \\ 0 & \text{khi } \frac{L}{L_{max}} \leq TIF \end{cases} \quad (1)$$

Trong đó: CKIF là hằng số thời gian dòng chảy sát mặt, nó chính là phần U tạo thành dòng chảy sát mặt trong một đơn vị thời gian và $CQIF < 1$, TIF là ngưỡng dưới của dòng chảy sát mặt ($0 \leq TIF < 1$)

- Dòng chảy mặt (QOF)

Khi lượng trữ bề mặt đã tràn, $U > U_{max}$, thì lượng nước thừa P_n sẽ tạo ra dòng chảy mặt. Dòng chảy mặt QOF được giả thiết là tương ứng với P_n và biến đổi tuyến tính theo quan hệ lượng trữ ẩm đất, L/L_{max} , của tầng thấp:

$$QOF = \begin{cases} CQOF \frac{\frac{L}{L_{max}} - TOF}{1 - TOF} P_n & \text{khi } \frac{L}{L_{max}} > TOF \\ 0 & \text{khi } \frac{L}{L_{max}} \leq TOF \end{cases} \quad (2)$$

Trong đó: CQOF là hệ số dòng chảy mặt, không có thứ nguyên, phản ánh điều kiện thấm ($0 \leq CQOF \leq 1$); TOF là ngưỡng dưới của dòng chảy tràn ($0 \leq TOF < 1$), P_n là phần thừa khi $U \geq U_{max}$ và $P_n = U - U_{max}$.

- Lượng nước ngầm cung cấp cho bể chứa ngầm (G)

Phần lượng nước thừa ($P_n - QOF$) không tham gia vào thành phần dòng chảy tràn sẽ thấm xuống làm tăng lượng trữ ẩm tầng thấp và một phần được giả thiết sẽ thấm xuống sâu hơn và gia nhập vào lượng trữ tầng ngầm (G)

$$\begin{cases} G = (P_n - QOF) \frac{L/L_{max} - TG}{1 - TG} P_n & \text{khi } L/L_{max} > TG \\ G = 0 & \text{khi } L/L_{max} \leq TG \end{cases} \quad (3)$$

- Lượng ẩm của đất

Bể chứa tầng sát mặt biểu thị lượng nước có trong tầng rễ cây. Lượng mưa hiệu quả sau khi trừ đi lượng nước tạo dòng chảy mặt, lượng nước bổ sung cho tầng ngầm, sẽ bổ sung và làm tăng độ ẩm của đất ở tầng rễ cây L bằng một lượng DL:

$$DL = (P_n - QOF) - G \quad (4)$$

- Diễn toán dòng chảy

Dòng chảy sát mặt được thông qua hai bể chứa tuyến tính với một hằng số thời gian CK_{12} . Quá trình dòng chảy mặt cũng dựa trên khái niệm bể chứa tuyến tính nhưng với giá trị thời gian biến đổi.

$$CK = \begin{cases} CK_{12} & \text{khi } OF < OF_{\min} \\ CK_{12} \left(\frac{OF}{OF_{\min}} \right)^{-\beta} & \text{khi } OF \geq OF_{\min} \end{cases} \quad (5)$$

Trong đó :

OF : là dòng chảy mặt (mm/h)

OF_{\min} : là giới hạn trên của quá trình dòng chảy ($OF_{\min} = 0,4$ mm/h)

Hằng số $\beta = 0,4$ tương ứng với việc sử dụng công thức Manning để thiết lập mô hình dòng chảy mặt. Công thức trên thể hiện rõ quá trình động lực của dòng chảy mặt. Trong khi đó theo NAM, dòng chảy sát mặt và dòng chảy tràn được xác định như là một bể chứa tuyến tính.

Hằng số thời gian của quá trình dòng chảy mặt và sát mặt được tính bằng đơn vị giờ. Nó xác định hình dạng và đỉnh của quá trình thủy văn. Các giá trị đó phụ thuộc vào kích thước của lưu vực và cường độ mưa. Hằng số này có thể được xác định từ việc kiểm định thời gian xuất hiện đỉnh của quá trình. Nếu đỉnh quá trình đến quá chậm hoặc quá trễ thì có thể tăng, giảm để hiệu chỉnh mô phỏng.

Công thức diễn toán dòng chảy mặt và dòng chảy sát mặt:

$$\begin{cases} OF = QOF(1 - e^{-t/CK_{12}}) + OF_{i-1}.e^{-t/CK_{12}} \\ OF = QOF(1 - e^{-t/CK}) + OF_{i-1}.e^{-t/CK} \end{cases} \quad (6)$$

$$IFf = QIF(1 - e^{-t/CK_{12}}) + IFf_{i-1}.e^{-t/CK_{12}} \quad (7)$$

Dòng chảy ngầm được diễn toán thông qua một bể chứa tuyến tính với hằng số thời gian $CKBF$

Công thức diễn toán dòng chảy ngầm:

$$BF = G(1 - e^{-t/CKBF}) + BF_{i-1}.e^{-t/CKBF} \quad (8)$$

- Công thức dòng chảy tại mặt cắt cửa ra:

$$Y_{tt} = OF + IFf + BF \text{ (mm)} \quad (9)$$

$$Q_{tt} = (Y_{tt} \cdot Flv) / \Delta t \text{ (m}^3/\text{s)} \quad (10)$$

2.4. Các thông số của mô hình

- U_{max}: Là lượng nước tối đa trong bể chứa mặt (mm)
- L_{max}: Lượng ẩm lớn nhất trong bể chứa tầng rễ cây (mm)
- CQOF: Là hệ số dòng chảy mặt, không thứ nguyên, phản ánh điều kiện thấm
- TOF: Là ngưỡng dưới của dòng chảy tràn
- TIF: Là ngưỡng dưới của dòng chảy sát mặt
- TG: Là giá trị ngưỡng tầng rễ cây
- CKIF: Là hệ số thời gian dòng chảy sát mặt, nó chính là phần U tạo thành dòng chảy sát mặt trong một đơn vị thời gian.
- CK12: Là hằng số thời gian chảy truyền của dòng chảy mặt
- CKBF: Là hằng số thời gian chảy truyền của dòng chảy ngầm

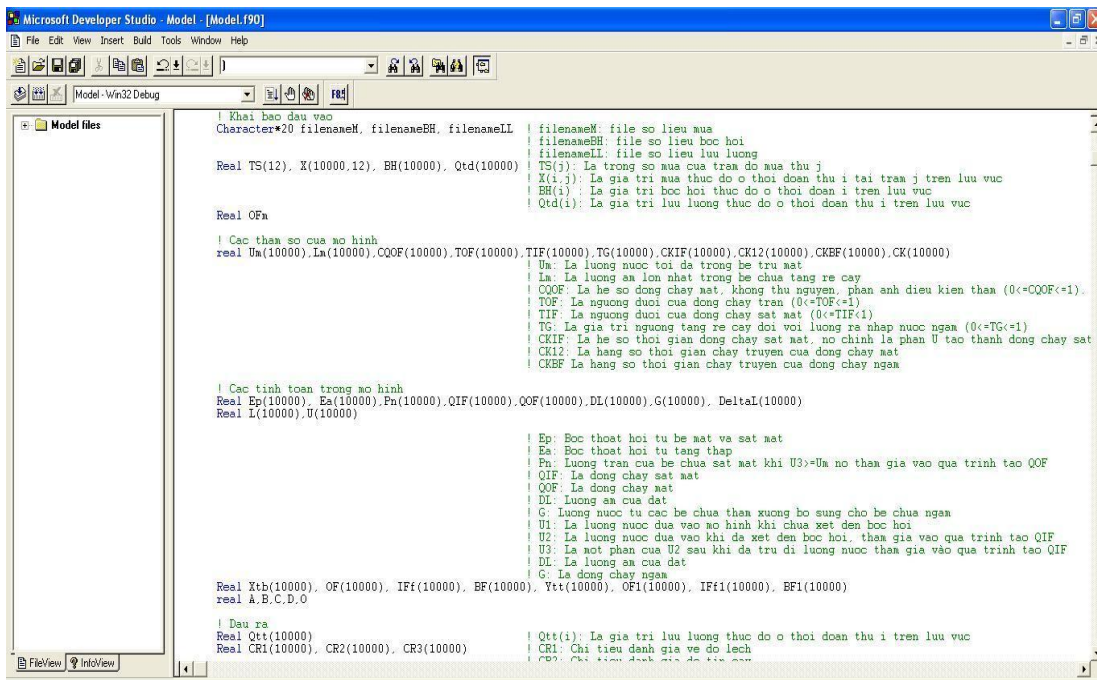
Các thông số trên được xác định thông qua hiệu chỉnh mô hình

Những giá trị thường gặp của các thông số chính:

- U_{max}: (5 – 35 mm)
- L_{max}: (50 – 350 mm)
- CQOF: (0.01 – 0.99 mm)
- CKIF: (50 – 1000 giờ)
- TOF: (0.0 – 0.9)
- TIF: (0.0 – 0.9)
- TG: (0.0 – 0.9)
- CK12: (3 – 72 giờ)
- CKBF: (500 – 5000 giờ)

2.5. Mô hình số viết trên FORTRAN của mô hình NAM

Mô hình toán trình bày ở mục trên được chuyển đổi sang mô hình số sử dụng ngôn ngữ lập trình FORTRAN được thể hiện ở các hình từ hình 7 đến hình 9



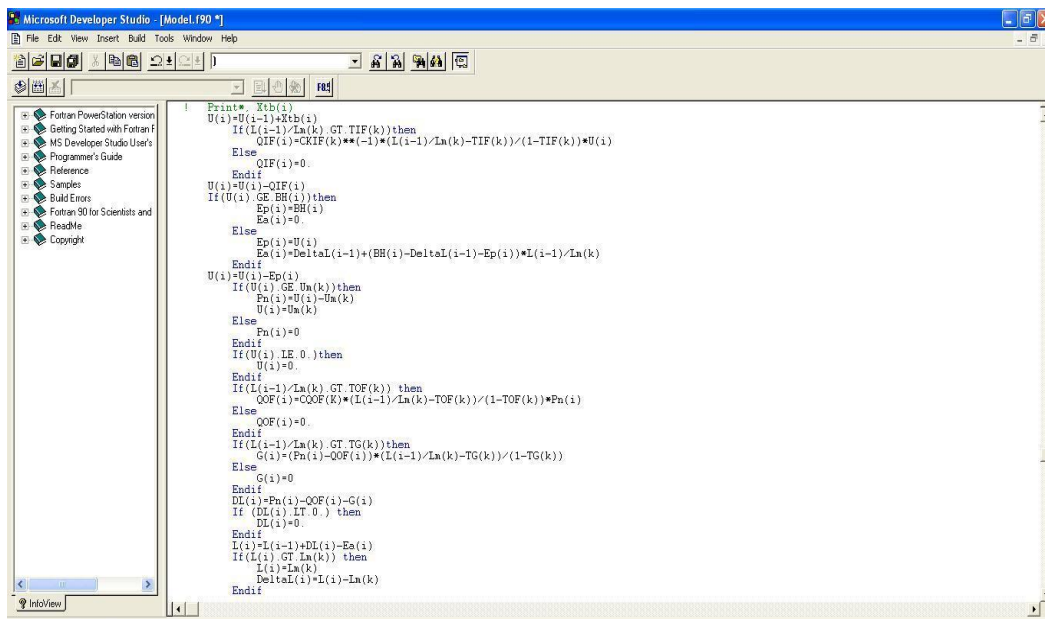
```
! Khai báo đầu vào
Character*20 filenameM, filenameEH, filenameLL
Real TS(12), X(10000,12), BH(10000), Qtd(10000)
! filenameM: file số liệu mưa
! filenameEH: file số liệu bốc hơi
! filenameLL: file số liệu lưu lượng
! TS(j): Là trọng số mưa của trạm đo mưa thứ j
! X(i,j): Là giá trị mưa thực đo ở thời đoạn thu i tại trạm j trên lưu vực
! BH(i): Là giá trị bốc hơi thực đo ở thời đoạn i trên lưu vực
! Qtd(i): Là giá trị lưu lượng thực đo ở thời đoạn thu i trên lưu vực

Real OFn
! Các tham số của mô hình
Real Um(10000), Ln(10000), CQOF(10000), TOF(10000), TIF(10000), TG(10000), CKIF(10000), CK12(10000), CKBF(10000), CK(10000)
! Um: Là lượng nước tối đa trong bể trữ mưa
! Ln: Là lượng an lơn nhất trong bể chứa tầng re cay
! CQOF: Là hệ số dòng chảy mặt, không thu nguyên, phân ảnh điều kiện than (0<=CQOF<=1)
! TOF: Là ngưỡng dưới của dòng chảy tràn (0<=TOF<=1)
! TIF: Là ngưỡng dưới của dòng chảy sạt lở (0<=TIF<=1)
! TG: Là giá trị ngưỡng tầng re cay đối với lượng ra nhập nước ngầm (0<=TG<=1)
! CKIF: Là hệ số thời gian dòng chảy sạt lở, nó chính là phân U tạo thành dòng chảy sạt
! CK12: Là hằng số thời gian chảy truyền của dòng chảy mặt
! CKBF: Là hằng số thời gian chảy truyền của dòng chảy ngầm

! Các tính toán trong mô hình
Real Ep(10000), Es(10000), Pn(10000), QIF(10000), QOF(10000), DL(10000), G(10000), DeltaL(10000)
Real I(10000), U(10000)
! Ep: Bốc thoát hơi từ bề mặt và sạt lở
! Es: Bốc thoát hơi từ tầng thấp
! Pn: Lượng tràn của bể chứa sạt lở khi U3>=Um no tham gia vào quá trình tạo QOF
! QIF: Là dòng chảy sạt lở
! QOF: Là dòng chảy mặt
! DL: Lượng an của đất
! G: Lượng nước từ các bể chứa tham xuống bổ sung cho bể chứa ngầm
! U1: Là lượng nước đưa vào ao hình khi chưa xét đến bốc hơi
! U2: Là lượng nước đưa vào khi đã xét đến bốc hơi, tham gia vào quá trình tạo QIF
! U3: Là nốt phần của U2 sau khi đã trừ đi lượng nước tham gia vào quá trình tạo QIF
! DL: Là lượng an của đất
! G: Là dòng chảy ngầm

Real Xtb(10000), OF(10000), IF(10000), BF(10000), Ytt(10000), OF1(10000), IF1(10000), BF1(10000)
real A,B,C,D,O
! Đầu ra
Real Qtt(10000)
Real CR1(10000), CR2(10000), CR3(10000)
! Qtt(i): Là giá trị lưu lượng thực đo ở thời đoạn thu i trên lưu vực
! CR1: Chỉ tiêu đánh giá về độ lệch
! CR2: Chỉ tiêu đánh giá về độ lệch
```

Hình 7. Phần code khai báo của mô hình



```
Print*, Xtb(1)
U(1)=U(1-1)+Xtb(1)
If (L(1-1)/Ln(k).GT.TIF(k)) then
  QIF(1)=CRIF(k)*(-1)*(L(1-1)/Ln(k)-TIF(k))/(1-TIF(k))*U(1)
Else
  QIF(1)=0
Endif
U(1)=U(1)-QIF(1)
If (U(1).GE.BH(1)) then
  Ep(1)=BH(1)
  Es(1)=0
Else
  Ep(1)=U(1)
  Es(1)=DeltaL(i-1)+(BH(i)-DeltaL(i-1)-Ep(i))*L(i-1)/Ln(k)
Endif
U(1)=U(1)-Ep(1)
If (U(1).GE.Un(k)) then
  Pn(1)=U(1)-Un(k)
  U(1)=Un(k)
Else
  Pn(1)=0
Endif
If (U(1).LE.0.) then
  U(1)=0
Endif
If (L(i-1)/Ln(k).GT.TOF(k)) then
  QOF(1)=CQOF(k)*(L(i-1)/Ln(k)-TOF(k))/(1-TOF(k))*Pn(1)
Else
  QOF(1)=0
Endif
If (L(i-1)/Ln(k).GT.TG(k)) then
  G(1)=(Pn(1)-QOF(1))*L(i-1)/Ln(k)-TG(k))/(1-TG(k))
Else
  G(1)=0
Endif
DL(1)=Pn(1)-QOF(1)-G(1)
If (DL(1).LT.0.) then
  DL(1)=0
Endif
I(i)=I(i-1)+DL(i)-Es(i)
If (I(i).GT.Ln(k)) then
  I(1)=Ln(k)
  DeltaL(1)=I(1)-Ln(k)
Endif
```

Hình 8. Phần code tính toán các thành phần dòng chảy của mô hình diễn ra trong 5 bề chứa


```

Microsoft Developer Studio - [Model.F90 *]
File Edit View Insert Build Tools Window Help

Fortran PowerStation version
Getting Started with Fortran F
MS Developer Studio User's
Programmer's Guide
Reference
Samples
Build Errors
Fortran 90 for Scientists and
ReadMe
Copyright

OF(i)=QOF(i)*(1-exp(-24*t/CK12(k)))+OF(i-1)*exp(-24*t/CK12(k))
If (OF(i).GE. OFn) then
  CK(k)= CK12(k)*(OF(i)/OFn)**(-0.4)
  OF(i)=QOF(i)*(1-exp(-24*t/CK(k)))+OF(i-1)*exp(-24*t/CK(k))
Endif

IFf(i)=QIF(i)*(1-exp(-24*t/CK12(k)))+IFf(i-1)*exp(-24*t/CK12(k))
BF(i)=G(i)*(1-exp(-24*t/CRBF(k)))+BF(i-1)*exp(-24*t/CRBF(k))
Tt(i)=OF(i)+IFf(i)+BF(i)
OF1(i)=(OF(i)+0.001*F)/(t*24*60*60)
IFf1(i)=(IFf(i)+0.001*F)/(t*24*60*60)
BF1(i)=(BF(i)+0.001*F)/(t*24*60*60)
Print*, OF(i)
!
Qtd(i)=(Tt(i)+0.001*F)/(t*24*60*60)
A=A+(Qtd(i)-Qtd(i))
B=B+Qtd(i)
C=C+(Qtd(i)-B/N)**2
D=D+(Qtd(i)-B/N)**2
O=O+(Qtd(i)-Qtd(i))**2
Print*, Qtd(i), Qtd(i)
!
Enddo
Print*, A, B, C, D, O
!
CR1(k) = A/B          ! 10 is good
CR2(k) = C/D          ! 1 is good
CR3(k) = 1 - O/D      ! 1 is good
Print*, CR3(k)
!
Print*, K
!Enddo
! In file ket qua luu luong tinh toan va luu luong thuc do
Open (4, file='ketqua9.txt', status='unknown')
Do i=1, N
  Write(4, '(2f13.3)') Qtd(i), Qtd(i)
Enddo
Close (4)
Open (5, file='ketqua10.txt', status='unknown')
Do i=1, N
  Write(5, '(4f13.3)') Qtd(i), OF1(i), IFf1(i), BF1(i)
Enddo
Close (5)

End program

```

Hình 9. Phần code tính toán các thành phần của mô hình trong bể chứa diễn toán và chỉ tiêu Nash- Sutcliffe

CHƯƠNG 3. ÁP DỤNG VÀ SO SÁNH HAI MÔ HÌNH NAM TRONG MÔ PHỎNG DÒNG CHẢY LŨ LƯU VỰC SÔNG VỆ, TRẠM AN CHỈ

3.1. Phương pháp và số liệu sử dụng trong đánh giá mô hình

3.1.1. Các bước tiến hành

Hiệu chỉnh tham số mô hình là tìm một bộ tham số có khả năng mô phỏng tốt nhất quá trình dòng chảy của lưu vực nghiên cứu, nói một cách khác là tìm bộ tham số cho mô hình để quá trình dòng chảy tính toán bằng mô hình phù hợp nhất với biểu đồ dòng chảy thực đo. Mô hình NAM tiến hành hiệu chỉnh 9 tham số ở phần (2.4). Những tham số này thể hiện tính chất vật lý và rất quan trọng để kiểm soát quá trình sinh dòng chảy và lưu lượng ở cửa ra của lưu vực. Do đó, hiệu chỉnh những tham số chung phải dựa vào dữ liệu dòng chảy thực đo. Quá trình hiệu chỉnh kết hợp cả trực quan và chuỗi số liệu thống kê.

Để tiến hành đánh giá khả năng mô phỏng của mô hình NAM – FORTRAN. Khóa luận tiến hành các bước sau:

Bước 1: Hiệu chỉnh tự động mô hình MIKE – NAM để thu được bộ thông số ban đầu.

Bước 2: Hiệu chỉnh bằng phương pháp thử dần để tăng độ chính xác từ kết quả hiệu chỉnh tự động của mô hình MIKE – NAM.

Bước 3: Dùng bộ thông số này đưa vào mô hình NAM – FORTRAN.

Bước 4: So sánh giữa NAM – FORTRAN và thực đo (có so sánh kết quả từ MIKE – NAM) trong quá trình hiệu chỉnh với một chuỗi số liệu ngày thực đo từ 1990 – 1993.

Bước 5: So sánh giữa NAM – FORTRAN và thực đo (có so sánh kết quả từ MIKE – NAM) trong quá trình kiểm định với một chuỗi số liệu ngày thực đo từ 1997 – 2000.

Năm bước trên được lặp lại, lần này là hiệu chỉnh NAM – FORTRAN ở bước 1 và 2, dùng bộ thông số này đưa vào MIKE NAM ở các bước 3, 4 và 5.

Tiếp theo, hai quá trình so sánh trên được lặp lại, và lần này sử dụng bộ số liệu lũ giờ tháng 11 năm 1999 và tháng 10 năm 2003.

3.1.2. Số liệu

Số liệu khí tượng

- Số liệu mưa ngày: Khóa luận sử dụng dữ liệu mưa ngày của bốn trạm với trọng số mưa tương ứng của các trạm là: An Chỉ (0.124), Minh Long (0.149), Ba Tơ (0.528) và Giá Vực (0.199) từ 1990 – 1993 và 1997 – 2000.

- Số liệu mưa giờ tại bốn trạm Sơn Giang, An Chỉ, Giá Vực, Ba Tơ được sử dụng để tính toán dòng chảy trên lưu vực. Trong đó, có hai trạm mưa Ba Tơ và An Chỉ nằm trong lưu vực, hai trạm còn lại Sơn Giang và Giá Vực nằm ngoài lưu vực, được sử dụng để vẽ đa giác Thiessen và nội suy số liệu mưa trên toàn bộ lưu vực. Trọng số mưa tương ứng của các trạm mưa là: An Chỉ (0.194), Sơn Giang (0.003), Ba Tơ (0.601), Giá Vực (0.202). Số liệu quan trắc 6 giờ một lần được quy về mưa hàng giờ. Các trận lũ sử dụng là trận lũ tháng 11 năm 1999 và trận lũ tháng 10 năm 2003.

- Số liệu bốc hơi ngày: là bốc hơi ngày tại trạm Quảng Ngãi từ 1990 – 1993 và 1997 – 2000.

- Số liệu bốc hơi tại trạm Quảng Ngãi tháng 11 năm 1999 và tháng 10 năm 2003 được quy về mưa hàng giờ.

Số liệu thủy văn

- Lưu lượng thực đo ngày tại trạm An Chỉ từ 1990 – 1993 và 1997 – 2000.

- Lưu lượng thực đo giờ: Chuỗi số liệu lưu lượng tại trạm An Chỉ được sử dụng để so sánh kết quả đầu ra của mô hình. Các trận lũ sử dụng là trận lũ tháng 11 năm 1999 và trận lũ tháng 10 năm 2003.

3.1.3. Các chỉ tiêu đánh giá

Các chỉ tiêu được sử dụng đánh giá mô hình bao gồm 4 chỉ tiêu:

a) *Chỉ tiêu Nash – Sutcliffe:*

$$CR3 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{tt_i} - Q_{td_i})^2}{\sum_{i=1}^N (Q_{td_i} - \overline{Q_{td}})^2} \quad (11)$$

Trong đó:

CR3 là chỉ tiêu Nash – Sutcliffe sử dụng để đánh giá khả năng mô phỏng đường quá trình của dòng chảy.

Tiêu chuẩn đánh giá như sau:

Chỉ tiêu	Mức	Loại
CR3	0.4 – 0.6	Đạt
	0.65- 0.85	Khá
	> 0.85	Tốt

b) Tiêu chuẩn về độ lệch:

$$CR1 = \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{s_i} - Q_{o_i})}{\sum_{i=1}^N Q_{o_i}} \quad (12)$$

Trong đó: CR1: tiêu chuẩn về độ lệch, Q_{s_i} và Q_{o_i} là lưu lượng tính toán và thực đo ở bước thời gian thứ i (m^3/s) và N là số lượng các bước thời gian trong toàn bộ giai đoạn hiệu chỉnh. Giá trị CR1 càng thấp thì tính phù hợp càng tốt, giá trị này bằng 0 thể hiện mô phỏng lượng dòng chảy thực đo tốt nhất.

c) Sai số tổng lượng dòng chảy

$$k = \frac{W_{tt} - W_{td}}{W_{td}} \times 100 \quad (13)$$

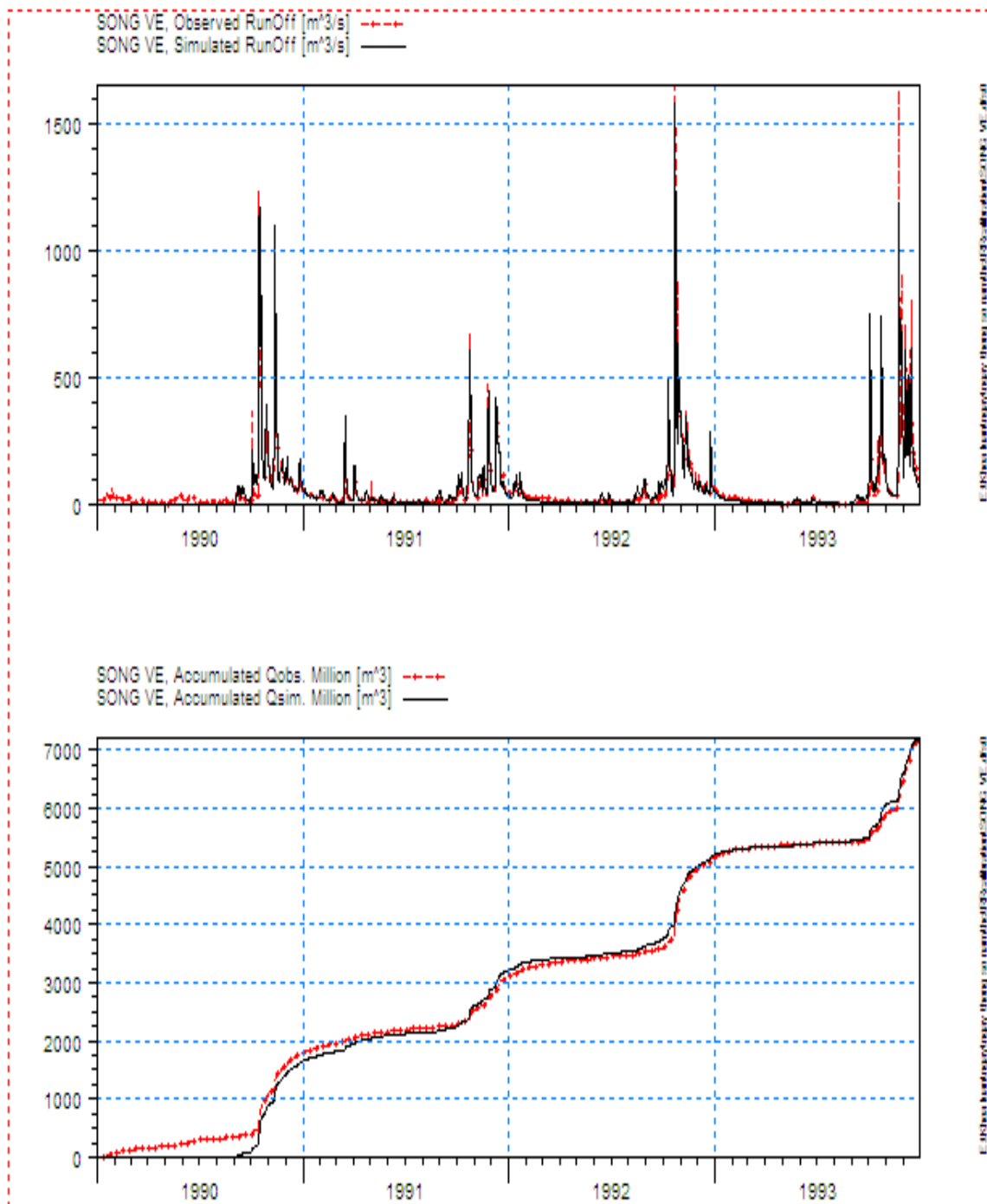
Trong đó: k là hệ số sai số (%), W_{tt} và W_{td} là tổng lượng dòng chảy tính toán và thực đo (m^3). Giá trị k càng gần 0 thì tính phù hợp càng tốt.

3.2. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE NAM với dòng chảy ngày

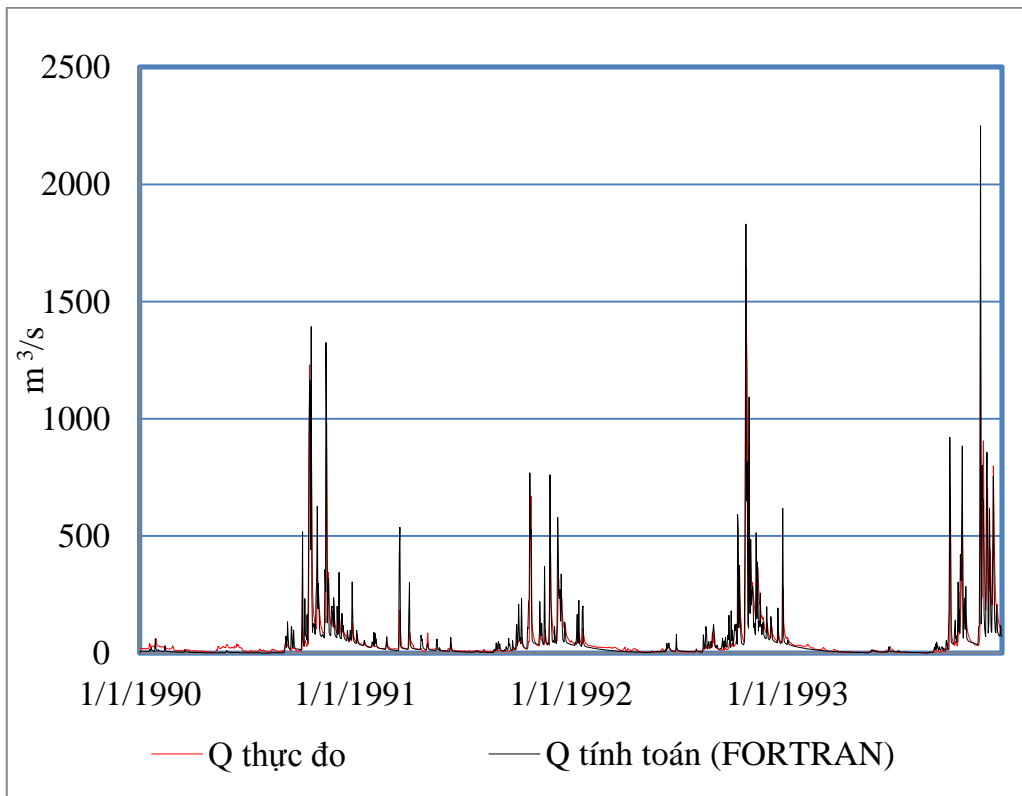
❖ Hiệu chỉnh mô hình cho giai đoạn 1990 - 1993

Bảng 8. Bảng kết quả thông số của mô hình NAM

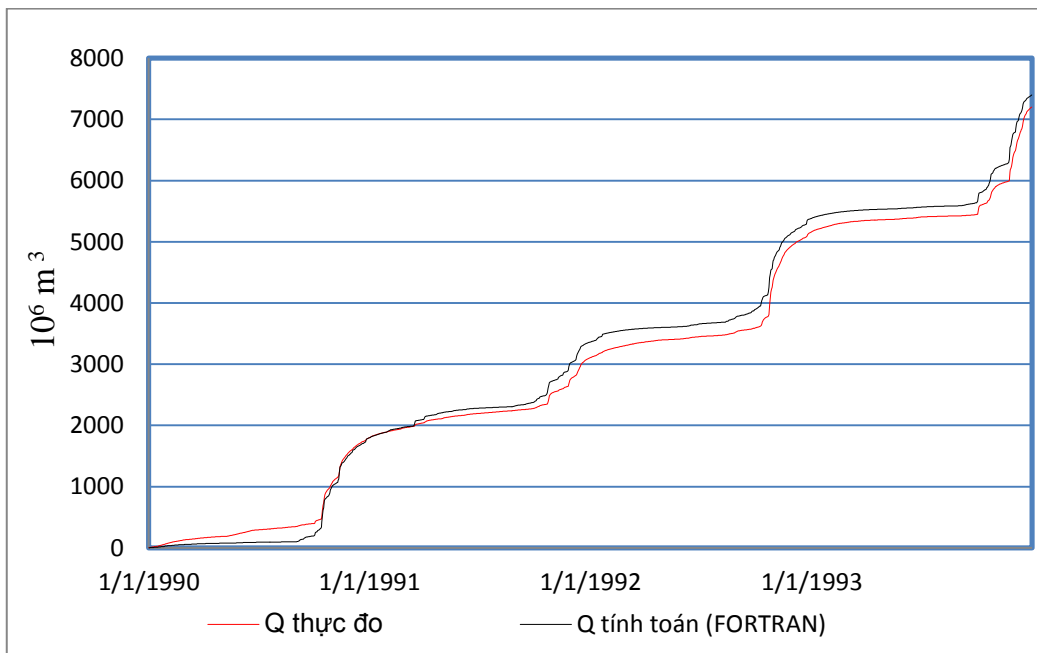
TT	Thông số	Giá trị
1	Umax	14.9
2	Lmax	227
3	CQOF	0.718
4	TOF	0.395
5	TIF	0.278
6	TG	0.0092
7	CKIF	358.9
8	CK12	29
9	CKBF	1004



Hình 10. Kết quả chạy hiệu chỉnh mô hình MIKE - NAM tại trạm An Chỉ giai đoạn 1990 – 1993



Hình 11. Kết quả mô phỏng quá trình lưu lượng dòng chảy ngày bằng mô hình NAM – FORTRAN tại trạm An Chỉ sử dụng bộ thông số thu được từ mô hình MIKE NAM giai đoạn 1990 – 1993



Hình 12. Kết quả mô phỏng đường lũy tích tổng lượng dòng chảy ngày bằng mô hình NAM - FORTRAN tại trạm An Chỉ sử dụng bộ thông số thu được từ MIKE NAM giai đoạn 1990 – 1993

Kết quả so sánh giữa lưu lượng thực đo và lưu lượng tính toán cho hệ số tương quan

TT	Chỉ tiêu	MIKE NAM	NAM - FORTRAN	% sai khác
1	CR1	0.005	0.0272	81.48%
2	CR3	0.905	0.6956	20.09%
3	k	0.51%	2.65%	80.75%

+ Tiêu chuẩn về độ lệch: CR1 cho thấy kết quả mô phỏng đều đạt loại tốt nhưng đối với mô hình MIKE NAM cho kết quả mô phỏng tốt hơn.

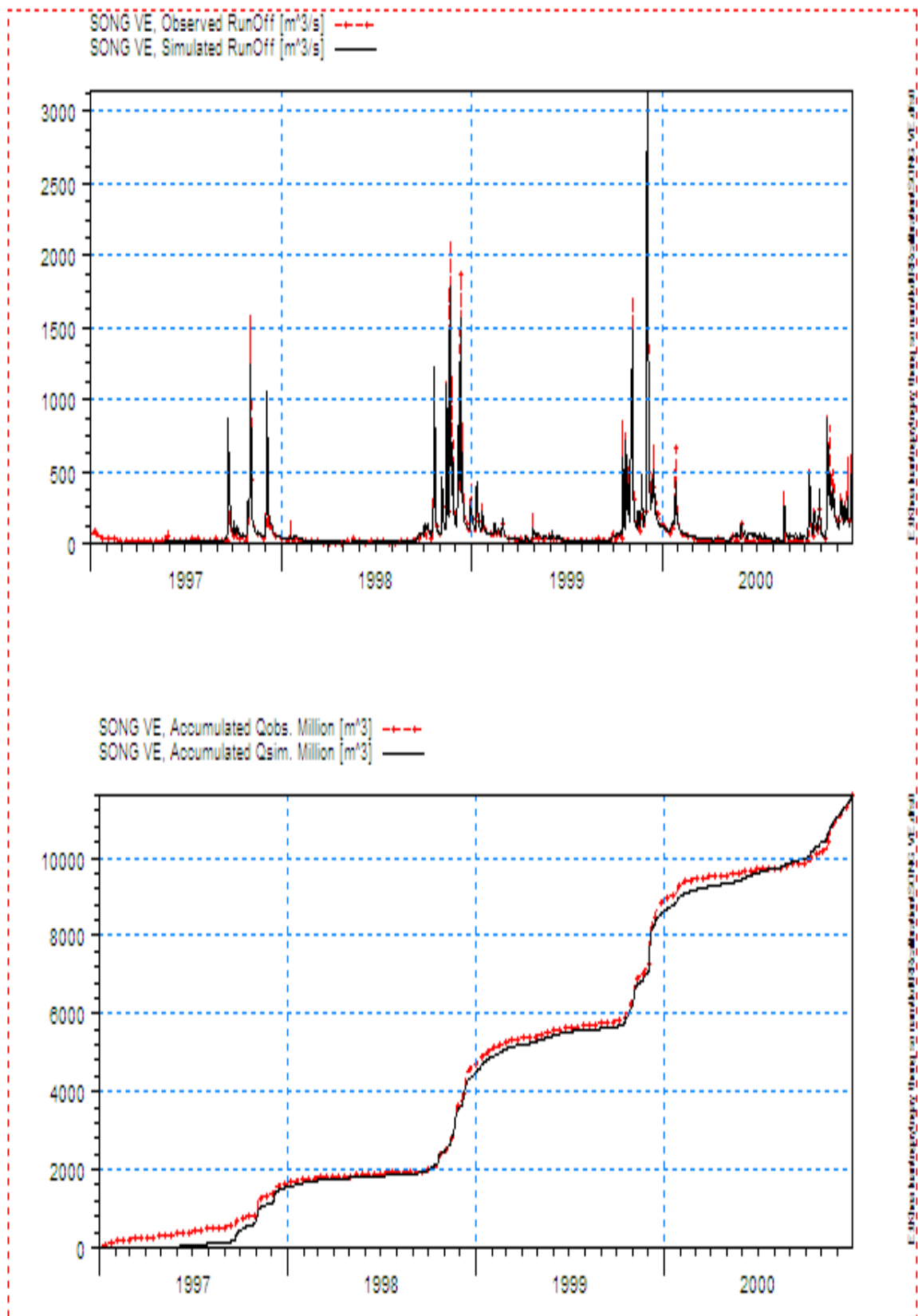
+ Chỉ tiêu Nash: CR3 cho thấy kết quả mô phỏng đều đạt loại khá nhưng đối với mô hình MIKE NAM cho kết quả mô phỏng tốt hơn.

+ Sai số tổng lượng lũ: k cho thấy kết quả sai số tổng lượng lũ đều tốt nhưng đối với mô hình MIKE NAM cho kết quả sai số tổng lượng lũ tốt hơn.

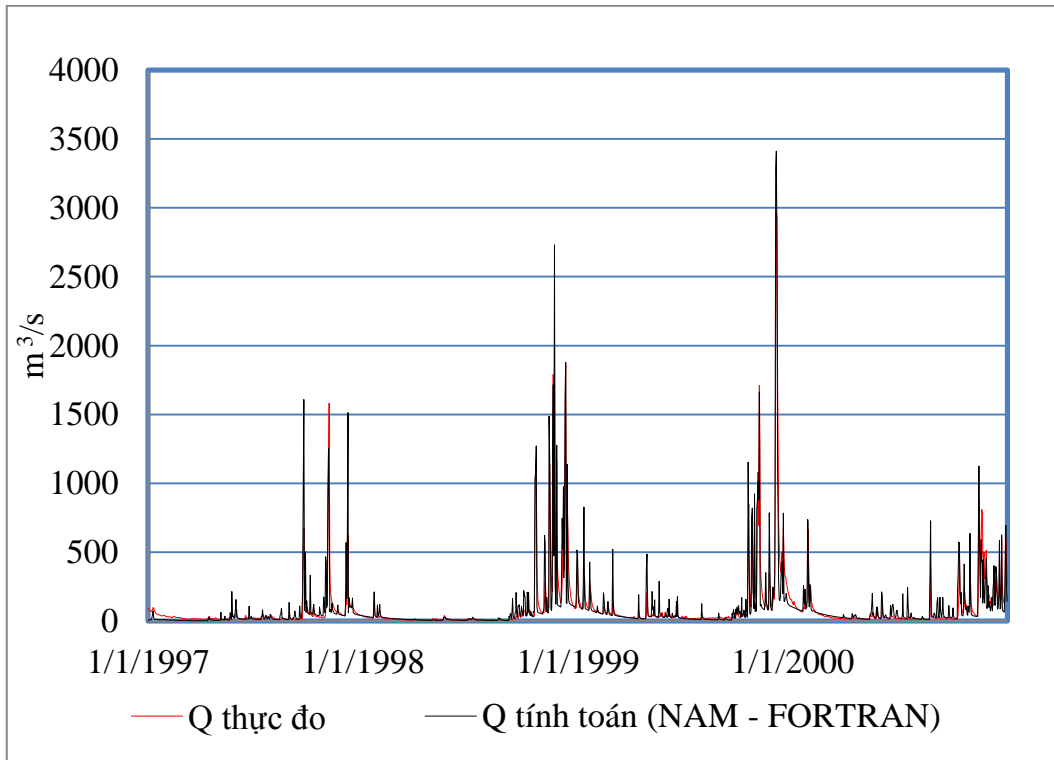
Các chỉ tiêu đánh giá CR1, CR3, k cho kết quả tốt đối với mô hình MIKE NAM.

❖ *Kiểm định mô hình*

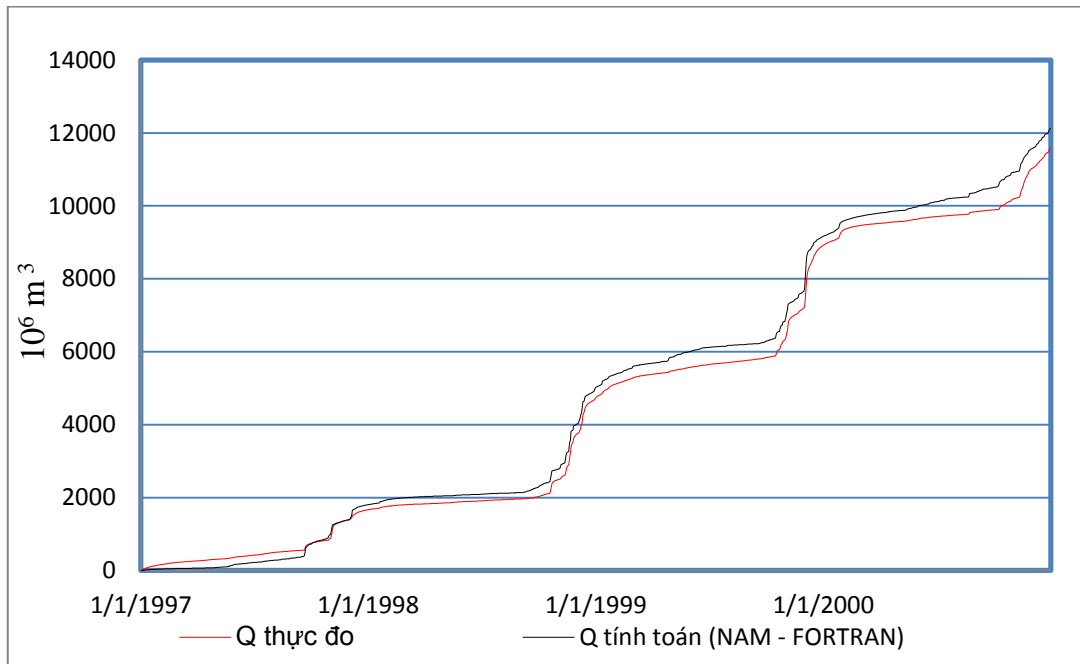
Để kiểm định mô hình khóa luận sử dụng bộ thông số đã hiệu chỉnh ở trên chạy tiếp cho giai đoạn 1997 - 2000.



**Hình 13. Kết quả kiểm định mô hình MIKE – NAM tại trạm An Chỉ
giai đoạn 1997 – 2000**



Hình 14. Kết quả mô phỏng quá trình lưu lượng dòng chảy ngày bằng mô hình NAM – FORTRAN tại trạm An Chi sử dụng bộ thông số thu được từ MIKE NAM giai đoạn 1997 – 2000



Hình 15. Kết quả mô phỏng đường quá lũy tích tổng lượng dòng chảy ngày bằng mô hình NAM – FORTRAN tại trạm An Chi sử dụng bộ thông số thu được từ MIKE NAM giai đoạn 1997 – 2000

Kết quả so sánh giữa lưu lượng thực đo và lưu lượng tính toán cho hệ số tương quan

TT	Chỉ tiêu	MIKE NAM	NAM - FORTRAN	% sai khác
1	CR1	0.00716	0.045325	84.20%
2	CR3	0.939	0.7542	19.68%
3	k	0.71%	4.34%	83.64%

+ Tiêu chuẩn về độ lệch: CR1 cho thấy kết quả mô phỏng đều đạt loại tốt nhưng đối với mô hình MIKE NAM cho kết quả mô phỏng tốt hơn.

+ Chỉ tiêu Nash: CR3 cho thấy kết quả mô phỏng đều đạt loại khá nhưng đối với mô hình MIKE NAM cho kết quả mô phỏng tốt hơn.

+ Sai số tổng lượng lũ: k cho thấy kết quả sai số tổng lượng lũ đều tốt nhưng đối với mô hình MIKE NAM cho kết quả sai số tổng lượng lũ tốt hơn.

Các chỉ tiêu đánh giá CR1, CR3, k cho kết quả tốt đối với mô hình MIKE NAM.

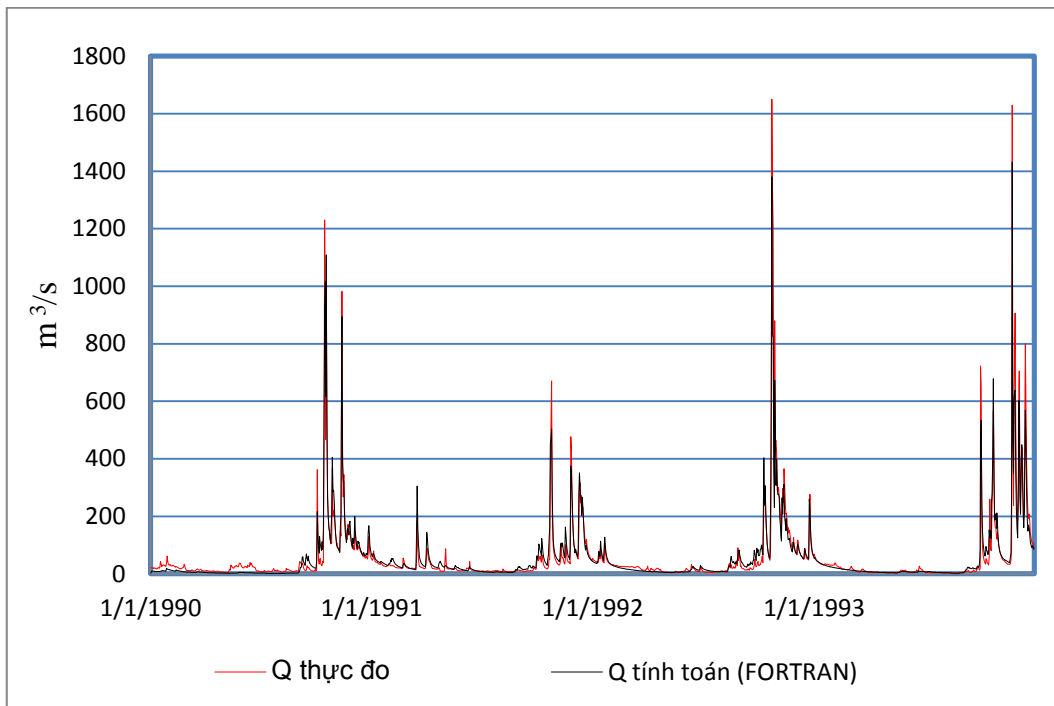
3.3. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình NAM – FORTRAN với dòng chảy ngày

❖ Hiệu chỉnh mô hình

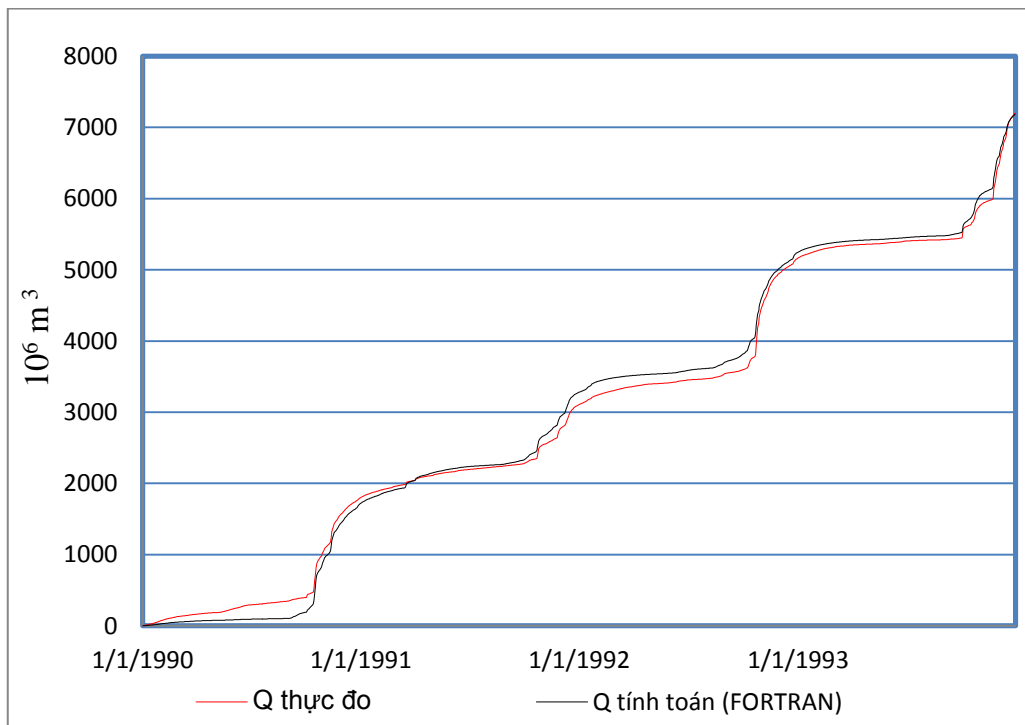
Báo cáo sử dụng giai đoạn 1990 - 1993 để hiệu chỉnh mô hình

Bảng 9. Bảng kết quả thông số của mô hình NAM - FORTRAN

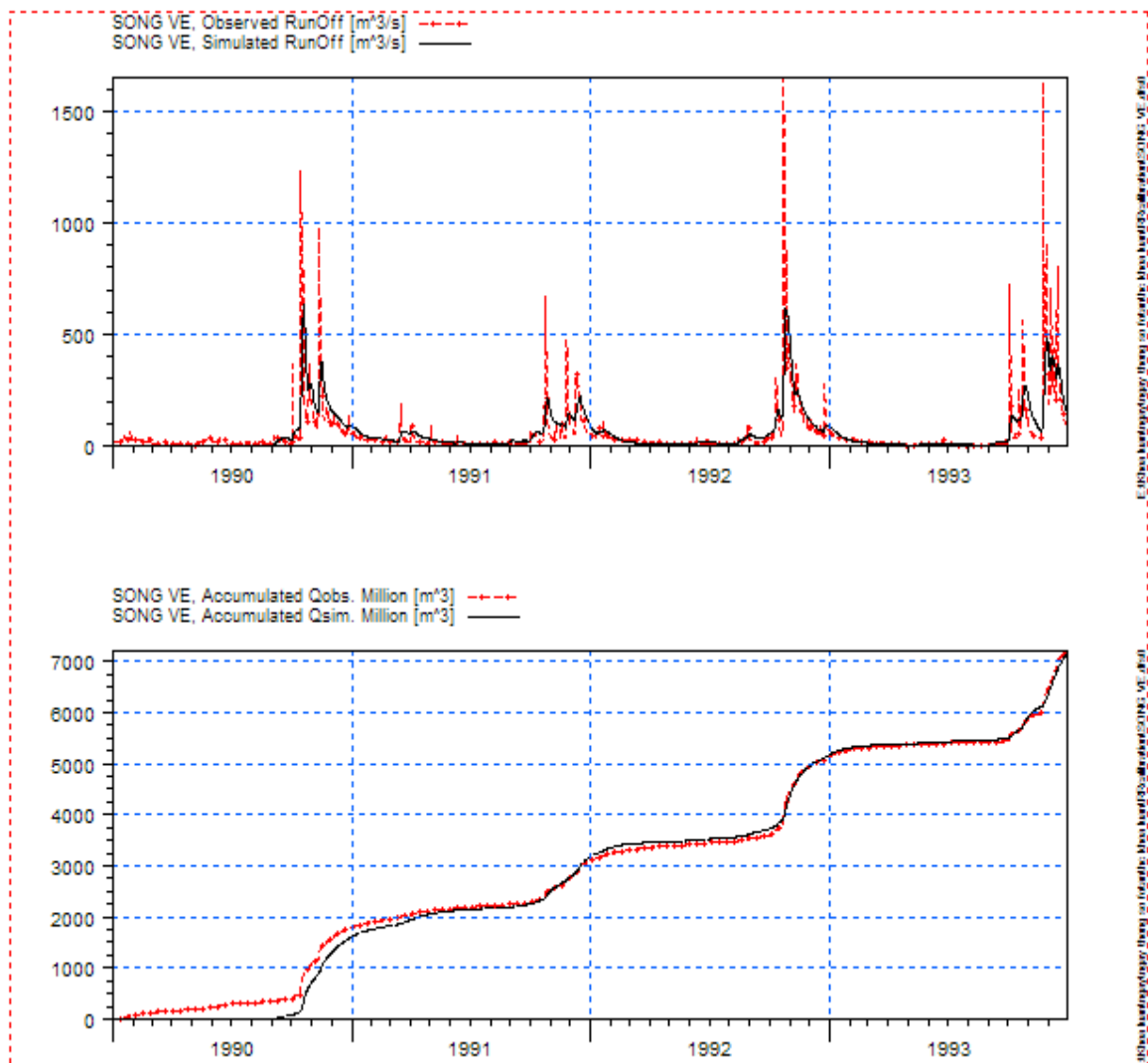
TT	Thông số	Giá trị
1	Umax	12.25
2	Lmax	245
3	CQOF	0.71
4	TOF	0.458
5	TIF	0.794
6	TG	0.049
7	CKIF	650
8	CK12	179.4
9	CKBF	127.5



Hình 16: Kết quả mô phỏng đường quá trình lưu lượng dòng chảy ngày bằng mô hình NAM – FORTRAN tại trạm An Chỉ sử dụng bộ thông số thu được từ NAM - FORTRAN giai đoạn 1990 – 1993



Hình 17: Kết quả mô phỏng đường lũy tích tổng lượng dòng chảy ngày bằng mô hình NAM – FORTRAN tại trạm An Chỉ sử dụng bộ thông số thu được từ NAM – FORTRAN giai đoạn 1990 – 1993



Hình 24: Kết quả chạy hiệu chỉnh mô hình MIKE NAM tại trạm An Chỉ giai đoạn 1990 – 1993.

Kết quả so sánh giữa lưu lượng thực đo và lưu lượng tính toán cho hệ số tương quan

TT	Chỉ tiêu	MIKE NAM	NAM - FORTRAN	% sai khác
1	CR1	-0.0101	-0.0021	79.21%
2	CR3	0.472	0.9225	48.83%
3	k	1.02%	0.21%	79.41%

+ Tiêu chuẩn về độ lệch: CR1 cho thấy kết quả mô phỏng đều đạt loại tốt nhưng đối với mô hình NAM - FORTRAN cho kết quả mô phỏng tốt hơn.

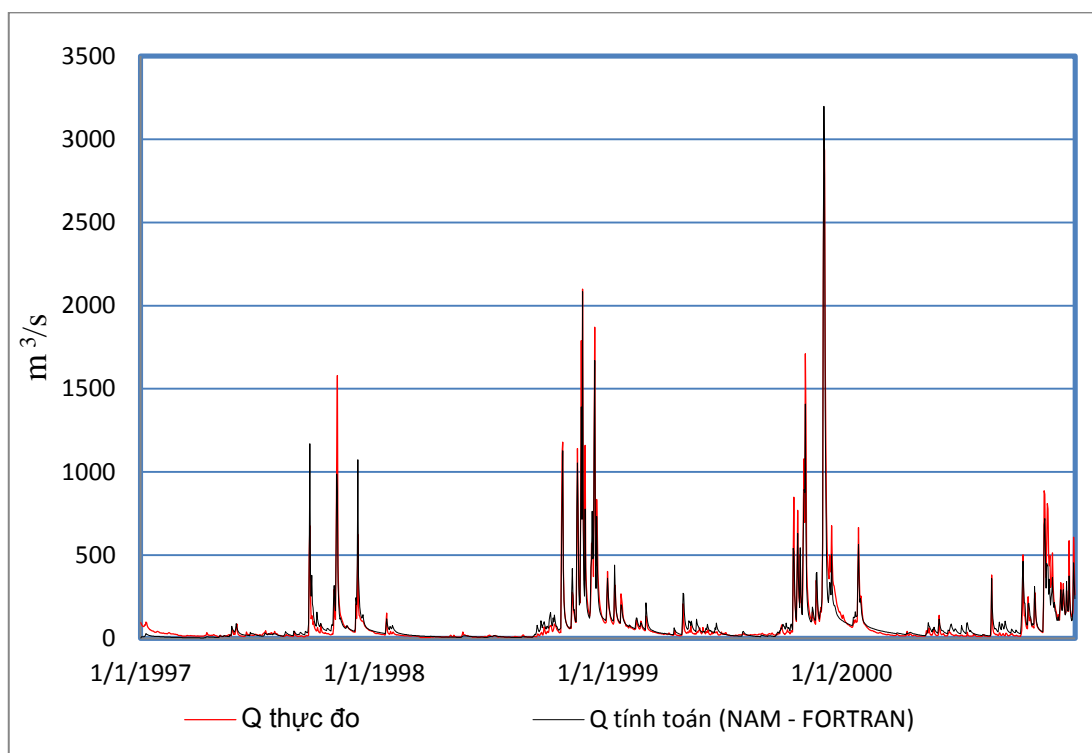
+ Chỉ tiêu Nash: CR3 cho thấy kết quả mô phỏng đối với mô hình NAM - FORTRAN tốt hơn mô hình MIKE NAM.

+ Sai số tổng lượng lũ: k cho thấy kết quả sai số tổng lượng lũ đều tốt nhưng đối với mô hình NAM - FORTRAN cho kết quả sai số tổng lượng lũ tốt hơn.

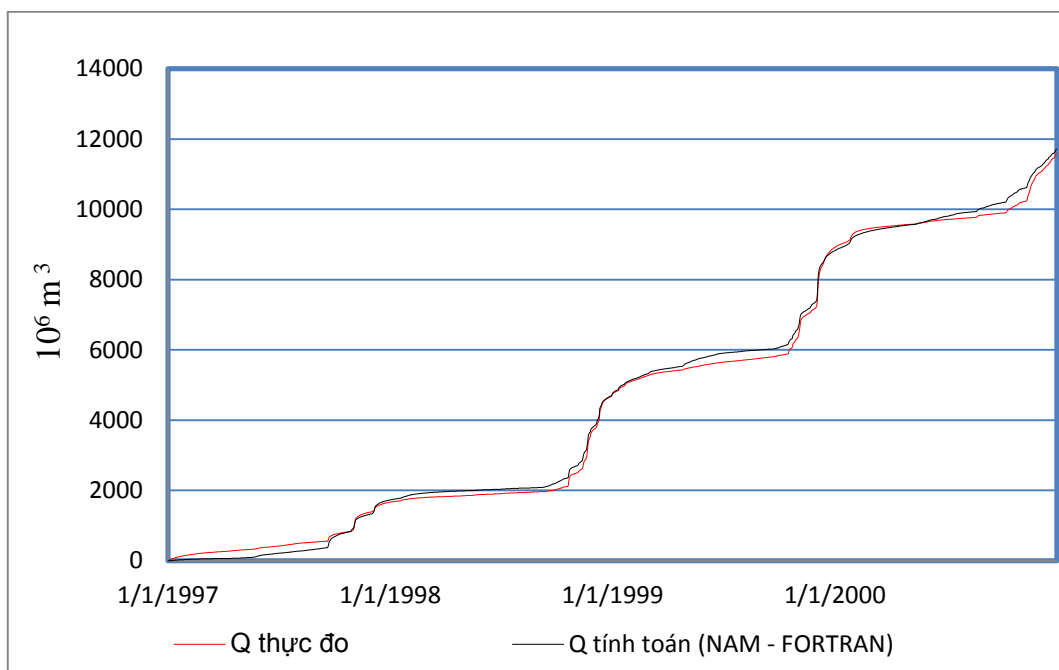
Các chỉ tiêu CR1, CR3, k tốt đối với mô hình NAM – FORTRAN.

❖ *Kiểm định mô hình*

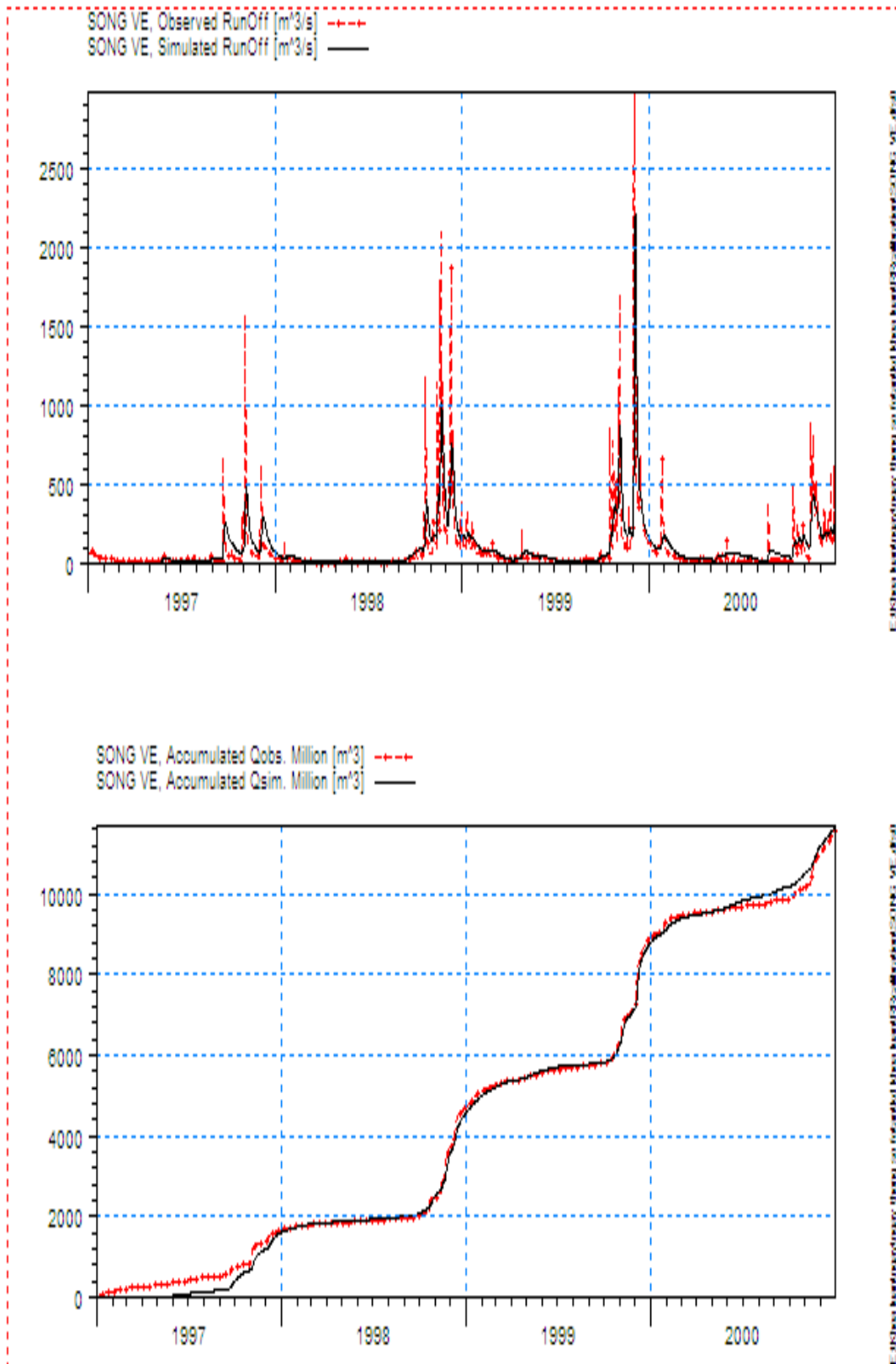
Để kiểm định mô hình khóa luận sử dụng bộ thông số đã hiệu chỉnh ở trên chạy tiếp cho giai đoạn 1997 - 2000.



Hình 18. Kết quả mô phỏng quá trình lưu lượng dòng chảy ngày bằng mô hình NAM – FORTRAN tại trạm An Chỉ sử dụng bộ thông số thu được từ NAM - FORTRAN giai đoạn 1997 – 2000.



Hình 19. Kết quả mô phỏng đường lũy tích tổng lượng dòng chảy ngày bằng mô hình NAM – FORTRAN tại trạm An Chỉ sử dụng bộ thông số thu được từ NAM - FORTRAN giai đoạn 1997 – 2000



Hình 20. Kết quả chạy kiểm định mô hình MIKE NAM tại trạm An Chỉ giai đoạn 1997 – 2000.

Kết quả so sánh giữa lưu lượng thực đo và lưu lượng tính toán cho hệ số tương quan

TT	Chỉ tiêu	MIKE NAM	NAM - FORTRAN	% sai khác
1	CR1	0.0057	0.0102	44.12 %
2	CR3	0.499	0.9327	46.50 %
3	k	0.57 %	1.01 %	43.56 %

+ Tiêu chuẩn về độ lệch: CR1 cho thấy kết quả mô phỏng đều đạt loại tốt nhưng đối với mô hình MIKE NAM cho kết quả mô phỏng tốt hơn.

+ Chỉ tiêu Nash: CR3 cho thấy kết quả mô phỏng đối với mô hình NAM - FORTRAN tốt hơn mô hình MIKE NAM.

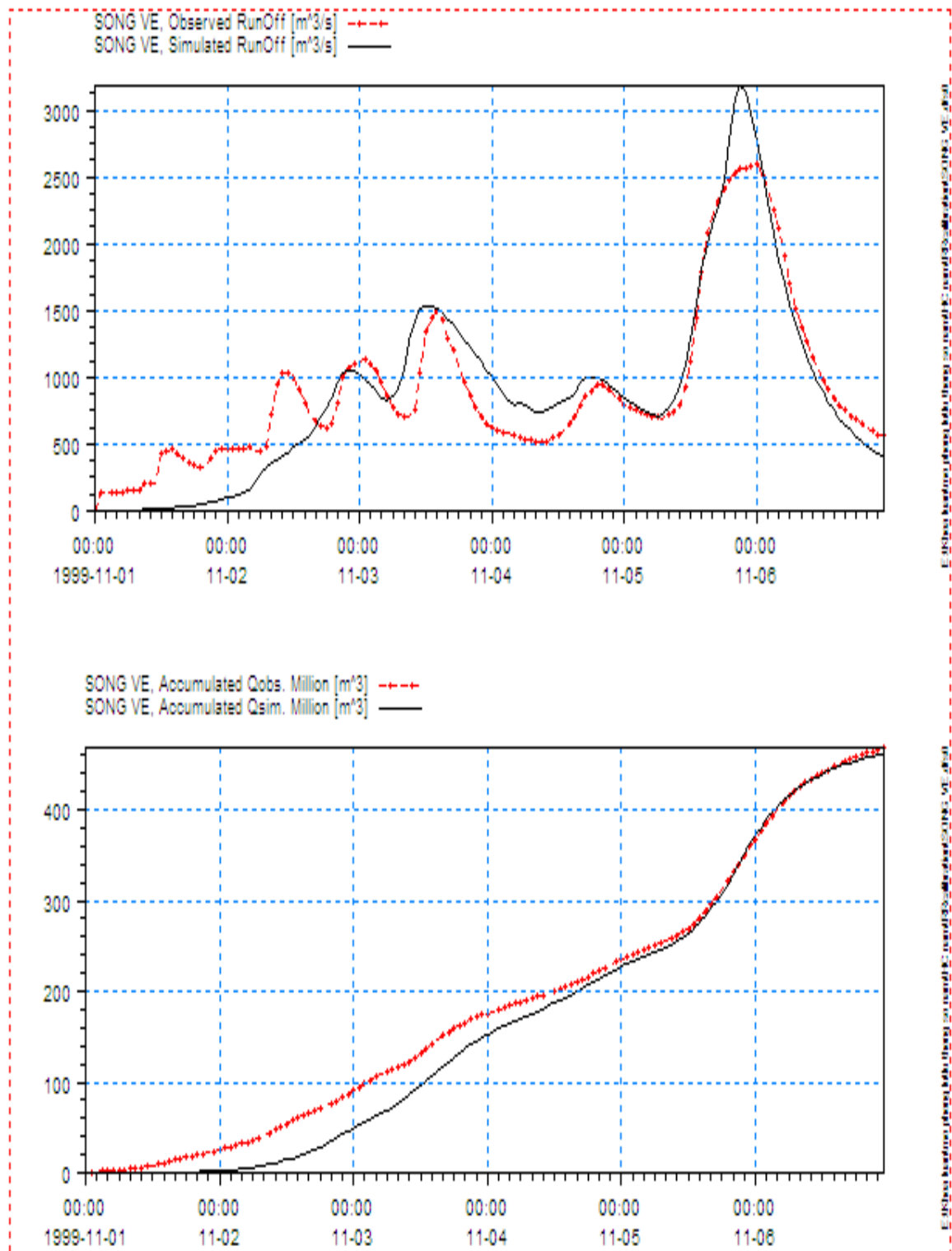
+ Sai số tổng lượng lũ: k cho thấy kết quả sai số tổng lượng lũ đều tốt nhưng đối với mô hình MIKE NAM cho kết quả sai số tổng lượng lũ tốt hơn.

Các chỉ tiêu CR1, CR3 tốt đối với mô hình NAM – FORTRAN, k tốt cho MIKE NAM.

3.4. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE NAM với dòng chảy giờ

❖ Hiệu chỉnh mô hình

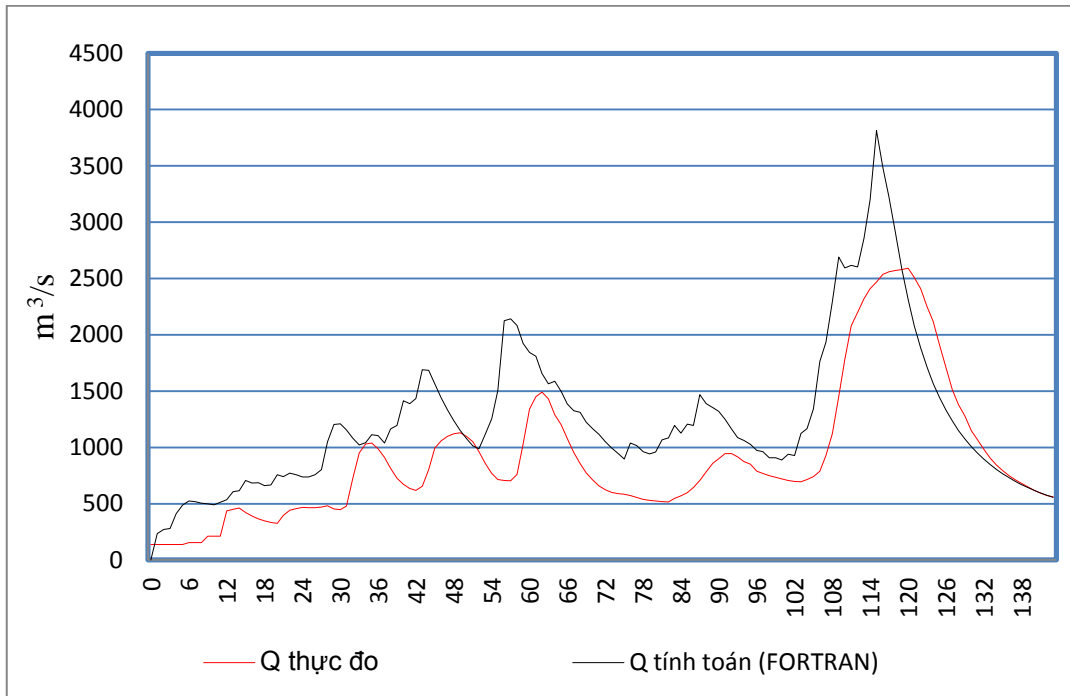
Báo cáo sử dụng trận lũ 1 – 6/11/1999 để hiệu chỉnh mô hình



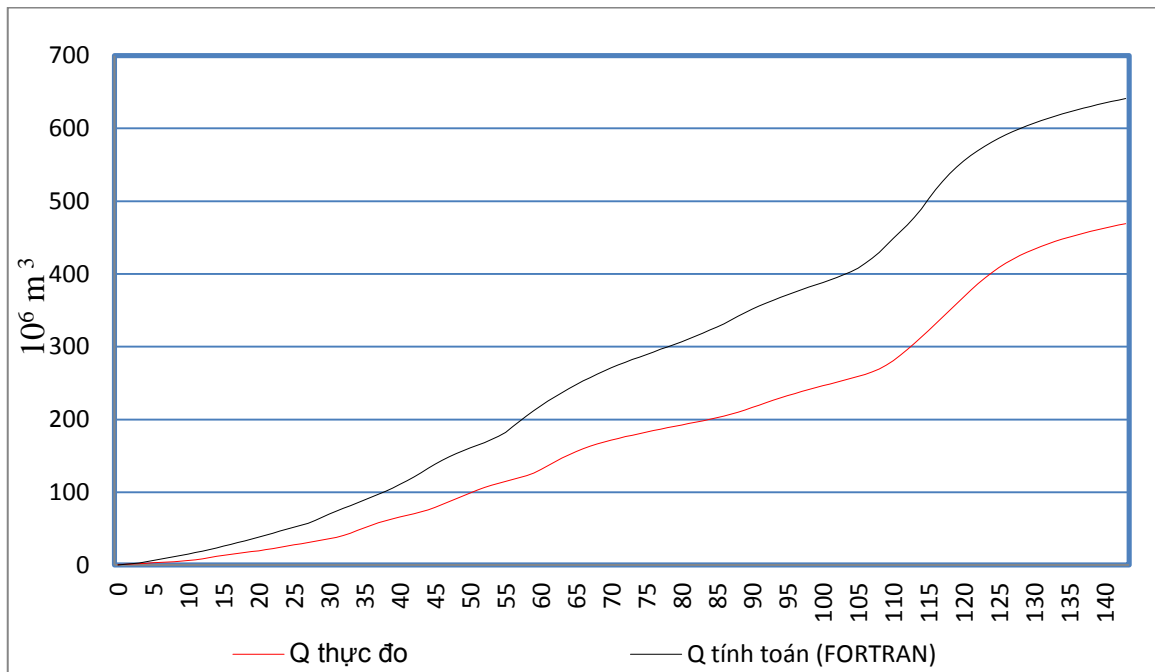
Hình 21. Kết quả chạy hiệu chỉnh mô hình MIKE - NAM tại trạm An Chỉ từ 1 -6/11/1999

Bảng 10. Bảng kết quả thông số của mô hình NAM

TT	Thông số	Giá trị
1	Umax	10.3
2	Lmax	101
3	CQOF	0.927
4	TOF	0.00738
5	TIF	0.536
6	TG	0.249
7	CKIF	557.1
8	CK12	28.6
9	CKBF	2967



Hình 22. Kết quả mô phỏng quá trình lưu lượng dòng chảy giờ bằng mô hình NAM - FORTRAN tại trạm An Chỉ sử dụng bộ thông số thu được từ MIKE NAM từ 1 -6/11/1999



Hình 23. Kết quả mô phỏng đường lũy tích tổng lượng dòng chảy giờ bằng mô hình NAM - FORTRAN tại trạm An Chỉ sử dụng bộ thông số thu được từ MIKE NAM từ 1 -6/11/1999

Kết quả so sánh giữa lưu lượng thực đo và lưu lượng tính toán cho hệ số tương quan

TT	Chỉ tiêu	MIKE NAM	NAM – FORTRAN	% sai khác
1	CR1	-0.0161	0.3664	104.39%
2	CR3	0.814	0.5448	33.07%
3	k	1.64%	26.82%	93.89%

+ Tiêu chuẩn về độ lệch: CR1 cho thấy kết quả mô phỏng đều đạt loại tốt nhưng đối với mô hình MIKE NAM cho kết quả mô phỏng tốt hơn.

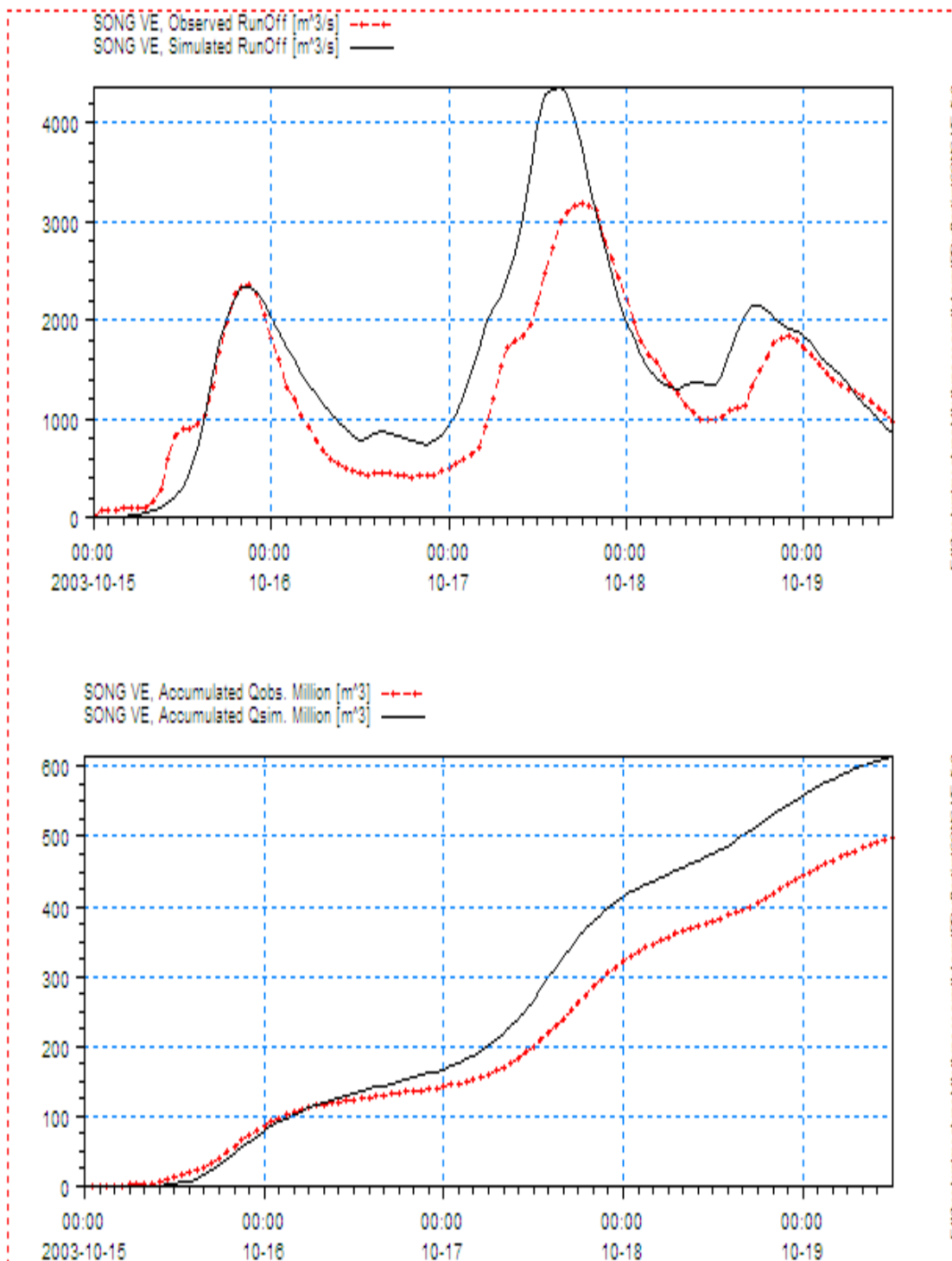
+ Chỉ tiêu Nash: CR3 cho thấy kết quả mô phỏng đối với mô hình MIKE NAM tốt hơn mô hình NAM - FORTRAN.

+ Sai số tổng lượng lũ: k cho thấy kết quả sai số tổng lượng lũ đối với mô hình MIKE NAM tốt hơn mô hình NAM - FORTRAN.

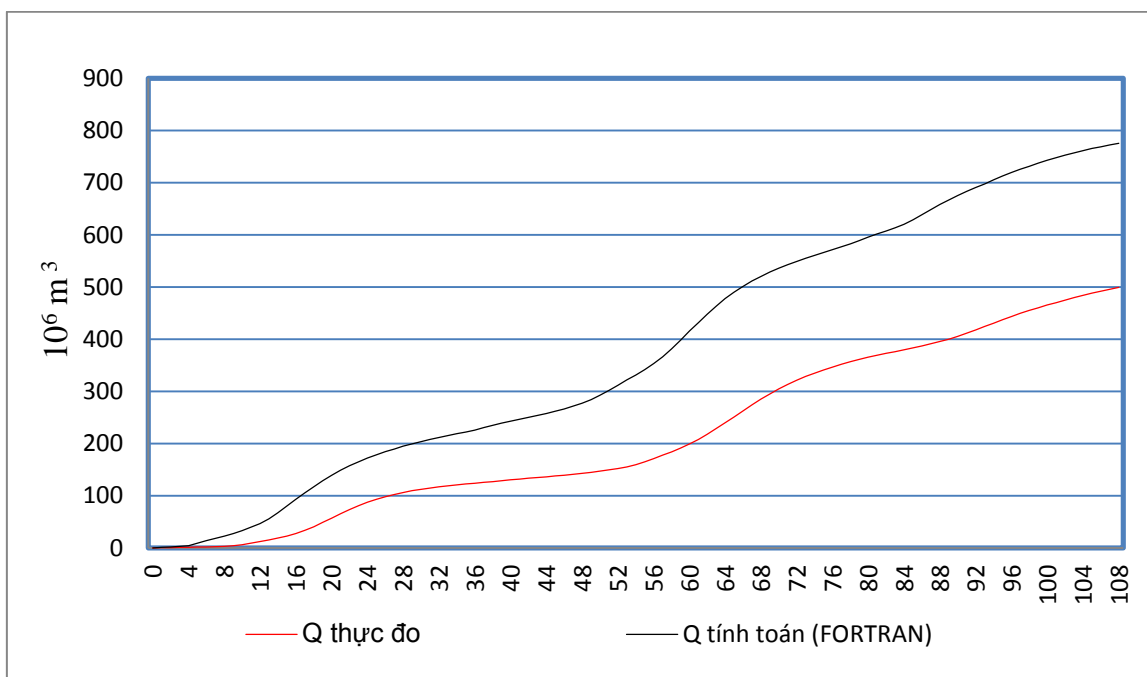
Các chỉ tiêu CR1, CR3, k tốt đối với mô hình MIKE NAM.

❖ *Kiểm định mô hình*

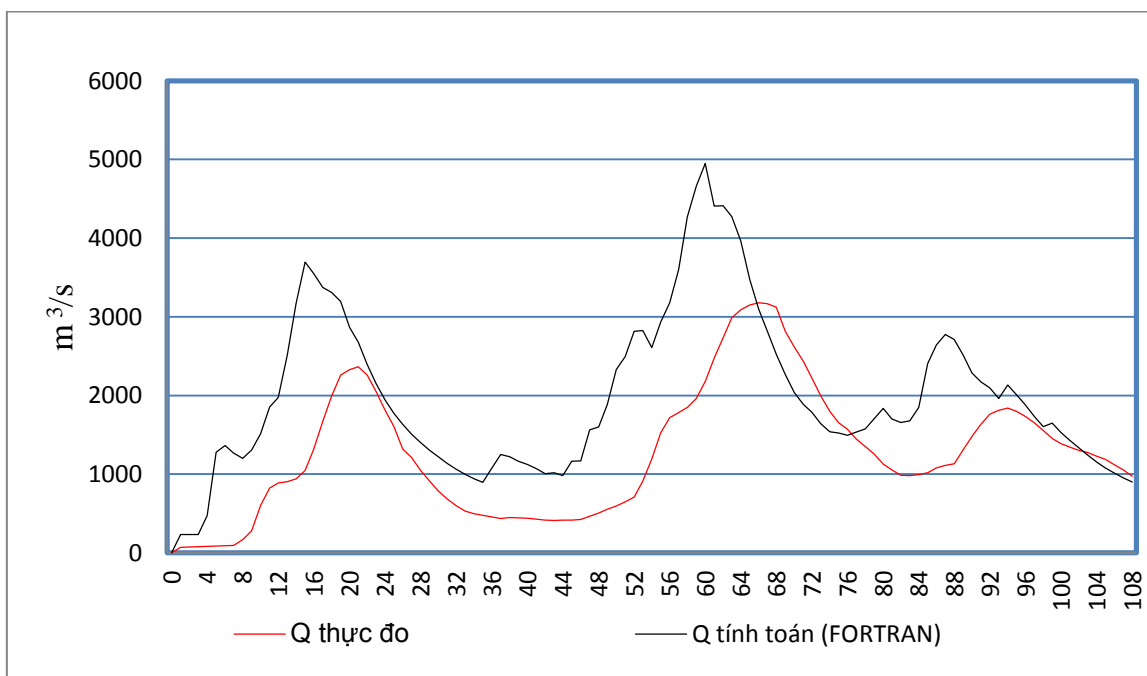
Để kiểm định mô hình khóa luận sử dụng bộ thông số đã hiệu chỉnh ở trên chạy tiếp cho trận lũ 15 – 19/10/2003.



Hình 24. Kết quả kiểm định mô hình MIKE – NAM tại trạm An Chỉ từ 15 – 19/10/2003



Hình 25. Kết quả mô phỏng đường lũy tích tổng lượng dòng chảy ngày bằng mô hình NAM - FORTRAN tại trạm An Chỉ sử dụng bộ thông số thu được từ MIKE NAM từ 15 – 19/10/2003



Hình 26. Kết quả mô phỏng quá trình lưu lượng dòng chảy giờ bằng mô hình NAM - FORTRAN tại trạm An Chỉ sử dụng bộ thông số thu được từ MIKE NAM từ 15 – 19/10/2003

Kết quả so sánh giữa lưu lượng thực đo và lưu lượng tính toán cho hệ số tương quan

TT	Chỉ tiêu	MIKE NAM	NAM - FORTRAN	% sai khác
1	CR1	0.2303	0.553	58.35%
3	CR3	0.521	0.45	13.65%
4	k	18.72%	35.62%	47.45%

+ Tiêu chuẩn về độ lệch: CR1 cho thấy kết quả mô phỏng đều đạt loại tốt nhưng đối với mô hình MIKE NAM cho kết quả mô phỏng tốt hơn.

+ Chỉ tiêu Nash: CR3 cho thấy kết quả mô phỏng đối với mô hình MIKE NAM tốt hơn mô hình NAM - FORTRAN.

+ Sai số tổng lượng lũ: k cho thấy kết quả sai số tổng lượng lũ đối với mô hình MIKE NAM tốt hơn mô hình NAM - FORTRAN.

Các chỉ tiêu CR1, CR3, k tốt đối với mô hình MIKE NAM.

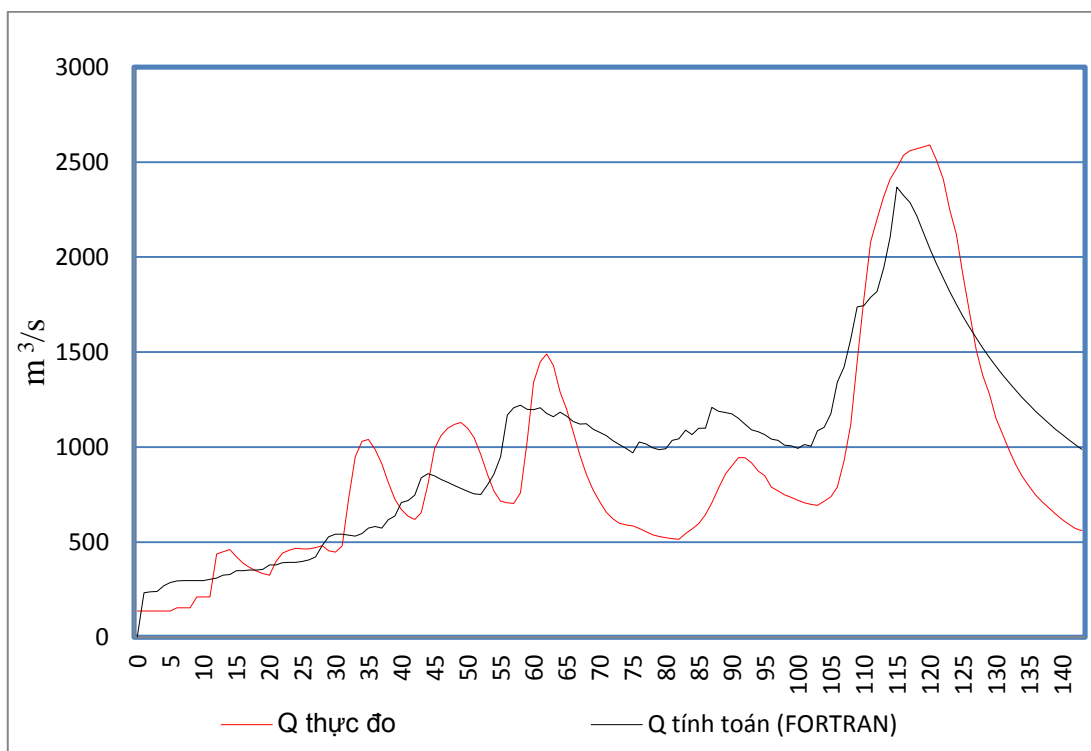
3.5. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình NAM – FORTRAN với dòng chảy giờ

❖ Hiệu chỉnh mô hình

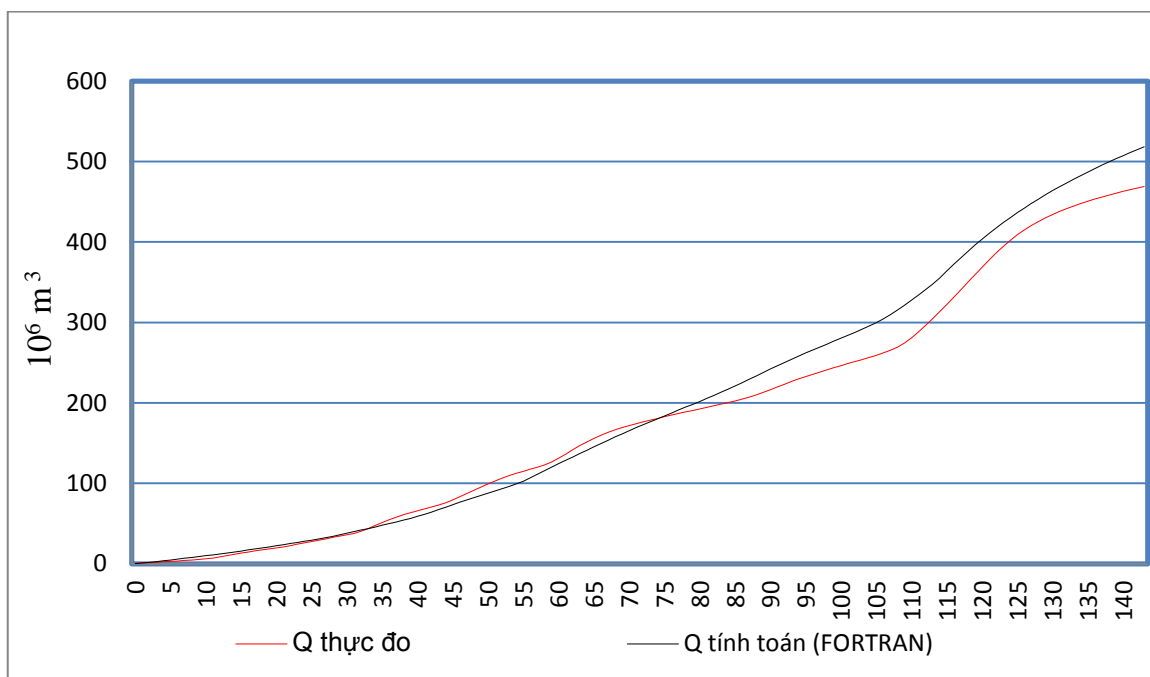
Báo cáo sử dụng trận lũ 1 – 6/11/1999 để hiệu chỉnh mô hình

Bảng 11. Bảng kết quả thông số của mô hình NAM - FORTRAN

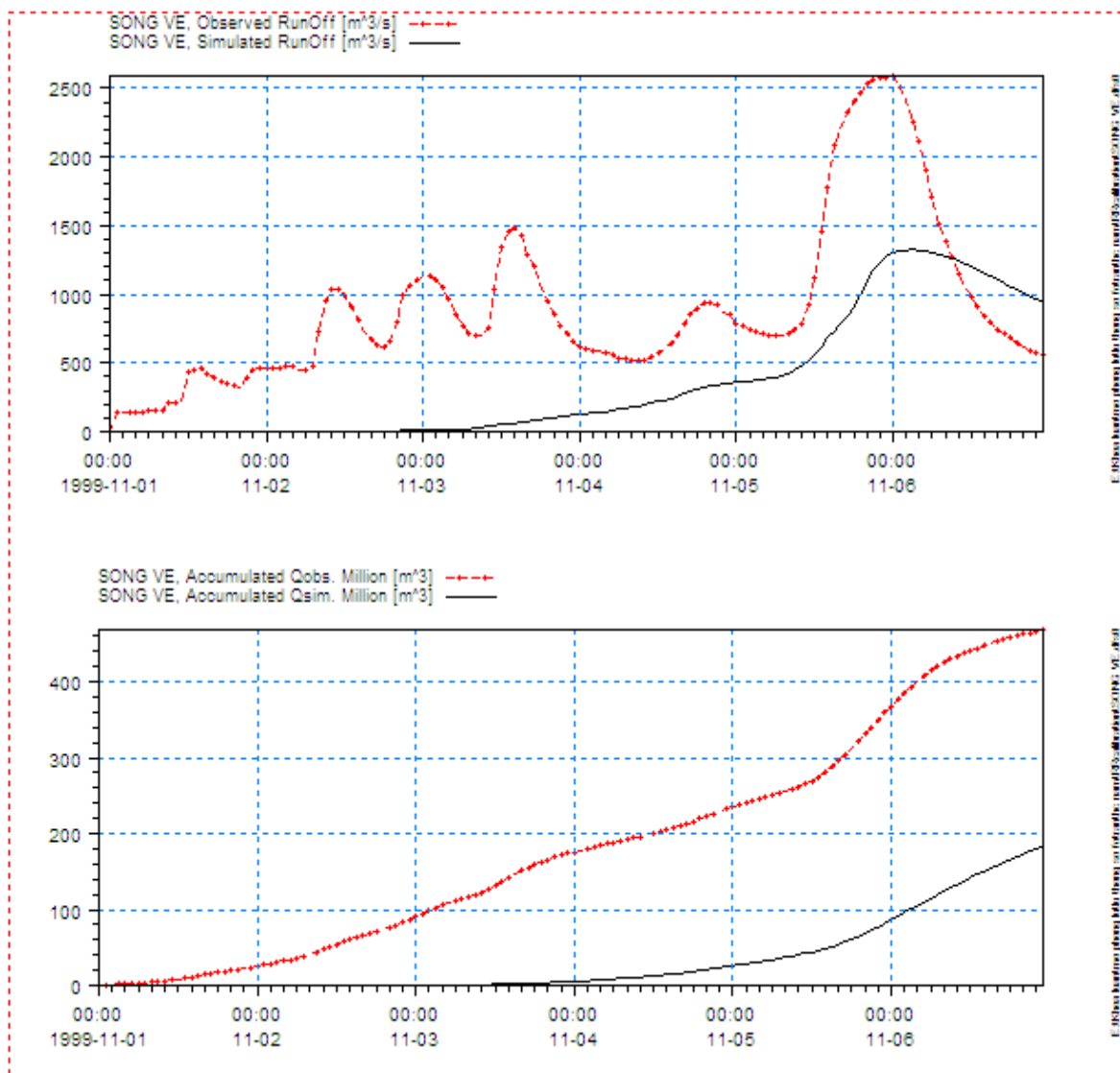
TT	Thông số	Giá trị
1	Umax	35
2	Lmax	350
3	CQOF	0.9
4	TOF	0.298
5	TIF	0.9
6	TG	0.9
7	CKIF	750
8	CK12	72
9	CKBF	5000



Hình 27: Kết quả chạy mô phỏng quá trình lưu lượng dòng chảy giờ bằng mô hình NAM - FORTRAN tại trạm An Chỉ sử dụng bộ thông số thu được từ NAM – FORTRAN từ 1 - 6/11/1999



Hình 28: Kết quả mô phỏng đường lũy tích tổng lượng dòng chảy giờ bằng mô hình NAM - FORTRAN tại trạm An Chỉ sử dụng bộ thông số thu được từ NAM – FORTRAN từ 1 - 6/11/1999



Hình 29: Kết quả chạy hiệu chỉnh mô hình MIKE NAM tại trạm An Chỉ từ 1 – 6/11/1999

Kết quả so sánh giữa lưu lượng thực đo và lưu lượng tính toán cho hệ số tương quan

TT	Chỉ tiêu	MIKE NAM	NAM - FORTTRAN	% sai khác
1	CR1	-0.609	0.10458	682.33%
2	CR3	-0.453	0.8253	154.89%
3	k	156%	9.47%	93.93%

+ Tiêu chuẩn về độ lệch: CR1 cho thấy kết quả mô phỏng đều đạt loại tốt nhưng đối với mô hình NAM - FORTRAN cho kết quả mô phỏng tốt hơn.

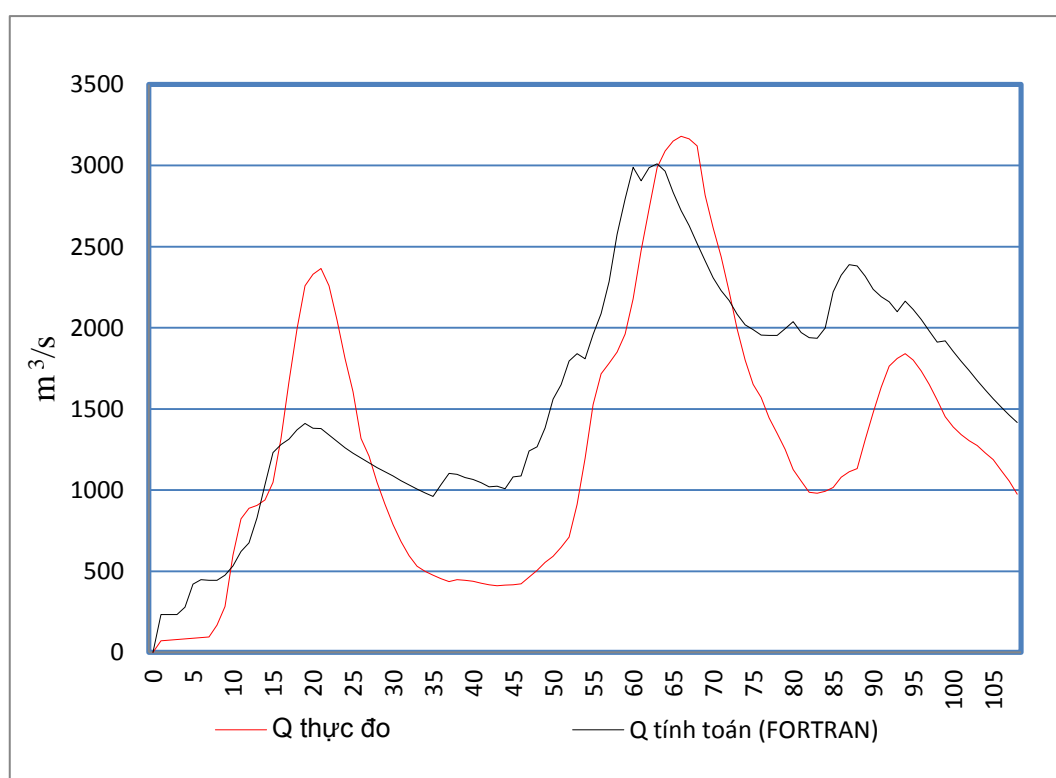
+ Chỉ tiêu Nash: CR3 cho thấy kết quả mô phỏng đối với mô hình NAM - FORTRAN tốt hơn mô hình MIKE NAM.

+ Sai số tổng lượng lũ: k cho thấy kết quả sai số tổng lượng lũ đối với mô hình NAM - FORTRAN tốt hơn mô hình MIKE NAM.

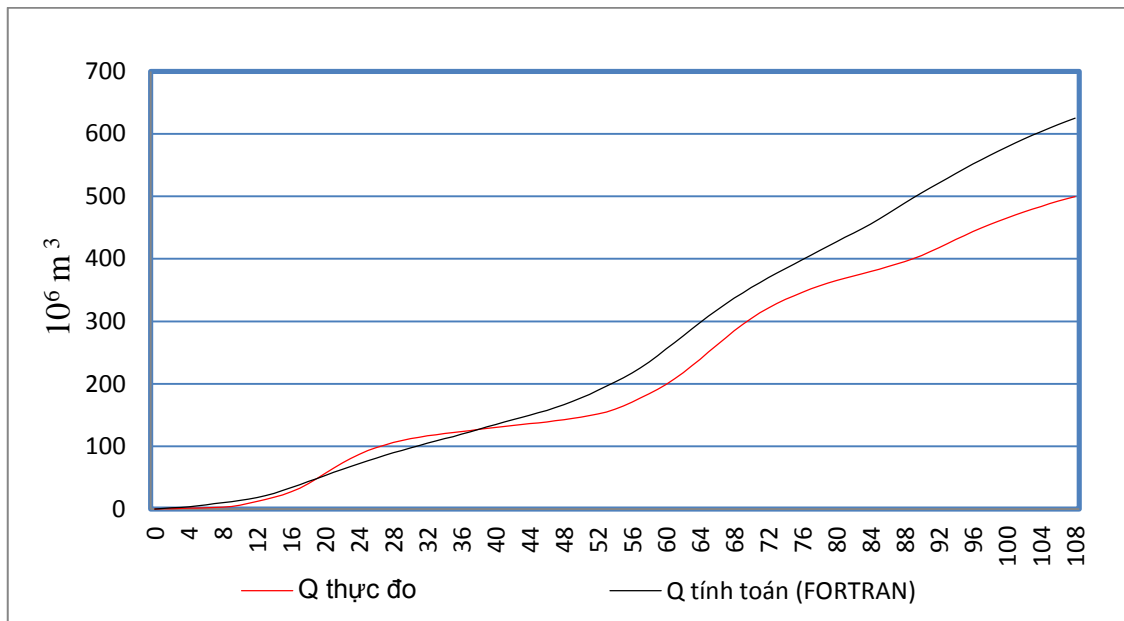
Các chỉ tiêu CR1, CR3, k tốt đối với mô hình NAM – FORTRAN.

❖ Kiểm định mô hình

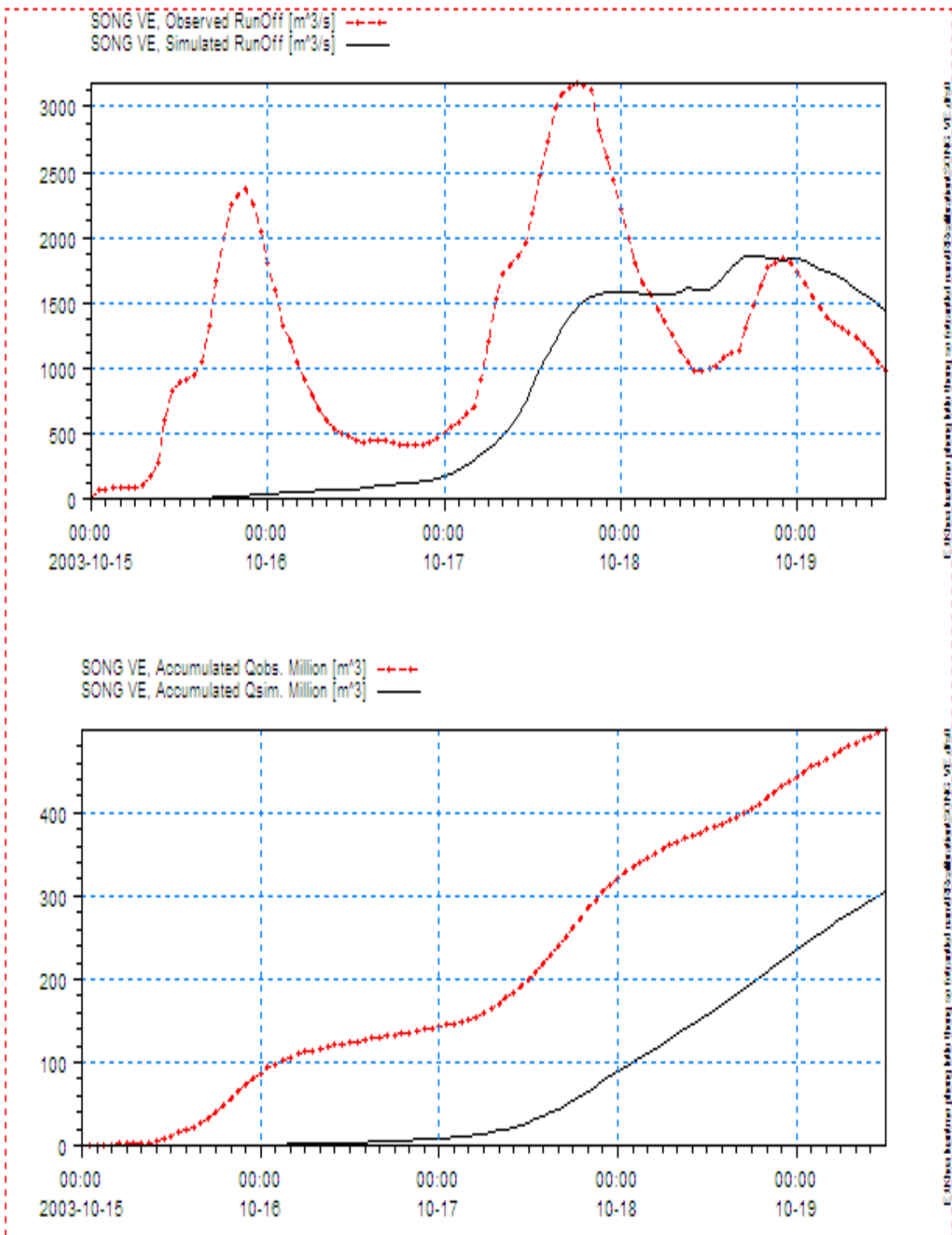
Để kiểm định mô hình khóa luận sử dụng bộ thông số đã hiệu chỉnh ở trên chạy tiếp cho trận lũ từ 15 – 19/10/2003.



Hình 30: Kết quả mô phỏng quá trình lưu lượng dòng chảy giờ bằng mô hình NAM - FORTRAN tại trạm An Chỉ sử dụng bộ thông số thu được từ NAM – FORTRAN từ 15 – 19/10/2003



Hình 31: Kết quả mô phỏng đường lũy tích tổng lượng dòng chảy giờ bằng mô hình NAM - FORTRAN tại trạm An Chỉ sử dụng bộ thông số thu được từ NAM – FORTRAN từ 15 – 19/10/2003



Hình 32: Kết quả chạy kiểm định mô hình MIKE NAM tại trạm An Chỉ từ 15 – 19/10/2003

Kết quả so sánh giữa lưu lượng thực đo và lưu lượng tính toán cho hệ số tương quan

TT	Chỉ tiêu	MIKE NAM	NAM - FORTRAN	% sai khác
1	CR1	-0.3873	0.2516	164.96%
2	CR3	-0.36	0.6819	152.79%
3	k	63.21%	20.10%	68.20%

+ Tiêu chuẩn về độ lệch: CR1 cho thấy kết quả mô phỏng đều đạt loại tốt nhưng đối với mô hình NAM - FORTRAN cho kết quả mô phỏng tốt hơn.

+ Chỉ tiêu Nash: CR3 cho thấy kết quả mô phỏng đối với mô hình NAM - FOTRAN tốt hơn mô hình MIKE NAM.

+ Sai số tổng lượng lũ: k cho thấy kết quả sai số tổng lượng lũ đối với mô hình NAM - FORTRAN tốt hơn mô hình MIKE NAM.

Các chỉ tiêu CR1, CR3, k tốt đối với mô hình NAM – FORTRAN.

3.6. Nhận xét và phân tích kết quả

- Qua kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình NAM viết bằng ngôn ngữ FORTRAN cho thấy mô hình được thiết lập mô phỏng có khả năng mô phỏng được quá trình dòng chảy từ mưa tại trạm An Chỉ. Các chỉ tiêu so sánh tương ứng trong hai mô hình thì có chỉ tiêu tốt khi sử dụng mô hình này nhưng lại không tốt cho mô hình kia và ngược lại. Nhìn chung, xét trên phạm vi tổng thể thì không phân biệt được về khả năng mô phỏng giữa NAM – FORTRAN và MIKE NAM.

- Mô hình NAM – FORTRAN có ưu điểm vượt trội hơn so với mô hình MIKE NAM là mô hình NAM – FORTRAN tính toán được các thành phần dòng chảy của khu vực nghiên cứu.

- Mô hình NAM - FORTRAN do người lập trình viết ra, còn mô hình MIKE NAM (DHI) là phần mềm bản quyền, chỉ có một chỉ tiêu Nash đánh giá trong tối ưu tự động. Như vậy khi thiết lập các thuật toán tối ưu tự động thì mô hình NAM – FORTRAN cho phép hàm mục tiêu gồm một số chỉ tiêu kết hợp.

- Mô hình NAM (cả ở hai dạng) đều cho kết quả mô phỏng thiên thấp ở các đỉnh lũ lớn.

- Mô hình NAM – FORTRAN cho kết quả sai số tổng lượng thường lớn hơn mô hình MIKE NAM.

- Xét về độ ổn định của mô hình với các bộ thông số thì mô hình Nam – FORTRAN tốt hơn MIKE NAM.

- Kết quả mô phỏng của mô hình NAM – FORTRAN khác với MIKE – NAM trong trường hợp này có thể giải thích bởi các nguyên nhân sau:

+ Mặc dù mô hình nhận thức và mô hình toán giữa hai mô hình là giống nhau nhưng khi chuyển sang mô hình số thì có sự khác nhau do trình tự tính toán các thành phần dòng chảy trong hai mô hình NAM – FORTRAN và MIKE – NAM là khác nhau.

+ Đồng thời, việc xử lý khi xảy ra trường hợp $L > L_{max}$ là không tương minh trong cơ sở lý thuyết của MIKE – NAM. Có thể có một số trường hợp xử lý sau:

- i) Ta ép giá trị $L = L_{max}$,
- ii) Lượng thừa ẩm tầng sát mặt sẽ cung cấp cho lớp sát mặt.
- iii) Lượng này cung cấp cho tầng nước ngầm hoặc
- iv) Cung cấp cho bốc hơi vào thời kì kiệt...

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Khóa luận với đề tài: “ *Ứng dụng mô hình NAM mô phỏng lũ lưu vực sông Vệ, trạm An Chi*” được tiến hành với mục đích áp dụng thử nghiệm mô hình NAM - FORTRAN và so sánh hai mô hình nhận thức giống nhau MIKE NAM và NAM – FORTRAN đã:

- Tổng hợp được đầy đủ các đặc điểm về điều kiện địa lý và kinh tế xã hội của lưu vực sông Vệ.

- Tìm hiểu về lý thuyết mô hình mưa rào – dòng chảy cũng như cơ sở lý thuyết của mô hình NAM.

- Đã tìm hiểu và áp dụng được mô hình NAM viết bằng ngôn ngữ lập trình FORTRAN và mô hình MIKE NAM.

- Chứng minh được tính đúng đắn của mô hình NAM – FORTRAN trên lưu vực sông Vệ cho dòng chảy lũ ngày và lũ giờ.

Cũng như đã tiến hành hiệu chỉnh, kiểm định mô hình và so sánh với mô hình NAM của DHI. Các chỉ tiêu so sánh khác nhau sánh tương ứng trong 2 mô hình thì có chỉ tiêu tốt khi sử dụng mô hình này nhưng lại không tốt cho mô hình kia và ngược lại. Nhìn chung, khó phân biệt được chất lượng giữa mô hình NAM được viết bằng ngôn ngữ lập trình FORTRAN và mô hình MIKE NAM.

Sau khi thực hiện xong, khóa luận có các kiến nghị sau:

- Cần tiếp tục thực hiện áp dụng mô hình này và so sánh với mô hình MIKE – NAM cho nhiều lưu vực khác để khẳng định tính đúng đắn của mô hình.

- Đưa thêm các chỉ tiêu đánh giá vào mô hình để có cái nhìn tốt hơn về khả năng mô phỏng các đặc trưng lưu vực như đỉnh, chân...

Trên đây là các kết quả bước đầu của sinh viên trong sự nghiệp nghiên cứu sau này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Phạm Phương Chi (2009), *Sử dụng phương pháp MORRIS đánh giá độ nhạy các thông số trong mô hình WETSPA*. Luận văn thạc sỹ, trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.
2. Phạm Thu Hiền (2008-2010), *Áp dụng phương pháp ước lượng bất định khả năng (GLUE) cho dự báo lũ trên lưu vực sông Vệ*, Luận văn thạc sỹ, trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, 2010.
3. Nguyễn Thị Hoan (2012), *Xây dựng và áp dụng mô hình Nam để khôi phục số liệu dòng chảy trên một số trạm của lưu vực sông Ba*, Khóa luận tốt nghiệp, trường Đại học Khoa học Tự nhiên.
4. Nguyễn Tiền Giang (2006), *Phân tích hệ thống nước*, Hà Nội.
5. Nguyễn Hữu Khải (2001), *Dự báo thủy văn*, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.
6. Nguyễn Hữu Khải, Nguyễn Thanh Sơn (2003), *Mô hình toán thủy văn*, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.

Tiếng Anh

7. DHI (2007), *Reference Manual MIKE 11*
8. DHI (2007), *User's Manual MIKE 11*
9. Ryan Fedak (1999), *Effect of spatial scale on Hydrologic Modeling in a Headwater Catchment*, Blacksburg, VA.