

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MÔ HÌNH THỦY VĂN HEC - HMS TÍNH TOÁN DÒNG CHẢY LŨ LƯU VỰC SÔNG KÔN - HÀ THANH, BÌNH ĐỊNH

ThS. Hoàng Thị Nguyệt Minh
Trường Cao đẳng Tài nguyên và Môi trường

Trong những năm gần đây ở Việt Nam liên tục xảy ra lũ với cường độ lớn, gây thiệt hại về tài sản và con người, đặc biệt là các tỉnh miền Trung trong đó có tỉnh Bình Định. Do vậy, việc nghiên cứu, tính toán và dự báo dòng chảy lũ là hết sức cần thiết, góp phần giảm nhẹ những thiệt hại do lũ gây nên. Bài báo này sẽ trình bày những kết quả bước đầu đạt được trong việc “Nghiên cứu ứng dụng mô hình thủy văn HEC-HMS tính toán dòng chảy lũ lưu vực sông Kôn-Hà Thanh tỉnh Bình Định”, trên cơ sở hiệu chỉnh và thiết lập bộ thông số cho mô hình đối với trận lũ từ ngày 30/11 - 07/12/1999, tiếp đó là kiểm định khả năng ứng dụng của mô hình đối với trận lũ từ ngày 14-21/11/2003 đã xảy ra trên lưu vực. Những kết quả bước đầu cho thấy mô hình HEC-HMS đã mô phỏng tốt quá trình lũ trong hệ thống sông Kôn- Hà Thanh và khả năng áp dụng vào thực tiễn là rất khả quan. Từ đó đề xuất một phương pháp có tính khoa học và thực tiễn trong công tác dự báo lũ, lụt trên lưu vực nghiên cứu.

1. Đặt vấn đề

Công tác dự báo lũ là một công việc rất quan trọng trong nhiệm vụ phòng tránh và giảm nhẹ thiệt hại cho một lưu vực hay một tỉnh. Các thông tin biết trước về diễn biến lũ sẽ giúp các nhà quản lý ra các quyết định đúng trong việc tổ chức phòng tránh như sơ tán dân, bảo vệ công trình để giảm thiệt hại đến mức thấp nhất.

Trong những năm gần đây ở Việt Nam liên tục xảy ra lũ với cường độ lớn, đặc biệt là các tỉnh miền Trung trong đó có tỉnh Bình Định.

Do vậy, việc nghiên cứu và từng bước hạn chế tác hại

của lũ đang là một vấn đề thời sự toàn cầu và là một trọng điểm trong chiến lược phát triển của mỗi quốc gia.

Xét cụ thể trong điều kiện nước ta thì nghiên cứu, tính toán và dự báo dòng chảy lũ là hết sức cần thiết, góp phần giảm nhẹ những thiệt hại do lũ gây nên và đề ra được những phương án thích hợp cho từng vùng, từng khu vực trong việc di dời, ứng cứu.

Bài báo này sẽ trình bày những kết quả bước đầu đạt được trong việc “Nghiên cứu ứng dụng mô hình thủy văn HEC-HMS tính toán dòng chảy lũ lưu vực sông Kôn-Hà Thanh tỉnh Bình Định”

hy vọng sẽ là những thử nghiệm góp phần đáp ứng được nhu cầu bức xúc và thực tiễn của miền Trung nói chung và trên lưu vực sông Kôn - Hà Thanh nói riêng trong công tác đảm bảo thông tin Khí tượng Thủy văn (KTTV) phục vụ cho việc phòng chống và giảm nhẹ thiệt hại do lũ lụt gây ra.

2. Tổng quan về lưu vực hệ thống sông Kôn - Hà Thanh, tỉnh Bình Định

Bình Định là một tỉnh duyên hải Nam Trung Bộ cách thành phố Hồ Chí Minh hơn 600km về phía Bắc, cách thủ đô Hà Nội hơn 1000km về phía Nam.

Toàn tỉnh có tổng diện tích tự nhiên là 602,555 ha được giới hạn bởi: phía bắc giáp tỉnh Quảng Ngãi; phía Nam giáp tỉnh Phú Yên; phía Tây giáp tỉnh Gia Lai; phía Đông giáp Biển Đông.

Lưu vực sông Kôn: nằm trọn trong tỉnh Bình Định là lưu vực sông có diện tích cỡ trung bình trong hệ thống sông ngòi Việt Nam. Chiều dài sông khoảng 171 km, có diện tích lưu vực 2980km²

Lưu vực sông Hà Thanh: nằm ở cực Nam của tỉnh Bình Định giáp tỉnh Phú Yên. Chiều dài sông khoảng 58km, có diện tích lưu vực 580km², độ dốc bình quân lưu vực khoảng 18 %.

Nhiệt độ trung bình năm trên toàn lưu vực là 26,9^oC, lượng bốc hơi trung bình hàng năm 1000mm, tổng lượng mưa năm 2600mm - 2800mm.

Mùa mưa từ tháng 9 -12, tổng lượng mưa mùa mưa

chiếm 70 - 77% tổng lượng mưa năm. Mưa lớn tập trung vào 2 tháng 10, 11 chiếm 45 - 50% tổng lượng mưa năm.

Phân phối dòng chảy giữa các tháng trong năm không đều. Tuy vậy, về mùa lũ dòng chảy của 2 sông rất lớn, thường xuyên gây ra ngập lụt vùng hạ lưu.

Mô đun dòng chảy lũ vào khoảng 70 - 100 l/s.km², mô đun dòng chảy mùa cạn nhỏ, sông Kôn khoảng 15 - 20 l/s.km², sông Hà Thanh vào khoảng 10 l/s.km².

Đặc điểm dòng chảy lũ: Cả 2 sông Kôn và Hà Thanh là những con sông có biên độ lũ trung bình khoảng 6 - 7 m. Cường suất lũ trung bình trên các sông từ 20 đến 40 cm/giờ, có những trận lũ lớn đạt từ 50 đến 100 cm/giờ. Mùa lũ bắt đầu từ tháng 9 - 12, lũ lớn nhất là tháng 10 và 11.

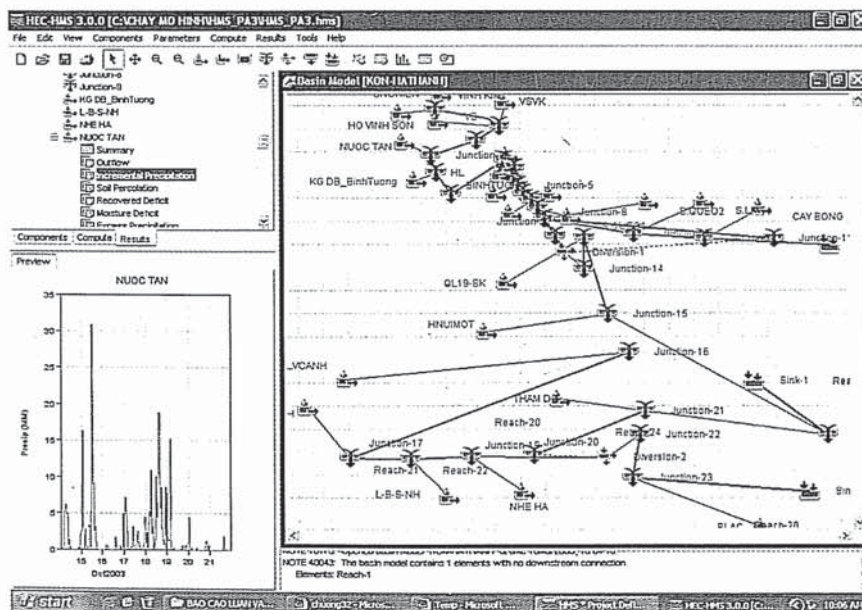
3. Áp dụng mô hình thủy văn HEC-HMS cho lưu vực

thử nghiệm

Lưu vực sông Kôn - Hà Thanh là lưu vực khép kín và nằm hoàn toàn trong lãnh thổ nước ta, thuận lợi cho việc kiểm soát quá trình hình thành dòng chảy từ mưa rơi cho đến khi kết thúc dòng chảy tại mặt cắt cửa ra của hệ thống. Trong bài viết này, chúng tôi sử dụng mô hình HEC-HMS để tính toán dòng chảy lũ trong lưu vực sông nghiên cứu.

a. Giới thiệu mô hình HEC - HMS

Mô hình toán thủy văn HEC-HMS (HMS-Hydrologic Modeling System) của Hiệp hội các Kỹ sư quân sự Hoa Kỳ là thế hệ phần mềm kế tiếp về tính toán mưa-dòng chảy được thay thế cho mô hình HEC - 1 với giao diện trong môi trường Windows.



HEC-HMS

About HEC-HMS

Hydrologic Modeling System (HEC-HMS)
Version: 3.0.0 Build 1147

This software is developed primarily to meet the needs of the U.S. Army Corps of Engineers, though we provide a copy free on our website. Funding comes from the Corps' Civil Works Research and Development program and from special projects. To provide feature suggestions, report errors, or request additional information, write to the development team at:

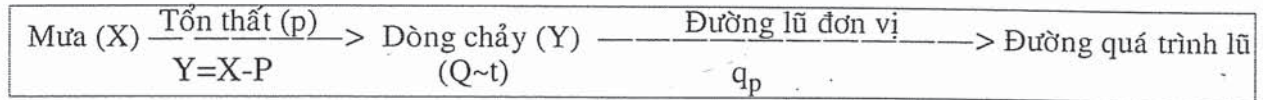
U.S. Army Corps of Engineers
Institute For Water Resources
Hydrologic Engineering Center
609 Second Street
Davis, CA 95618-4620

You can also contact the development team through our website at:
www.hec.usace.army.mil

Mô hình HEC-HMS được sử dụng để mô phỏng quá

trình mưa- dòng chảy khi nó xảy ra trên một lưu vực cụ

thể. Ta có thể biểu thị mô hình bằng sơ đồ sau:



Ta có thể hình dung bản chất của sự hình thành dòng chảy của một trận lũ như sau: Khi mưa bắt đầu rơi cho đến một thời điểm t_i nào đó, dòng chảy mặt chưa được hình thành, lượng mưa ban đầu đó tập trung cho việc làm ướt bề mặt và thấm. Khi cường độ mưa vượt quá cường độ thấm (mưa hiệu quả) thì trên bề mặt bắt đầu hình thành dòng chảy, chảy tràn trên bề mặt lưu vực, sau đó tập trung vào mạng lưới sông suối.

b. Tính toán hiệu chỉnh mô hình HEC-HMS trận lũ 30/11 - 7/12 năm 1999

+ Yêu cầu số liệu đầu vào
 + Bộ số liệu mưa giờ thực đo tại 07 trạm: Bình Tường, Vân Canh, Vĩnh Thạnh, Vĩnh Kim, Thạnh Hoà, Quy Nhơn và Phù Cát.

+ Số liệu lưu lượng thực đo thời đoạn 1 giờ tại trạm Bình Tường được dùng để hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình.

+ Phân tích, xử lý số liệu.
 Để có đủ bộ số liệu cần thiết đưa vào mô hình để tính

toán phải tiến hành bước đồng bộ hoá số liệu bằng cách tính toán phân phối tổng lượng mưa ngày đo được ra lượng mưa từng giờ cho các trạm không có số liệu mưa giờ để sử dụng.

+ Các phương pháp được lựa chọn để tính toán và dò tìm bộ thông số.

+ Tính toán tổn thất (loss): phương pháp hằng số triết giảm không đổi.

+ Tính toán chuyển đổi dòng chảy (Transform): phương pháp đường đơn vị tổng hợp của Snyder.

+ Tính toán dòng chảy ngầm: dùng đường cong nước rút để cắt nước ngầm theo phương pháp độ dốc biến đổi.

+ Phương pháp diễn toán lũ: phương pháp Muskingum.

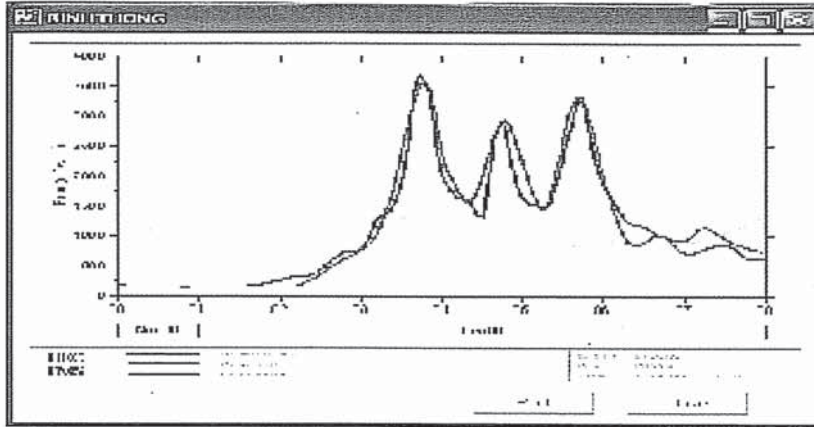
Bảng 1. Kết quả dò tìm các thông số theo phương pháp tối ưu

TT	Tên lưu vực	Tính tổn thất				Thông số		Dòng chảy ban đầu		
		f_0	f_{max}	I_a	S_k	$t_{lag}(giờ)$	C_p	$Q_0(m^3)$	R_e	T_q
1	Suối Nga	80	300	1,2	0	7	0,8	25	0,79	100
2	Sông Trinh	80	300	1,2	0	7	0,8	25	0,79	100
3	Hồ Vĩnh Sơn	80	300	1,2	0	6	0,8	25	0,79	100
4	Vĩnh Sơn Kim Mã	80	300	1,2	0	6	0,8	20	0,79	100
5	Nước Tân	80	300	1,2	0	2	0,8	25	0,79	100
6	KG Bình Tường	80	300	1,2	0	8,5	0,8	40	0,79	100
7	S.OChanh	80	300	1,2	0	1,2	0,7	20	0,79	100
8	S.DAHang	80	300	1,2	0	8,2	0,7	40	0,79	100
9	Dong Sim	80	300	1,2	0	2,25	0,75	20	0,79	100
10	NXanh	80	300	1,2	0	1	0,8	10	0,79	100
11	T.Thiem	80	300	1,2	0	1,3	0,75	10	0,79	100
12	S.VPhong	80	300	1,2	0	1,2	0,72	30	0,79	100
13	S.Queo1	80	300	1,2	0	1,35	0,73	35	0,79	50
14	S.Queo2	80	300	1,2	0	3,5	0,75	35	0,79	50
15	S.LAVI	80	300	1,2	0	3,8	0,7	35	0,79	50
16	Cây Bông	80	300	1,2	0	1,9	0,8	35	0,79	50
17	QL19-SK	70	300	1,2	0	1,8	0,8	5	0,79	5
18	HNuiMot	70	300	1,2	0	5,5	0,8	35	0,79	20
19	TLVCanh	70	300	1,2	0	3,2	0,8	15	0,79	15
20	YT-Khe-Ngh	70	300	1,2	0	2,1	0,7	15	0,79	15
21	L-B-S-NH	70	300	1,2	0	2,4	0,8	15	0,79	15
22	Nhe Ha	70	300	1,2	0	2,6	0,8	15	0,79	15
23	BLac	70	300	1,2	0	2,1	0,8	10	0,79	10
24	Tham Do	70	300	1,2	0	2,25	0,8	10	0,79	10

Trong đó:

- f_0 : Độ thiếu hụt ban đầu (mm)
- f_{max} : Lượng trữ lớn nhất (mm)
- I_a : Tỷ lệ tổn thất không đổi (mm/h)
- S_k : tỷ lệ % không thấm giai đoạn trước (%)

- t_{lag} : Thời gian trễ (h)
- C_p : Hệ số ổn định
- Q_0 : Dòng chảy ban đầu (m^3/s)
- R_e : Hằng số triết giảm
- T_q : Ngưỡng lưu lượng (m^3/s)



Hình 2. Đường quá trình lưu lượng tính toán và thực đo tại Bình Tường trận lũ 30/11 đến 7/12 năm 1999 với hệ số tương quan: 0,976

Đánh giá sai số

* Sai số về dạng đường quá trình: Mức độ phù hợp giữa đường quá trình tính toán và thực đo được đánh giá qua tỷ số S/σ (theo tiêu chuẩn của Tổ chức Khí tượng Thế giới WMO), trong đó: σ là sai số quân phương trung bình trong chuỗi thực đo, S là sai số quân phương giữa chuỗi thực đo và tính toán được xác định theo công thức:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{it} - Q_{id})^2}{n}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{id} - \overline{Q_{id}})^2}{n}}$$

Trong đó: Q_{it} là các giá trị lưu lượng thực đo; Q_{id} là lưu lượng tính toán; $\overline{Q_{id}}$ là lưu lượng đo đặc trung bình trong thời kỳ tính toán; n là số điểm đo lưu lượng và tính toán.

Như vậy, theo công thức trên, tỷ số S/σ càng nhỏ thì

mức độ phù hợp giữa đường tính toán và thực đo càng tốt. Thực tế áp dụng cho các bài toán kiểm định ở các lưu vực sông nước ta cho thấy, nếu S/σ không vượt quá giá trị 0,40 - 0,45 thì mức độ phù hợp là chấp nhận được.

Theo chỉ tiêu trên, mức độ phù hợp cho trạm Bình Tường ở mức cho phép với tỷ số S/σ là 0,28.

* Sai số về giá trị lớn nhất: sai số tương đối về trị số Q_{max} giữa lưu lượng tính toán và thực đo ở tại trạm Bình Tường cho kết quả tốt, sai số nhỏ hơn 1%.

* Sai số về thời gian xuất hiện đỉnh lũ: cả hai đỉnh lũ tính toán và thực đo đều xuất hiện ở cùng một thời điểm là lúc 18 giờ ngày 3 tháng 12 năm 1999.

Nhận xét kết quả tính toán hiệu chỉnh

- Hệ số tương quan giữa quá trình tính toán và thực đo tại trạm thủy văn Bình Tường

là 0,976 được đánh giá là tốt (hình 2).

- Lưu lượng đỉnh tại trạm thủy văn Bình Tường xuất hiện vào lúc 18h ngày 3 tháng 12 năm 1999 với đỉnh lũ lớn nhất tính toán là $3635 \text{ m}^3/\text{s}$ và thực đo là $3680 \text{ m}^3/\text{s}$ chênh lệch đỉnh lũ là $35 \text{ m}^3/\text{s}$.

Kết quả tính toán thử nghiệm cho trận lũ 1999 cho thấy quá trình diễn toán lũ phù hợp với những diễn biến lũ thường thấy trên sông Côn - Hà Thanh như tỷ lệ dòng chảy giữa các nhánh sông, tác động của mực nước triều tại Quy Nhơn.

- Trên cơ sở kết quả thu được từ bài toán hiệu chỉnh, mô hình có thể áp dụng cho những trận mưa tính toán khác trong lưu vực.

c. Tính toán kiểm định mô hình cho trận lũ 2003

Trận lũ chọn kiểm định

Trận lũ năm 2003 bắt đầu từ ngày 14 - 21/10/2003 thời đoạn tính toán là 1h, tổng thời đoạn tính là 192 giờ (8 ngày).

Bộ số liệu mưa giờ thực đo trong trận lũ năm 2003 tại 07 trạm đã trình bày trong phần hiệu chỉnh. Số liệu lưu lượng thực đo thời đoạn 1 giờ cùng thời khoảng tính toán tại trạm Bình Tường được dùng để kiểm định mô hình.

Mô hình HEC-HMS mô phỏng trận lũ năm 2003 đã chạy ổn định với bộ thông số đã sử dụng trong bài toán hiệu chỉnh, kết quả tính toán cho thấy lưu lượng tính toán tại trạm Bình Tường là 2694,453 m³/s, thực đo 2740 m³/s. Như vậy, chênh lệch lưu lượng giữa tính toán và thực

đo là: 45m³/s.

Đánh giá sai số

* Sai số về dạng đường quá trình: căn cứ phương pháp đánh giá đã thực hiện trong bài toán hiệu chỉnh cho trận lũ 1999, kết quả đánh giá sai số cho thấy tỷ số S/σ tại trạm Bình Tường là 0,32.

* Sai số về giá trị lớn nhất: sai số tương đối về trị số Q_{max} giữa lưu lượng tính toán và thực đo tại trạm Bình Tường 1,64%.

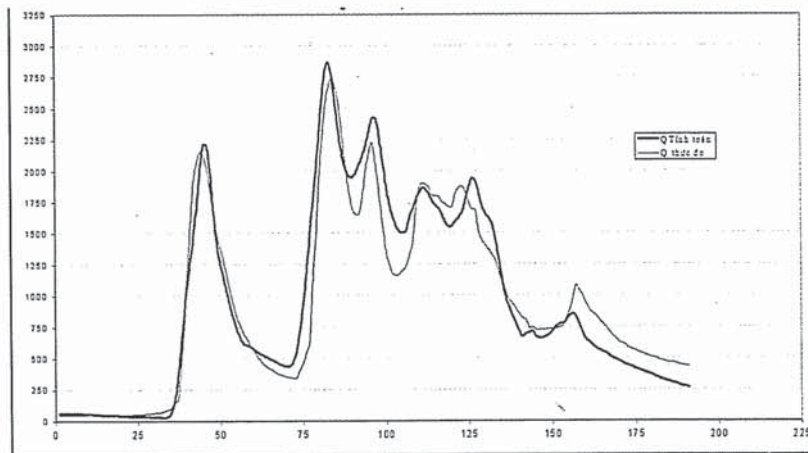
* Sai số về thời gian xuất hiện đỉnh lũ: cả hai đỉnh lũ tính toán và thực đo đều xuất hiện ở cùng một thời điểm.

Nhận xét kết quả tính toán

- Hệ số tương quan giữa quá trình tính toán và thực đo tại trạm thủy văn Bình Tường là 0,82 (được đánh giá là tốt).

- Kết quả tính toán cho thấy, sai số tương đối về trị số Q_{max} giữa lưu lượng tính toán và thực đo tại trạm Bình Tường 1,64%.

Kết quả tính toán kiểm định cho trận lũ 2003 trên cơ sở bộ thông số đã được hiệu chỉnh đối với trận lũ năm 1999 cho thấy quá trình diễn toán lũ phù hợp với đường quá trình lũ, lưu lượng đỉnh lũ và thời gian xuất hiện đỉnh lũ.



Hình 3. Quá trình lưu lượng tính toán và thực đo tại Bình Tường trận lũ 14-21/10/2003 với hệ số tương quan 0,82

4. Kết luận

Kết quả tính toán hiệu chỉnh cho trận lũ năm 1999 và kiểm định cho năm 2003 được đánh giá là khá tốt trong việc mô phỏng quá trình lũ với những diễn biến lũ thường thấy trên sông Kôn - Hà Thanh. Kết quả tính toán

dòng chảy lũ trên lưu vực được hiệu chỉnh và kiểm định tại vị trí trạm Bình Tường cho thấy mô hình đã mô phỏng tốt về chế độ dòng chảy lũ, lưu lượng đỉnh lũ và thời gian xuất hiện đỉnh lũ, tỷ lệ dòng chảy giữa các nhánh sông.

Tuy nhiên, do hệ thống

lưới trạm quan trắc trên lưu vực còn khá thưa, việc hiệu chỉnh và kiểm định mô hình mới chỉ thực hiện tại vị trí trạm Bình Tường (có đo lưu lượng) chưa phản ánh hết được diễn biến lũ phía dưới hạ lưu (do không có trạm để kiểm định) trong khi đó quá

trình mưa lũ xảy ra trên lưu vực sông Kôn Hà - Thanh là rất phức tạp, và mạng lưới sông suối chằng chịt ở vùng hạ lưu sông Kôn - Hà Thanh tạo cho chế độ diễn biến,

hình thành dòng chảy cũng hết sức phức tạp. Chính vì vậy cần thiết phải tăng số trạm đo thủy văn để phục vụ công tác quan trắc và bổ sung tài liệu mô phỏng trong các

mô hình thủy văn, thủy lực một cách đầy đủ, tin cậy và đảm bảo tính chính xác, khoa học.

Tài liệu tham khảo

1. Lã Thanh Hà. *Đánh giá khả năng phân lũ, chứa lũ hệ thống sông Đáy và sử dụng lại các khu phân lũ và đề xuất phương án xử lý khi gặp tình huống khẩn cấp*. Dự án nghiên cứu khoa học cấp Nhà nước, Hà Nội. 1999 - 2001.
2. Trần Thục. *Xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lụt tỉnh Quảng Nam*. Dự án khắc phục hậu quả môi trường và tăng cường năng lực phòng ngừa ứng phó sự cố môi trường do bão lụt ở tỉnh Quảng Nam- 2001.
3. *Khoa học công nghệ dự báo và phục vụ dự báo khí tượng thủy văn*. Tuyển tập các Báo cáo Khoa học, Trung tâm Quốc gia DBKTTV- 12/2000.
4. Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System (HEC-HMS) User manual Ver 3.0.