ÁP DỤNG MÔ HÌNH TOÁN THUỶ VĂN DỰ BÁO LŨ TRÊN SÔNG TUÝ LOAN THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG

APPLICATION OF HYDROLOGICAL MODEL TO THE PREDICTION OF FLOODS ON THE TUY LOAN RIVER IN DANANG CITY

Nguyễn Thế Hùng – Nguyễn Văn Uyển
Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng

TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, với sự biến đổi bất thường của khí hậu, thời tiết đã gây ra những trận lũ đặc biệt lớn làm thiệt hại về người, ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống, sản xuất của nhân dân, sự phát triển của xã hội. Đặc biệt, tại những vùng có các cơ quan hành chính nhà nước, cơ sở hạ tầng cùng với mật độ dân cư sinh sống đông đúc, nếu có mưa lũ lớn xảy ra mà không được báo trước kịp thời, chính xác thì có thể gây ra thiệt hại lớn về người và tài sản. Để giảm thiểu những thiệt hại do lũ gây ra, một trong những biện pháp quan trọng là phải nâng cao công tác dự báo, nghĩa là sản phẩm dự báo phải có độ chính xác cao, nhanh chóng, kịp thời và thuận tiện nhằm tham mưu, giúp cho các cấp lãnh đạo và các cơ quan ban ngành liên quan cũng như nhân dân chủ động ứng phó khi có mưa lũ xảy ra để hạn chế thiệt hại đến mức thấp nhất. Trong bài báo này, chúng tôi áp dụng mô hình toán thuỷ văn HEC-HMS để dự báo lũ nhằm để đạt được các mục tiêu về công tác nâng cao dự báo lũ; các kết quả tính toán dự báo thử nghiệm cho thấy đạt được độ chính xác yêu cầu.

ABSTRACT

In recent years, erratical change in weather and climate have caused severe floods which have resulted in heavy human and asset losses and seriously affected production, people's lives and social development. Especially when a flood occurs without early and accurate warnings, it may cause heavy subsequent losses to the assets and human beings in densely-populated areas and in the places with government agencies and well-developed infrastructures. One of the direct and concerned solutions to the reduction of asset damages is to improve flood prediction and warning systems. It should be noted that if high-accurate, urgent and immediate forecasting information used as a warning to the leaders at all levels, related agencies as well as local people to take immediate actions in case of a heavy flood, subsequent damages will be reduced to a minimum. In this article, we introduce an application of hydrological HEC-HMS model to the prediction of floods, whose verifications have produced good results.

1. Giới thiệu

Dự báo lũ là báo trước một cách có khoa học trạng thái, tình hình biến đổi của các yếu tố quan trọng một trận lũ, như: lưu lượng, mực nước và thời gian xuất hiện của chúng v.v... trên các sông, suối, hồ chứa.

Trong thực tế có rất nhiều đối tượng được nghiên cứu theo những đặc thù khác

nhau, như: Nghiên cứu dự báo lũ cho hệ thống sông chính, cho hồ chứa, cho vùng hạ du và cho việc quản lý, qui hoạch lưu vực.

Các kết quả nghiên cứu, tính toán dự báo lũ giúp cho lãnh đạo các cấp cũng như nhân dân chủ động ứng phó khi có các đợt lũ xảy ra nhằm hạn chế thiệt hại về người và tài sản đến mức thấp nhất, đồng thời nó cũng là một trong những nền tảng cho công tác qui hoạch lũ và phát triển kinh tế xã hội được bền vững hơn tại những vùng chịu ảnh hưởng của mưa lũ.

Nhờ tiến bộ của khoa học kỹ thuật, hiện nay trên thế giới, việc nghiên cứu áp dụng các mô hình toán thủy văn, thủy lực để mô phỏng và giải các bài toán thủy động lực nhằm phục vụ cho công tác dự báo lũ là rất phổ biến và ngày càng chính xác hơn.

Xu thế hiện nay trên thế giới và ở nước ta là sử dụng các phương pháp dự báo số trị thông qua các mô hình để giải bài toán thủy động lực một cách nhanh chóng với độ chính xác đáp ứng yêu cầu thực tế.

Với sự biến động bất thường của thời tiết có xu hướng ngày càng ác liệt hơn nên vấn đề thiệt hại do lũ gây ra sẽ là rất lớn. Vì vậy, công việc dự báo lũ để phòng tránh nhằm giảm thiệt hại đến mức thấp nhất là rất cần thiết và đặc biệt là tại những vùng quan trọng chịu ảnh hưởng trực tiếp của mưa lũ như trong vùng có Trung tâm hành chính, khu công nghiệp, khu di tích và các cơ sở hạ tầng quan trọng khác.

Hạ lưu, lưu vực sông Túy Loan (nhánh của sông Vu Gia thuộc Quảng Nam-Đà Nẵng) là một trong những đại biểu cho vùng nêu trên. Song, trên lưu vực sông này, đến nay, chưa thử nghiệm, áp dụng một công nghệ dự báo và tính toán lũ nào có cơ sở khoa học.

2. Lý thuyết mô hình toán thuỷ văn HEC – HMS được sử dụng tính mưa -dòng chảy trên lưu vực sông tuý loan

2.1. Tính toán lượng mưa lưu vực

Lượng mưa bình quân trên lưu vực được tính toán theo các phương pháp sau:

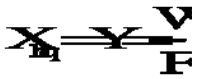
- Bình quân số học.

- Bình quân có trọng số.

Mô hình phân phối mưa theo thời gian được sử dụng để phân phối một lượng mưa trận, lượng mưa ngày hay lượng mưa giờ ra thời đoạn nhỏ hơn.

Lượng mưa hiệu quả là lượng mưa sinh dòng chảy mặt (sau khi đã trừ tổn thất) và được tính theo công thức sau đây: $X_{hq} = X$ trong đó: X_{hq} là lượng mưa hiệu quả, X là lượng mưa bình quân lưu vực, P là tổng tổn thất.

Tổng tổn thất không thể đo trực tiếp được mà chỉ biết qua tính toán. Với một trận lũ đã xảy ra, ta biết được tổng lượng lũ W, lượng mưa bình quân lưu vực X, diện tích lưu vực F thì ta tính được tổng tổn thất P như sau:



Do đó tổn thất: $P = X - X_{hq}$

2.2. Tính tổn thất

Sử dụng phương pháp tổn thất thấm ban đầu và thấm ổn định:

Tổn thất ban đầu (I_a) và thấm ổn định là tiềm năng lớn nhất của tổn thất lượng mưa, f_c. Nếu P_t là lượng mưa thực trong thời đoạn từ t đến t +Δt, lượng mưa hiệu quả P_{et} trong thời đoạn đó được tính bởi công thức:

$P_{et} = P_t - f_c$ nếu $P_t > f_c$

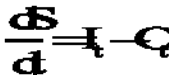
$P_{et} = 0$ nếu $P_t <= f_c$

2.3. Tính dòng chảy tràn trên sườn dốc lưu vực

Sử dụng đường quá trình lũ đơn vị Clack.

Các phương trình và khái niệm cơ bản:

Xét một vi phân diện tích trên lưu vực, phương trình cân bằng nước:

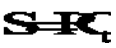


Trong đó: S: Lượng trữ nước trong vi phân diện tích,

I_t : Dòng chảy vào vi phân diện tích tại thời gian t;

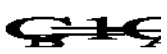
O_t : là lượng dòng chảy ra khỏi vi phân diện tích tại thời gian

Với mô hình bể chứa tuyến tính lượng trữ tại thời điểm t có quan hệ với dòng chảy ra như sau:

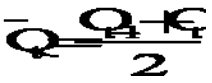


Trong đó R là hằng số tuyến tính phù hợp với khả năng trữ nước của vi phân diện tích, để giải hai phương trình, dùng lược đồ sai phân đơn giản:

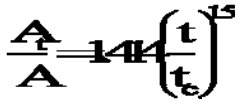
Trong đó C_A ,C_B : hệ số diễn toán, được tính theo công thức:



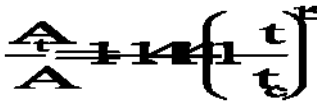
Dòng chảy ra khỏi vi phân diện tích trung bình trong thời đoạn t là:



Trong trường hợp quan hệ đường cong thời gian - diện tích không có, chương trình dùng đường quan hệ không thứ nguyên như sau:



khi $t \le \frac{t_c}{2}$ (10)



khi $t \ge \frac{t_c}{2}$ (11)

Trong đó A_t : Vi phân diện tích tính toán có thời gian truyền lũ tới mặt cắt cửa ra là t.

t_c : Thời gian tập trung nước của lưu vực.

2.4. Tính dòng chảy cơ bản

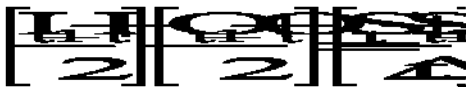
Sử dụng phương pháp tính nước ngầm để tách phần lưu lượng do nước ngầm tầng sâu cung cấp cho dòng chảy trong sông, trong mô hình HEC-HMS dùng đường cong nước rút có dạng hàm số mũ.

2.5. Diễn toán lũ trong sông bằng phương pháp Muskingum

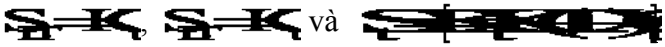
Đây là phương pháp thường được áp dụng rộng rãi do Maccacti đề xuất và áp dụng lần đầu tiên tại sông Muskingum vào năm 1938 nên thường gọi là phương pháp Muskingum.

Xuất phát từ phương trình cân bằng nước và phương trình lượng trữ: $\frac{dS}{dt} = I - C$

và dùng xấp xỉ sai phân đơn giản:

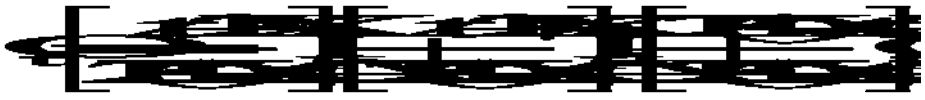


Thể tích trữ bao gồm thể tích lăng trụ và thể tích hình nêm, với:

 (14)

K: Thời gian truyền sóng lũ; $S_{HN} = 0$ khi $X = 0$ và S_{HN} đạt giá trị max, khi X đạt giá trị max , tuy nhiên sóng lũ có dạng hình sin nên $X <= 0.5$.

Thay thế phương trình (3-48) vào phương trình (3-49) và sắp xếp lại, ta có kết quả:

 (15)

Mô hình HEC-HMS giải phương trình trên để tìm ra đường quá trình lưu lượng với 1 điều kiện ban đầu, $O_t = 0$ tại $t = 0$ với các tham số K và X.

Khi chạy mô hình chúng ta cần có 2 thông số K, X và số đoạn sông. Với K và X được chọn trong miền xác định.

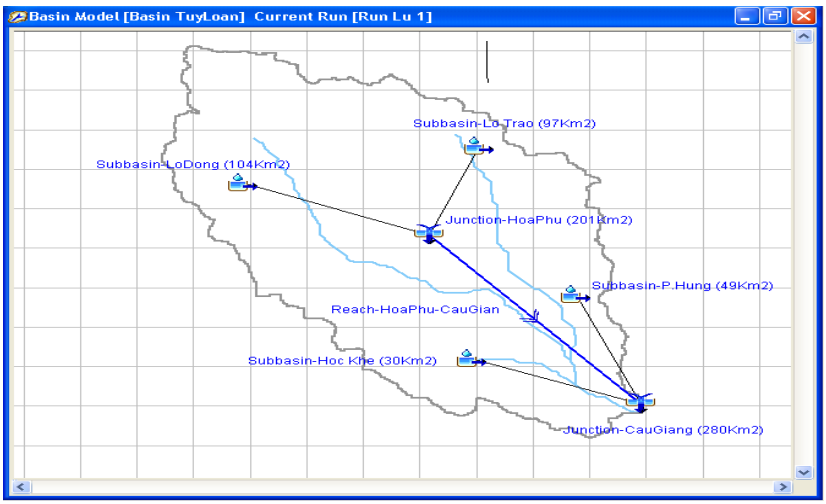
Tham số có thể ước lượng theo công thức $K = \frac{L}{V_w}$, trong đó V_w là vận tốc sóng lũ, có thể lấy gần đúng bằng 1.33 đến 1.67 lần vận tốc trung bình; L là chiều dài truyền lũ.

Tính X theo công thức: $X = \frac{1}{2}\left[1 - \frac{Q}{B_0 \Delta}\right]$

3. Áp dụng mô hình HEC-HMS dự báo lũ trên sông Tuý Loan

Số liệu đầu vào: Trong đợt khảo sát đo đạc mưa, lũ trong 2 tháng 10 và 11 năm 2003 của Đài khí thượng thủy văn khu vực Trung Trung Bộ đã đo được 4 trận lũ, tháng 10 đo được 3 trận và tháng 11 đo được 1 trận trên sông Túy Loan [1], cụ thể các trận thứ tự sắp xếp theo thời gian như sau:

- Trận lũ số 1: Từ 01 giờ ngày 03/10/2003 đến 11 giờ ngày 04/10/2003.
- Trận lũ số 2: Từ 14 giờ ngày 05/10/2003 đến 00 giờ ngày 07/10/2003.
- Trận lũ số 3: Từ 14 giờ ngày 15/10/2003 đến 00 giờ ngày 18/10/2003.
- Trận lũ số 4: Từ 06 giờ ngày 24/11/2003 đến 09 giờ ngày 26/11/2003.



Hình 1. *Sơ đồ tính toán dự báo lũ trên sông Túy Loan*

3.1. Hiệu chỉnh tham số mô hình

Sử dụng trận lũ số 1 và số 4 để xác định bộ thông số mô hình.

Kết quả hiệu chỉnh bộ thông số mô hình HEC-HMS được cho ở Bảng 1.

Bảng 1. *Kết quả hiệu chỉnh bộ thông số mô hình HEC-HMS*

TT	Thông số	Đơn vị	Lưu vực			
			Lỗ Đông (104 Km2)	**Lỗ Trào (97 Km2)**	**Hốc Khế (30 Km2)**	**Phước Hưng (49 Km2)**
I	**Mưa – Dòng chảy**					
1	Lượng tổn thất ban đầu	mm	35.10	50.10	50.00	50.00
2	Hằng số tốc độ tổn	mm/giờ	4.13	8.94	9.06	8.72

	thất					
3	Thời gian tập trung nước	giờ	2.45	2.55	8.55	9.70
4	Hệ số lượng trữ	giờ	50.1	4.00	4.20	4.30
5	Lưu lượng ban đầu	m3/s	10.37	6.50	7.00	6.00
6	Hằng số triết giảm		1.00	0.85	0.87	0.87
7	Ngưỡng lưu lượng		0.30	0.40	0.40	0.40
II	**Truyền lũ trong sông**					
1	Muskingum (Hòa Phú – Cầu Giăng): K = 4 giờ; X = 0,2; số đoạn sông: 20					

Đánh giá độ tin cậy kết quả tính toán:

Độ tin cậy của kết quả xác định bộ thông mô hình được đánh giá theo chỉ tiêu Nash η đều cho kết quả tốt:

Tại Hòa Phú : η = 0,90 ÷ 0,96; tại cầu Giăng : η = 0,95 ÷ 0,98.

3.2. Kết quả dự báo thử nghiệm

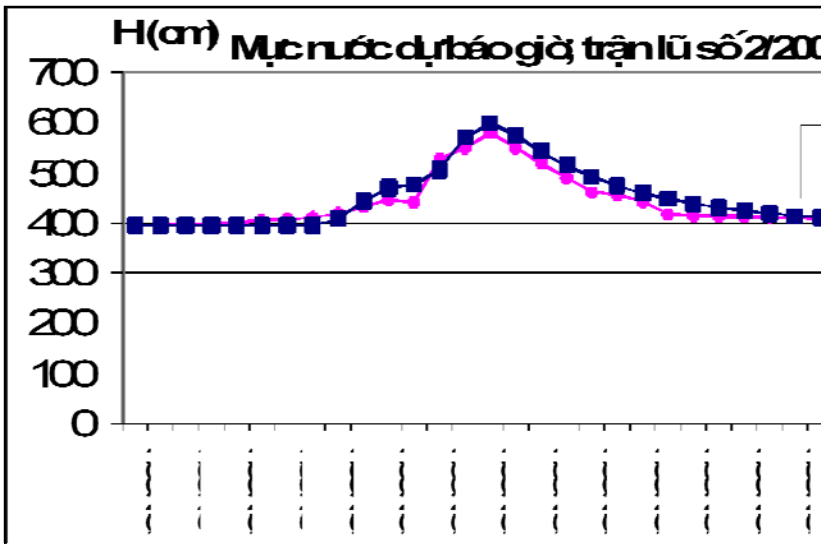
Sử dụng trận lũ số 2 và số 3 để dự báo thử nghiệm.

Kết quả tính toán của mô hình ta có được đường quá trình lưu lượng dòng chảy Q = Q(t). Để có được mực nước ta sử dụng các quan hệ thực đo như sau:

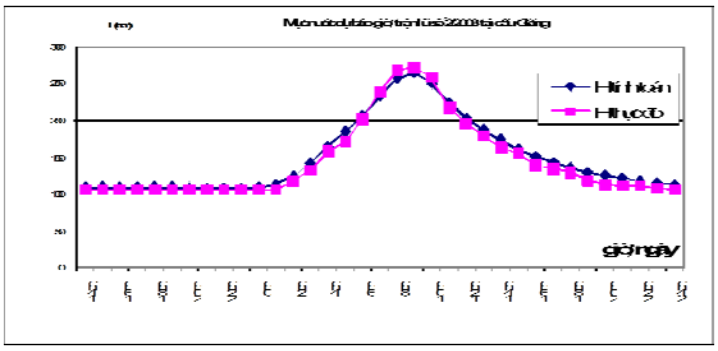
Tại Hòa Phú : $H = 0.001*Q^2 + 1.7748*Q + 377.25$

Tại cầu Giăng : $H = -0.0032*Q^2 + 1.8366*Q + 58.10$

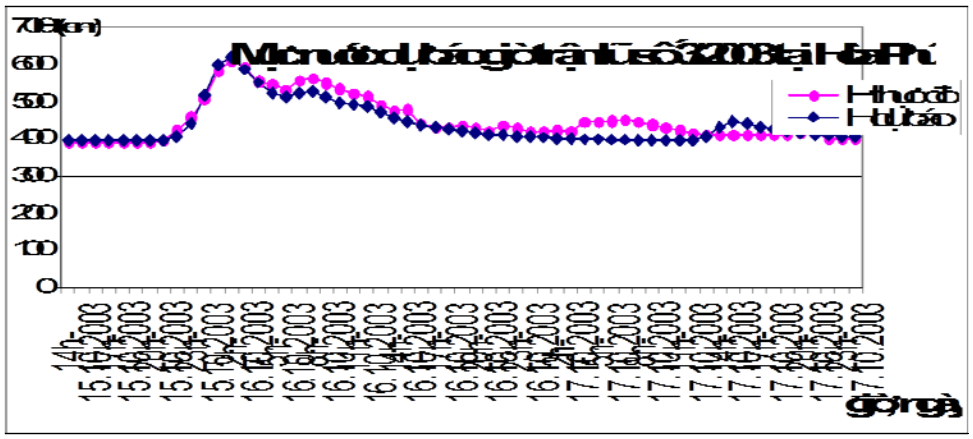
Khi mô hình tính ra đường quá trình dòng chảy, ta căn cứ vào đường quan hệ Q~H thực đo nầy để tính ra mực nước dự báo tương ứng và sau đây là kết quả đường quá trình mực mước dự báo tại Hoà Phú và tại cầu Giăng của các trận lũ khảo sát.



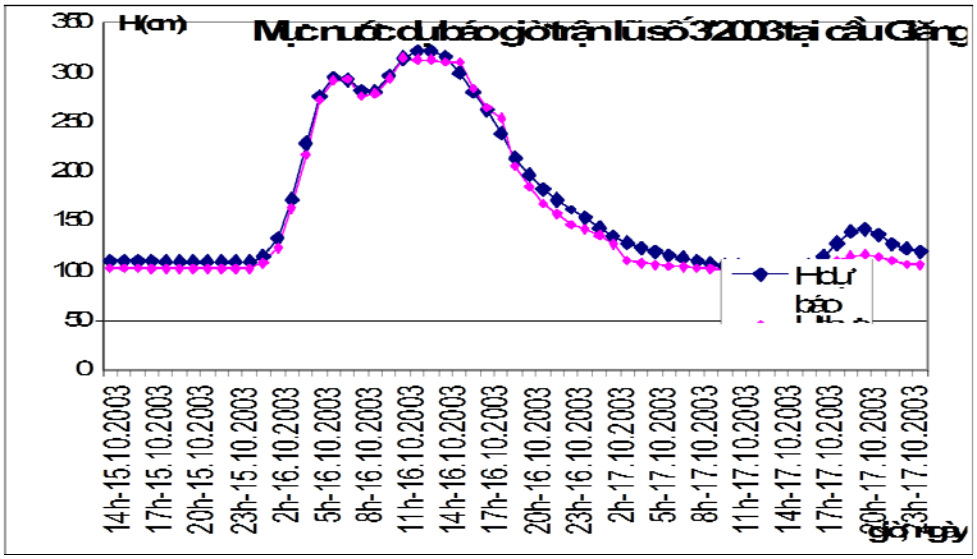
Hình 2. *Kết quả dự báo mực nước trận lũ số 2 tại Hòa Phú, Nash, η = 0,89.*



Hình 3. *Kết quả dự báo mực nước trận lũ số 2 tại cầu Giăng, Nash, $\eta = 0,98$.*



Hình 4. *Kết quả dự báo mực nước trận lũ số 3 tại Hòa Phú, Nash $\eta = 0,83$.*



Hình 5. *Kết quả dự báo mực nước trận lũ số 3 tại cầu Giăng, Nash $\eta = 0,98$*

4. Kết luận

Qua tính toán dự báo cho thấy mô hình HEC-HMS có ưu điểm: đơn giản trong áp dụng, chỉ yêu cầu số liệu đầu vào là mưa, khối lượng khảo sát địa hình rất ít kết quả tính toán dự báo khá phù hợp với số liệu đo đạc; cho phép kéo dài được thời gian dự báo so với các phương pháp dự báo truyền thống.

Có thể sử dụng mô hình nầy để phục vụ cho công tác dự báo tác nghiệp; trong tính toán mưa-dòng chảy cho các lưu vực vừa và nhỏ phục vụ cho công tác nghiên cứu thiết kế, qui hoạch xây dựng phát triển các công trình cơ sở hạ tầng, song cần phải chú ý các vấn đề sau:

Số liệu của 4 đợt lũ dùng để điều chỉnh tham số và kiểm nghiệm mô hình là các trận lũ vừa và nhỏ có được do các đợt khảo sát ngắn ngày, nên chưa có điều kiện để kiểm định bộ thông số của mô hình khi có các đợt lũ lớn và các trận lũ được sinh ra bởi nhiều nguyên nhân khác nhau.

Cần có nghiên cứu kỹ các đặt trưng địa mạo lưu vực thay đổi theo thời gian (địa hình, địa chất, thỗ nhưỡng, thảm phủ, các hoạt động của con người trên bề mặt lưu vực v.v…) để xác định bộ thông số mô hình được sát với thực tế hơn; lập các trạm quan trắc mưa lâu dài tự động trên các nhánh sông ở thượng nguồn (Lỗ Đông, Lỗ Trào, Bà Nà) và trạm quan trắc thủy văn tại Hòa Phú, cầu Giăng để có thể dự báo lũ thuận lợi, chính xác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Đài Khí tượng Thuỷ văn khu vực Trung Trung Bộ (2005), *Đặc điểm Khí tượng Thuỷ văn khu vực Trung Trung Bộ*, Đà Nẵng.

[2] Lê Văn Nghinh, Bùi Công Quang, Hoàng Thanh Tùng (2006), "*Mô hình toán thuỷ văn*". Giáo trình cao học thuỷ lợi, Trường Đại học Thuỷ lợi Hà Nội.

[3] Nguyễn Văn Tuần, Đoàn Quyết Trung, Bùi Văn Đức (2001), *Dự báo Thủy văn*, Đại học Quốc gia Hà Nội.

[4] Nguyễn Đình Khôi, Hoàng Niêm (1991), *Dòng chảy lũ sông ngoài Việt Nam*, Viện khí thượng Thủy văn.

[5] Nguyễn Thanh Xuân (2007), *Đặc điểm thủy văn và nguồn nước sông Việt Nam*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.

[6] Hydrologic Engineering Center (March-2000), HEC-HMS, *Hydrologic Modeling System*.

[7] Ven Te Chow, David R. Maidment, Larry W. Mays (1988) "*Applied Hydrology*", Mc Graw - Hill.