

# ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TOÁN TRONG NGHIÊN CỨU DỰ BÁO, CẢNH BÁO LŨ VÀ NGẬP LỤT CHO VÙNG ĐỒNG BẰNG CÁC SÔNG LỚN Ở MIỀN TRUNG

PGS.TS. LÊ VĂN NGHINH<sup>1</sup>

ThS. HOÀNG THANH TÙNG<sup>2</sup>

*Tóm tắt:* Lũ là thiên tai thường xuyên xảy ra ở miền Trung Việt Nam. Chúng ta không thể hạn chế toàn bộ những ảnh hưởng do lũ gây ra. Tuy nhiên, chúng ta có thể giảm nhẹ những ảnh hưởng của lũ lụt bằng việc nâng cao khả năng dự báo và cảnh báo ngập lụt cho dân địa phương sống trong vùng thường xuyên chịu ảnh hưởng của lũ. Bài viết này nhằm đưa ra những ứng dụng của các loại mô hình toán và Hệ thống Thông tin Địa lý (GIS) mà chúng tôi đang nghiên cứu trong việc xây dựng các phương án dự báo lũ và cảnh báo nguy cơ ngập lụt cho vùng đồng bằng các sông lớn ở miền Trung Việt Nam.

## Mở đầu

Dự báo lũ và cảnh báo ngập lụt cho hệ thống các sông miền Trung có một ý nghĩa vô cùng quan trọng nhằm giảm thiểu những ảnh hưởng của thiên tai lũ lụt cho nhân dân hiện đang sống ở các vùng hạ lưu và ven biển miền Trung. Do đặc điểm chung của lũ ở các tỉnh miền Trung từ khi có mưa lớn đến khi có lũ lớn là rất ngắn, thông thường từ 6 đến 12 giờ, mạng lưới trạm quan trắc mưa và dòng chảy trên các lưu vực là rất thưa và chưa đại diện, vì vậy các phương pháp dự báo lũ phức tạp đòi hỏi nhiều dữ liệu và thời gian. Với các tỉnh miền Trung, để cảnh báo lũ có hiệu quả và kịp thời cho dân, trước hết, chúng ta cần xây dựng một cơ sở dữ liệu về nguy cơ ngập lụt ứng với các cấp mực nước tại các trạm thủy văn nằm ở hạ lưu sông, sau đó xây dựng các phương án dự báo lũ nhanh cho các trạm này, rồi trên cơ sở so sánh mực nước dự báo với mực nước tương ứng của các bản đồ ngập lụt để cảnh báo nguy cơ ngập lụt cho dân.

## 1. Đặc điểm chung về khu vực miền Trung

Các tỉnh miền Trung của Việt Nam từ Quảng Bình đến Bình Định đều nằm trên dải đất hẹp có bờ biển hướng tây bắc - đông nam với dãy Trường Sơn chạy song song ở sườn phía tây, nhiều nơi có núi nhô ra biển, như đèo Hải Vân. Do địa hình núi liền biển như vậy, khả năng nhiệt ẩm khá dồi dào, đồng thời cũng vô cùng thuận lợi cho sự xuất hiện các quá trình hội tụ mạnh mẽ hoàn lưu phía tây hoặc tây bắc của những cơn bão khi chúng đi tới vịnh Bắc Bộ và ngoài khơi vùng biển Quảng Nam đến Phú Yên, Khánh Hòa. Ngoài ra khu vực này còn đón nhận cả các đới

gió mùa, tín phong, có nguồn ẩm lớn, phong phú.

Theo kết quả thống kê cho thấy, các hình thể chính gây ra mưa lớn sinh lũ trên các sông ven biển miền Trung là bão, áp thấp nhiệt đới, hội tụ nhiệt đới, không khí lạnh, và tổ hợp của chúng. Phụ thuộc vào điều kiện địa hình, đặc biệt là ảnh hưởng của đèo Hải Vân, ảnh hưởng của các hình thể thời tiết này cũng rất khác nhau đến số lượng, không gian và cường độ mưa lớn trên lưu vực các sông phía bắc và phía nam đèo.

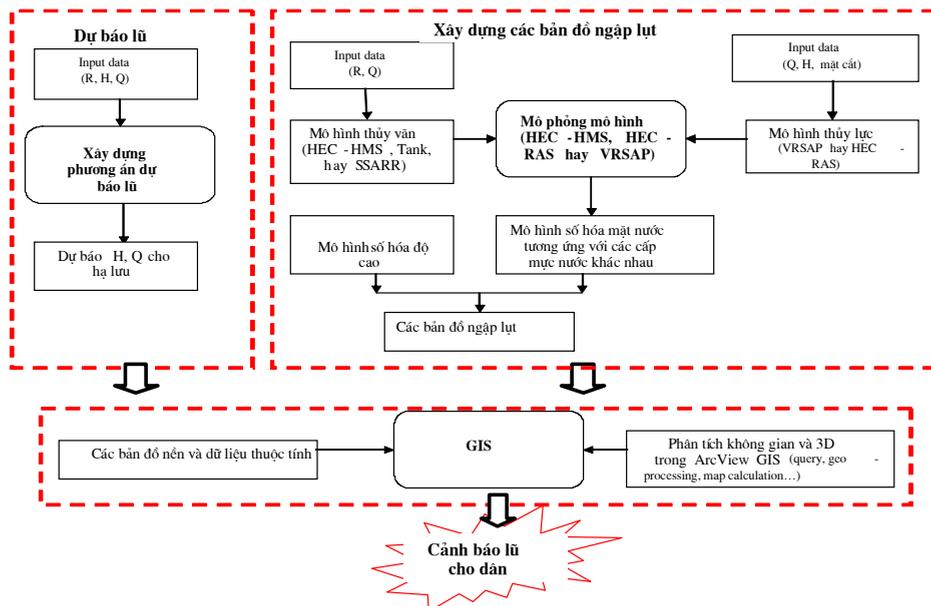
Dòng chảy sông ngòi phân bố không đều theo sự phân bố của mưa. Mùa lũ kéo dài từ tháng 9 đến tháng 12, lượng nước trong mùa lũ chiếm từ 50 đến 80% lượng nước cả năm và biến đổi mạnh từ mùa lũ năm này sang mùa lũ năm khác. Lượng nước mùa lũ năm nhiều nước có thể gấp 3 lần lượng nước mùa lũ năm ít nước.

Trong vòng 25 năm (1976 – 2000) trên khu vực từ Thừa Thiên - Huế đến Bình Định đã xảy ra 75 đợt lũ lớn. Các đợt lũ lớn xảy ra chủ yếu trong 4 tháng từ tháng 9 đến tháng 12, phân bố cũng rất không đều theo thời gian trong năm, tập trung chủ yếu vào 2 tháng 10 và 11. Tháng 10 xảy ra 29/75 đợt chiếm 38,6%, tháng 11 xảy ra 28/75 đợt chiếm 37,5%. Trong 2 tháng đã xuất hiện 57 đợt chiếm 76,1% tổng số đợt lũ lớn xảy ra trong 25 năm gần đây [6].

Mạng lưới trạm quan trắc mưa và dòng chảy trên các lưu vực sông ở miền Trung là rất thưa, chưa đại diện và không đầy đủ, số lượng trạm đo lưu lượng và mực nước trên các lưu vực sông là rất ít và thời gian quan trắc lại không đồng bộ. Ngoài những trạm đo do ngành Khí tượng - Thủy văn quản lý, còn có một số trạm đo đặc dùng riêng của địa phương, song các trạm này chỉ quan trắc trong một thời gian ngắn và số liệu đo đạc lại kém chính xác. Tất cả những điều này đã làm cho công tác dự báo lũ ở miền Trung gặp rất nhiều khó khăn, và lũ chỉ có thể dự báo được trước trong một khoảng thời gian rất ngắn.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp chung trong nghiên cứu dự báo, cảnh báo lũ và ngập lụt đối với các sông ở miền Trung được tóm tắt trong sơ đồ ở Hình 1 dưới đây:



Hình 1. Phương pháp nghiên cứu chung

### **2.1. Xây dựng các phương án dự báo lũ cho các sông lớn ở miền Trung**

Hiện nay có rất nhiều phương pháp và các mô hình dự báo, tuy nhiên qua nghiên cứu, phân tích hệ thống sông, thời gian truyền lũ, số liệu đo đạc của các trạm hiện có, nghiên cứu đã lựa chọn được 2 phương pháp thích hợp để xây dựng phương án dự báo lũ cho các sông lớn ở miền Trung, đó là phương pháp phân tích hồi quy nhiều biến (MVR), và phương pháp mạng trí tuệ nhân tạo (ANN), trong đó sử dụng thuật toán quét ngược (BPNN).

Cả hai phương pháp trên đều được dựa trên các quan hệ giữa mực nước dự báo với các yếu tố ảnh hưởng như mực nước tại thời điểm dự báo, mực nước trạm trên, lượng mưa bình quân lưu vực, v.v.. Tuy nhiên cách giải hay thuật toán của 2 phương pháp trên là khác nhau, một dựa trên thuật toán tối ưu hàm tuyến tính, còn một dựa trên thuật toán tối ưu hàm phi tuyến.

### **2.2. Xây dựng bản đồ ngập lụt**

Hiện nay có 3 phương pháp thường được ứng dụng để xây dựng bản đồ ngập lụt [5], đó là:

- a) Xây dựng bản đồ ngập lụt dựa vào điều tra thủy văn và địa hình;
- b) Xây dựng bản đồ ngập lụt dựa vào điều tra các trận lũ lớn thực tế đã xảy ra;
- c) Xây dựng bản đồ ngập lụt dựa vào việc mô phỏng các mô hình thủy văn, thủy lực;

Mỗi một phương pháp đều có những ưu và nhược điểm riêng trong việc xây dựng và ước tính diện tích các vùng ngập lụt. Trong số các phương pháp trên, thì phương pháp xây dựng dựa vào tài liệu thu thập được từ điều tra, đo đạc của nhiều trận lũ là tin cậy nhất. Tuy nhiên, dữ liệu và thông tin điều tra cho các trận lũ lớn đã xảy ra nhìn chung là rất ít. Chính vì vậy việc mô phỏng các mô hình toán thủy văn, thủy lực là rất cần thiết, và vì vậy sự kết hợp của phương pháp 2 và 3 sẽ có hiệu quả hơn rất nhiều, đặc biệt là đối với các sông ở miền Trung.

Với mục đích cảnh báo ngập lụt, các phương án tính toán ngập lụt được tiến hành trên cơ sở các trận lũ lớn nhất đã xảy ra trên các lưu vực và các trận lũ thiết kế tương ứng với lượng mưa tần suất 1%, 5% và 10%. Theo tài liệu thống kê về mưa lũ trên các lưu vực sông lớn ở miền Trung từ Quảng Trị vào đến Bình Định, thì trận lũ xảy ra vào tháng 11-1999 là một trong những trận lũ lớn nhất xảy ra trên hầu hết các lưu vực, vì vậy:

- Trận lũ tháng 11-1999 được chọn để xây dựng các phương án cảnh báo ngập lụt.
- Mức độ ngập lụt trên lưu vực được tính toán tương ứng với các cấp cảnh báo mực nước khác nhau của từng sông, đó là báo động cấp I, cấp II, cấp III, và  $H_{\max}$  của lũ tháng 11-1999,  $H_{1\%}$ ,  $H_{5\%}$ , và  $H_{10\%}$ .
- Thời điểm tính ngập nằm trong thời gian lũ lên.

Để xây dựng bản đồ ngập lụt ứng với các cấp mực nước khác nhau tại các trạm thủy văn nằm ở khu vực hạ lưu các con sông lớn ở miền Trung theo kịch bản trận lũ lịch sử tháng 11-1999, và các trận lũ ứng với X p% khác nhau, chúng ta cần áp dụng một mô hình thủy lực nào đó để tính toán mực nước ở các vị trí khác nhau (tại các mặt cắt, ô ruộng hay ô chứa lũ) tương ứng với các cấp mực nước tại các trạm thủy văn nằm ở hạ lưu các sông. Sau đó sử dụng công nghệ GIS để tính toán mức độ ngập lụt và xây dựng các bản đồ ngập lụt ứng với từng kịch bản, đồng thời phân tích ảnh hưởng của ngập lụt đến các ngành, ước tính nhanh thiệt hại theo các kịch bản đó.

### 3. Kết quả tính toán thử nghiệm

#### 3.1. Kết quả xây dựng các phương án dự báo lũ cho các sông

Thực hiện các bước tính toán như đã trình bày và sử dụng phần mềm thống kê SPSS version 11.5 để phân tích hồi quy nhiều biến, Neuro Solution phiên bản 4.1 để xây dựng mạng thần kinh nhân tạo tối ưu dùng cho dự báo, chúng tôi đã xây dựng được một số phương án dự báo mực nước trước 6 giờ với mức đảm bảo phương án là khá tốt (>80%) cho các sông như sông Hương tại Kim Long, sông Bồ tại Phú Ốc (tỉnh Thừa Thiên - Huế), sông Thạch Hãn tại trạm Thạch Hãn, sông Bến Hải tại trạm Gia Vòng, sông Hiếu tại trạm Đông Hà (tỉnh Quảng Trị), sông Kôn tại trạm Tân An, sông Hà Thanh tại trạm Diêu Trì (Bình Định).

Nhìn chung các phương án dự báo mực nước lũ trước 6 giờ xây dựng cho các sông lớn ở miền Trung bằng phân tích hồi quy nhiều biến (MVR) và bằng phương pháp mạng thần kinh nhân tạo (BPNN) đều có mức đảm bảo trên 80%. Thông thường thì mô hình mạng thần kinh nhân tạo cho kết quả tốt hơn MVR nhưng cũng không phải vượt trội hẳn, mà việc sử dụng mô hình BPNN để dự báo lại khó hơn việc sử dụng phương trình dự báo đơn giản của phương pháp MVR, do vậy chúng tôi khuyến nghị nên dùng mô hình MVR. Trong trường hợp dự báo thấy có giá trị khác thường thì nên tham khảo thêm kết quả dự báo của BPNN.

Ngoài ra, việc theo dõi dự báo các hình thể thời tiết cũng cho chúng ta những tiên đoán về lượng mưa có thể xảy ra trên các lưu vực sông nhờ vào các kết quả tổng hợp và phân tích thống kê mưa lũ do các hình thể thời tiết gây ra, và vì vậy sẽ tạo điều kiện rất lớn cho công tác dự báo mực nước lũ của các sông miền Trung và qua đó có thể tăng cường thời gian cảnh báo lũ.

#### 3.2. Kết quả xây dựng bản đồ ngập lụt

Dữ liệu đầu vào cho các mô hình thủy lực thông thường là dữ liệu lưu lượng cho các biên trên, mực nước cho các biên dưới, mưa, các dữ liệu mặt cắt của mạng sông và địa hình các ô ruộng.

Nhìn chung với các sông miền Trung, lưu lượng cho các biên trên và lưu lượng nhập lưu khu giữa đều không có sẵn và phải tính toán thông qua việc mô phỏng các mô hình thủy văn như TANK, NAM, HEC-HMS rồi sau đó đưa vào mô hình thủy lực. Khi tính toán cho các sông lớn ở miền Trung, chúng tôi đã có điều kiện thử nghiệm tất cả các mô hình thủy văn nêu trên.

Chúng tôi cũng có điều kiện thử nghiệm các loại mô hình thủy lực cho các sông lớn miền Trung như MIKE 11 của Viện Thủy lực Đan Mạch, HEC-RAS của Hoa Kỳ, và VRSAP của Việt Nam và có một số nhận xét sau:

- Khi chạy mô hình MIKE 11 và HEC-RAS, thì tính liên thông giữa dữ liệu đầu vào từ mô hình thủy văn NAM và HEC-HMS là khá tốt và thuận tiện, vì nó được quản lý bằng cơ sở dữ liệu. Tuy nhiên trong cả 2 mô hình trên, khi mô phỏng trao đổi nước giữa sông và ruộng, cả 2 mô hình đều bỏ qua việc tính toán lượng mưa rơi trực tiếp lên mặt ruộng, mà đối với các sông miền Trung trong trận lũ tháng 11-1999 thì lượng mưa này ở hạ lưu là rất lớn, có khi gần đến 1.000 mm/ngày như ở lưu vực sông Hương sẽ dẫn đến kết quả mô phỏng kém. Vì vậy, trong tính toán cần chú ý để xử lý bằng cách: nếu các ô ruộng trên chưa nằm trong một lưu vực con nào trong tính toán lượng nhập khu giữa, thì phải coi là một lưu vực con để tính bổ sung vào trong

quá trình xem xét trao đổi nước giữa sông và ruộng.

- Khi chạy mô hình VRSAP thì lượng mưa rơi trên mặt ruộng đã được tính đến trong khi xem xét sự trao đổi nước giữa sông và ruộng. Tuy nhiên việc vào dữ liệu cho mô hình này là tương đối khó, và không có tính liên thông với các mô hình thủy văn, vì vậy cần phải viết những đoạn chương trình con để chuyển đổi dữ liệu. Thêm vào đó kết quả đầu ra cũng không thuận tiện trong việc nhập vào các mô hình của hệ thống thông tin địa lý (GIS) như 2 mô hình trên.

Thực hiện các bước tính toán như đã trình bày, chúng tôi đã xây dựng được một sêri các bản đồ ngập lụt ứng với các kịch bản mực nước khác nhau cho các trạm ở hạ lưu các sông lớn miền Trung: hệ thống sông Hương, Kôn - Hà Thanh, Thạch Hãn - Bến Hải - Hiếu, Vụ Gia - Thu Bồn. Áp dụng các công cụ phân tích không gian, và 3D trong GIS ta có thể phân tích, tính toán những ảnh hưởng của lũ lụt theo từng kịch bản mực nước để có thể cảnh báo cho dân.

## 4. Kết luận và kiến nghị

### 4.1. Kết luận

Nghiên cứu đã thu được những kết quả sau đây:

- Đã tổng kết được việc sử dụng các loại mô hình toán: ngẫu nhiên, tất định và thủy lực trong nghiên cứu các phương án dự báo lũ, và cảnh báo ngập lụt cho các sông miền Trung Việt Nam.

- Đã sử dụng các công cụ của GIS trong việc phân tích, tính toán và ước tính những ảnh hưởng của lũ lụt đến cơ sở hạ tầng, đến các ngành như giao thông, thủy sản v.v..

### 4.2. Kiến nghị

Để có thể dự báo và cảnh báo tốt và tức thời nguy cơ ngập lụt cho nhân dân sống ở hạ lưu và khu vực ven biển thì cần phải bổ sung thêm trạm đo và tự động hóa các trạm đo cũng như phương thức truyền dữ liệu.

Trong tương lai cần xây dựng hệ thống hỗ trợ ra quyết định DSS để giúp cho việc cảnh báo lũ, ước tính thiệt hại, cứu trợ khẩn cấp, và đặc biệt trong quy hoạch phòng chống lũ và xây dựng cơ sở hạ tầng trong vùng chịu ảnh hưởng của lũ.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Apollov, B. A., G. P. Kalinin, and V. D. Komarov: *Hydrological Forecasting*. Jerusalem, Israel, Israel Program for Scientific Translation, 1964.

[2] Chao, Lincoln L: *Statistics for Management*, Prentice-Hall of Southeast Asia Pte. Ltd, 1981.

[3] Gurnell, A. M. and D. R. Montgomery: *Hydrological Applications of GIS*, New York, USA, John Willey and Sons, 1998.

[4] Holder, R. H.: *Multiple Regression in Hydrology*, Walling Ford, Institute of Hydrology, 1990.

[5] Infrastructure Development Institute: *Flood hazard map Manual for Technology Transfer*, Japan, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2003.

[6] Nguyễn Việt Thi: *Các hình thế thời tiết chính gây mưa sinh lũ lớn trên các sông miền Trung*, Tuyển tập báo cáo khoa học lần thứ VIII của Viện Khí tượng Thủy văn, 2003.

[7] Montgomery, Douglas C. and Linwood A. Johnson: *Forecasting and Time Series Analysis*, New York, USA, McGraw Hill Book Company, 1976.

[8] Maidment, David R. (1996). GIS and Hydrologic Modeling - an Assessment of Progress. Available online: <http://www.ce.utexas.edu/prof/maidment/gishydro/meetings/santafe/santafe.htm> [downloaded: September 2003].

[9] Mahaxay, M. (2002). Flood risk hazard mapping in the Lower Mekong Basin. The Mekong River Commission. Available online: [http://www.oosa.unvienna.org/SAP/stdm/STDMAP\\_progE.pdf](http://www.oosa.unvienna.org/SAP/stdm/STDMAP_progE.pdf) [downloaded November 2003].