

SỬ DỤNG CÔNG CỤ GIS VÀ MÔ HÌNH HEC - HMS ĐỂ MÔ PHỎNG DÒNG CHẢY TRÊN LƯU VỰC SÔNG CẦU

Lê Văn Chính¹, Trương Thị Lan², Nguyễn Mạnh Hà², Vũ Thị Hồng Nghĩa¹

¹Vụ Khoa học Xã hội và Tự nhiên, Bộ Khoa học và Công nghệ

²TTTVCN Môi trường, Tổng Cục Môi trường, Bộ Tài nguyên và Môi trường

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Việc tính toán, dự báo các yếu tố về dòng chảy và chất lượng nước do mưa và các tác động do con người tạo ra là một nhiệm vụ quan trọng để phục vụ công tác quy hoạch, quản lý tổng hợp nguồn nước tại các lưu vực sông, đặc biệt đối với các lưu vực sông thiếu các số liệu quan trắc do việc đo đạc các yếu tố nêu trên không phải lúc nào cũng có thể xác định được ở địa điểm và thời gian mong muốn. Lưu vực sông Cầu là một trong những lưu vực sông lớn ở Việt Nam, có diện tích lưu vực 6.030 km², với chiều dài lưu vực trên 288 km, có vị trí địa lý đặc biệt, đa dạng và phong phú về tài nguyên cũng như về lịch sử phát triển, có ý nghĩa lớn về kinh tế - xã hội của các tỉnh nằm trong lưu vực của nó. Nhưng từ lâu, lũ lụt, ngập úng cũng như suy thoái môi trường, suy thoái nguồn tài nguyên nước gây ra những tác động về khía cạnh môi trường mà còn ảnh hưởng đến sự phát triển bền vững của lưu vực sông. Mật độ trạm quan trắc thủy văn tại lưu vực này thưa, hiện chỉ có một số trạm đo lưu lượng là Gia Bẫy và Phả Lại. Chính vì vậy việc nghiên cứu mô phỏng và dự báo lưu lượng trên hệ thống sông của lưu vực sông Cầu là cần thiết để phục vụ công tác quy hoạch, quản lý không những đối với lượng dòng chảy mà còn đối với chất lượng nước của lưu vực nhằm bảo đảm phát triển bền vững lưu vực sông.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Cho đến thời điểm hiện nay, trên thế giới đã có rất nhiều nghiên cứu về vấn đề dự báo dòng chảy và chất lượng nước ở các lưu vực sông. Y.B.Liu và các cộng sự (2004) đã có nghiên cứu nhằm tham số hóa các dữ liệu mô hình của các lưu vực con có quy mô lớn và trung bình bằng phần mềm ArcView GIS.

Tác giả Berhanu F.Alemaw (2012) nghiên cứu sử dụng mô hình HATWAB (mô hình cân bằng nước mặt trên đất liền và khí quyển trên cơ sở GIS) để xây dựng mô hình thủy lực cho các lưu vực tiêu nước lớn. Mô hình được xây dựng trên 2 lưu vực sông Limpopo và Congo ở Châu Phi. Khi được xây dựng, mô hình sẽ giúp đánh giá về độ ẩm của đất, quá trình bay hơi thực tế, dòng chảy.... Lê Văn Chính (2010) đã phát triển mô hình phân phối thông số GIS bằng công cụ Arc Hydro và phương pháp Curve Number để mô phỏng dòng chảy tại lưu vực Chikugo, Kyushu, Nhật Bản. Qua thực tế, các nghiên cứu cho thấy, trong điều kiện số liệu khảo sát và đo đạc để phục vụ công tác mô phỏng và dự báo dòng chảy và chất lượng nước tại các lưu vực không đầy đủ thì việc ứng dụng mô hình phương pháp phân phối thông số GIS có tính ưu việt hơn cả vì: (1) Bộ công cụ GIS có thể hỗ trợ để biên tập, bổ sung các tài liệu một cách dễ dàng; (2) Có thể kết nối được với các mô hình tính toán đang ứng dụng rộng rãi hiện nay; (3) Đáp ứng được yêu cầu tính toán các đặc trưng về dòng chảy và chất lượng nước phục vụ công tác quản lý tổng hợp nguồn nước và quy hoạch lưu vực sông.

Kết nối công cụ GIS và mô hình HEC-HMS:

Nghiên cứu này ứng dụng công cụ GIS kết nối với phần mềm tính toán HEC-HMS để mô phỏng dòng chảy trên toàn lưu vực sông Cầu trong điều kiện thiếu số liệu quan trắc. Ưu điểm của phương pháp này là: các thông số của mô hình được đưa vào tính toán thông qua các công cụ hỗ trợ của GIS từ số liệu đầu vào là bộ cơ sở dữ liệu như bản đồ số hóa địa hình DEM, bản đồ phân bố trạm khí tượng thủy văn trên lưu vực, bản đồ hiện trạng sử dụng đất, bản đồ phân loại đất, hệ thống mạng lưới sông. Trong đó, bản đồ số hóa địa hình DEM dùng để mô phỏng hệ thống mạng lưới sông. Bản đồ khí tượng thủy văn để phân chia vùng mưa (theo phương pháp Thiessen). Bản đồ sử dụng đất và phân loại đất để phục vụ việc tính toán hệ số thấm (thông qua phương pháp Curve Number). Nhờ công cụ kết nối công cụ GIS và HEC-HMS, các đặc trưng của lưu vực và mạng lưới sông được đưa vào tính toán mô phỏng dòng chảy thông qua mô hình HEC-HMS.

Mô hình HEC-HMS:

Số liệu đầu vào dùng cho tính của mô hình gồm các đặc trưng của lưu vực, mạng lưới sông (trên cơ sở kết nối với công cụ GIS) và số liệu về khí tượng thủy văn tại các trạm đo (mưa, bốc hơi). Trong mô hình HEC-HMS các tham số khó xác định nhất gồm: xác định phương pháp tổn thất về thấm, cơ chế lan truyền dòng chảy... Tuy nhiên, nghiên cứu này đã ứng dụng công cụ GIS để xác định sơ bộ các tham số này. Dựa vào tính năng ưu việt của công cụ GIS, đặc biệt là tính năng kết nối các modul tính toán về dòng chảy thông qua việc thiết lập các thông số cho mỗi ô lưới và áp dụng các công thức thủy lực tùy theo đặc tính của mỗi ô lưới (dòng chảy tràn hay trong kênh hở), bản đồ phân phối dòng chảy theo thời gian được xác định. Kết quả này, cùng các tham số về khí tượng được đưa vào mô hình tính toán HEC-HMS để hiệu chỉnh theo số liệu quan trắc về lưu lượng cho phù hợp thông qua chức năng kiểm định tự động bằng chương trình tối ưu hóa các tham số. Bộ tham số tối ưu này là cơ sở để dự báo lưu lượng dòng chảy theo các trận lũ khác nhau và ở tại bất kỳ vị trí nào trên mạng lưới sông thuộc lưu vực.

2. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Kết quả mô phỏng hệ thống mạng lưới sông bằng công cụ GIS:

Việc sử dụng bản đồ số hóa địa hình để xác định hệ thống mạng lưới sông rất tiện ích, bởi vì nó cho phép kết nối dễ dàng với các phần mềm tính toán tiện ích khác. Hình 1 cho thấy kết quả tính toán mô phỏng mạng lưới sông bằng công cụ GIS phù hợp với bản đồ hệ thống mạng lưới sông thực tế.

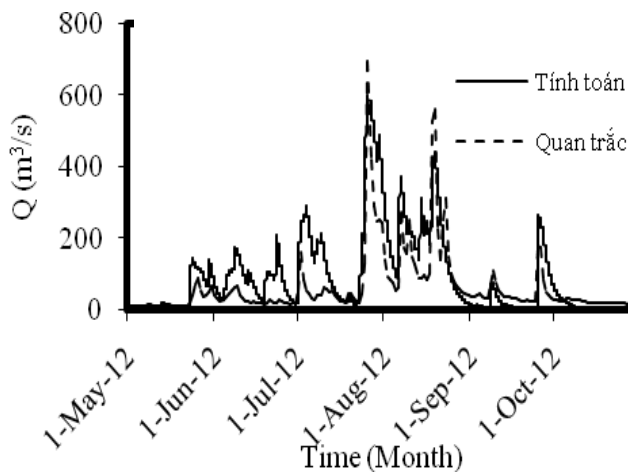
Kết quả tính toán mô phỏng dòng chảy bằng kết nối công cụ GIS và HEC-HMS:

Trên lưu vực sông Cầu, hệ thống các trạm quan trắc thủy văn, đặc biệt là số liệu quan trắc về lưu lượng rất thưa. Hiện tại, chỉ còn trạm thủy văn Gia Bảy là có số liệu đầy đủ và liên tục. Điều này ảnh hưởng nhiều đến việc vận hành các hệ thống thủy lợi trên lưu vực và việc tính toán, dự báo các tác động về môi trường.



Hình 1: Kết quả tính toán mô phỏng hệ thống mạng lưới sông Cầu

Do đó, việc tính toán, dự báo lưu lượng tại các điểm trọng yếu như các vị trí có hệ thống lấy nước tưới, các điểm kiểm soát về môi trường là rất cần thiết. Nghiên cứu này đã ứng dụng mô hình HEC-HMS để tính toán mô phỏng dòng chảy tại các điểm giao giữa các sông nhánh và sông chính nhằm phục vụ nhu cầu quản lý nguồn nước và chất lượng nước của các cơ quan quản lý. Trước tiên, mô hình HEC-HMS đã sử dụng bộ số liệu đầu vào từ bản đồ phân phối dòng chảy theo thời gian cùng các số liệu quan trắc về khí tượng thủy văn năm 2011 để kiểm định mô hình thông qua chức năng kiểm định tự động bằng chương trình tối ưu hóa các tham số của mô hình HEC-HMS. Tiếp theo, bộ số liệu tối ưu đặc trưng của lưu vực này được sử dụng để tính toán hoặc dự báo lưu lượng theo các trận lũ khác và ở tại các vị trí xác định trên mạng lưới sông thuộc lưu vực sông Cầu.



Hình 2: Kết quả tính toán mô phỏng lưu lượng tại trạm thủy văn Gia Bẫy

Hình 2 cho thấy kết quả tính toán mô phỏng dòng chảy tại trạm thủy văn Gia Bẫy phù hợp với kết quả quan trắc lưu lượng trong giai đoạn từ tháng 5 năm 2012 đến tháng 10 năm 2012. Hệ số tương quan giữa số liệu tính toán và quan trắc là $R^2 = 0.85$.

Với kết quả tính toán mô phỏng này, các đặc trưng của lưu vực thông qua các thông số đầu vào của mô hình HEC-HMS đã được xác định. Theo đó ta có thể xác định được lưu lượng tại bất cứ vị trí nào trên các điểm giao của mạng lưới sông.

4. KẾT LUẬN

Bài báo này giới thiệu phương pháp thiết lập mô hình tính toán mô phỏng và dự báo dòng chảy bằng công cụ GIS và mô hình HEC-HMS. Trước tiên công cụ GIS đã được sử dụng để mô phỏng hệ thống mạng lưới sông thông qua mô hình số độ cao, sau đó hướng dòng chảy, hệ thống mạng lưới sông được thiết lập. Kết quả tính toán mô phỏng mạng lưới sông bằng công cụ GIS cho thấy phù hợp với bản đồ hệ thống mạng lưới sông thực tế. Tiếp theo, lưu lượng tại trạm Gia Bẫy được tính toán mô phỏng bằng kết nối giữa công cụ GIS và mô hình HEC-HMS. Kết quả tính toán mô phỏng dòng chảy tại trạm thủy văn Gia Bẫy phù hợp với kết quả quan trắc lưu lượng trong giai đoạn từ tháng 5 năm 2012 đến tháng 10 năm 2012. Đây là một công cụ hữu hiệu hỗ trợ việc vận hành, quản lý nguồn nước và môi trường tại các lưu vực sông.

5. LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này đã nhận được sự hỗ trợ về phương pháp, kỹ thuật nghiên cứu từ Đề tài nghiên cứu cơ bản trong khoa học tự nhiên được Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia tài trợ năm 2013 “*Nghiên cứu thiết lập mô hình phân phối thông số GIS để mô phỏng và dự báo dòng chảy, lan truyền các chất ô nhiễm và đề xuất các giải pháp trong quy hoạch và quản lý tổng hợp nguồn nước tại lưu vực sông Cầu*”, Mã số 105.08-2013.02. Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí từ Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia cho Đề tài khoa học nêu trên và cho nghiên cứu này.

6. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Berhanu F. Alemaw, 2012. Hydrological modeling of large drainage basins using a GIS-based hybrid atmosphere and terrestrial water balance (HATWAB) model. *Journal of water resource and protection*, 2012, 4, p. 521-522.
- [2] Lê Văn Chính, Haruka Iseri, Kazuaki Hiramatsu, Masayoshi Harada, 2013. Xây dựng mô hình tính toán thủy văn, thủy lực và tải lượng chất ô nhiễm bằng mô hình phân phối thông số GIS tại lưu vực sông Chykugo, Nhật Bản. *Paddy Water Environment* 11, 97 – 112 ISSN 1611-2490.
- [3] Y.B.Liu et al., 2004. Parameterization using ArcView GIS in large and medium watershed modeling. *GIS and Remote Sensing in Hydrology, Water resource and Environment*. IAHS Publ 289:50–58.