

LŨ VÀ VIỆC DỰ BÁO LŨ TRÊN SÔNG MÃ BẰNG MÔ HÌNH NAM -MIKE11

ThS. Hoàng Thị Nguyệt Minh
Trường Cao đẳng Tài nguyên và Môi trường Hà Nội
KS. Nguyễn Ngọc Hà
Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước

Tên lưu vực sông Mã, năm nào cũng có lũ ở vùng hạ du và thường do sự tổ hợp lũ giữa sông Mã và sông Chu và cũng có khi có cả sự tổ hợp với triều cường. Trong 45-50 năm gần đây, tại Giàng đã xảy ra nhiều trận lũ lớn là do tổ hợp giữa lũ lớn trên sông Mã và sông Chu, đáng chú ý nhất là lũ năm 1962 và lũ năm 1980.

Lũ lớn thường làm vỡ đê, gây úng lụt ở nhiều nơi, làm thiệt hại lớn về người và tài sản của nhân dân và thiệt hại đó có thể được giảm nhẹ hơn nếu việc dự báo là chính xác cũng như việc cảnh báo sớm hơn để có các biện pháp phòng tránh.

Do vậy, việc xây dựng các phương án dự báo lũ là cần thiết. Cho đến nay, việc dự báo lũ trên sông thường được thực hiện bằng phương pháp mực nước tương ứng, việc dự báo lũ theo mô hình trên sông Mã được được ứng dụng còn rất hạn chế.

1. Tổng quan về hệ thống sông

Lưu vực sông Mã nằm trong khu vực khí hậu nhiệt đới, gió mùa, phân hoá theo vùng rõ rệt: vùng thượng nguồn nằm trong vùng thời tiết khí hậu Tây Bắc-Bắc Bộ có mùa mưa đến sớm và kết thúc sớm hơn vùng Trung Bộ, vùng sông Chu nằm trong vùng thời tiết khí hậu Bắc Trung Bộ, có mùa mưa đến muộn và kết thúc muộn hơn Bắc Bộ 15- 20 ngày và vùng trung và hạ lưu sông Mã là vùng giao lưu khí hậu giữa Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ, có mùa mưa mang nhiều sắc thái của chế độ mưa Bắc Bộ, mùa mưa bắt đầu từ tháng V và kết thúc vào tháng XI.

Tâm mưa lớn nhất trên lưu vực là Thường Xuân, tâm mưa nhỏ là thung lũng huyện sông Mã, Sơn La và vùng Hủa-Phăn thuộc Lào. Lượng mưa bình

quân trên lưu vực biến đổi từ 1100 mm/năm đến 1860 mm/năm. Tổng lượng mưa mùa mưa chiếm từ 65 - 70% tổng lượng mưa năm và tổng lượng mưa mùa khô chỉ chiếm từ 30 - 35%.

Trong năm thường có tới 3-4 đợt mưa lớn từ 300mm trở lên do bão gây ra, cách nhau từ 5 - 7 ngày và mỗi trận mưa thường tập trung trong 3- 4 ngày liền. Nét đặc biệt trên lưu vực sông Mã là khi mưa lớn ở vùng thượng nguồn thì trên lưu vực sông Chu không có mưa hoặc mưa nhỏ và khi mưa lớn ở thượng nguồn sông Chu thì phía sông Mã không mưa hoặc mưa ít. Nhưng khi có bão đổ bộ trực tiếp thì mưa lớn sẽ diễn ra trên toàn bộ lưu vực, gây nên lũ lớn trên cả hệ thống sông như các năm: 1927, 1962, 1989, 1996 và 2007.

Người phản biện: **Bùi Đức Long**

Bão ở lưu vực sông Mã thường xuất hiện chậm hơn Bắc Bộ từ 15 - 20 ngày. Theo số liệu thống kê từ 1954 đến 2000 trong số 140 cơn bão đổ bộ vào Bắc Trung Bộ có tới 67 cơn bão đổ bộ vào lưu vực sông Mã chiếm 47,8% với sức gió từ cấp VIII đến cấp XII khi gió giật trên cấp XII ($V_{\max} > 40$ m/s).

Mùa lũ trên sông Mã thường bắt đầu, kết thúc chậm hơn mùa mưa 1 tháng: thường là từ 6 đến tháng 10 trên sông Mã và từ tháng 7 đến tháng 11 trên sông Chu (chậm 1 tháng so với sông Mã).

Trong mùa lũ, ba tháng có lượng lũ lớn nhất trong năm thường là các tháng 8, 9 và 10, chiếm từ 55,5% tổng lượng lũ trong năm (trên sông Mã) đến 54% (trên sông Chu). Tháng có lũ lớn nhất trên sông Mã thường là tháng 9 với tổng lượng lũ chiếm từ 40,8% tổng lượng dòng chảy năm (Cắm Thủy) đến 45,7% (Xã Là) là tháng có mưa do bão. Tháng có lũ lớn nhất trên sông Chu lại thường là tháng 9 và chỉ chiếm 38,7% (Xuân Khánh), ít hơn so với dòng chính sông Mã.

Lưu lượng lũ lớn nhất và mô đun dòng chảy trung bình nhiều năm trên sông Mã tại Xã Là đạt $1.470\text{m}^3/\text{s}$ và $0,227\text{m}^3/\text{s.km}^2$; tại Cắm Thủy trên sông Mã đạt $3.100\text{m}^3/\text{s}$ và $0,177\text{m}^3/\text{s.km}^2$; tại Cửa Đạt trên sông Chu đạt $2.330\text{m}^3/\text{s}$ và $0,378\text{m}^3/\text{s.km}^2$; tại Lang Chánh trên sông Âm đạt $558\text{m}^3/\text{s}$ và $1,78\text{m}^3/\text{s.km}^2$; tại Vụ Bản trên sông Bưởi đạt $1.060\text{m}^3/\text{s}$ và $1,20\text{m}^3/\text{s.km}^2$.

Lũ lớn xảy ra ở hạ du sông thường do tổ hợp lũ của lũ trên sông Mã, sông Chu và có khi có cả triều cường. Theo số liệu quan trắc, trong 40-45 năm gần đây, có 14 năm lũ lớn nhất tại Giàng là do tổ hợp lũ của sông Mã và sông Chu gây nên. Trong đó, đáng chú ý nhất là các trận lũ:

- Lũ năm 1962 là lũ tổ hợp bất lợi nhất giữa lũ trên sông Chu, sông Mã, sông Âm làm cho mực nước lũ hạ du tại Giàng lên rất cao, đạt 7,48 m.

- Lũ năm 1980 là lũ trận lũ do mưa bão lớn ở hạ du sông Mã, do triều cường và lũ lớn trên sông Chu gây ra. Đây là trận lũ lớn, lũ lịch sử với mực nước

7,51m tại Giàng (17/9/1980), cao hơn mực nước lũ năm 1973 là 0,25m.

Tốc độ truyền lũ trên sông Mã rất lớn và phụ thuộc vào từng đoạn sông: phần sông Mã thuộc Thanh Hoá, tốc độ truyền lũ lớn nhất tại thượng lưu và giảm dần: đoạn từ Mường Lát tới Hồi Xuân (81km) đạt tới 10km/h, đoạn từ Hồi Xuân tới Cắm Thủy (73 km) đạt 7,3 km/h, từ Cắm Thủy đến Lý Nhân (36 km) đạt 5,54 km/h và đoạn từ Lý Nhân đến Giàng (28 km) đạt 4,67 km/h. So với sông Mã, tốc độ truyền lũ trên sông Chu nhỏ hơn rất nhiều: đoạn từ Cửa Đạt tới Bái Thượng (16 km) tốc độ truyền lũ đạt 5,33 km/h và đoạn từ Bái Thượng tới Xuân Khánh (31 km) tốc độ truyền lũ chỉ đạt 3,44 km/h.

Nước lũ đã từng gây vỡ đê, ngập úng ở nhiều vùng rộng lớn, gây thiệt hại về người và tài sản của nhân dân. Trận lũ 2007 là trận lũ kinh hoàng trên sông Chu và sông Bưởi, đã phá vỡ một phần đập hồ Cửa Đạt (sông Chu) và gây ngập úng vùng Kim Tân, Thạch Thành (sông Bưởi) trong nhiều ngày, tổn thất về người và của là rất lớn.

Để dự báo lũ trên sông, góp phần phòng tránh và làm giảm nhẹ thiên tai do lũ gây ra, nhiều phương pháp dự báo đã được áp dụng, nhưng cho đến nay, phương pháp mực nước tương ứng là phương pháp được sử dụng nhiều nhất. Các phương pháp khác chưa hiệu quả hay khả năng áp dụng là rất khó.

Năm 2008, trong đề tài Nghiên cứu quản lý tổng hợp tài nguyên và môi trường lưu vực sông Mã có nội dung dự báo lũ trên sông bằng mô hình NAM-MIKE cho kết quả rất khả quan. Bài báo này xin giới thiệu lại các kết quả đã được nghiên cứu của đề tài trên.

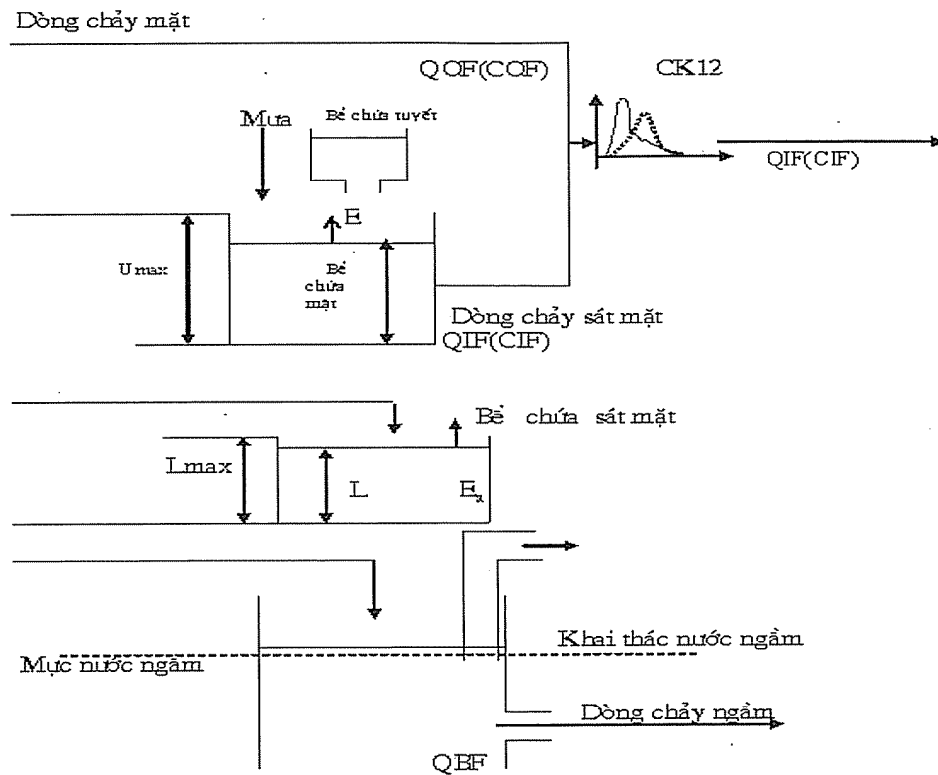
2. Giới thiệu về mô hình Nam- MIKE

Để tính toán cho các lưu vực sông hiện nay thì MIKE là công cụ khá mạnh trong đó có mô hình NAM. Mô hình NAM là cụm từ viết tắt của Nedbor-Afstromnings Model. Mô hình này được Nielsen và

Nghiên cứu & Trao đổi

Hansen xây dựng tại khoa Tài nguyên nước và Thủy động lực - Trường Đại học Bách Khoa Đan Mạch năm 1973. Mô hình NAM và mô hình MIKE

NAM thực chất giống nhau chỉ khác là mô hình MIKE NAM có thêm môđun về thành phần khai thác nước ngầm và môđun về tưới.



Hình 1. Cấu trúc mô hình NAM-MIKE.

NAM là công cụ dự báo khá hữu hiệu đang được ứng dụng dạng thử nghiệm nghiên cứu cho một số lưu vực sông. Đây là một mô hình thủy văn nhận thức dạng bể chứa, mô hình quan niệm lưu vực là các bể chứa xếp chồng nhau, trong đó mỗi bể chứa đặc trưng cho một môi trường có chứa các yếu tố gây ảnh hưởng đến quá trình hình thành dòng chảy trên lưu vực và các bể chứa được liên kết với nhau bằng các biểu thức toán học. Trong mô hình NAM, mỗi một lưu vực được xem như một đơn vị xử lý với các thông số là đại diện cho các giá trị được trung bình hóa trên toàn lưu vực. Mô hình NAM tính toán quá trình mưa dòng chảy theo cách tính liên tục hàm lượng ẩm trong các bể chứa riêng biệt tương tác lẫn nhau, như được vẽ trong hình 1. Cấu trúc của các bể bao gồm:

a. Bể chứa tuyết được kiểm soát bằng các điều kiện nhiệt độ và bức xạ, tuy nhiên sẽ không được

xét đến trong điều kiện ở Việt Nam.

b. Bể chứa mặt bao gồm lượng ẩm bị chặn do lớp phủ thực vật, lượng điện trường và lượng ẩm trong tầng mặt. U_{max} biểu thị giới hạn trên của lượng nước trong bể này.

c. Bể chứa tầng dưới là vùng rễ cây mà từ đó thảm thực vật có thể lấy nước phục vụ cho sự thoát hơi nước của cây. Do vậy bể chứa này còn gọi là bể chứa ẩm. L_{max} biểu thị giới hạn trên của bể chứa này.

d. Sau cùng là bể chứa ngầm có xét đến khả năng khai thác nước ngầm.

Mô hình NAM có tổng cộng 19 thông số như các thông số về dòng chảy mặt, thông số bốc hơi, thông số tưới.... Trong điều kiện của Việt Nam có thể bỏ qua các thông số về tuyết với 4 thông số. Và theo thực tế tính toán cho thấy chỉ có 5 thông số ảnh

hường mạnh đến quá trình hình thành dòng chảy, đó là U_{max} , L_{max} , CK_{12} , Q_{OF} , Q_{IF} .

3. Áp dụng mô hình cho lưu vực sông Mã

a. Số liệu đầu vào

Để xác định thông số mô hình, ta cần xác định số liệu đầu vào gồm: tài liệu mưa, bốc hơi là biên đầu vào của mô hình:

- Chọn số liệu bốc hơi của trạm Hồi Xuân, đại diện cho cả lưu vực.

- Số liệu mưa được sử dụng từ số liệu của các trạm, tương ứng với 4 vùng:

- + Chọn các trạm mưa Xã Là và Tuần Giáo làm đại diện cho vùng thượng lưu lưu vực đến Xã Là.

- + Chọn các trạm mưa Mường Lát và Hồi Xuân và Cẩm Thủy đại diện cho vùng từ Xã Là đến Cẩm Thủy.

- + Chọn các trạm mưa Cửa Đạt, Chòm Giăng, Bất Một đại diện cho vùng thượng lưu lưu vực sông Chu đến Cửa Đạt.

- + Chọn các trạm mưa Lạc Sơn, Thạch Quảng, Vũ Bản và Kim Tân đại diện cho lưu vực sông Bưởi.

Đây cũng là 4 lưu vực thành phần trong lưu vực sông Mã với số liệu mưa ngày từ 1999 đến 2005 để hiệu chỉnh mô hình và số liệu mưa ngày từ 15/9/2007-20/10/2007 được sử dụng để kiểm tra mô hình. Lượng mưa bình quân lưu vực được tính bằng phương pháp Thiessen – phương pháp trung bình trọng số.

Số liệu dòng chảy để kiểm nghiệm mô hình là số liệu của các trạm: Xã Là (6.436km²), Cẩm Thủy (12.151km²) và Cửa Đạt (6.081km²). Đầu ra của mô hình là quá trình dòng chảy lưu lượng giờ từ năm 1999-2005.

Bảng 2. Giá trị thông số mô hình NAM-MIKE

Thông số dòng chảy sát mặt							
Trạm	U_{max}	L_{max}	CQ_{OF}	CK_{IF}	$CK_{1,2}$	T_{OF}	T_{IF}
Xã Là	19,5	160	0,22	481,2	19	0,147	0,78
Cẩm Thủy	12	101	0,2	8	12	0,6	0,6
Cửa Đạt	12	105	0,28	601	27,1	0,03	0,337
Kim Tân	14,6	102	0,9	493	46	0,9	0,07
Thông số gia nhập nước ngầm							
Tên trạm	T_G	CK_{BF}					
Xã Là	0,98	3253					
Cẩm Thủy	0,2	1200					
Cửa Đạt	0,86	1001					
Kim Tân							
Điều kiện ban đầu							
Tên trạm	U	L	Q_{OF}	Q_{IF}	B_F		
Xã Là							
Cẩm Thủy	0,5	0,5	20	30	0		
Cửa Đạt							
Kim Tân							

Nghiên cứu & Trao đổi

b. Áp dụng mô hình vào lưu vực sông Mã

Để áp dụng mô hình, ta cần chuẩn bị các bước:

+ Xác định vị trí mặt cắt và diện tích lưu vực cần tính toán trên bản đồ,

+ Xác định vị trí, số lượng các trạm đo mưa và bốc hơi có ảnh hưởng tới lưu vực cần tính toán để đưa lên bản đồ.

+ Khai báo các thông số lưu vực: tên lưu vực, diện tích lưu vực, vị trí và tên các trạm mưa, bốc hơi và vị trí mặt cắt cửa ra lưu vực, khai báo đường dẫn tới các tập tin lưu trữ số liệu mưa, bốc hơi và số liệu dòng chảy để kiểm nghiệm mô hình.

+ Thiết lập các thông số, điều kiện ban đầu của mô hình cho từng lưu vực.

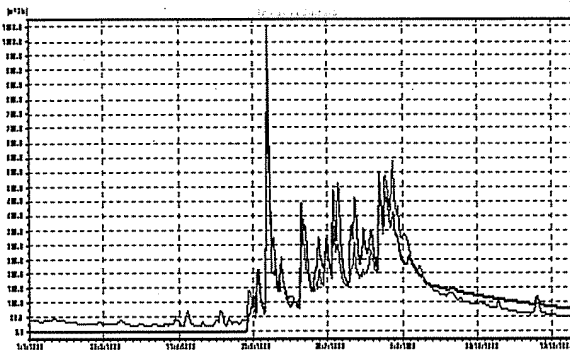
Để hiệu chỉnh mô hình ta áp dụng kết hợp cả hai phương pháp thử sai và phương pháp dò tìm tối ưu nhằm giảm bớt thời gian dò tìm trên máy. Sai số giữa lưu lượng tính toán và thực đo trong bước hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình được đánh giá theo

chỉ số Nash-Sutcliffe:

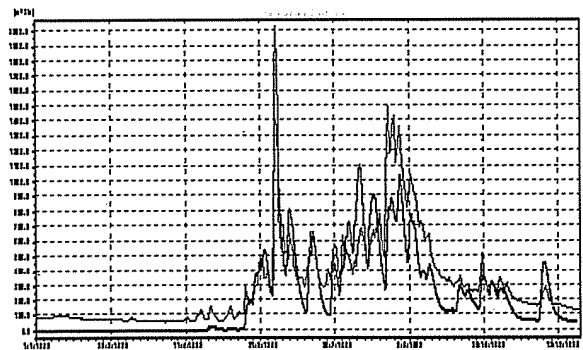
$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n [Q_{obs,i} - Q_{sim,i}]^2}{\sum_{i=1}^n [Q_{obs,i} - \bar{Q}_{obs}]^2} \quad (1)$$

Trong đó: $Q_{obs,i}$ là lưu lượng thực đo thứ i ; $Q_{sim,i}$ là lưu lượng tính toán và \bar{Q}_{obs} là lưu lượng trung bình các thời đoạn. Kết quả hiệu chỉnh thông số được thống kê trong bảng 2.

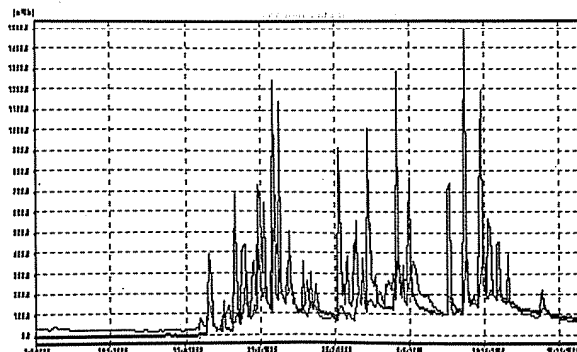
Sau khi có các thông số đã hiệu chỉnh tiến hành tính toán lại quá trình dòng chảy năm 1999 tại các trạm thủy văn Xã Là, Cẩm Thủy, Cửa Đạt như các hình vẽ : 2,3, 4 và cho thấy đường quá trình thực đo và quá trình tính toán đồng pha nhau, chênh lệch nhau không nhiều. Sai số tính theo chỉ số Nash đạt 90,3-91,7% là rất tốt, cho phép sử dụng bộ tham số đã tính để dự báo kiểm tra và dự báo tác nghiệp.



Hình 2. Đường quá trình lưu lượng năm 1999 tại trạm Xá Là



Hình 3. Đường quá trình lưu lượng năm 1999 tại trạm Cẩm Thủy



Hình 4. Đường quá trình lưu lượng năm 1999 tại trạm Cẩm Thủy

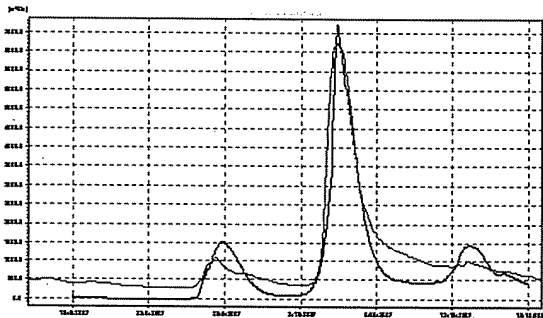
Bảng 3. Sai số tính theo chỉ tiêu Nash

Lưu vực bộ phận	Vị trí hiệu chỉnh quá trình dòng chảy	Chỉ số Nash (%)
Thượng sông Mã	Trạm Thủy văn Xã Là	82,2
Từ Xá Là đến Cẩm Thủy	Trạm Thủy văn Cẩm Thủy	75,04
Sông Chu	Trạm Thủy văn Cửa Đạt	76,38

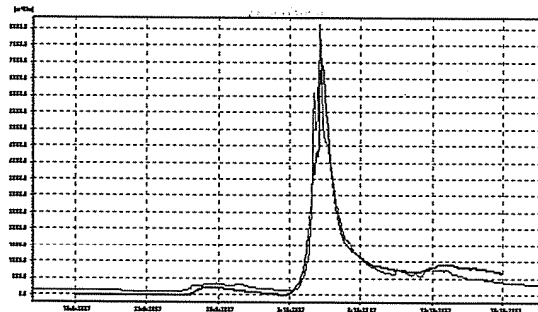
- Dự báo kiểm tra

Sử dụng số liệu mưa giờ từ 15/9/2007 đến 20/10/2007, số liệu bốc hơi trung bình của trạm Hội Xuân và số liệu lưu lượng giờ của các trạm đã chọn trên tiến hành dự báo kiểm tra bằng mô hình NAM-

MIKE11 ta được quá trình dòng chảy kiểm tra của trạm Cửa Đạt và Cẩm Thủy tương ứng (với sai số theo chỉ số Nash là 75,03-82,2 cho trong bảng 3) như các hình 5 và 6.



Hình 5. Đường quá trình lưu lượng 15/9 – 20/10/2007 tại trạm Cẩm Thủy



Hình 6. Đường quá trình lưu lượng 15/9 – 20/10/2007 tại trạm Cửa Đạt

c. Nhận xét kết quả tính toán

Kết quả tính toán trên đã cho thấy:

1) Đường quá trình dự báo và quá trình thực đo dao động đồng pha nhau, kết quả dự báo là khả quan.

2) Sai số chỉ số Nash là khá tốt, đáp ứng yêu cầu dự báo.

3) Có thể sử dụng mô hình NAM-MIKE cho việc dự báo lũ trên sông tại Cửa Đạt và Cẩm Thủy.

Tuy nhiên, đây cũng mới là nghiên cứu bước đầu, để hoàn thiện cần có sự kiểm nghiệm thêm cho các quá trình dòng chảy tại một số vị trí khác trên lưu vực.

Tài liệu tham khảo

1. Hoàng Ngọc Quang, Trường Cao đẳng TNMT Hà Nội: Nghiên cứu quản lý tổng hợp tài nguyên và môi trường lưu vực sông Mã, đề tài cấp Bộ-2008.
2. Nguyễn Văn Nâu, Viện QH Thủy lợi: Tổng quan lưu vực sông Mã, 2006
3. Sở Tài nguyên Môi trường Thanh Hoá: Hiện trạng môi trường Thanh Hoá, 2006,2007.