

ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP GLUE ĐÁNH GIÁ BẤT ĐỊNH CHO BỘ THÔNG SỐ VÀ DỮ LIỆU MƯA ĐẦU VÀO MÔ HÌNH SURR TRONG MÔ PHÒNG KHU GIỮA SÔNG LÔ

Lê Thị Kim Ngân⁽¹⁾, Nguyễn Hoàng Minh⁽²⁾

⁽¹⁾Trung tâm Tư vấn, Dịch vụ Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

⁽²⁾Khoa Kỹ thuật Dân dụng và Môi trường, trường ĐH Sejong, Seoul, Hàn Quốc

Ngày nhận bài 26/2/2018; ngày chuyển phản biện 29/2/2018; ngày chấp nhận đăng 20/3/2018

Tóm tắt: Trong quá trình sử dụng các mô hình mưa - dòng chảy luôn tồn tại những sai số nhất định do các nguyên nhân chủ quan cũng như khách quan. Vì vậy, việc đánh giá độ bất định của của bộ thông số mô hình và số liệu đầu vào mô hình đóng vai trò rất quan trọng. Nghiên cứu này sẽ giới thiệu phương pháp ước lượng bất định GLUE để đánh giá cho bộ thông số mô hình dòng chảy SURR và dữ liệu mưa đầu vào trong mô phỏng lưu vực khu giữa sông Lô. Mục tiêu của báo cáo nhằm tìm ra bộ thông số phù hợp cho việc mô phỏng dòng chảy trên lưu vực khu giữa sông Lô. Kết quả đánh giá bất định cho phép tăng độ chính xác của quá trình dự báo dòng chảy.

Từ khóa: Đánh giá bất định, GLUE, mô hình SURR, sông Lô.

1. Mở đầu

Mô phỏng mưa - dòng chảy sử dụng mô hình thủy văn luôn kèm theo những sự không chắc chắn chủ yếu do bốn nguyên nhân như: Sai số do ngẫu nhiên hoặc hệ thống của dữ liệu đầu vào; sai số do việc quan trắc, lưu giữ số liệu thủy văn; sai số do thông số mô hình không tối ưu; và sai số do sự không đầy đủ hoặc sai lệch của cấu trúc mô hình [1]. Để giảm bớt tính bất định và tăng độ chính xác của dự báo dòng chảy, đánh giá sự không chắc chắn của mô phỏng dòng chảy sử dụng mô hình thủy văn là điều rất cần thiết. Đã có rất nhiều nghiên cứu nhằm định lượng tính bất định trong mô phỏng mưa dòng chảy, những nghiên cứu này thường ước tính độ bất định cho những khu vực có đầy đủ dữ liệu thông tin khí tượng thủy văn và các đặc điểm của vùng nhưng hiếm khi ước tính cho các vùng thông tin không đầy đủ. Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện để ước tính không chắc chắn của dòng chảy sử dụng mô hình SURR trên lưu vực khu giữa sông Lô từ trạm Đạo Đức đến Hàm Yên.

*Liên hệ tác giả: Lê Thị Kim Ngân
Email: nganltk.imh@gmail.com

2. Phương pháp tính toán

2.1. Mô hình mưa – dòng chảy SURR và tham số hóa bộ thông số mô hình

a. Lý thuyết mô hình

Mô hình SURR được phát triển bởi Phòng nghiên cứu Tài nguyên nước và GIS, Khoa kỹ thuật môi trường dân dụng, Đại học Sejong, Hàn Quốc (Lee and Bae, 2010). Mô hình dựa trên mô hình trữ nước SFM (Kimura et al., 1961), với những mô phỏng chi tiết hơn các thành phần trong chu trình thủy văn như bốc hơi tiềm năng, dòng chảy mặt, dòng chảy sát mặt (lateral flow), dòng chảy ngầm

Các thành phần dòng chảy lưu vực Ssb được mô phỏng phương trình (1) và pha về dòng chảy trong kênh dẫn S_{ch} theo phương trình (2). Trong đó có xét đến dòng chảy bề mặt Q_{sur} , dòng chảy sát mặt Q_{lat} , dòng chảy ngầm Q_{gw} , K_{ch} và P_{ch} là hằng số trong kênh dẫn hở.

Theo phân tích về độ nhạy cảm của từng thông số khác nhau trong mô hình mưa - dòng chảy SURR, bài báo đã chọn ra năm thông số SURR tiêu biểu dựa trên đặc trưng về tính chất địa chất và thủy văn từng tiểu lưu vực để thực hiện quá trình tham số hóa, bao gồm các thông

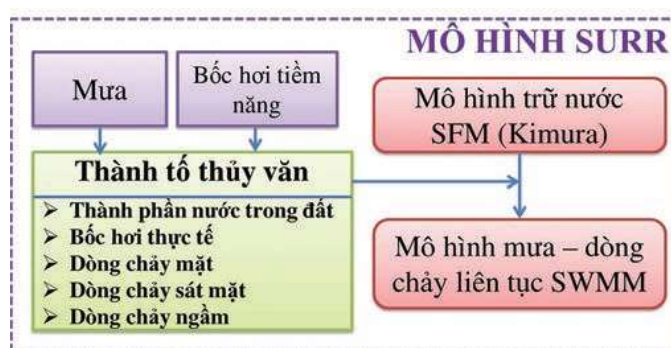
số LAGSB (thời gian trễ trong lưu vực con), ALPHABF (hệ số dòng chảy cơ sở), SURLAG (độ trễ dòng chảy mặt), KSB (hệ số dòng chảy trong lưu vực con), KCH (hệ số dòng chảy trong kênh).

$$\frac{dS_{sb}(t)}{dt} = [Q_{sur}(t-\tau) + Q_{lat}(t-\tau) + Q_{gw}(t-\tau)] - Q_{sb}(t) \quad (1)$$

$$\frac{dS_{sb}(t)}{dt} = \sum \left(\frac{S(t)}{K_{ch}} \right)^{\frac{1}{n}} - Q_{ch}(t) \quad (2)$$



Hình 1. Sơ đồ nghiên cứu

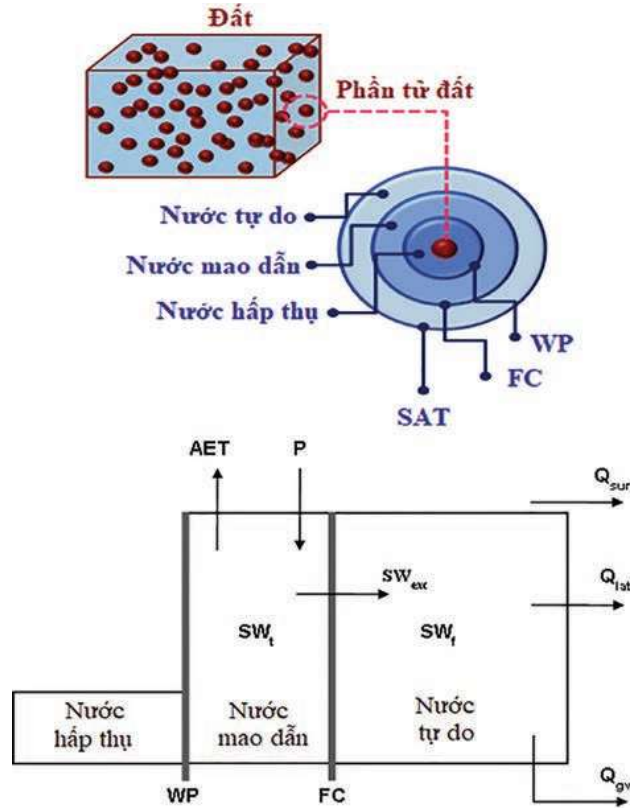


Hình 2: Cấu trúc mô hình SURR

b. Chỉ tiêu đánh giá mô hình

Hai chỉ tiêu đánh giá thông số mô hình được sử dụng trong bài báo này gồm sai số tổng lượng (F) và chỉ số Nash (3) và (4) để đánh giá độ chính xác của dòng chảy mô

phỏng Q_{sim} so với dòng chảy thực tế Q_{obs} . Quá trình này rất cần thiết nhằm chứng tỏ rằng mô hình SURR có thể áp dụng cho mô phỏng dòng chảy phù hợp với các điều kiện tại lưu vực khu giữa sông Lô.



Hình 3: Các thành phần nước và sự di chuyển của các thành phần trong đất

$$F = \frac{(Q_{obs} - Q_{sim})}{Q_{obs}} \quad (3)$$

$$Nash = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{obs} - Q_{sim})^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{obs} - \overline{Q_{obs}})^2} \quad (4)$$

2.2. Đánh giá tính bất định bằng phương pháp GLUE

Phương pháp đánh giá độ bất định GLUE (Generalized Likelihood Uncertainty Estimations) [2] là một phương pháp thống kê để định lượng sai số của các mô hình dự báo bằng việc chỉ ra một khoảng bất định trong tính toán gây ra do các bộ thông số mô hình khác nhau. Bản chất của phương pháp này dựa trên việc thực hiện số lượng lớn các phép thử để chạy mô hình với các giá trị khác nhau của bộ thông số mô hình. Bằng cách so sánh các giá trị mô phỏng tạo ra bởi các bộ thông số khác nhau này, so sánh với giá trị quan trắc thực tế tại từng mốc thời gian xác định, mỗi bộ thông số sẽ chỉ ra một tương quan biểu diễn giá trị tương quan mô phỏng, ký hiệu $L(\theta|Q)$.

a. Đánh giá tính bất định cho bộ thông số

Tiếp theo, thuật toán Monte Carlo được sử dụng để lấy ngẫu nhiên các mẫu của bộ tham số mô hình. Mỗi bộ tham số được lựa chọn này sẽ được dùng làm điều kiện biên cho mô hình SURR. Sau đó giá trị likelihood $L(\theta|Q)$ ứng với mỗi bộ thông số được thiết lập theo phương trình (5), trong đó, Q_{obs} và Q_{sim} tương ứng là dòng chảy thực tế và mô phỏng tại thời điểm t ; $\overline{Q}$ là dòng chảy trung bình của tập hợp các dòng chảy tính toán tại thời điểm t . Một bộ tham số được đánh giá là phù hợp hay không phù hợp trong mô phỏng sẽ dựa trên sự so sánh các giá trị tương quan mô phỏng của chính bộ tham số đó đối chiếu với một mức độ tin cậy α . Các bộ thông số phù hợp sẽ được giữ lại để đánh giá bất định dựa trên các tiêu chí đánh giá r-factor và p-factor.

$$L(\theta|Q) = 1 - \frac{\sum_{t=1}^n (Q_{obs} - Q_{sim})^2}{\sum_{t=1}^n (Q_{obs} - \overline{Q_{obs}})^2} \quad (5)$$

b. *Đánh giá tính bất định cho dữ liệu mưa đầu vào*

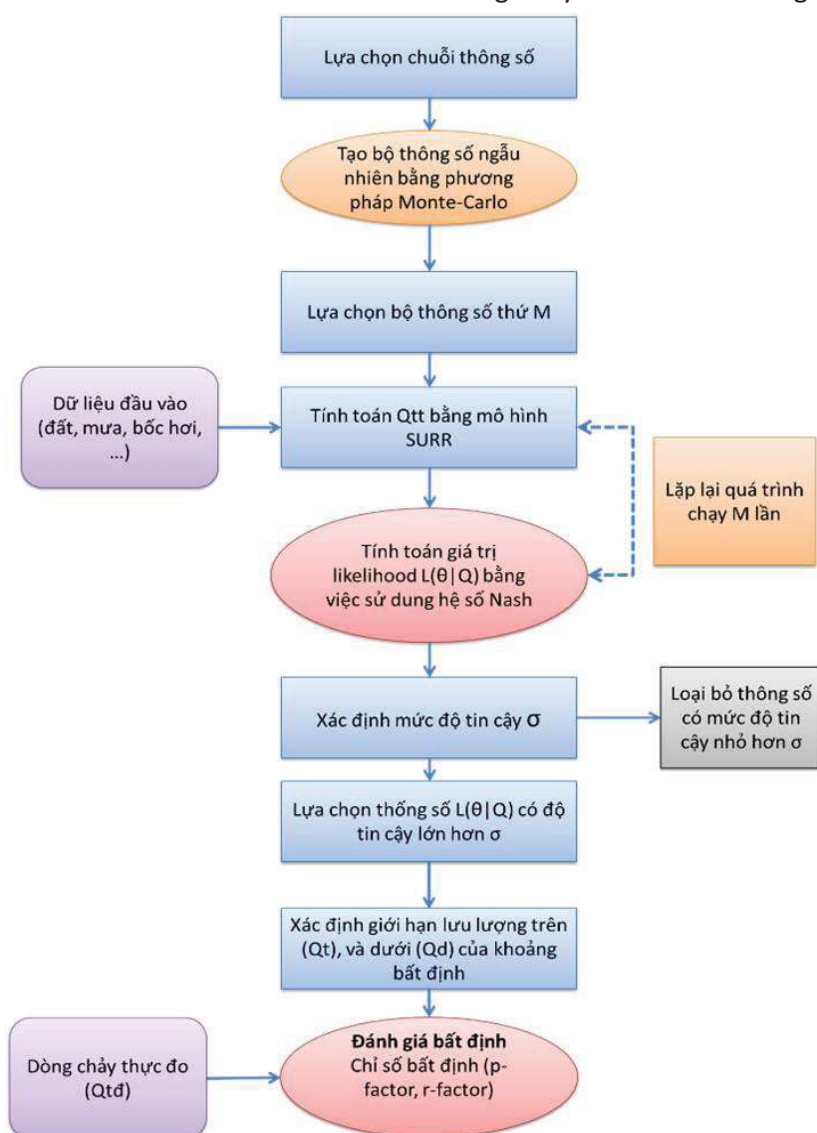
Sử dụng phương pháp Monte - Carlo để tạo các chuỗi dữ liệu mưa khác nhau tương ứng với chuỗi thời gian đã chọn. Các giá trị ngẫu nhiên được tạo ra trong khoảng -1 đến 1 với giả thiết nó tuân theo phân bố chuẩn ($N(0,1)$). Sau đó tính toán tập các chuỗi lượng mưa (ensemble rainfall) với giá trị dao động quanh giá trị trung bình là 10%.

Mỗi kết quả mô phỏng dòng chảy bằng mô hình SURR, sẽ cho 1 kết quả tính toán thống số khả năng $L(P|Q)$ dựa trên công thức (5). Loại bỏ các chuỗi dựa theo mức độ tin cậy α để xác định các chuỗi mưa có $L(P|Q) \geq \alpha$. Từ tập các chuỗi

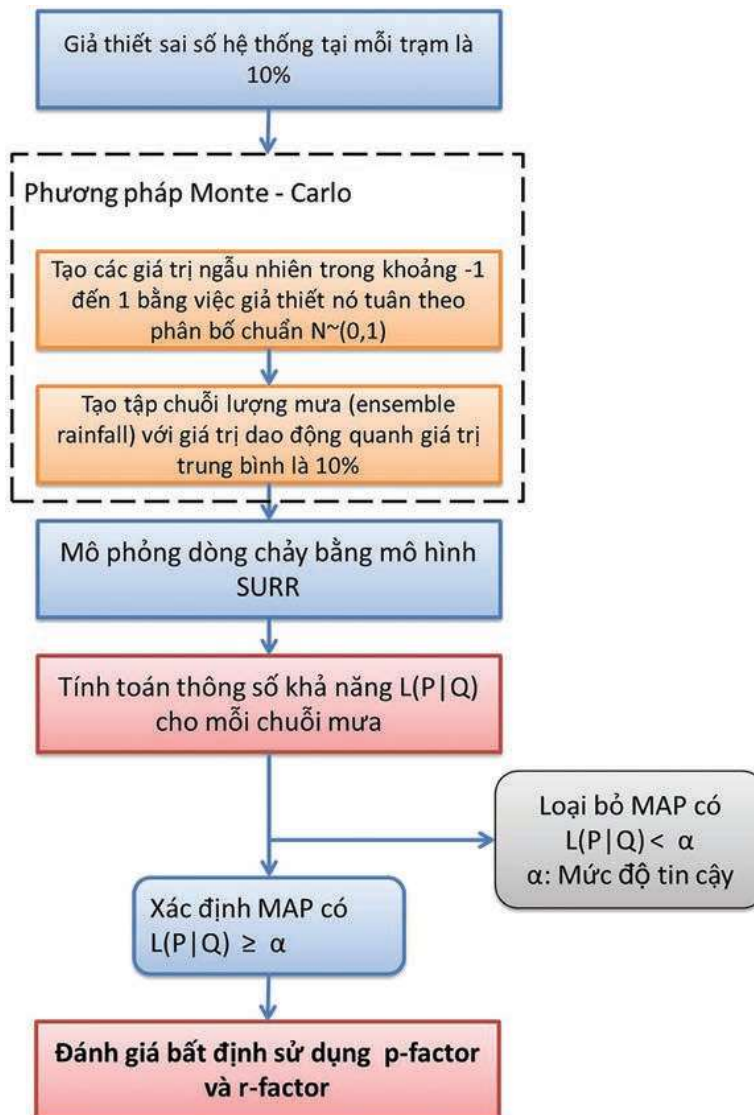
được lựa chọn sẽ tiến hành đánh giá bất định dựa theo các tiêu chí sau.

c. *Tiêu chí đánh giá tính bất định*

Khoảng bất định có thể được xác định bằng cách sử dụng nhiều mô phỏng tương ứng với các thông số được chấp nhận. Biên của khoảng bất định này gồm có giới hạn trên (UL) và giới hạn dưới (LL) của các thông số phù hợp, được tính theo phương trình (6) và (7). Giá trị dòng chảy tại biên giới hạn trên và biên giới hạn dưới có thể được tính theo phương trình (8) và (9). Trong đó giá trị Q_{LL} gọi là dòng chảy mô phỏng các giá trị giới hạn dưới, Q_{UL} gọi là dòng chảy mô phỏng của giá trị giới hạn trên, Q_{min} và Q_{max} là các dòng chảy nhỏ nhất và dòng chảy lớn nhất tại



Hình 4. Sơ đồ đánh giá bất định bộ thông số mô hình



Hình 5. Sơ đồ đánh giá bất định chuỗi dữ liệu mưa

thời điểm t , $\theta_{\min}$ và $\theta_{\max}$ là các thông số tương ứng với giá trị $Q_{\min}$ và $Q_{\max}$, θ_{LL} và θ_{UL} là các thông số tương ứng với các giá trị biên giới hạn dưới và giới hạn trên.

$$LL(\%) = \frac{1 - \sigma}{2} 100 \quad (6)$$

$$UL(\%) = \frac{1 + \sigma}{2} 100 \quad (7)$$

$$Q_{LL} = Q_{\min} + \frac{\theta_{LL} - \theta_{\max}}{\theta_{\min} - \theta_{\max}} (Q_{\theta_{\min}} - Q_{\theta_{\max}}) \quad (8)$$

$$Q_{UL} = Q_{\max} + \frac{\theta_{UL} - \theta_{\max}}{\theta_{\min} - \theta_{\max}} (Q_{\theta_{\min}} - Q_{\theta_{\max}}) \quad (9)$$

Trong đó, các chỉ số hiệu quả để đánh giá tính bất định trong các mô phỏng dòng chảy trong phương pháp GLUE gồm hai tiêu chí là p-factor và r-factor. Với p-factor (gọi là giá trị tỷ lệ CR) được định nghĩa là tỷ số giữa số các giá trị dòng chảy thực tế rơi trùng đúng vào khoảng bất định (Q_{UL} , Q_{LL}) như mô tả trong công thức (10). Q_{UL} là dòng chảy mô phỏng của các giới hạn trên, Q_{LL} là dòng chảy mô phỏng giới hạn dưới, $Q_{obs}(t)$ là dòng chảy quan trắc tại thời điểm t . Nếu p-factor lớn hơn 50%, độ bất định thấp và ngược lại, nếu p-factor nhỏ (dưới 50%), độ bất định cao.

$$l(Q_{obs}(t)) = \begin{cases} 1 & \text{nếu } Q_{LL} < Q_{obs} < Q_{UL} \\ \text{nếu không sẽ bằng 0} & \end{cases} \quad p - factor (CR) = \frac{\sum_{t=1}^n l(Q_{obs}(t))}{n} \quad (10)$$

Với chỉ số thứ hai, r-factor biến đổi chiều rộng trung bình của khoảng bất định. Nếu giá trị của r-factor thấp tương ứng sự bất định là nhỏ như trong phương trình (11), trong đó (Q_{obs}) là mức trung bình của dòng chảy quan trắc thực tế.

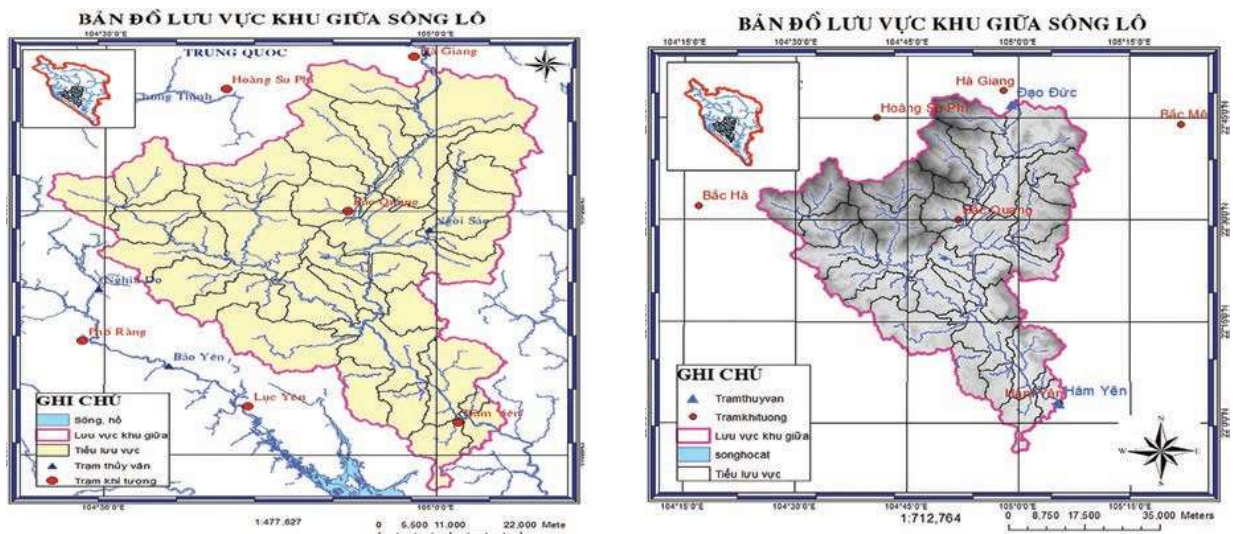
$$r - factor = \frac{\sum_{t=1}^n (Q_{UL} - Q_{LL})}{n \sum_{t=1}^n (Q_{obs} - Q_{obs})} \quad (11)$$

3. Kết quả tính toán

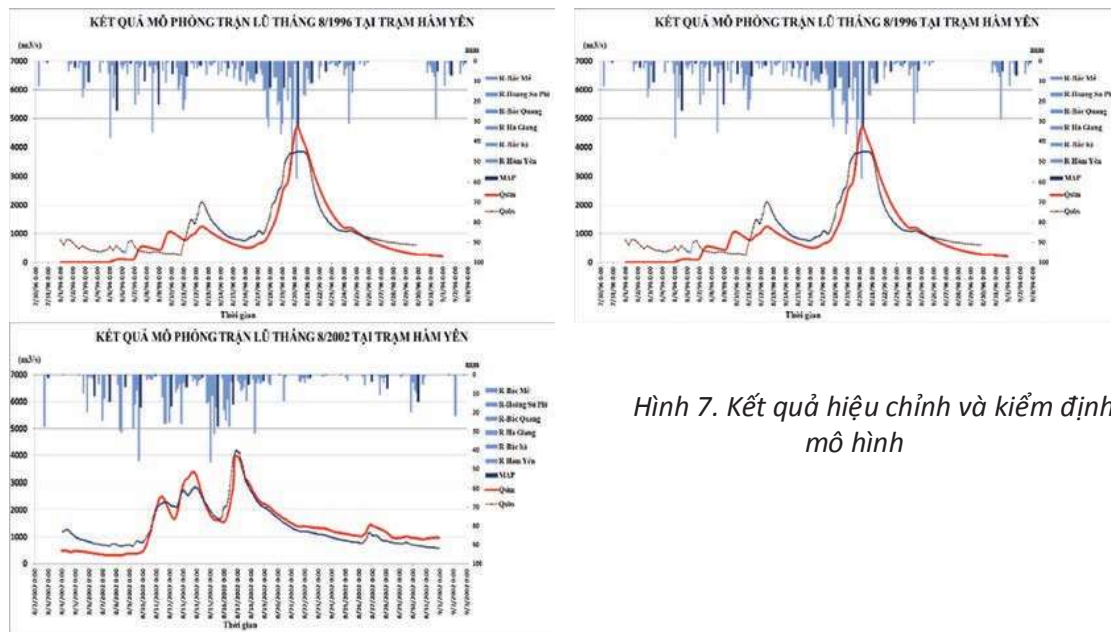
3.1. Quá trình hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số mô hình

Lưu vực nghiên cứu được chia thành 33 lưu vực con, với 6 trạm khí tượng: Hà Giang, Bắc Mê, Hoàng Su Phì, Bắc Hà, Bắc Quang, Hàm Yên, hai trạm thủy văn: Đạo Đức và Hàm Yên.

Nhóm nghiên cứu sử dụng các trận lũ điển hình (trận lũ lớn được ghi nhận trong lịch sử) đó là trận lũ tháng 8/1996 để kiểm định và trận lũ tháng 7/2000 và 8/2002 tại trạm Hàm Yên để hiệu chỉnh mô hình. Kết quả hiệu chỉnh ME = 0.80, REV = 5, kết quả kiểm định ME = 0,86, REV = 6,3 với trận lũ 7/2000 và ME = 0,82 và



Hình 6. Các tiểu lưu vực và mạng lưới trạm KTTV



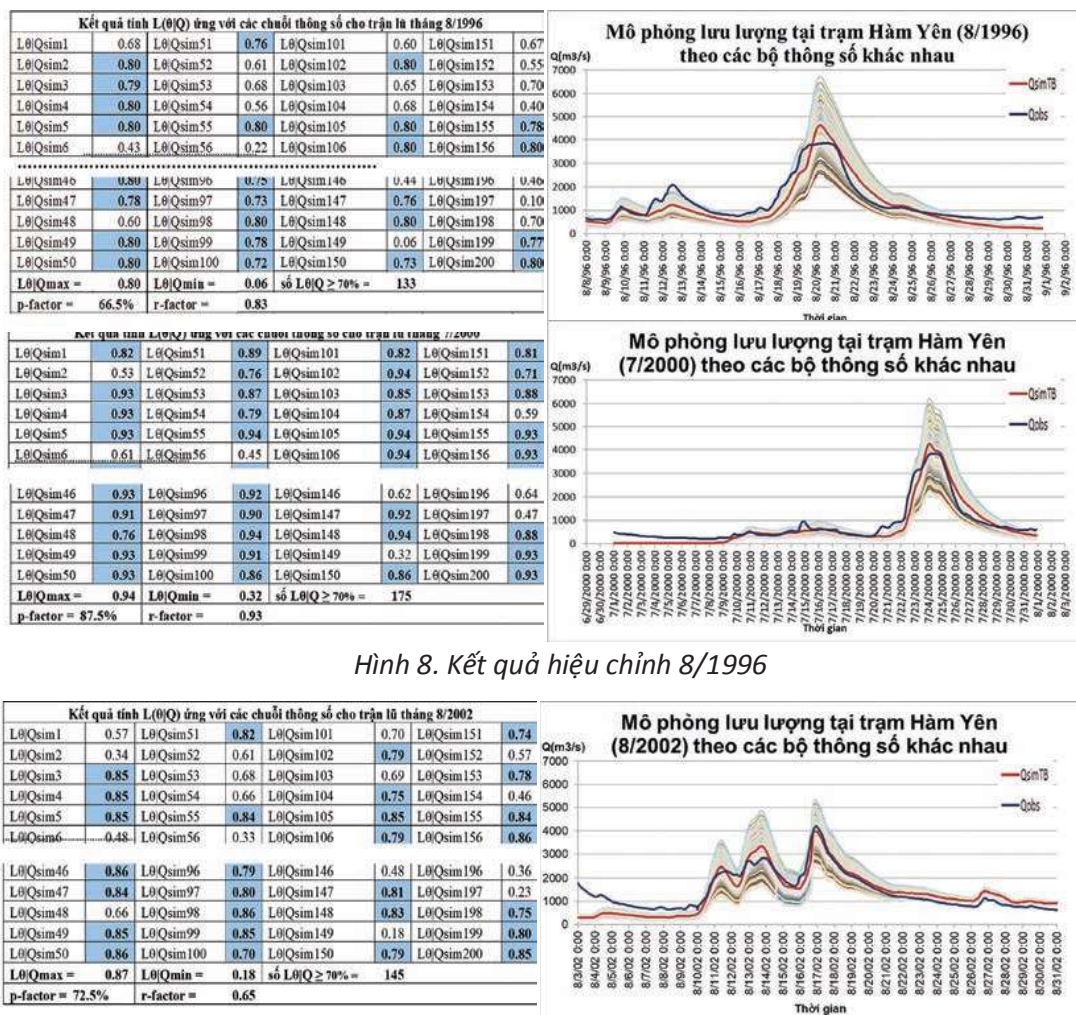
Hình 7. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

REV = 7,56 với trận lũ 8/2002 cho thấy đây là kết quả khá tốt. Bộ thông số tìm được của mô hình SURR trên có thể sử dụng để mô phỏng dự báo lũ cho lưu vực khu giữa sông Lô.

3.2. Đánh giá tính bất định do bộ thông số

Trong nghiên cứu này, thuật toán Monte Carlo được áp dụng để lựa chọn ngẫu nhiên 200 bộ thông số cho mô hình SURR. Mô phỏng dòng chảy được lặp đi lặp lại dựa trên 1000 bộ

thông số được lấy ngẫu nhiên, trong đó dải giới hạn cho từng thông số tương ứng như sau: KSB (50÷70), LAGSB (0,1÷4), KCH (2000÷15000), SURLAG (1,5÷4), ALPHABF (0,2÷2). Các dải thông số được phân bố đồng đều và được lựa chọn dựa vào độ tin cậy $\alpha = 70\%$, cuối cùng chỉ những giá trị phù hợp với tiêu chí của phương pháp GLUE được lựa chọn để mô phỏng dải bất định của dòng chảy.



Hình 8. Kết quả hiệu chỉnh 8/1996

Hình 9. Kết quả tính toán với 200 bộ thông số

Như vậy các thông số cáo giá trị $L(\theta|Q)$ lớn hơn mức độ tin cậy được chấp nhận, nhưng thông số cho giá trị $L(\theta|Q)$ nhỏ hơn mức độ tin cậy thì loại bỏ. Ứng với các trận lũ tháng 8/1996, 7/2000 và tháng 8/2002 số lượng các chuỗi cho kết quả độ tin cậy $\alpha \geq 70\%$ / tổng số bộ thông số lần lượt là: 133/200, 175/200 và 145/200.

Kết quả tính toán 2 tiêu chí r-factor và p-factor để tính toán độ bất định (Bảng 1).

tor để tính toán độ bất định (Bảng 1).

4. Đánh giá tính bất định dữ liệu mưa đầu vào

Với giả thiết sử dụng bộ thông số tìm được trong quá trình hiệu chỉnh và kiểm định tại mục 3.1 đến tính toán đánh giá bất định cho dữ liệu đầu vào mưa. Giả thiết yếu tố bất định do mưa gây ra bởi sai số hệ thống với độ bất định

10%. Sử dụng mô phỏng Monte Carlo để tạo 40 chuỗi mưa ngẫu nhiên ứng với mỗi trận lũ tháng 8/1996, 7/2000 và tháng 8/2002.

Mỗi chuỗi dữ liệu mưa số Pi (i = 1 ... 40) sẽ được áp dụng trong mô hình SURR để tiến hành mô phỏng, và tương ứng với 1 giá trị L (P|Q) để đánh giá bất định cho từng chuỗi. Kết quả

Bảng 1. Kết quả đánh giá bất định cho bộ thông số mô hình

Năm	L (θ Q) (%)	p-factor (%)	r-factor
1996	6~80	66,5	0,83
2000	32~94	87,5	0,93
2002	18~87	72,5	0,65

Kết quả tính L(P Q) ứng với các chuỗi thông số cho trận lũ tháng 8/1996					
L(PQsim1)	0.66	L(PQsim11)	0.83	L(PQsim21)	0.83
L(PQsim2)	0.81	L(PQsim12)	0.78	L(PQsim22)	0.84
L(PQsim3)	0.80	L(PQsim13)	0.85	L(PQsim23)	0.82
L(PQsim4)	0.73	L(PQsim14)	0.76	L(PQsim24)	0.82
L(PQsim5)	0.78	L(PQsim15)	0.79	L(PQsim25)	0.77
L(PQsim6)	0.76	L(PQsim16)	0.71	L(PQsim26)	0.85
L(PQsim7)	0.80	L(PQsim17)	0.81	L(PQsim27)	0.76
L(PQsim8)	0.74	L(PQsim18)	0.78	L(PQsim28)	0.82
L(PQsim9)	0.80	L(PQsim19)	0.82	L(PQsim29)	0.82
L(PQsim10)	0.83	L(PQsim20)	0.75	L(PQsim30)	0.75
L(PQsim31)	0.63	L(PQsim31)	0.63	L(PQsim31)	0.63
L(PQsim32)	0.82	L(PQsim32)	0.82	L(PQsim32)	0.82
L(PQsim33)	0.76	L(PQsim33)	0.76	L(PQsim33)	0.76
L(PQsim34)	0.79	L(PQsim34)	0.79	L(PQsim34)	0.79
L(PQsim35)	0.77	L(PQsim35)	0.77	L(PQsim35)	0.77
L(PQsim36)	0.80	L(PQsim36)	0.80	L(PQsim36)	0.80
L(PQsim37)	0.84	L(PQsim37)	0.84	L(PQsim37)	0.84
L(PQsim38)	0.80	L(PQsim38)	0.80	L(PQsim38)	0.80
L(PQsim39)	0.74	L(PQsim39)	0.74	L(PQsim39)	0.74
L(PQsim40)	0.76	L(PQsim40)	0.76	L(PQsim40)	0.76
L(PQmax)	0.85	L(PQmin)	0.63	số L(PQ) ≥ 70%	38
p-factor	95.0%	r-factor	0.80		

Kết quả tính L(Q P) ứng với các chuỗi thông số cho trận lũ tháng 7/2000					
L(Qsim1)	0.73	L(Qsim11)	0.83	L(Qsim21)	0.85
L(Qsim2)	0.82	L(Qsim12)	0.81	L(Qsim22)	0.78
L(Qsim3)	0.80	L(Qsim13)	0.82	L(Qsim23)	0.84
L(Qsim4)	0.80	L(Qsim14)	0.85	L(Qsim24)	0.85
L(Qsim5)	0.82	L(Qsim15)	0.84	L(Qsim25)	0.80
L(Qsim6)	0.81	L(Qsim16)	0.77	L(Qsim26)	0.72
L(Qsim7)	0.83	L(Qsim17)	0.84	L(Qsim27)	0.81
L(Qsim8)	0.79	L(Qsim18)	0.84	L(Qsim28)	0.83
L(Qsim9)	0.76	L(Qsim19)	0.81	L(Qsim29)	0.86
L(Qsim10)	0.85	L(Qsim20)	0.84	L(Qsim30)	0.83
L(Qsim31)	0.82	L(Qsim31)	0.82	L(Qsim31)	0.82
L(Qsim32)	0.85	L(Qsim32)	0.85	L(Qsim32)	0.85
L(Qsim33)	0.86	L(Qsim33)	0.86	L(Qsim33)	0.86
L(Qsim34)	0.84	L(Qsim34)	0.84	L(Qsim34)	0.84
L(Qsim35)	0.81	L(Qsim35)	0.81	L(Qsim35)	0.81
L(Qsim36)	0.82	L(Qsim36)	0.82	L(Qsim36)	0.82
L(Qsim37)	0.85	L(Qsim37)	0.85	L(Qsim37)	0.85
L(Qsim38)	0.81	L(Qsim38)	0.81	L(Qsim38)	0.81
L(Qsim39)	0.77	L(Qsim39)	0.77	L(Qsim39)	0.77
L(Qsim40)	0.83	L(Qsim40)	0.83	L(Qsim40)	0.83
L(Qmax)	0.86	L(Qmin)	0.72	số L(PQ) ≥ 90%	40
p-factor	100.0%	r-factor	0.96		

Kết quả tính L(P Q) ứng với các chuỗi thông số cho trận lũ tháng 8/2002					
L(PQsim1)	0.84	L(PQsim11)	0.82	L(PQsim21)	0.84
L(PQsim2)	0.83	L(PQsim12)	0.85	L(PQsim22)	0.84
L(PQsim3)	0.85	L(PQsim13)	0.79	L(PQsim23)	0.81
L(PQsim4)	0.79	L(PQsim14)	0.83	L(PQsim24)	0.78
L(PQsim5)	0.84	L(PQsim15)	0.81	L(PQsim25)	0.76
L(PQsim6)	0.84	L(PQsim16)	0.83	L(PQsim26)	0.81
L(PQsim7)	0.88	L(PQsim17)	0.73	L(PQsim27)	0.80
L(PQsim8)	0.82	L(PQsim18)	0.82	L(PQsim28)	0.84
L(PQsim9)	0.77	L(PQsim19)	0.84	L(PQsim29)	0.79
L(PQsim10)	0.82	L(PQsim20)	0.83	L(PQsim30)	0.83
L(PQsim31)	0.86	L(PQsim31)	0.86	L(PQsim31)	0.86
L(PQsim32)	0.81	L			

5. Kết luận

Bộ thông số mô hình SURR cho mô phỏng khu vực khu giữa sông Lô có độ bất định thấp, các giá trị p-factor ở cả 3 năm đều đạt trên 50%, các giá trị $L(\theta|Q)$ tương đối cao thấp nhất 6% trong mô phỏng trận lũ năm 8/1996 và cao nhất 94% trong mô phỏng trận lũ tháng 7/2000.

Độ rộng bất định (r-factor) của dòng chảy mô phỏng tại thời điểm đỉnh lũ luôn lớn hơn so với thời điểm bắt đầu hoặc kết thúc của mỗi giai đoạn tính toán. Nhưng đều nằm trong phạm vi cho phép

Như vậy, việc sử dụng bộ thông số mô hình SURR có độ bất định thấp trong mô phỏng cho lưu vực khu giữa, các kết quả dự báo sau sẽ có độ tin cậy cao hơn.

Kết quả đánh giá bất định tại cả 3 trận lũ, tổng số chuỗi cho kết quả $L(P|Q) \geq 70\%$ rất cao, tại trận lũ 8/1996 là 38 chuỗi, tại 2 trận lũ 7/2000 và tháng 8/2002 đều là 40 chuỗi. Các giá trị p-factor ở 3 năm rất cao >95 . Kết quả trên có được là do dữ liệu thực đo mưa đã được chỉnh biên rất chính xác nên có độ bất định thấp. Như vậy, sai số hệ thống của chuỗi dữ liệu mưa có thể bỏ qua và chuỗi dữ liệu mưa có độ chính xác cao được dùng cho tính toán phục vụ các ứng dụng thủy văn khác nhau.

Như vậy, dữ liệu mưa đầu vào để tính toán mô phỏng cho lưu vực khu giữa mô hình SURR cho mô phỏng khu vực khu giữa sông Lô có độ bất định rất thấp.

Tài liệu tham khảo

1. J.C. Refsgaard, B.S (1996), "MIKE SHE: Computer models of watershed hydrology", *J. Water Resources*, 809–846.
2. Beven, K.J and Binley, A.M (1992), "The future of distributed models: Model calibration and uncertainty prediction", *J. Hydrological processes*, 6, 279 – 298.
3. Lee, H., Balin, D., Shrestha, R.R. and Rode, M. (2010), "Streamflow Prediction with Uncertainty Analysis", *Weida Catchment, Germany, KSCE J. of Civil Engineering*, 14, 413-420.
4. Lee, B.J. and Bae, D.H (2011), "Development of Continuous Rainfall-Runoff Model for Flood Forecasting on Large-Scale Basin", *Korea Water Resources Institute Proceedings*, 44(1), January 2011.
5. Nguyễn Tiền Giang, Daniel V.P., Phạm Thu Hiền (2009), "Công nghệ dự báo lũ khi xét đến tính bất định của mô hình thủy văn: Cơ sở lý thuyết", *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, 25(3S), 403-411.

APPLICATION OF GLUE METHOD ASSESSING THE UNCERTAINTY OF RAINFALL - RUNOFF DATA FOR SURR MODEL IN SIMULATING FLOW OF LO RIVER

Le Thi Kim Ngan⁽¹⁾, Nguyen Hoang Minh⁽²⁾

⁽¹⁾Centre for HydroMet and Climate change Consultancy

⁽²⁾Civil and Environmental Engineering, Sejong University, Seoul, Korea

Received: 26 February 2018; Accepted: 20 March 2018

Abstract: In the use of rain-flow models, there are always certain errors due to subjective as well as objective reasons. Therefore, it is important to evaluate the uncertainty of the set of model parameters and the model input data. The study will introduce the uncertainty estimation GLUE to evaluate the SURR flow model parameters and rainfall input data in the simulation of the basin area between the Lo River. The purpose of the report is to find the appropriate set of parameters for simulation of flow in the basin of the Lo River. Uncertainty assessment results in increased accuracy of flow forecasting.

Keywords: Uncertainty assessment, GLUE, SURR model, Lo river.