

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG CÔNG CỤ HỖ TRỢ DỰ BÁO DÒNG CHẢY LŨ LƯU VỰC SÔNG HOÀNG LONG

Nguyễn Hải Lâm¹, Võ Văn Hòa¹, Nguyễn Hồng Hạnh¹

Tóm tắt: Lưu vực sông Hoàng Long thuộc tỉnh Ninh Bình thường xuyên gánh chịu nhiều thiên tai do lũ lụt gây thiệt hại lớn về cơ sở vật chất, phá hủy nhà cửa, ruộng đồng, tác động lâu dài đến môi trường sinh thái, ảnh hưởng trực tiếp đến đời sống xã hội và phát triển kinh tế cho tỉnh. Để góp phần cải thiện vấn đề trên, nghiên cứu đã ứng dụng thành công mô hình MIKE 11 trong việc dự báo lũ cho lưu vực sông Hoàng Long tại trạm thủy văn Bến Đẽ. Kết hợp công cụ tính toán mưa dự báo cho các trạm Kim Bôi, Chi Nê, Cúc Phương, Nho Quan từ mưa dự báo tại trạm Ninh Bình và công cụ biên tập số liệu đầu vào theo khuôn dạng của mô hình MIKE 11. Từ đó xây dựng được phương án dự báo lũ cho lưu vực sông Hoàng Long phù hợp với điều kiện địa lý tự nhiên và điều kiện khí hậu của khu vực.

Từ khóa: Sông Hoàng Long, Ninh Bình, mô hình MIKE, trạm Bến Đẽ.

Ban Biên tập nhận bài: 20/11/2017 Ngày phản biện xong: 12/12/2017 Ngày đăng bài: 25/12 /2017

1. Mở đầu

Lưu vực sông Hoàng Long thuộc tỉnh Ninh Bình có khí hậu nhiệt đới gió mùa và thường xuyên gánh chịu nhiều thiên tai do lũ lụt gây nên mà nguyên nhân chính là do mưa lớn. Ngoài ra lũ lụt ngày càng tăng về độ lớn và phạm vi xảy ra cũng như tính ác liệt của nó là do biến động về khí hậu toàn cầu và sự tác động của con người trong hoạt động đời sống, xã hội đã làm cho môi trường tự nhiên bị phá hủy nghiêm trọng [1]. Để phục vụ cho mục tiêu phát triển kinh tế xã hội, nhu cầu ngày càng cao của cộng đồng thì sự đòi hỏi nhanh chóng kịp thời thông tin về cảnh báo, dự báo lũ là rất cần thiết. Việc nghiên cứu, ứng dụng mô hình công nghệ mới đưa ra giải pháp cảnh báo, dự báo lũ sớm gây ra từ mưa đã đặt ra cho những người làm công tác dự báo Khí tượng thủy văn trước những thách thức lớn. Vì vậy, dự báo lũ luôn được đề cao, cần nhiều tổ chức, nhiều nhà khoa học tập trung nghiên cứu chi tiết và chuyên sâu về cảnh báo, dự báo lũ và ứng dụng các mô hình công nghệ mới đưa ra giải pháp ứng phó phù hợp nhất là vấn đề rất cấp thiết và hiệu quả [2]. Bài báo nghiên cứu xây dựng

phương án cảnh báo, dự báo lũ cho lưu vực sông Hoàng Long, nhằm góp phần giúp cho các nhà quản lý có được thêm một công cụ hỗ trợ trong công tác dự báo nhằm giảm thiểu tác hại của lũ lụt gây ra và đưa ra định hướng quy hoạch phát triển trong tương lai ở khu vực.

2. Phương pháp xử lý số liệu mưa dự báo số trị

Trên lưu vực sông Hoàng Long hiện có 5 trạm khí tượng là: Kim Bôi, Chi Nê, Nho Quan, Cúc Phương và Ninh Bình. Các trạm này hoạt động liên tục từ năm 1960 đến nay, số liệu đo mưa là số liệu mưa giờ. Đối với lưu vực nghiên cứu, trong sản phẩm dự báo mưa của JMA, chỉ có một vị trí được dự báo đó là trạm Ninh Bình [7]. Tuy nhiên, để tăng độ chính xác của kết quả dự báo lũ cho trạm Bến Đẽ, đề tài tiến hành lấy mưa dự báo tại trạm Ninh Bình để tính toán cho các trạm còn lại, thông qua hệ số lượng mưa của các trạm Kim Bôi, Chi Nê, Nho Quan, Cúc Phương so với trạm Ninh Bình. Việc xác định hệ số lượng mưa so với trạm Ninh Bình được tính toán từ số liệu mưa thực đo ở các trạm Kim Bôi, Chi Nê, Nho Quan, Cúc Phương và Ninh Bình trong những năm gần đây (2001 - 2016) với số liệu mưa giờ của các tháng mùa lũ (tháng 5 đến tháng 11). Kết quả tính hệ số mưa của các trạm Kim Bôi, Chi Nê, Nho Quan, Cúc Phương theo trạm Ninh Bình ứng với các cấp mưa như ở Bảng 1.

¹Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Đồng Bằng

Bắc Bộ

Email: hailan1979@gmail.com;

vovanhoa80@yahoo.com;

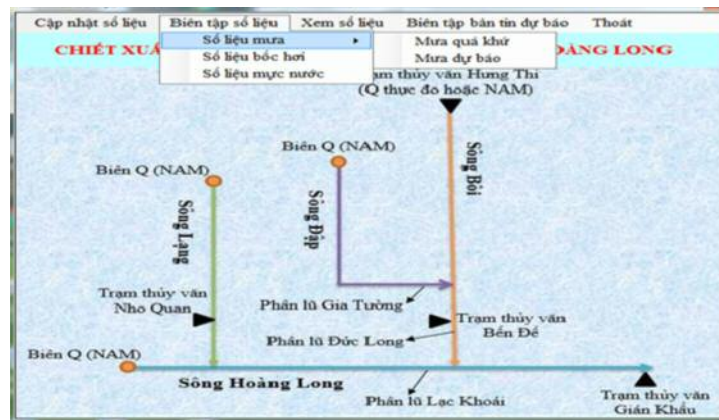
hanh1983hn@yahoo.com.

Bảng 1. Hệ số mưa của các trạm so với trạm Ninh Bình

Mưa	Lượng mưa (mm/24giờ)	Kim Bôi	Nho Quan	Cúc Phương	Ninh Bình	Chi Nê
Có mưa	$0,8 \leq R < 16$	1,870	1,705	1,669	1	1,692
Mưa vừa	$16 \leq R < 50$	0,820	0,799	0,910	1	0,826
Mưa to	$51 \leq R \leq 100$	0,621	0,620	0,718	1	0,748
Mưa rất to	$R > 100$	0,424	0,585	0,710	1	0,684

Với mỗi mô hình dự báo lũ, công việc biên tập số liệu luôn là vấn đề quan trọng, nhưng thường mất nhiều thời gian, do vậy ảnh hưởng khá lớn đến việc xuất bản tin dự báo. Nhằm hạn chế vấn đề này, bài báo đã tiến hành xây dựng công cụ biên tập số liệu đầu vào theo khuôn dạng của mô hình MIKE. Đồng thời, với hệ số mưa

tính theo trạm Ninh Bình như trong Bảng 1, bài báo cũng đã tiến hành xây dựng công cụ tính toán lượng mưa dự báo cho các trạm Kim Bôi, Chi Nê, Nho Quan, Cúc Phương từ trạm Ninh Bình, sau đó đưa vào mô hình dự báo lũ cho lưu vực sông Hoàng Long (Hình 1).

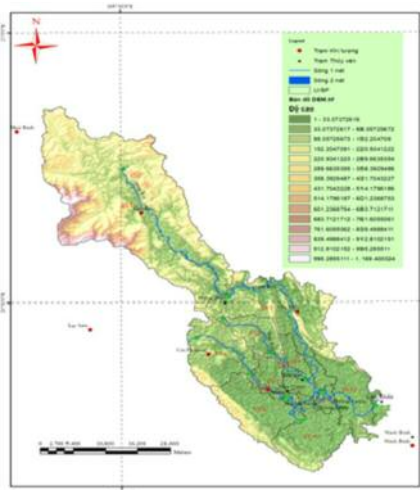


Hình 1. Công cụ tính toán mưa dự báo và biên tập số liệu phục vụ dự báo lũ cho lưu vực sông Hoàng Long

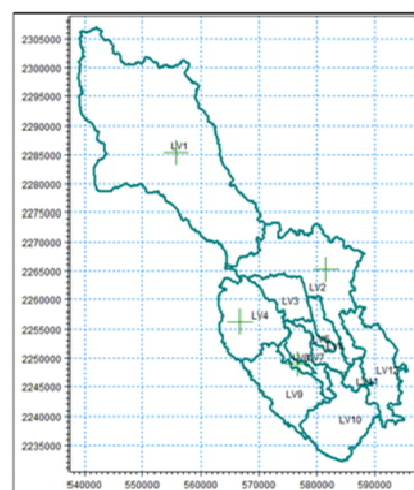
3. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE NAM

Trong mô đun RR của mô hình MIKE11 có nhiều lựa chọn cho tính toán, ví dụ mô hình NAM, mô hình UHM, mô hình URBAN, mô

hình SMAP... Việc lựa chọn mô hình nào sẽ phụ thuộc vào lĩnh vực nghiên cứu của người sử dụng [5, 6]. Trong lĩnh vực nghiên cứu này, bài báo lựa chọn sử dụng mô hình NAM với các lưu vực bộ phận được phân chia (Hình 3) như sau:



Hình 2. Bản đồ lưu vực sông Hoàng Long



Hình 3. Bản đồ phân chia lưu vực bộ phận lưu vực sông Hoàng Long

Số liệu dùng để hiệu chỉnh mô hình MIKE - NAM dùng trận lũ năm 2005, 2007; số liệu năm 2014, 2016 để kiểm định bao gồm các số liệu:

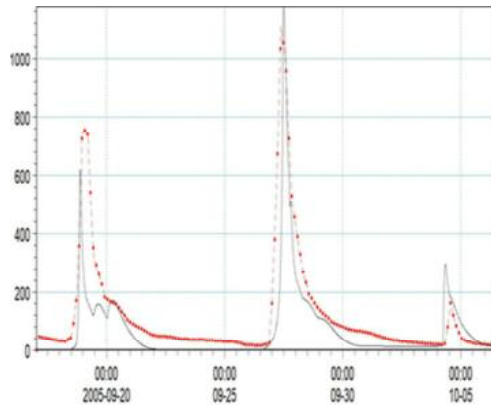
- Số liệu mưa, bốc hơi tại các trạm: Kim Bôi, Nho Quan, Chi Nê, Cúc Phương, Ninh Bình thời

gian tương ứng.

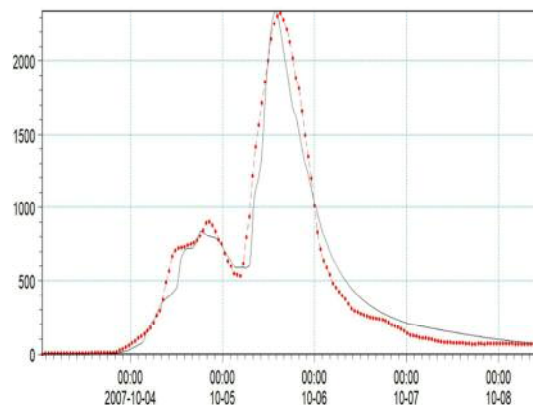
- Số liệu lưu lượng thực đo tại trạm Hưng Thi.

- Thời đoạn tính toán: 1 giờ

Kết quả hiệu, chỉnh kiểm định như sau:

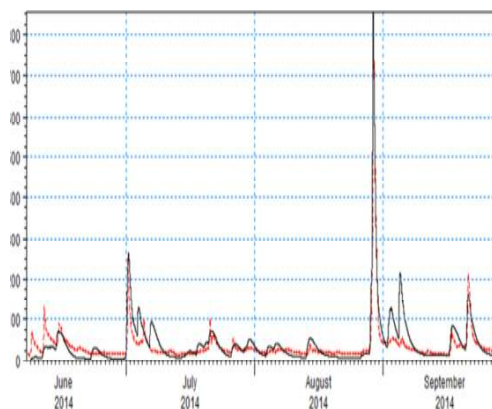


(a) Trận lũ năm 2005

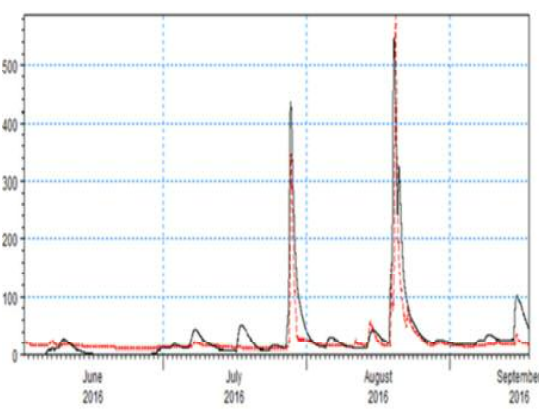


(b) Trận lũ năm 2007

Hình 4. Quá trình lũ thực đo và tính toán tại trạm Hưng Thi trong quá trình hiệu chỉnh mô hình MIKE-NAM



(a) Trận lũ năm 2014



(b) Trận lũ năm 2016

Hình 5. Quá trình lũ thực đo và tính toán tại trạm Hưng Thi trong quá trình kiểm định mô hình MIKE-NAM

Bảng 2. Chỉ tiêu đánh giá chất lượng hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE-NAM

Trận lũ năm	Nash	$Q_{\max TT} (m^3/s)$	$Q_{\max td} (m^3/s)$	$SS_D (%)$
2005	0,78	1126	1111	1.35
2007	0,96	2239	2211	1.27
2014	0,96	854	853	-0.12
2016	0,85	568	580	2.07

Sau khi tính toán hiệu chỉnh, kiểm định mô hình MIKE-NAM cho lưu vực sông Hoàng Long nhận thấy quá trình lũ tương đối tốt bám sát với thực đo; chênh lệch về sai số giữa lưu lượng tính toán, thực đo trong mô hình có đỉnh lũ lớn nhất là 2.07%, đều sát với đo thực tế và đánh giá theo

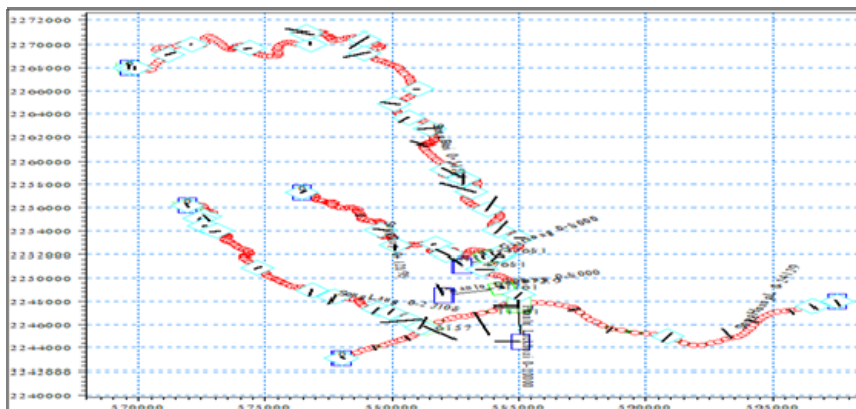
chỉ số Nash khá cao từ 0,78 đến 0,96 đạt chất lượng tốt. Với kết quả ở bảng 2 cho thấy bộ thông số của mô hình NAM cho lưu vực sông Hoàng Long khá ổn định, điều này chứng tỏ sử dụng mô hình NAM để tính toán lưu lượng tại các biên trên, lượng nhập khu giữa, làm đầu vào

cho mô hình MIKE 11 khá tốt.

4. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE 11

Hệ thống mạng lưới sông Hoàng Long sử dụng để mô hình hóa trong mô hình MIKE 11 gồm: Nhánh sông Bôi từ trạm thủy văn Hưng

Thi về đến trạm Bến Đẽ gồm 23 mặt cắt; Nhánh sông Đập đến khi nhập lưu với sông Bôi gồm 7 mặt cắt; Nhánh sông Lạng đến khi nhập lưu sông Hoàng Long gồm 12 mặt cắt; Dòng chính sông Hoàng Long từ sau trạm thủy văn Nho Quan về đến Gián Khẩu gồm 14 mặt cắt [4].



Hình 6. Sơ đồ mạng lưới thủy lực lưu vực sông Hoàng Long

Để thực hiện mô phỏng, diễn toán dòng chảy MIKE11 [5, 6], sử dụng các điều kiện biên đầu lũ lưu vực sông Hoàng Long bằng mô hình vào như sau:

Bảng 3. Điều kiện biên cho mô hình MIKE11 sông Hoàng Long

TT	Tên sông	Tên biên	Loại biên	Đặc trưng
1	Sông Bôi	LV1	Biên trên	Q (Thực đo hoặc tính từ mô hình NAM)
2	Sông Đập	LV3	Biên trên	
3	Sông Lạng	LV4	Biên trên	Q (Tính từ mô hình NAM)
4	Sông Hoàng Long	LV9	Biên trên	
5	Sông Lạng	Nho Quan	Biên giữa	
6	Sông Bôi	Bến Đẽ	Biên giữa	H thực đo
7	Sông Hoàng Long	Gián Khẩu	Biên dưới	

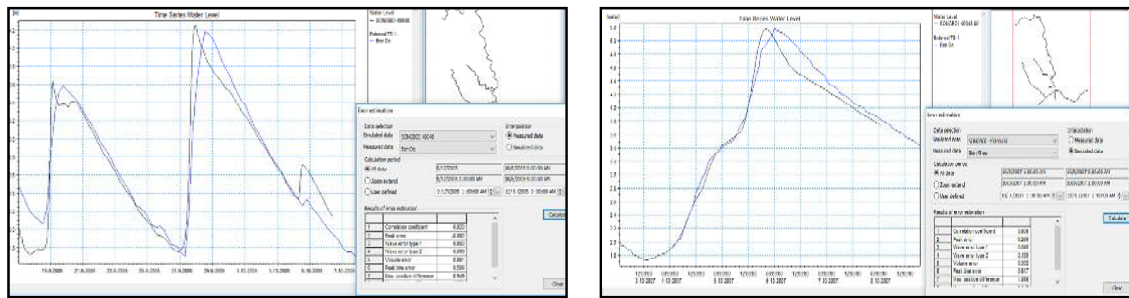
Trong quá trình nghiên cứu, chúng tôi đã lựa chọn những trận lũ năm 2005, 2007, 2014 và 2016 để tính toán thủy lực, đây là những trận lũ

điển hình trên lưu vực sông Hoàng Long trong những năm gần đây.

Bảng 4. Trận lũ lựa chọn tính toán trong mô hình MIKE11

TT	Số liệu	Thời đoạn	Trận lũ		Ghi chú
			Bắt đầu	Kết thúc	
1	H	1 giờ	1:00 - 17/IX/2005	9:00 - 06/X/2005	Hiệu chỉnh
2			1:00 - 03/X/2007	11:00 - 08/X/2007	
3			1:00 - 1/V/2014	2:00 - 30/X/2014	Kiểm định
4			1:00 - 1/VI/2016	2:00 - 30/X/2016	

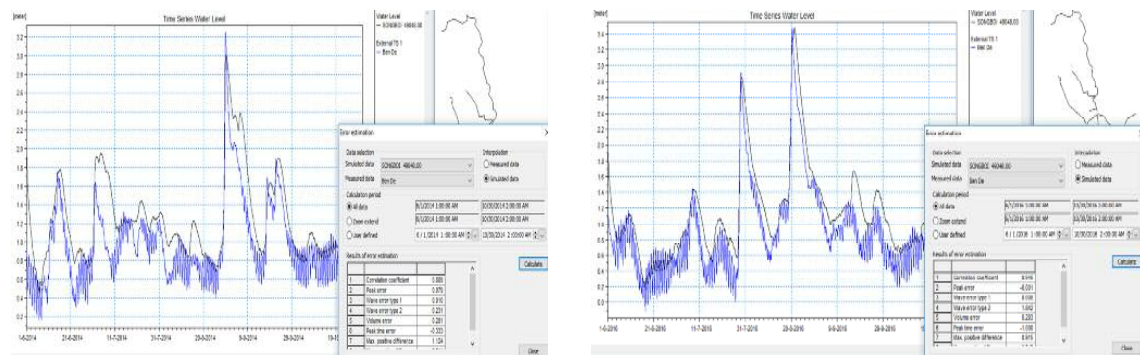
Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE 11 như sau:



(a) Trận lũ 2005

(b) Trận lũ 2007

Hình 7. Mức nước thực đo và tính toán trận lũ tại trạm Bến Đẽ trong quá trình hiệu chỉnh mô hình MIKE 11



(a) Trận lũ 2014

(b) Trận lũ 2016

Hình 8. Mức nước thực đo và tính toán trận lũ tại trạm Bến Đẽ trong quá trình kiểm định mô hình MIKE 11

Bảng 5. Đánh giá chất lượng hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE11

Trận lũ	Chỉ tiêu Nash	Sai số đỉnh lũ (%)	Sai số thời gian xuất hiện (giờ)	Sai số tổng lượng (%)
17/IX - 6/X/2005	0.92	0.023	0.5	0.76
3/X - 8/X/2007	0.91	-0.266	0.9	0.302
1/VI - 30/X/2014	0.88	0.079	-0.33	1.12
1/VI - 30/X/2016	0.92	-0.001	-1.00	0.293

So sánh đường quá trình tính toán với thực đo được đánh giá theo chỉ tiêu Nash-Stucliffe, kết quả phân tích sai số tính toán mô hình được trình bày trong Bảng 5. Qua so sánh có thể thấy kết quả tính toán khá phù hợp với tài liệu thực đo.

5. Phương án dự báo và kết quả dự báo thử nghiệm

Đối với bài toán mô phỏng hoặc dự báo lũ bằng các mô hình thủy lực, điều kiện biên luôn là bắt buộc và quyết định rất lớn đến độ chính xác của việc mô phỏng hay dự báo. Trong điều

kiện thông thường, điều kiện biên trên là lưu lượng thực đo hoặc tính toán từ mô hình mưa rào - dòng chảy, điều kiện biên dưới là mực nước.

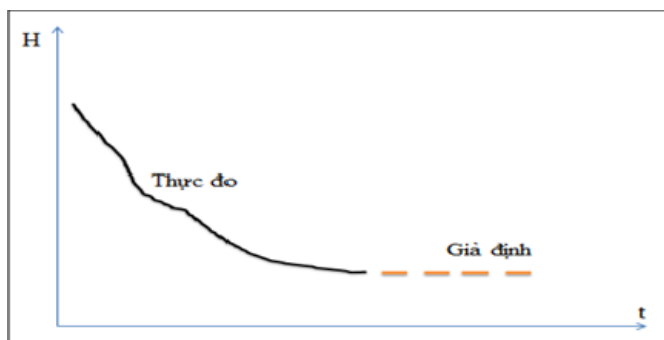
Cũng như vậy, đối với bài toán dự báo lũ cho sông Hoàng Long tại trạm thủy văn Bến Đẽ, các điều kiện biên lưu lượng được tính toán hoàn toàn từ mô hình MIKE - NAM với số liệu mưa dự báo lấy từ JMA [7].

Vấn đề đặt ra cho việc dự báo lũ cho trạm thủy văn Bến Đẽ trên sông Hoàng Long ở đây là việc xử lý điều kiện biên dưới (mức nước tại

trạm Gián Khẩu). Đối với các sông có hạ lưu sông giáp biển, ta có thể sử dụng hàm điều hòa để kéo dài số liệu biên mực nước hạ lưu, sau đó đưa vào mô hình để dự báo, khi có kết quả thực đo thì tiến hành đồng hóa dữ liệu để chính xác hóa lại kết quả dự báo lần trước và tiếp tục dự báo cho các thời đoạn kế tiếp. Tuy nhiên, biên hạ lưu của hệ thống sông Hoàng Long là trạm thủy văn Gián Khẩu cách biển khoảng 45 km, do vậy không thể sử dụng hàm điều hòa để tính

toán, kéo dài biên dưới cho mô hình dự báo lũ. Để giải quyết vấn đề này, bài báo đã xây dựng phương án dự báo lũ như sau:

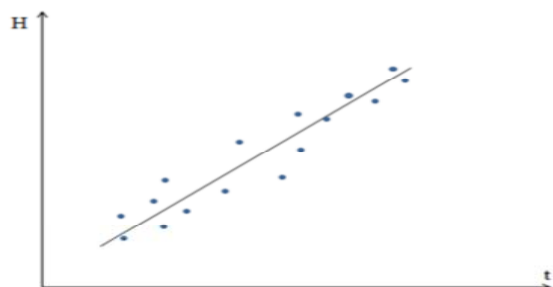
Phương án 1 (PA1): Giả định ở các thời đoạn tiếp theo, mực nước tại biên hạ lưu không thay đổi, sau đó tiến hành dự báo lũ, khi có kết quả thực đo thì tiến hành đồng hóa dữ liệu để chính xác lại kết quả dự báo lần trước và tiếp tục dự báo cho các thời đoạn tiếp theo [3].



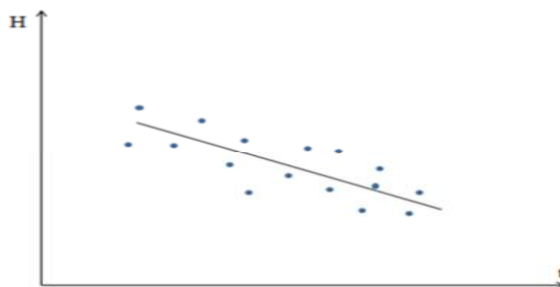
Hình 9. PA1 giả định giá trị biên mực nước hạ lưu

Phương án 2 (PA2): Kéo dài mực nước tại biên hạ lưu theo đường xu thế nhánh lũ lên hoặc nhánh lũ xuống, sau đó tiến hành dự báo lũ, khi

có kết quả thực đo thì tiến hành đồng hóa dữ liệu để chính xác hóa lại kết quả dự báo lần trước và tiếp tục dự báo cho các thời đoạn tiếp theo [3].



Nhánh lũ lên

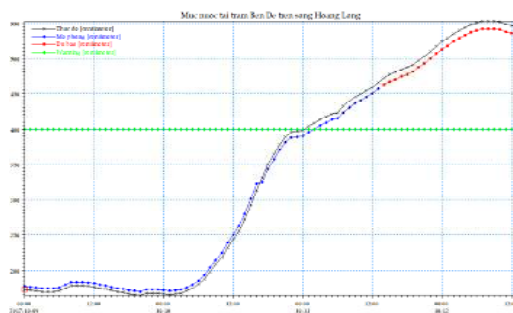


Nhánh lũ xuống

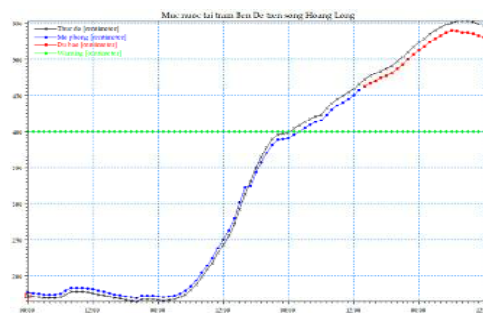
Hình 10. PA2 kéo dài mực nước tại biên hạ lưu theo các đường xu thế

Với mô đun MIKE11- FF có trong bộ mô hình MIKE, sử dụng trận lũ năm 2017 để dự báo thử nghiệm theo PA1 và PA2 với thời gian dự kiến là 24 giờ, thời đoạn dự báo là 1 giờ. Trận lũ

dự báo thử nghiệm bắt đầu từ 1 giờ ngày 11/10/2017 đến 1 giờ ngày 12/10/2017. Kết quả dự báo thử nghiệm như sau:



(a) Phương án 1



(b) Phương án 2

Hình 11. Kết quả dự báo lũ tại trạm Bùn Dư trận lũ 2017, thời đoạn 24 giờ

Căn cứ tài liệu thực đo tại trạm thủy văn Bến Đé và quá trình lũ dự báo, bài báo tính toán đánh giá sai số của phương án dự báo theo chỉ tiêu đánh giá hiện hành, kết quả đánh giá phương án dự báo và sai số tính toán như bảng 6. So với tiêu chuẩn đánh giá chất lượng dự báo thì cả hai phương án đều có mức đảm bảo đạt chất lượng

từ 75% trở lên và chỉ tiêu đánh giá đạt loại tốt. Tuy nhiên phương án 1 có mức đảm bảo là 87.5% cao hơn phương án 2 (75%) đồng thời sai số khác cũng nhỏ hơn phương án 2. Vậy bài báo đề xuất sử dụng phương án 1 làm phương án dự báo, phương án 2 dùng để tham khảo cho lưu vực sông Hoàng Long

Bảng 6. Đánh giá chất lượng dự báo tại trạm Bến Đé

TT	Chỉ tiêu đánh giá	Kí hiệu	PA1	PA2
1	Số thời đoạn dự báo	τ	24	24
2	Khoảng lệch quân phương yếu tố dự báo	σ_{Δ}	28,951	28,951
3	Sai số cho phép	σ_{cp}	19,513	19,513
4	Sai số quân phương dự báo kiểm tra	S	10,516	12,143
5	Khoảng lệch quân phương	σ	28,951	28,951
6	Chỉ tiêu đánh giá phương án dự báo	S/ σ	0,363	0,419
7	Mức đảm bảo của phương án	P (%)	87.5	75,0

6. Kết luận

Bài báo đã ứng dụng thành công bộ mô hình, sử dụng sản phẩm mưa từ mô hình số trị vào trong nghiên cứu và đã đưa ra được bộ thông số MIKE - NAM và MIKE 11 phù hợp cho lưu vực sông Hoàng Long.

Trên cơ sở hiện trạng lũ và dự báo lũ hiện nay, bài báo đã lựa chọn phương án dựa trên cơ sở mô hình toán để làm phương án dự báo: phân tích,

tính toán, dự báo lũ cho lưu vực sông Hoàng Long từ mưa dự báo với hai phương án chi tiết dựa vào mực nước của biên hạ lưu là trạm Gián Khẩu.

Với các phương án dự báo có được, bài báo đã tiến hành dự báo thử nghiệm cho trận lũ xảy ra năm 2017 trên lưu vực sông Hoàng Long với chất lượng dự báo đảm bảo độ tin cậy. Từ đó bài báo đã lựa chọn được phương án dự báo lũ phù hợp cho lưu vực sông Hoàng Long.

Tài liệu tham khảo

1. Đài KTTV khu vực Đồng bằng Bắc Bộ (2016), *Tổng hợp công tác dự báo và thống kê những trận lũ trên các sông trong mạng lưới Đài quản lý*.
2. PGS.TS Nguyễn Kiên Dũng (2009), *Hoàn nguyên trận lũ đầu tháng X/2007 trên sông Hoàng Long*, Dự án Trung tâm KTTVQG.
3. Trung tâm dự báo KTTV Trung ương (11-2008), *Hội nghị dự báo viên toàn quốc lần thứ 3, tập II*.
4. Trường Đại học Thủy lợi - Viện Thủy văn, Môi trường và Biến đổi khí hậu (2013), *Điều chỉnh quy hoạch phòng chống lũ sông Hoàng Long*.
5. Denmark Hydraulic Institute (DHI) (2014). *A Modelling System for rivers Channels*. User Guide. DHI 2014.
6. Denmark Hydraulic Institute (DHI) (2014). *A Modelling System for rivers Channels*. Reference Manual. DHI 2014.
7. <http://ra2-nwp.kishou.go.jp/cityfc/VietNam/> - Trang Website này được trung tâm Khí tượng Nhật Bản (JMA) phát triển và cung cấp các sản phẩm dự báo cụ thể cho các tỉnh thành được lựa chọn dựa trên kết quả của mô hình quang phổ toàn cầu (JMA-GSM).

STUDY OF DESIGNING A SUPPORTING TOOL FOR THE FLOOD RUNOFF FORECASTING AT HOANGLONG RIVER BASIN

Nguyen Hai Lan, Vo Van Hoa, Nguyen Hong Hanh

¹Regional HydroMeteorological Center for Northern Delta

Abstract: *Hoang Long river basin in Ninh Binh province is often under the influence of flood and inundation which cause the severe damage to facilities, the destruction of houses and fields, the long - term impacts on the ecological environment, the social and economic development of the area. In order to solve the issue, this study successfully applied the MIKE 11 model to forecast the flood runoff at Hoang Long river basin at Ben De hydrological station. A rain forecasting and calculating tool for Kim Boi, Chi Ne, Nho Quan meteorological stations using the rain forecasting data of Ninh Binh meteorological station were integrated with a tool editing input data in the format of MIKE 11 model. From the designed tool, suitable flood runoff forecasting solutions for Hoang Long river basin were established and proposed.*

Keywords: *Hoang Long River, Ninh Binh province, MIKE model, Ben De hydrological station*