

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG DỰ BÁO TỔ HỢP DÒNG CHẢY HẠN DÀI DỰA TRÊN SẢN PHẨM DỰ BÁO CỦA HỆ THỐNG DỰ BÁO ĐỘNG LỰC MÙA - ỨNG DỤNG CHO LƯU VỰC SREPOK (VIỆT NAM)

Hoàng Diệu Hằng, Trần Thị Tuyết, Đỗ Anh Đức

Viện Thủy điện và Năng lượng Tái tạo

Ngô Lê An

Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Nghiên cứu sử dụng sản phẩm tổ hợp mưa dự báo của mô hình dự báo số trị ECMWF với 51 thành viên và hiệu chỉnh mưa dự báo với thời gian dự báo từ 1-6 tháng có cập nhật số liệu thực đo và dự báo mới nhất cũng như loại bỏ những số liệu cũ sau khi cập nhật. Mô hình thủy văn mưa -dòng chảy được xây dựng cho lưu vực Srepok dựa trên mô hình Tank, kết nối trực tiếp với các sản phẩm tổ hợp mưa dự báo. Tiến hành dự báo dòng chảy dài hạn 6 tháng thử nghiệm. Chùm kết quả dự báo (tổ hợp) khá phù hợp với kết quả thực đo, đường quá trình thực đo đa số các trường hợp nằm trong đường bao trị số dự báo 10% và 90%. Với kết quả dự báo tổ hợp như trên, các nhà quản lý có thể hình dung được mức độ không chắc chắn của kết quả dự báo trong tương lai từ đó đưa ra các kịch bản vận hành, khai thác sử dụng nước một cách hợp lý.

Từ khóa: Dự báo tổ hợp, dòng chảy hạn dài, Srepok.

Summary: Research using the rain forecast combination product of the ECMWF numerical forecast model with 51 members and adjust the forecast rain with a forecast period of 1-6 months with updated actual measured data and new forecasts, as well as remove old data after updating. The rain-runoff hydrological model was built for the Srepok basin based on the Tank model, directly connected to the forecast rain combination products. Conducting a 6-month long-term flow forecast for testing. The set of forecast results (combination) is quite consistent with the actual measured results, the actual measured process curve in most cases lies within the 10% and 90% forecast value envelope. With the combined forecast results as above, managers can visualize the level of uncertainty in future forecast results, thereby providing scenarios for operating, exploiting and using water appropriately physical

Keywords: Combinatorial forecast, long-term flow, Srepok.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dự báo dòng chảy là một công cụ quan trọng trong việc quy hoạch và quản lý tài nguyên nước. Lợi ích của nó đến từ việc có thể đưa ra các nhận định về tình hình nguồn nước trong tương lai từ đó giúp các nhà quản lý đưa ra các quyết định thích hợp. Do vậy, dự báo dòng chảy càng chính xác cũng như thời gian dự kiến dự báo càng dài càng mang lại nhiều lợi ích cả về kinh tế lẫn xã hội. Vấn đề đặt ra là

nâng cao chất lượng dự báo đặc biệt cho việc cải thiện mô hình dự báo cũng như giá trị mưa dự báo của các mô hình.

Trước đây các dự báo hạn dài thường gặp nhiều khó khăn do khí hậu biến đổi liên tục, không theo quy luật. Việc nghiên cứu các phương pháp dự báo dài hạn đã được thực hiện rất lâu nhưng chủ yếu vẫn sử dụng các phương pháp thông kê ngẫu nhiên. Các phương pháp này không đòi hỏi quá nhiều về dữ liệu đầu vào cũng như công cụ tính toán nhưng vẫn đáp ứng một phần hiệu quả công việc. Ngày nay, công nghệ tính toán ngày càng

Ngày nhận bài: 25/6/2024

Ngày thông qua phản biện: 29/7/2023

Ngày duyệt đăng: 05/8/2024

phát triển, kỹ thuật máy tính có thể xử lý được nhiều thông tin khác nhau với tốc độ lớn. Cùng với đó, các công nghệ quan trắc, giám sát các yếu tố khí tượng thủy văn cũng ngày càng phát triển, điển hình như công nghệ Viễn thám và GIS cung cấp các ảnh vệ tinh giúp con người hiểu biết rõ hơn về khí tượng, thủy văn trên phạm vi không gian rộng lớn hơn trong thời gian ngắn. Do vậy, việc phát triển và ứng dụng các sản phẩm dự báo từ các mô hình khí hậu toàn cầu đang trở nên phổ biến và đã chứng minh được hiệu quả trong các dự báo hạn dài. Việc nghiên cứu sử dụng các mô hình khí hậu dự báo hạn dài đang phù hợp xu thế phát triển của xã hội.

Cách tiếp cận dự báo truyền thống thường đưa ra các kết quả dự báo đơn lẻ, biểu thị một con số dự báo tại một thời điểm nào đó trong tương lai. Với cách tiếp cận này, người sử dụng thường khó có thể hình dung mức độ tin cậy của kết quả tính toán cũng như khả năng sai số có thể có đã làm hạn chế rất nhiều việc khai thác các kết quả dự báo trong quản lý thực tế. Các sai số trong dự báo đến từ nhiều nguồn khác nhau như từ bản thân cấu trúc mô hình khí hậu thường được giản hoá rất nhiều so với thực tế, từ các số liệu biên đầu vào của mô hình thu thập được cũng như trạng thái của hệ thống mô phỏng. Do vậy, một cách tiếp cận mới trong dự báo hạn vừa và hạn dài là sử dụng một tổ hợp các kết quả dự báo từ các đầu vào khác nhau.

Nguyễn Ngọc Hoa và các cộng sự đã thực hiện nghiên cứu phương pháp dự báo và cảnh báo hạn khí tượng thủy văn áp dụng cho khu vực tỉnh Đắk Lắk, Tây Nguyên. Nghiên cứu đã ứng dụng số liệu từ mô hình khí tượng toàn cầu IFS và mô hình thủy văn SWAT nhằm xây dựng phương án dự báo hạn cho khu vực, kết hợp cùng chỉ số hạn EDI để đưa ra bản đồ cảnh báo hạn. Kết quả cho thấy với mô hình khí tượng IFS, lượng mưa và nhiệt độ đã được hiệu chỉnh sai số giúp kết quả mô phỏng tốt hơn khi làm đầu vào cho mô hình thủy văn; lưu lượng dòng chảy được mô phỏng tốt với chỉ số NSE, R², PBIAS đánh giá đều ở mức đạt trong quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. [1]

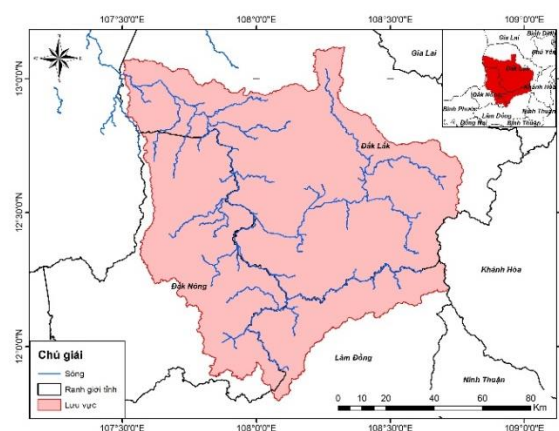
Nguyễn Tiến Thành đã đánh giá chất lượng dự báo các trường khí tượng của một số mô hình khí hậu toàn cầu cho Việt Nam bao gồm các sản phẩm của ECMWF (IFS Cycle 43r1), Meteo France (ARPEGE v6.1), DWD (ECHAM 6.3.04), CMCC (CMCC_Cam) và NCEP (CFSv2.0). Kết quả nghiên cứu cho thấy các sản phẩm của ECMWF phù hợp nhất với trường mưa, trong khi sản phẩm của Meteo France cho tốt nhất ở trường nhiệt độ. [2]

Nguyễn Thị Thu Hà và các cộng sự đã tiến hành hiệu chỉnh sản phẩm mưa dự báo tổ hợp hạn mùa của mô hình động lực ECMWF cho vùng đồng bằng sông Cửu Long sử dụng kỹ thuật hiệu chỉnh phân vị. Kết quả đánh giá được tiến hành theo phương pháp kiểm định chéo kết hợp với sử dụng các chỉ số đánh giá dự báo theo tất định và theo xác suất. Kết quả cho thấy phương pháp hiệu chỉnh sai số sử dụng kỹ thuật hiệu chỉnh phân vị giúp cải thiện đáng kể chất lượng dự báo của sản phẩm dự báo tổ hợp lượng mưa hạn dài. [3]

Nghiên cứu áp dụng thử nghiệm cho khu vực Tây Nguyên, cụ thể là lưu vực sông Srepok vì đây là khu vực được nhận định đang thiếu hụt tài nguyên nước nên việc dự báo hạn dài là vô cùng quan trọng.

2. DỮ LIỆU & PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vùng nghiên cứu



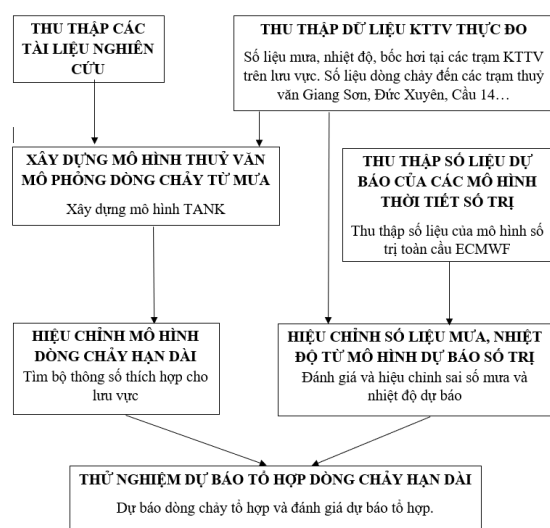
Hình 1: Bản đồ vị trí lưu vực sông Srepok nghiên cứu trên lãnh thổ Việt Nam

Sông Srê Pôk nằm ở phía tây dãy Trường Sơn thuộc khu vực Tây Nguyên của Việt Nam, đây

là một trong những hệ thống sông lớn và đóng vai trò quan trọng trong việc phát triển kinh tế - xã hội trong vùng. Cùng với sông Sê Kông và sông Sê San, sông Srê Pôk là các phụ lưu của sông Mê Công, bắt nguồn từ Tây Nguyên chảy qua lãnh thổ Campuchia và hợp lưu với sông Mê Công tại Stung Treng.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu tiếp cận theo hướng sử dụng các sản phẩm dự báo số trị từ tổ hợp các mô hình khí hậu toàn cầu, kết hợp với mô hình thủy văn TANK để mô phỏng và dự báo tổ hợp dòng chảy hạn dài cho lưu vực sông Srepok. Các bước thực hiện nghiên cứu được trình bày ở hình 2



Hình 2: Các bước nghiên cứu

Thông thường các mô hình GCM/RCM mô phỏng không sử dụng được trực tiếp do có nhiều sai số, vì vậy cần phải hiệu chỉnh sai số trước khi sử dụng. Nghiên cứu sử dụng phương pháp *Delta-Change (DT)* để hiệu chỉnh các sai số về nhiệt độ, phương pháp *Gamma Quantile Mapping (GQM)* [4] để hiệu chỉnh các sai số về lượng mưa. Giai đoạn nền sử dụng trong bước đánh giá trước khi hiệu chỉnh là dữ liệu mô phỏng và thực đo trong thời gian 1 năm gần nhất với thời điểm cần hiệu chỉnh. Hay nói một cách khác, giai đoạn hiệu chỉnh sẽ sử dụng các thông tin mô phỏng và thực đo tại thời điểm một năm trước đó để xử lý. Công việc hiệu chỉnh này sẽ được cập

nhật và lặp lại sau mỗi thời đoạn 1 tháng.

Để mô phỏng sự thay đổi bốc hơi trong tương lai, khi các mô hình khí hậu chỉ có số liệu về nhiệt độ, nghiên cứu này sử dụng phương pháp hồi quy tuyến tính để tính toán lượng bốc hơi từ dữ liệu nhiệt độ. Từ dữ liệu thực đo giai đoạn 1978-2014, phương trình hồi quy tuyến tính được sử dụng trong bài toán này đối với các trạm trên lưu vực Srepok như sau:

Trạm Buôn Ma Thuột : :

$$Z = 0,444 \cdot T_{\max} - 0,657 \cdot T_{\min} + 4,0 \quad (1)$$

Trạm Buôn Hồ :

$$Z = 0,417 \cdot T_{\max} - 0,335 \cdot T_{\min} - 2,4 \quad (2)$$

Với $T_{\max}$, $T_{\min}$ tương ứng là nhiệt độ tối cao và tối thấp, Z là bốc hơi. Các đặc trưng này được lấy từ chính các trạm đo trên.

Các trạm MĐrak và Đak Nông vì không đủ số liệu bốc hơi cũng như nhiệt độ thực đo nên lượng bốc hơi được tính thông qua phương trình của 2 trạm Buôn Hồ và Buôn Ma Thuột. Để hạn chế các kết quả không hợp lý trong quá trình ngoại suy, lượng bốc hơi tính toán được giới hạn trong khoảng chấp nhận, phù hợp với lượng bốc hơi thực tế tại trạm đó

Trên thế giới hiện nay có rất nhiều phương pháp mô phỏng quá trình mưa - dòng chảy ví dụ như mô hình HEC-HMS, mô hình NAM, mô hình SSARR... Tuy nhiên đối với bài toán dự báo tổ hợp, các bước thực hiện sẽ phải lặp đi lặp lại rất nhiều lần. Việc sử dụng các phần mềm thương mại/miễn phí có sẵn thường gặp khó khăn cho việc thực hiện tính toán lặp lại nhiều lần với các đầu vào thay đổi. Vì vậy, nghiên cứu đã sử dụng mô hình TANK được thiết lập trên Excel, thuận tiện cho việc lặp đi lặp lại các bước tính toán một cách nhanh chóng và hiệu quả mà kết quả đầu ra vẫn tương tự như đối với các mô hình toán khác.

Mô hình Tank là mô hình tổng hợp dòng chảy từ mưa trên lưu vực được phát triển bởi tác giả M. Sugawara (Nhật bản). Mô hình được giới thiệu năm 1956 và được tác giả hoàn thiện qua nhiều công trình nghiên cứu và áp dụng thực

tế. Đến nay mô hình đã được hoàn thiện và được ứng dụng rộng rãi trên thế giới, đồng thời được Tổ chức khí tượng thế giới (WMO) đánh giá là một mô hình tốt.

2.3. Dữ liệu

a) Dữ liệu thực đo

Số liệu đầu vào của mô hình gồm có mưa, bốc hơi và dòng chảy thực đo thời đoạn ngày. Do số liệu thu thập được từ các trạm khí tượng thủy văn trong lưu vực chưa được đầy đủ, các số liệu còn bị đứt đoạn, chưa thống nhất về mặt thời gian giữa các trạm, vì vậy để thực hiện tính toán, nghiên cứu sử dụng dữ liệu khí tượng thủy văn trong giai đoạn 1996-2006 (là giai đoạn mà dòng chảy trên sông Srepok tương đối tự nhiên, chưa bị tác động của các hồ chứa vận hành) để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho lưu vực Srêpôk.

Nghiên cứu sử dụng dữ liệu khí tượng tại các trạm Mđrak, Đăk Nông, Buôn Hồ, Lắc, Đức Xuyên, Cầu 14, Bản Đôn, Buôn Ma Thuật, Giang Sơn. Chuỗi số liệu dòng chảy sử dụng các trạm: Đức Xuyên, Cầu 14, Bản Đôn, Krong Buk, Giang Sơn

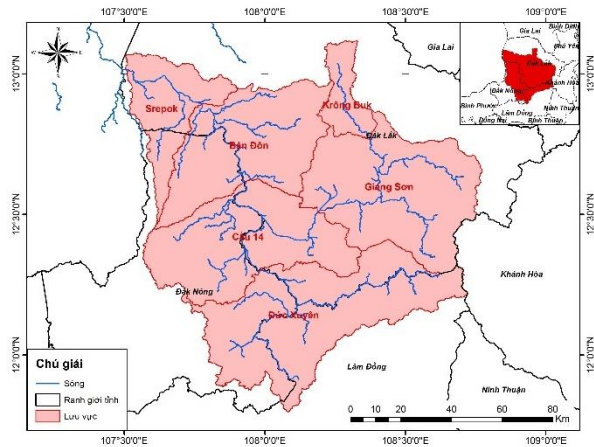
b) Dữ liệu mô hình khí hậu

Nghiên cứu sử dụng kết quả mô phỏng mưa và nhiệt độ thời đoạn ngày của mô hình ECMWF. Trong các hệ thống dự báo mùa, hệ thống dự báo mùa ECMWF- System5 được sử dụng phổ biến hơn cả với thời gian dự kiến lên tới 215 ngày, các thành viên tổ hợp dự báo nhiều nhất (25 thành viên cho thời kỳ hindcast và 51 thành viên cho thời kỳ dự báo thực). Số liệu hindcast gồm 25 thành viên tổ hợp hindcast từ 1993-2016 dùng để hiệu chỉnh số liệu dự báo. Số liệu dự báo theo thời gian thực gồm 51 thành viên tổ hợp từ năm 2017-nay. Nghiên cứu phân tích và đánh giá số liệu dự báo với thời gian dự báo lên tới 180 ngày (6 tháng) với bước thời gian là 1 ngày. Số liệu dự báo được cập nhật hàng tháng vào ngày đầu tiên trong tháng. Ví dụ, phát báo vào ngày 01/01/2019 sẽ cho kết quả dự báo tới 30/06/2019 với bước thời gian là 1 ngày. Dự báo sẽ tiếp tục cập nhật phát báo vào 01/2/2019 và cho kết quả dự báo tới 31/07/2019

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Xây dựng mô hình mô phỏng cho lưu vực

Chia lưu vực nghiên cứu thành 6 tiểu lưu vực nhỏ có diện tích gần tương đồng nhau.



Hình 3: Kết quả phân chia tiểu lưu vực Srepok

Do diện tích phần lưu vực sông Srepok thuộc lãnh thổ Việt Nam rất lớn, vì vậy để thuận tiện cho việc tính toán, hiệu chỉnh và kiểm định mô hình, nghiên cứu đã chia phần lưu vực trên thành 6 tiểu lưu vực nhỏ, trong đó có 5 tiểu lưu vực có trạm đo lưu lượng có số liệu thực đo đủ để hiệu chỉnh mô hình, 1 tiểu lưu vực còn lại sử dụng phương pháp lưu vực tương tự để tìm ra bộ thông số thích hợp cho mô hình. Kết quả phân chia tiểu lưu vực thể hiện ở Hình 3

Như đã trình bày ở phần Phương pháp nghiên cứu, sau khi phân chia các tiểu lưu vực, tiến hành xây dựng mô phỏng mưa - dòng chảy theo phương pháp mô hình Tank. Dữ liệu đầu vào của mô hình bao gồm lượng mưa tại tiểu lưu vực, lượng bốc hơi, và số liệu kiểm định là số liệu dòng chảy thực đo của tiểu lưu vực (đối với những tiểu lưu vực có số liệu thực đo) thời đoạn ngày. Tuy nhiên dữ liệu dự báo thu thập được lại là dữ liệu tại các ô lưới với độ phân giải $1^\circ \times 1^\circ$, vì vậy cần có bước chuyển dữ liệu từ ô lưới về trung tâm lưu vực. Lượng mưa tại từng tiểu lưu vực được ước tính từ các ô lưới theo phương pháp nội suy nghịch đảo khoảng cách IDW theo công thức như sau:

$$X_0 = \frac{\sum_{i=1}^n X_i \cdot \frac{1}{D_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{D_i^2}} \quad (3)$$

Trong đó: X_0 là lượng mưa tính toán trung bình lưu vực; n là số ô lưới trong lưu vực và lân cận; X_i là trị số đo mưa tại ô lưới thứ i ; D_i là khoảng cách từ ô lưới thứ i đến trọng tâm của lưu vực.

Nghiên cứu này thu thập được số liệu dòng chảy thời đoạn ngày tại 5 trạm thủy văn trên lưu vực Srepok. Để hiệu chỉnh thông số mô hình cho từng tiểu lưu vực, nghiên cứu sử dụng dòng chảy thực đo của trạm trên thượng nguồn kết hợp với dòng chảy tính toán từ lưu vực so sánh với dòng chảy thực đo của lưu vực đó.

Cụ thể để hiệu chỉnh bộ thông số cho lưu vực Giang Sơn, nghiên cứu sử dụng kết quả tính toán dòng chảy từ mô hình trạm Giang Sơn và dòng chảy thực đo tại cửa ra của trạm Krong Buk. Để hiệu chỉnh cho lưu vực Cầu 14, sử dụng dòng chảy thực đo tại cửa ra của 2 trạm Giang Sơn và Đức Xuyên kết hợp với dòng

chảy tính toán từ mô hình Cầu 14. Tương tự như vậy, để hiệu chỉnh cho lưu vực Bản Đôn, nghiên cứu sử dụng dòng chảy thực đo tại cửa ra của trạm Cầu 14 và trạm Bản Đôn.

3.2. Đánh giá kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình.

Nhằm đảm bảo mô hình phản ánh đúng quá trình chuyển đổi mưa thành dòng chảy trên lưu vực, quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình được tiến hành. Bằng phương pháp thử dần, bộ thông số được thay đổi để đảm bảo kết quả dòng chảy tính toán phù hợp với kết quả dòng chảy thực đo.

Thời gian dữ liệu được sử dụng trong nghiên cứu này từ 1996 – 2006, chia làm hai giai đoạn: từ 1996-2000 là giai đoạn hiệu chỉnh mô hình, từ 2001-2006 là giai đoạn kiểm định mô hình

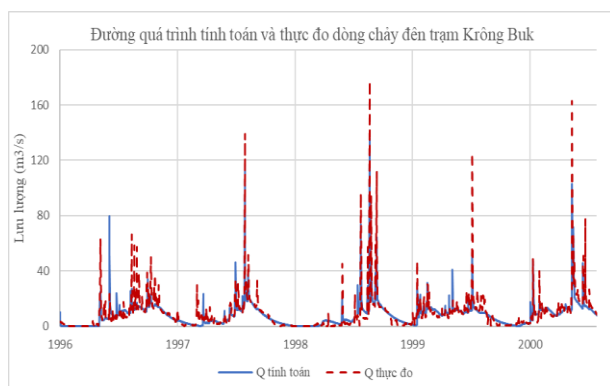
Qua quá trình hiệu chỉnh và kiểm định, nghiên cứu đã tìm ra bộ thông số phù hợp cho lưu vực Srepok thể hiện ở *bảng 1*:

Bảng 1: Bộ thông số mô hình TANK

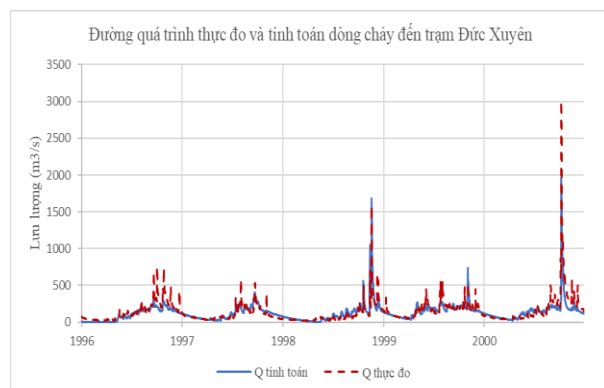
Thông tin	Thông số	Srepok	Bản Đôn	Cầu 14	Đức Xuyên	Krông Buk	Giang Sơn
BỂ A	A0 (day ⁻¹)	0,8	0,8	0,8	0,4	0,6	0,1
	A1 (day ⁻¹)	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2
	A2 (day ⁻¹)	0,3	0,3	0,3	1	0,1	0,2
	HA1 (mm)	20,1	20,1	20,1	3,5	31,4	50
	HA2 (mm)	20,1	20,1	20,1	50	31,4	50
	PS (mm)	30	30	30	26,5	50	50
	SS (mm)	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1	0,2
	Tb (mm/day)	0	0	0	1	0,1	1,3
	Tc (mm/day)	0	0	0	0	0	0,1
BỂ B	B0 (day ⁻¹)	0,1	0,1	0,1	0	0	0
	B1 (day ⁻¹)	0,1	0,1	0,1	0	0	0
	HB1 (mm)	20	20	20	3,9	50	50
BỂ C	C0 (day ⁻¹)	0	0	0	0	0	0
	C1 (day ⁻¹)	0	0	0	0	0	0
	HC1 (mm)	20	20	20	29,2	20,4	20,4
BỂ D	D1 (day ⁻¹)	0	0	0	0	0,1	0,1
BỂ điều tiết	AR (1/day)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,6	0,1
	HR (mm)	20	20	20	0	0	0

Với bộ thông số mô hình ứng với các chỉ số NASH được đánh giá trong Bảng 2 là chấp nhận được và có thể dùng để mô phỏng dự báo. Kết quả kiểm định mô hình với số liệu thực đo các năm khác nhau cho các lưu vực Srepok cho thấy quá trình tính toán theo mô hình và quá trình thực đo là khá sát và phù hợp. Mặc dù chỉ số NASH trong quá trình hiệu chỉnh kiểm định mô hình đạt ở mức xấp xỉ tốt. Nhưng chỉ số sai số tổng lượng chủ yếu ở mức tốt.

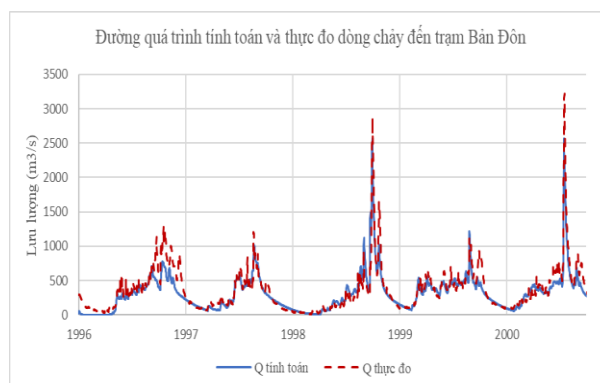
Dưới đây là hình vẽ thể hiện kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình mưa – dòng chảy đối với một số trạm đo có số liệu quan trắc



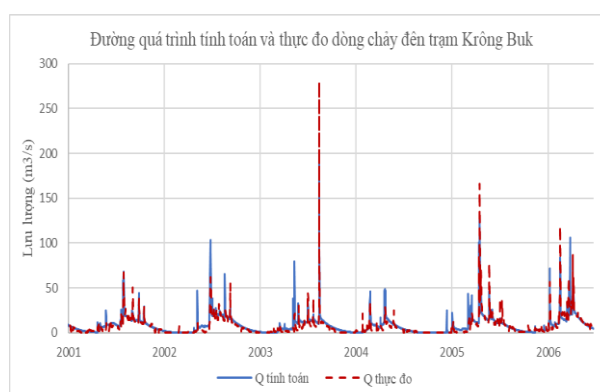
Hình 4: Kết quả hiệu chỉnh mô hình trạm đo Krong Buk



Hình 5: Kết quả hiệu chỉnh mô hình trạm đo Đức Xuyên



Hình 6: Kết quả hiệu chỉnh mô hình trạm đo Bản Đôn



Hình 7: Kết quả kiểm định mô hình trạm đo Krong Buk

Bảng 2: Đánh giá hệ số Nash quá trình hiệu chỉnh mô hình

Tiểu lưu vực	Hiệu chỉnh		Kiểm định	
	Nash	ΔW	Nash	ΔW
Bản Đôn	83%	10%	77%	2%
Cầu 14	78%	14%	72%	8%
Đức Xuyên	73%	10%	71%	9%
Giang Sơn	69%	11%	51%	20%
Krong Buk	73%	10%	74%	16%

3.3. Đánh giá kết quả hiệu chỉnh dữ liệu khí tượng

Để hiệu chỉnh các sai số về nhiệt độ, Nghiên cứu sử dụng phương pháp *Delta-Change (DT)*, Kết quả cho thấy trước khi hiệu chỉnh, sai số giữa thực đo và dữ liệu mô phỏng khá lớn, có những giai đoạn sai số đến 2,3 °C/ngày. Tuy nhiên sau khi hiệu chỉnh, mức độ sai khác với dữ liệu thực đo đã giảm đáng kể, biểu hiện ở

các giá trị sai lệch dần tiến tới 0. Kết quả sau hiệu chỉnh cho thấy mức độ hợp lý khi sử dụng phương pháp hiệu chỉnh.

Phương pháp GQM đối với lượng mưa đã cải thiện tốt hơn chất lượng mô phỏng thể hiện ở *Bảng 3, bảng 4*. Kết quả đánh giá cho thấy, trước khi hiệu chỉnh, trị số trung bình lượng

mưa ngày cũng như độ lệch chuẩn của nó có khác biệt đáng kể so với thực đo. Kết quả sau hiệu chỉnh cho thấy các chỉ tiêu đánh giá sai số đã xấp xỉ với thực đo (độ lệch của kết quả tính toán so với thực đo dần tiến tới 0) thể hiện mức độ hiệu quả cũng như cần thiết của phương pháp hiệu chỉnh sai số.

Bảng 3: Đánh giá sự thay đổi trung bình của lượng mưa trước và sau khi hiệu chỉnh

Đơn vị: mm/ngày

Thời gian dự báo	Lưu vực	Srepok	Bản Đôn	Cầu 14	Đức Xuyên	Krông Buk	Giang Sơn
1 tháng	Trước hiệu chỉnh	1,0	0,6	1,3	1,7	1,0	0,8
	Sau hiệu chỉnh	0,3	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1
2 tháng	Trước hiệu chỉnh	1,2	0,7	1,4	1,7	1,1	0,8
	Sau hiệu chỉnh	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
3 tháng	Trước hiệu chỉnh	1,2	0,7	1,3	1,7	1,0	0,8
	Sau hiệu chỉnh	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
4 tháng	Trước hiệu chỉnh	1,2	0,8	1,4	1,8	1,1	0,8
	Sau hiệu chỉnh	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1
5 tháng	Trước hiệu chỉnh	1,3	0,8	1,5	1,8	1,2	0,9
	Sau hiệu chỉnh	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1
6 tháng	Trước hiệu chỉnh	1,3	0,8	1,5	1,8	1,2	0,9
	Sau hiệu chỉnh	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2

Bảng 4: Đánh giá sự thay đổi độ lệch chuẩn của lượng mưa trước và sau khi hiệu chỉnh

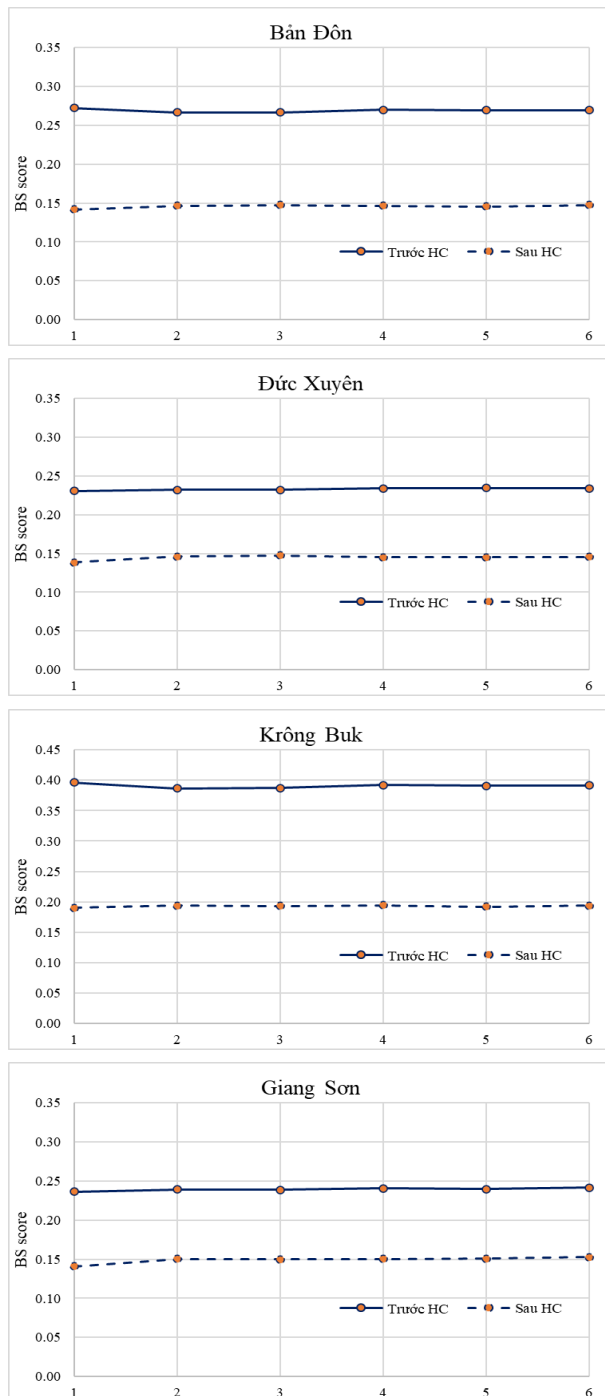
Đơn vị : mm/ngày

Thời gian dự báo	Lưu vực	Srepok	Bản Đôn	Cầu 14	Đức Xuyên	Krông Buk	Giang Sơn
1 tháng	Trước hiệu chỉnh	2,8	2,0	2,3	0,9	4,4	2,8
	Sau hiệu chỉnh	0,6	0,9	0,3	0,5	1,4	1,0
2 tháng	Trước hiệu chỉnh	2,6	1,8	2,0	0,7	4,2	2,7
	Sau hiệu chỉnh	0,5	0,7	0,2	0,4	1,2	0,5
3 tháng	Trước hiệu chỉnh	2,6	1,8	2,0	0,6	4,2	2,7
	Sau hiệu chỉnh	0,6	0,8	0,3	0,5	1,4	0,9
4 tháng	Trước hiệu chỉnh	2,5	1,8	2,0	0,6	4,2	2,7
	Sau hiệu chỉnh	0,5	0,7	0,2	0,4	1,5	0,6
5 tháng	Trước hiệu chỉnh	2,4	1,6	1,9	0,6	4,0	2,5
	Sau hiệu chỉnh	0,4	0,6	0,2	0,3	1,5	0,9
6 tháng	Trước hiệu chỉnh	2,4	1,6	1,9	0,5	4,0	2,5
	Sau hiệu chỉnh	0,4	0,7	0,2	0,4	1,6	1,0

Hình 8 phản ánh hiệu quả của kỹ thuật hiệu chỉnh trong việc nâng cao chất lượng dự báo xác suất cho dự báo các sự kiện mưa sử dụng điểm số BS [5]. Hình vẽ thể hiện phạm vi thay

đổi của giá trị BS cho toàn bộ 4 tiểu lưu vực; trục tung biểu thị giá trị BS, trục hoành biểu thị thời gian dự kiến.

Có thể thấy hiệu quả rõ rệt của kỹ thuật hiệu chỉnh trong việc nâng cao kỹ năng dự báo xác suất các sự kiện mưa. Do vậy khi áp dụng bước hiệu chỉnh này cho các số liệu mô phỏng trong tương lai sẽ cho kết quả đáng tin cậy hơn.



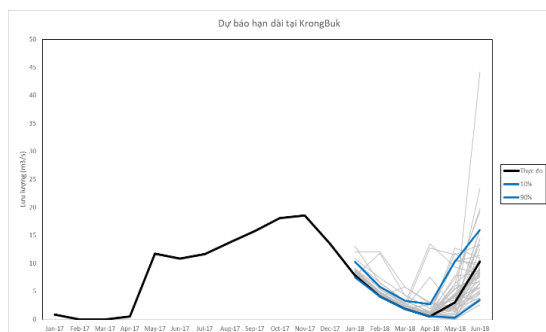
Hình 8: Biểu đồ so sánh giá trị BS của sản phẩm dự báo tổ hợp đã hiệu chỉnh với sản phẩm dự báo tổ hợp thô

3.4. Dự báo thử nghiệm

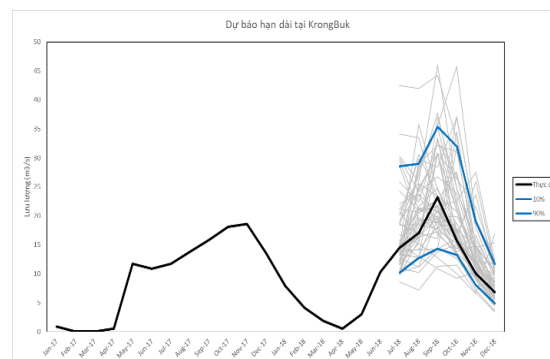
Các bước thực hiện dự báo thử nghiệm tương tự như mô phỏng lại dòng chảy thực đo, chỉ khác nhau ở đầu vào của mô hình. Đầu vào của dự báo thử nghiệm là dữ liệu mưa và nhiệt độ từ hệ thống động lực mùa đã qua hiệu chỉnh, từ đó kết hợp với mô hình thủy văn mưa – dòng chảy đã được hiệu chỉnh kiểm định để cho ra kết quả dòng chảy dự báo. Thời gian dự báo thử nghiệm từ tháng 1/2018 đến tháng 10/2019 với thời gian dự kiến mỗi lần dự báo là 6 tháng. Nghiên cứu sử dụng dữ liệu mưa và bốc hơi thực đo từ tháng 1/2017 đến tháng 12/2017 để làm cơ sở hiệu chỉnh dữ liệu mưa và nhiệt độ mô phỏng cho dự báo từ tháng 1-6/2018. Để mô phỏng dự báo từ tháng 2-7/2018, cập nhật số liệu thực đo của tháng 1/2018 để tiếp tục làm cơ sở cho quá trình hiệu chỉnh dữ liệu. Tương tự lặp lại với các lần dự báo tiếp theo.

Do mục tiêu của bài toán dự báo hạn dài này là lượng dòng chảy tiềm năng để các nhà quản lý có thể dựa vào đó để đưa ra các kế hoạch khai thác, sử dụng nước hiệu quả, nên các hoạt động khai thác sử dụng nước trên lưu vực sông sẽ không được xem xét trong bài toán này. Trong khi đó dòng chảy đo thực tế trên lưu vực sông đã chịu tác động từ rất nhiều các hoạt động khai thác, sử dụng nước như hồ thủy lợi, thủy điện, các công trình lấy nước... Vì thế, dòng chảy thực đo trong nghiên cứu này sẽ là dòng chảy hoàn nguyên, là dòng chảy mô phỏng bằng mô hình thủy văn với số liệu mưa và bốc hơi đầu vào là số liệu thực đo.

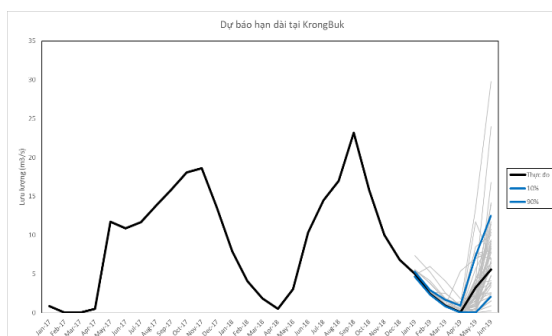
Kết quả dự báo thử nghiệm tại trạm Krông Buk một số thời gian điển hình được thể hiện từ hình 9 đến hình 12. Đường màu đen đậm thể hiện dòng chảy trung bình tháng thực đo, đường màu xanh thể hiện khoảng giá trị từ 10-90% kết quả các mô hình.



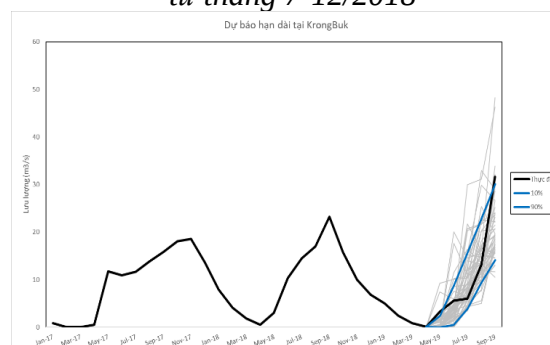
Hình 9: Dự báo thử nghiệm tại KrongBuk từ tháng 1-6/2018



Hình 10: Dự báo thử nghiệm tại KrongBuk từ tháng 7-12/2018



Hình 11: Dự báo thử nghiệm tại KrongBuk từ tháng 1-6/2019



Hình 12: Dự báo thử nghiệm tại KrongBuk từ tháng 4-9/2019

Dựa vào kết quả tính toán được trên 51 mô hình, đa số các mô hình đều cho kết quả nằm trong khoảng giá trị từ 10-90%, phù hợp với xu thế lên xuống của dòng chảy tự nhiên. Kết quả mô phỏng theo thời đoạn ngày nhưng hình vẽ thể hiện dòng chảy trung bình tháng nhằm hiển thị rõ hơn sự khác biệt giữa dự báo và thực tế.

Nghiên cứu sử dụng chỉ số về sai số trung bình tuyệt đối (MAE) tính trung bình cho từng ngày để đánh giá độ tin cậy của dự báo thử nghiệm đối với 2 mùa, mùa kiệt từ tháng XII – VII năm sau và mùa lũ từ tháng VIII- tháng XI, kết quả thể hiện ở *bảng 5* và *bảng 6*.

Bảng 5: Đánh giá sai số MAE đối với mùa kiệt của dự báo thử nghiệm

Đơn vị: (m³/s)

Thời gian dự báo	Krông Buk	Giang Sơn	Đức Xuyên	Cầu 14	Bản Đôn	Srepok
1 tháng	2,3	17,2	24	49,2	55,7	57,8
2 tháng	3,8	35,7	39,1	90,5	102,9	108,2
3 tháng	3,1	29,3	31,1	72,3	83,6	88,9
4 tháng	3,9	38,1	41,8	93,3	105,7	111,0
5 tháng	4,4	42,4	40,2	95,2	107,7	113,5
6 tháng	3,9	34,3	35,6	76,2	85,2	88,6

Bảng 6: Đánh giá sai số MAE đối với mùa lũ của dự báo thử nghiệm

Đơn vị: (m³/s)

Thời gian dự báo	Krông Buk	Giang Sơn	Đức Xuyên	Cầu 14	Bản Đôn	Srepok
1 tháng	7,4	70,9	84,3	182,7	203	212,8
2 tháng	8,3	91,0	100,3	233,0	267,2	286,6

3 tháng	8,7	88,0	90,7	209,9	240,4	257,6
4 tháng	8,5	92,5	95,7	222,0	254,9	275,6
5 tháng	11,2	100,6	95,8	226,5	261,5	280,0
6 tháng	9,5	93,2	89,6	211,4	243,3	261,8

Nhìn vào bảng kết quả có thể nhận thấy, sai số trung bình tuyệt đối ở tất cả các tiểu lưu vực càng lớn khi thời gian dự báo càng dài ở cả mùa kiệt và mùa lũ. Riêng kết quả sai số dự báo cho 6 tháng có vẻ tốt hơn so với dự báo 5 tháng có thể do dự báo thử nghiệm mới chỉ thực hiện trong 1,5 năm nên kết quả chưa thể hiện được đầy đủ

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đánh giá khai thác tiềm năng sử dụng sản phẩm tổ hợp mưa dự báo của mô hình dự báo số trị ECMWF với 51 thành viên. Tiến hành đánh giá kỹ năng dự báo của các sản phẩm mưa dự báo, đồng thời sử dụng kỹ thuật hiệu chỉnh cho từng thành viên tổ hợp. Việc hiệu chỉnh được tiến hành riêng lẻ cho mỗi tiểu lưu vực với từng thời gian dự báo (từ 1-6 tháng) – có cập nhật số liệu thực đo và dự báo mới nhất cũng như loại bỏ những số liệu cũ sau khi cập nhật. Kỹ thuật hiệu chỉnh đã cho thấy hiệu quả trong việc nâng cao chất lượng mưa dự báo, cải thiện rõ rệt chất lượng dự báo hạn dài với các chỉ số thống kê như trung bình, độ lệch chuẩn sau hiệu chỉnh đã xấp xỉ so với thực đo. Chỉ số BS đánh giá tổ hợp dự báo

cũng cho kết quả cải thiện đáng kể sau khi thực hiện bước hiệu chỉnh sai số khi nó từ trung bình khoảng 0,3 (trước hiệu chỉnh) tiến đến xấp xỉ 0,15 (sau hiệu chỉnh).

Xây dựng được mô hình thủy văn mưa – dòng chảy cho lưu vực Srepok dựa trên mô hình Tank, kết nối trực tiếp với các sản phẩm tổ hợp mưa dự báo

Tiến hành dự báo dòng chảy hạn dài 6 tháng thử nghiệm sử dụng sản phẩm dự báo tổ hợp khí tượng của ECMWF. Kết quả cho thấy, chũm kết quả dự báo (tổ hợp) khá phù hợp với số liệu thực đo. Đường quá trình thực đo đa số các trường hợp nằm trong đường bao trị số dự báo 10% và 90%. Với kết quả dự báo tổ hợp như trên, các nhà quản lý có thể hình dung được mức độ không chắc chắn của kết quả dự báo trong tương lai để từ đó đưa ra các kịch bản vận hành, khai thác sử dụng nước một cách phù hợp. Nhìn chung, các sai số dự báo tính trung bình trên cả 51 mô hình biến đổi trong khoảng 15-30% so với giá trị thực tế. Thời gian dự kiến dự báo càng xa thì kết quả sai số thường cao hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] N. Ngọc Hoa, N. Lê An, Đ. Quang Trí, T. Thọ Đạt, Đ. Thanh Mai, and Đ. Đức Trường, “Nghiên cứu phương pháp dự báo và cảnh báo hạn khí tượng thủy văn áp dụng cho khu vực tỉnh Đắk Lắk, Tây Nguyên,” *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, vol. 3, 2019.
- [2] N. T. Thành, “Đánh giá chất lượng dự báo trường khí tượng của một số mô hình khí hậu toàn cầu cho khu vực Việt Nam,” *Tạp chí Khoa học kỹ thuật thủy lợi và môi trường*, vol. 74, 2021.
- [3] N. T. T. Hà, H. T. Tùng, and N. Q. Kim, “Hiệu chỉnh sản phẩm dự báo tổ hợp lượng mưa hạn mùa từ hệ thống dự báo động lực cho vùng đồng bằng sông Cửu long,” *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Kỹ thuật môi trường*, vol. 73, 2021.
- [4] M. Mendez, B. Maathuis, D. Hein-Griggs, and L. F. Alvarado-Gamboa, “Performance evaluation of bias correction methods for climate change monthly precipitation projections over Costa Rica,” *Water (Switzerland)*, vol. 12, no. 2, 2020.

- [5] Đ. Anh Đức, N. Thị Thu Hà, and N. Lê An, “Hiệu chỉnh sản phẩm mưa dự báo tổ hợp phục vụ cho bài toán dự báo lũ lưu vực sông Kôn, tỉnh Bình Định,” *Khoa học kỹ thuật thủy lợi và môi trường*, vol. 69, no. 6, 2020.