

# NGHIÊN CỨU DỰ BÁO MƯA CHO LƯU VỰC SÔNG CẢ

**NCS. Hoàng Thanh Tùng**

*Khoa Thủy văn và Tài Nguyên nước, Đại học Thủy lợi*

**PGS. TS. Vũ Minh Cát**

*Khoa Kỹ Thuật Bờ biển, Đại học Thủy lợi*

**GS. Roberto Ranzi**

*Khoa Xây dựng, Đại học Brescia, Italia*

**Tóm tắt:** Dự báo mưa, đặc biệt là dự báo định lượng mưa hiện nay ở Việt Nam vẫn là một vấn đề rất khó, nhưng cũng là một trong những yêu cầu cấp thiết trong công tác dự báo, nhất là dự báo mưa, lũ phục vụ vận hành hệ thống hồ chứa phòng chống thiên tai ở cấp độ lưu vực. Nghiên cứu này trình bày sự kết hợp giữa mô hình số trị dự báo thời tiết BOLAM với nhận dạng hình thể thời tiết để dự báo mưa cho lưu vực sông Cả. Với sự kết hợp này, chúng ta có thể đưa ra giá trị dự báo mưa cho các khu vực khác nhau trên lưu vực với độ tin cậy hơn so với trường hợp chỉ sử dụng mô hình số trị đơn thuần.

**Các từ khóa:** Sông Cả, dự báo, trung hạn, BOLAM, hình thể thời tiết

## 1. MỞ ĐẦU

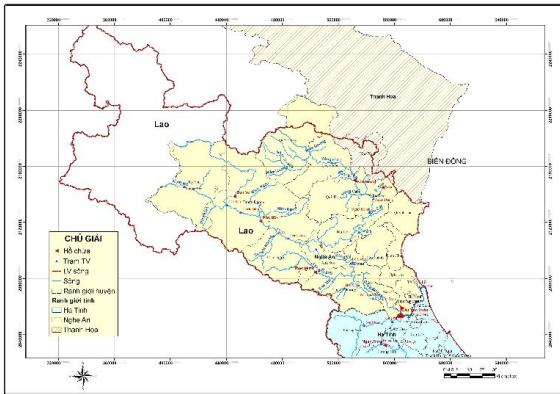
Dự báo mưa, đặc biệt là dự báo định lượng mưa hiện nay ở Việt Nam vẫn là một vấn đề rất khó, nhưng cũng là một trong những yêu cầu cấp thiết trong công tác dự báo, đặc biệt trong dự báo mưa lũ trung hạn phục vụ vận hành hồ chứa, phòng chống thiên tai. Các mô hình số trị dự báo mưa hiện nay đang được sử dụng ở Trung tâm Dự báo KTTVTW và một số cơ quan nghiên cứu thuộc Bộ Tài nguyên và môi trường như MM5, ETA, HRM, ... cũng chưa cho kết quả ở mức độ chính xác mong muốn về lượng. Việc ứng dụng các mô hình này kết hợp với các thông tin khác trong dự báo tác nghiệp vẫn còn ở dạng rời rạc, thiếu hệ thống. Với phạm vi ở cấp lưu vực, việc dự báo mưa càng trở nên phức tạp hơn vì độ phân giải các ô lưới trong các mô hình số trị này là tương đối lớn so với diện tích của lưu vực và các tiểu lưu vực (trong phần lớn các mô hình nêu trên độ phân giải thường là 12 đến 14 km), chính vì vậy cần phải có một cách tiếp cận tốt mang tính cập nhật cho lưu vực để xem xét hiệu chỉnh và đưa ra giá trị dự báo mưa phù hợp hơn. Nghiên cứu đã kết hợp mô hình số trị dự báo thời tiết BOLAM với phương pháp nhận dạng hình thể thời tiết gây mưa để dự báo mưa cho lưu vực sông Cả.

## Giới thiệu tóm tắt khu vực nghiên cứu

Lưu vực sông Cả nằm ở vùng Bắc Trung bộ, có tọa độ địa lý từ  $18^{\circ}15'$  đến  $20^{\circ}10'30''$  vĩ độ Bắc;  $103^{\circ}45'20''$  đến  $105^{\circ}15'20''$  kinh độ Đông. Điểm đầu của lưu vực nằm ở tọa độ  $20^{\circ}10'30''$  vĩ Bắc;  $103^{\circ}45'20''$  kinh độ Đông. Cửa ra của lưu vực nằm ở tọa độ  $18^{\circ}45'27''$  vĩ Bắc;  $105^{\circ}46'40''$  kinh độ Đông. Lưu vực sông Cả nằm trên hai quốc gia, phần thượng nguồn nằm trên đất tỉnh Phong Sa Vãn và Sầm Nưa của nước Cộng hòa dân chủ nhân dân Lào. Ở Việt Nam, lưu vực sông nằm trên địa phận của 3 tỉnh Thanh Hoá, Nghệ An, Hà Tĩnh (Hình 1). Theo tài liệu đặc trưng mạng lưới sông ngòi Việt Nam của tổng cục Thủy Văn xuất bản, diện tích tự nhiên toàn bộ lưu vực hệ thống sông Cả, tính từ thượng nguồn đến cửa sông là  $27.200 \text{ km}^2$ , trong đó diện tích trên lãnh thổ Việt Nam là  $17.730 \text{ km}^2$  (Thanh Hóa:  $441 \text{ km}^2$ , Nghệ An:  $13.861 \text{ km}^2$ , và Hà Tĩnh:  $3.428 \text{ km}^2$ ).

Lưu vực sông Cả nằm trong miền khí hậu nhiệt đới gió mùa, trong năm chịu ảnh hưởng của các hoàn lưu khí quyển như: khối không khí cực đới lục địa Châu á, khối không khí xích đạo Thái Bình Dương với hướng gió Đông Nam hoạt động mạnh từ tháng V tới tháng X và mạnh nhất vào tháng IX, X và khối không khí nhiệt

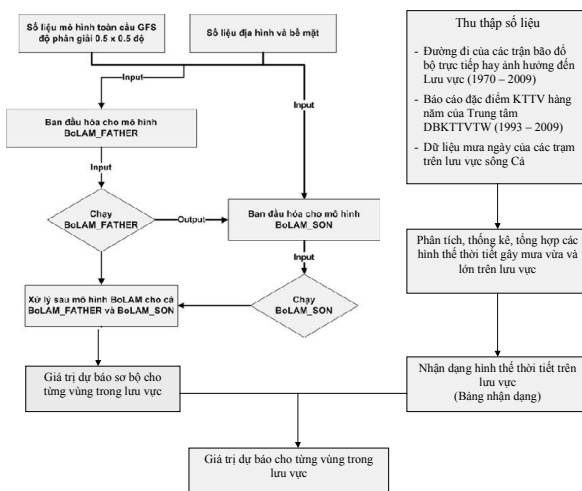
đối Ấn Độ Dương với hướng gió Tây Nam hoạt động mạnh vào các tháng V, VI, VII, VIII và mạnh nhất vào tháng VII.



Hình 1: Bản đồ lưu vực sông Cà

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nhờ có những tiến bộ vượt bậc của công nghệ tin học mà bên cạnh việc sử dụng phương pháp truyền thống synop để dự báo hình thể thời tiết, hiện nay các mô hình số trị dự báo thời tiết trong đó có dự báo mưa đang được áp dụng ngày càng nhiều ở Việt Nam. Nghiên cứu đã sử dụng kết hợp mô hình số trị BOLAM và mô hình nhận dạng hình thể thời tiết để dự báo mưa cho lưu vực sông Cà. Các bước thực hiện nghiên cứu được mô tả tóm tắt trong sơ đồ Hình 2 dưới đây:



Hình 2: Các bước tiến hành dự báo mưa cho lưu vực sông Cà

Ở sơ đồ trên đây, mô hình số trị BOLAM được dùng để dự báo sơ bộ cho từng khu vực

của lưu vực, còn mô hình nhận dạng hình thể thời tiết (bảng nhận dạng) được dùng để xem xét hiệu chỉnh nhằm đưa ra một giá trị dự báo linh hoạt cho các khu vực khác nhau trên lưu vực sông Cà.

### Giới thiệu về mô hình số trị BOLAM

Mô hình BOLAM do Viện Nghiên cứu Khoa học Khí quyển và Khí hậu Bologna (Institute of Atmospheric Sciences and Climate in Bologna (ISAC-CNR), Italia xây dựng và phát triển từ những năm 1990, đây là một trong những mô hình khí tượng hiện đại và chính xác nhất hiện nay được các nước Châu Âu sử dụng rất nhiều để dự báo thời tiết.

Cũng giống như mô hình MM5 của Hoa Kỳ, mô hình BOLAM cũng phải chạy trên máy vi tính tốc độ cao như siêu vi tính Cray hoặc máy chạy Unix. Gần đây ISAC cũng đã thành công trong việc cài đặt BOLAM cho máy Intel/AMD PC chạy Linux do vậy hoàn toàn có thể áp dụng ở Việt Nam. Trường Đại học Thủy lợi thông qua hợp tác nghiên cứu với các đối tác Italia (Trường Đại học Brescia, Đại học Bách khoa Milan, IASC) đã tiếp nhận chương trình nguồn của mô hình BOLAM và đã cùng với Trung tâm Dự báo KTTVTW cài đặt và chạy thử nghiệm.

Mô hình BOLAM mô phỏng các quá trình động lực và quá trình tương tác vật lý với bề mặt trái đất nó bao gồm các phương trình cơ bản sau:

### Phần động lực của mô hình:

- Hệ phương trình nguyên thủy với 5 biến dự báo:  $u, v, \theta, q, ps$  và 5 biến vi vật lý mây
- Lưới quay Arakawa C; hệ tọa độ lai  $p=p_0\sigma - (p_0-ps)\sigma$  ( $\alpha > 1$ ) trên lưới không đều;
- Sơ đồ bình lưu 3 chiều tiến-lùi (FBAS - Malguzzi and Tartaglione, 1999) kết hợp với sơ đồ bình lưu bán Lagrange cho các loại băng; hoặc sơ đồ WAF (Weighted Average Flux).
- Sơ đồ hiển thị theo thời gian (FB cho sóng trọng trường);
- Khuếch tán theo phương ngang bậc bốn (4th) và phân kỳ khuếch tán bậc hai (2nd);
- Sơ đồ Davies-Källberg-Lehmann cho điều kiện biên.

### Phần vật lý của mô hình bao gồm:

- Bức xạ: hồng ngoại nhiệt và năng lượng mặt trời, có tương tác với mây (Ritter & Geleyn và mô hình RRTM - Rapid Radiative Transfer Model). của ECMWF

- Khuếch tán theo phương thẳng đứng (tham số hóa bề mặt và lớp biên PBL) phụ thuộc vào chỉ số Richardson (sơ đồ Louis và hiện nay: E-1).

- Sơ đồ đất: 4 lớp (hợp tác với Khí tượng Liên bang Nga; “Drofa và cộng sự, 2003-2005”).

- Sơ đồ vi vật lý với 5 loại (băng mây, nước mây, mưa, tuyết và mưa đá), cải tiến từ công trình của Schultz (1995) và Drofa (2001). Có bộ số liệu toàn cầu

- Tham số hóa mưa đối lưu: Sơ đồ Kain-Fritsch (Kain, 2004), cho phép tương tác với sơ đồ vi vật lý.

Điều kiện ban đầu và điều kiện biên cho mô hình BOLAM có thể lấy được từ 2 nguồn khác nhau: từ dự báo toàn cầu của cơ quan Khí tượng Hoa Kỳ hoặc từ Trung tâm Dự báo Thời tiết Hạng vừa của Châu Âu (European Center for Medium Range Weather Forecast – ECMWF). Các bản tin dự báo được cập nhật với những dữ kiện và tin tức khí tượng mới nhất từ vệ tinh, radars, báo cáo từ các đài khí tượng, trong khu vực.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

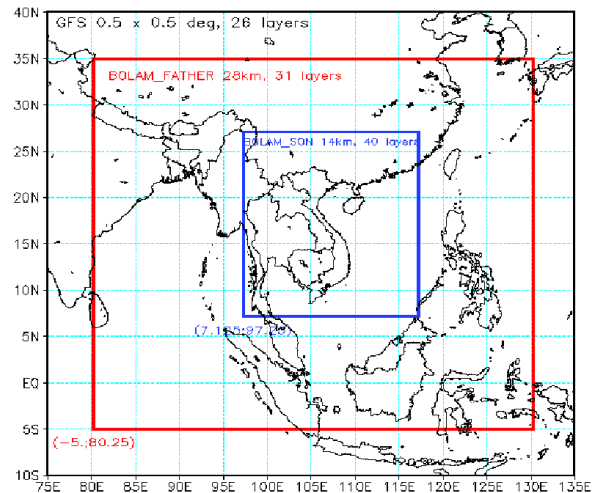
#### Áp dụng mô hình số trị BOLAM:

Mô hình số trị BOLAM đã được cài đặt và thử nghiệm ở Trung tâm DBKTTVTW và Trường Đại học Thủy lợi để dự báo thử nghiệm.

Điều kiện ban đầu và điều kiện biên cho mô hình BOLAM được lấy từ tập số liệu phân tích và dự báo 6 giờ của mô hình toàn cầu GFS có độ phân giải ngang 0,5 x 0,5 độ. Những số liệu từ GFS đã được tiền xử lý trước khi đưa vào làm đầu vào cho mô hình BOLAM. Cụ thể, chỉ các trường gió, nhiệt, ẩm áp tại bề mặt và trên cao (tại 26 mực đẳng áp chuẩn) cùng với một trường tham số bề mặt được sử dụng thay vì lấy toàn bộ các trường khí tượng có trong các file số liệu của mô hình toàn cầu GFS. Ngoài ra, miền số liệu GFS cũng được thu nhỏ lại với góc bên dưới trái nhất có tọa độ (100S, 750E) và số nút

lưới theo chiều kinh hướng là 121 và kinh hướng là 101. Việc tiền xử lý và thu nhỏ miền số liệu GFS nhằm mục đích tối ưu thời gian lấy số liệu và ban đầu hóa trong mô hình BOLAM nhưng vẫn đảm bảo độ chính xác trong tính toán.

BOLAM\_FATHER có độ phân giải 28km còn BOLAM\_SON có độ phân giải là 14km. Hình 3 minh họa miền số liệu đầu vào từ mô hình toàn cầu GFS (miền ngoài cùng) và miền tính toán của BOLAM\_FATHER (miền có đường viền màu đỏ) và BOLAM\_SON (ô vuông màu xanh trong cùng). Các đặc trưng về động lực, vật lý và phương pháp số (bao gồm lưới tính phân, hệ tọa độ thẳng đứng, ....) của 2 phiên bản mô hình BOLAM được đưa ra trong Bảng 1. Nhìn chung, cấu hình động lực, vật lý và phương pháp số của 2 phiên bản mô hình BOLAM là tương tự nhau. Sự khác biệt chủ yếu là về lưới tính toán, bước thời gian tích phân, điều kiện ban đầu và điều kiện biên theo thời gian. Trong khi phiên bản BOLAM\_FATHER sử dụng các trường phân tích và dự báo của mô hình toàn cầu GFS làm điều kiện ban đầu và điều kiện biên, thì phiên bản BOLAM\_SON lại sử dụng trường phân tích và dự báo của phiên bản BOLAM\_FATHER để làm tập số liệu đầu vào.



Hình 3: Miền số liệu đầu vào của mô hình toàn cầu GFS và miền tính toán của mô hình khu vực BOLAM cho phiên bản FATHER và SON

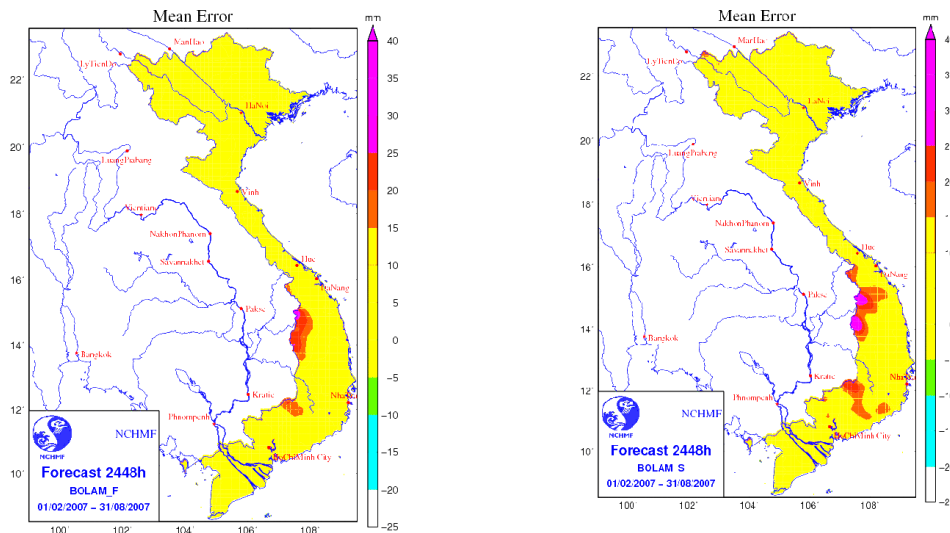
**Bảng 1:** Cấu hình động lực, vật lý và phương pháp số của 2 phiên bản mô hình BOLAM trong dự báo định lượng mưa cho Việt Nam

Cấu hình		Phiên bản mô hình BOLAM	
		BOLAM_FATHER	BOLAM_SON
Động lực		Hệ phương trình nguyên thủy, thủy tĩnh	Hệ phương trình nguyên thủy, thủy tĩnh
Vật lý	Đổi lưu	Sơ đồ Kain-Fritsch	Sơ đồ Kain-Fritsch
	Bức xạ	Sơ đồ RRTM	Sơ đồ RRTM
	Lớp biên	Sơ đồ Monin-Obukhov	Sơ đồ Monin-Obukhov
	Đất	Sơ đồ 4 lớp	Sơ đồ 4 lớp
Sơ đồ bình lưu		Sơ đồ FBAS	Sơ đồ FBAS
Sơ đồ sai phân thời gian		Sơ đồ Euler bậc 2	Sơ đồ Euler bậc 2
Hệ tọa độ thẳng đứng		hệ tọa độ sigma lai	hệ tọa độ sigma lai
Lưới sai phân ngang		Arakawa C	Arakawa C
Độ phân giải ngang		28km (201 x 161 nút lưới)	14km (161 x 161 nút lưới)
Số mực thẳng đứng		31	40
Điều kiện ban đầu	Khí tượng	GFS 0.5 x 0.5 độ	BOLAM_FATHER 28km
	Địa hình	USGS 0.9km	USGS 0.9km
	Đất	FAO	FAO
Điều kiện biên		GFS 0.5 độ, cập nhật biên 6 giờ	BOLAM_FATHER 28km, cập nhật biên 6 giờ
Hạn dự báo		72h	72h

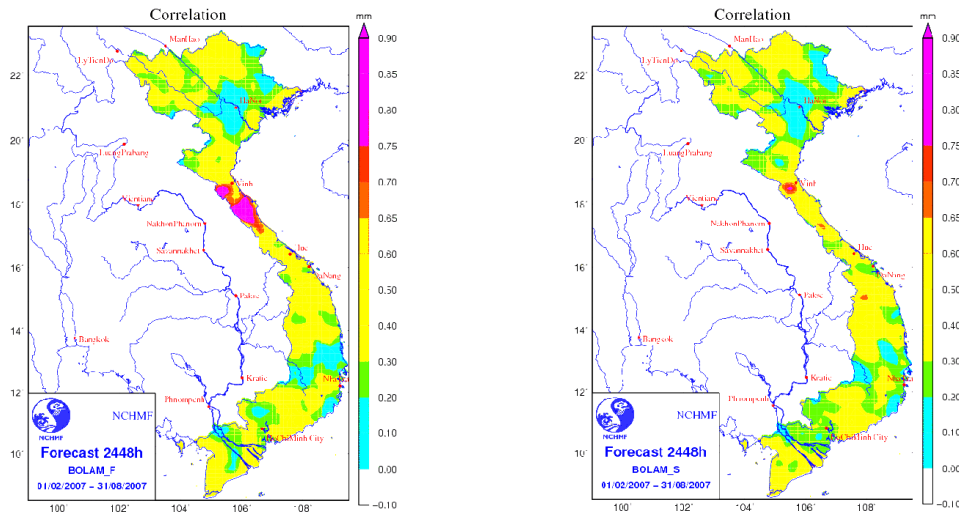
Kết quả dự báo mưa từ mô hình BOLAM đã được so sánh với mưa thực đo dạng ô lưới có độ phân giải 14km tương ứng với ô lưới của BOLAM\_SON. Các chỉ tiêu đánh giá được sử dụng là sai số trung bình ME (mean error) và hệ số tương quan COR (coefficient of correlation).

Kết quả đánh giá dự báo thử nghiệm trong

năm 2007 tại Trung tâm DBKTTVTW cho thấy mô hình BOLAM thường cho dự báo thiên cao. Tuy nhiên, bản đồ phân bố cũng cho thấy dự báo đã bắt được các tâm mưa chính, đó là tâm mưa ở vùng núi phía Bắc, tâm mưa tại khu vực Hà Tĩnh, Quảng Bình và tâm mưa tại Nam Tây Nguyên và miền Đông Nam Bộ.



**Hình 4:** Phân bố sai số trung bình theo phân tích và dự báo với hạn dự báo 2 ngày theo BOLAM\_FATHER (các hình bên trái) và BOLAM\_SON (các hình bên phải).



Hình 5: Phân bố hệ số tương quan COR theo phân tích và dự báo với hạn dự báo 2 ngày theo BOLAM\_FATHER và BOLAM\_SON.

Theo kết quả đánh giá được minh họa trên hình 4, 5 ta thấy BOLAM có xu hướng cho giá trị dự báo thiên cao. Sai số này chủ yếu có nguyên nhân từ mô hình. Tuy nhiên theo khu vực, BOLAM có thể cho dự báo tương đối tốt với khu vực miền núi phía bắc, khu vực bắc Trung Bộ trong đó có lưu vực sông Cả với thời hạn 1 ngày và 2 ngày. Điều này mở ra khả năng sử dụng mô hình BOLAM để này dự báo mưa cho lưu vực sông Cả trên cơ sở xem xét, nhận dạng hình thể thời tiết gây mưa lớn trên lưu vực để hiệu chỉnh và đưa ra kết quả dự báo cuối cùng phục vụ dự báo lũ và vận hành hồ chứa.

**Xây dựng bảng nhận dạng hình thể thời tiết:**

Căn cứ vào cơ chế động lực, nhiệt lực và điều kiện hoàn lưu, các dạng hình thể thời tiết (hình thể synop) gây mưa bao gồm :

- Mưa do bão, ATNĐ (xoáy thuận nhiệt đới).
- Mưa do dải hội tụ nhiệt đới.
- Mưa do hoạt động của áp cao cận nhiệt đới Thái Bình Dương.
- Mưa do các nhiễu động trên cao khác trong tầng đối lưu (rãnh gió tây trên cao và sóng đông).

Trên thực tế, không phải tất cả các hình thể thời tiết giống nhau đều có thể gây mưa lớn diện rộng và tình trạng lũ lụt như nhau. Bởi vậy, để

có cơ sở khoa học vững chắc để xây dựng bảng nhận dạng các hình thể thời tiết gây mưa vừa và mưa to trên khu vực Bắc Trung bộ, nghiên cứu đã tiến hành thu thập và phân tích đánh giá các tài liệu sau:

- Đường đi của tất cả các cơn bão, ATNĐ đổ bộ trực tiếp hoặc ảnh hưởng tới lưu vực sông Cả (97 trận từ năm 1970 đến 2009).

- Sổ ghi chép tay về Bão, ATNĐ và KKL của Trung Tâm Dự báo KTTVTW từ năm 1974 đến 1995.

- Báo cáo đặc điểm khí tượng thủy văn hàng năm của Trung tâm Quốc gia Dự báo KTTV (từ 1993 – 2009) trong đó có thống kê tất cả các đợt mưa lũ lớn trên các lưu vực sông.

- Số liệu mưa ngày của các trạm đo mưa trong lưu vực từ năm 1970 đến 2007.

- Hồ sơ các trận lũ lớn và đặc biệt lớn trên lưu vực của Trung tâm Quốc gia Dự báo KTTV.

Với những tài liệu trên đây, nghiên cứu đã bước đầu tiến hành phân tích hình thể synop gây mưa của từng ngày, tìm các dấu hiệu đặc trưng và đánh giá sự tiến triển của các quá trình synop trong toàn đợt lũ. Sau đó thông qua kết quả phân tích, đánh giá quá trình vật lý xảy ra trong toàn đợt mưa lũ, xây dựng hình thể synop đặc trưng của từng đợt mưa, lũ và các chỉ tiêu đặc trưng của các nguyên nhân gây mưa. Cuối cùng

bằng phương pháp phân tích so sánh, tổng hợp xây dựng các mô hình synop đặc trưng chung với các dấu hiệu động nhiệt lực kèm theo và mô phỏng bởi dạng hình thể synop tiêu biểu nhất (Bảng 2). Dĩ nhiên, trong quá trình xây dựng mô

hình đặc trưng bằng phương pháp nhận dạng, ta có thể loại bỏ một số dấu hiệu hay đặc trưng riêng thông qua nhận xét đánh giá hình thể và lượng mưa bình quân lưu vực và phân bố mưa trên bản đồ mưa đẳng trị.

**Bảng 2:** Nhận dạng hình thể thời tiết gây mưa trên lưu vực sông Cả

Hình thể thời tiết chủ yếu	Hình thể thời tiết chi phối	Lượng mưa (mm)			Ghi chú
		Thượng S. Hiếu	Thượng S. Cả	Trung & hạ S. Cả	
Không khí lạnh (KKL)	Đơn thuần	<50	<20	<150	
	Một trong những hình thể: Front lạnh, hội tụ gió tây, rãnh gió tây, nén rãnh áp thấp, đới gió đông	<50	<30	<150	
Dải hội tụ nhiệt đới (ITZC)	Đơn thuần	-	-	-	Thời gian mưa > 3 ngày
	Một trong những hình thể: không khí lạnh, áp thấp, lưỡi cao áp cận nhiệt đới	20 - 100	20 - 100	100 - 200	
	Đới gió đông trên cao	50 - 100	50 - 100	150 - 200	
Xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ)	ATNĐ ảnh hưởng đơn thuần (vị trí cách xa Nghệ An)	<100	<50	50 - 150	Thời gian mưa từ 1 đến 2 ngày
	Bão di chuyển theo hướng bắc, tây bắc, đổ bộ vào khu vực từ Thanh Hóa đến Quảng Ninh ảnh hưởng đến Nghệ An	200 - 300	100 - 150	250 - 300	
	Bão đổ bộ vào các tỉnh từ Đà Nẵng đến Hà Tĩnh ảnh hưởng đến Nghệ An	100 - 200	50 - 150	250 - 300	
	Bão di chuyển ven biển, đổ bộ vào Trung Quốc ảnh hưởng đến Nghệ An	<50	0	100 - 200	
	Đổ bộ trực tiếp vào Nghệ An	100 - 300	100 - 200	200 - 400	
	XTNĐ kết hợp với ITZC	150 - 250	50 - 200	100 - 400	Thời gian mưa >3 ngày
	XTNĐ kết hợp với KKL	50 - 300	50 - 200	150 - 400	Phụ thuộc vào độ mạnh của KKL và cường độ của XTNĐ
	XTNĐ + KKL + 1 loại hình thời tiết nữa như đới gió đông, lưỡi cao áp	200 - 500	150 - 400	200 - 500	Lũ đặc biệt lớn 1988
	XTNĐ đổ bộ liên tiếp + KKL trong thời gian ngắn	300 - 400	150 - 250	500 - 1000	Lũ lịch sử 1978

Với kết quả đạt được trên đây, chúng ta hoàn toàn có thể tiến hành dự báo mưa cho các khu vực khác nhau của lưu vực sông Cả trong đó sử dụng mô hình số trị BOLAM để đưa ra giá trị dự báo sơ bộ, sau đó căn cứ vào các hình thể thời tiết hiện tại trên lưu vực để hiệu chỉnh và đưa ra giá trị dự báo mưa.

#### 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu dự báo mưa cho lưu vực sông Cả đã tiến hành nghiên cứu áp dụng mô hình số trị dự báo thời tiết BOLAM, một mô hình được chính tác giả và nhóm nghiên cứu ở Trung tâm Dự báo KTTVTW sang tiếp nhận, cài đặt thử nghiệm ở Trung tâm Dự báo KTTVTW và Đại học Thủy lợi trong khuôn khổ hợp tác song

phương giữa Chính phủ Việt Nam và Italia về Khoa học Kỹ thuật. Kết quả dự báo thử nghiệm trong năm 2007 cho thấy BOLAM có xu hướng hơi thiên cao, nhưng có kết quả tốt nhất với vùng Bắc Trung Bộ. Từ tính khả thi này, nghiên cứu đã tiến hành nghiên cứu nhận dạng hình thể thời tiết gây mưa vừa và lớn trên lưu vực để xây dựng bảng nhận dạng phục vụ việc hiệu chỉnh nhằm đưa ra giá trị dự báo đáng tin cậy hơn cho lưu vực sông Cả phục vụ việc vận hành hệ thống hồ chứa phòng lũ trên lưu vực. Tuy nhiên công tác thống kê hàng năm về các hình thể thời tiết cần được tiếp tục thực hiện để cập nhập vào bảng nhận dạng đã xây dựng nhằm đem lại kết quả tốt hơn nữa.

#### Tài liệu tham khảo

1. Vũ Minh Cát, và nnk (5-2008). Báo cáo Khoa học đề tài NCKH cấp Nhà nước “Hợp tác nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo lũ trung hạn kết nối với công nghệ điều hành hệ thống công trình phòng chống lũ cho đồng bằng sông Hồng – sông Thái Bình”. Trường Đại học Thủy lợi
2. Hoàng Thanh Tùng, và nnk (12-2009). Chuyên đề nghiên cứu Nhận dạng hình thể thời tiết gây mưa trên lưu vực Sông Cả - *Chuyên đề NCS*. Trường Đại học Thủy lợi.
3. Cơ sở dữ liệu số đường đi của các trận bão ảnh hưởng đến Việt Nam từ 1951 đến 2009 tại Website: <http://agora.ex.nii.ac.jp/~kitamoto/>
4. Các báo cáo hàng năm đặc điểm KTTV của Trung tâm Dự báo KTTVTW (1993 đến 2009).
5. KS. Lê Văn Ánh (2004). Mưa, bão, lũ và thiệt hại do chúng gây ra ở khu vực Bắc Trung Bộ. Tuyển tập Báo cáo NCKH năm 2004 của Trung Tâm KTTV Quốc Gia.

#### Abstract

#### STUDY ON RAINFALL FORECAST FOR THE CA RIVER BASIN

*Rainfall forecast, especially quantity rainfall forecast is now still very difficult in Vietnam, but it is an urgent requirement in regulation of reservoir system for flood control in river basin level. This study presents a combination of BOLAM model (a Weather Forecast) with Identification model of weather forms causing medium and heavy rainfall to forecast rainfall for the Ca River Basin. With this combination, forecasters can give out rainfall forecast for different area in the Basin with more reliable values than using only digital weather forecast model.*