

# SỬ DỤNG MƯA DỰ BÁO SỐ TRỊ PHÂN GIẢI CAO ĐỂ NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG DỰ BÁO LŨ KHU VỰC MIỀN TRUNG VÀ TÂY NGUYÊN

ThS. Nguyễn Văn Hiếu, TS. Bùi Minh Tăng, KS. Bùi Đức Long, ThS. Vũ Đức Long

Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương

**B**ài báo giới thiệu kết quả sử dụng các sản phẩm mưa dự báo của mô hình WRFARW vào dự báo báo lũ cho các sông ở khu vực miền Trung và Tây Nguyên. Một số thử nghiệm được thực hiện trên các mô hình thủy văn, thủy lực đang được sử dụng tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn (KTTV) Trung ương nhằm đánh giá khả năng sử dụng các sản phẩm dự báo mưa số trị. Các kết quả thử nghiệm bước đầu cho thấy việc đưa các sản phẩm dự báo mưa số trị phục vụ dự báo thủy văn đã góp phần nâng cao chất lượng dự báo lũ cho ở miền Trung và Tây Nguyên.

## 1. Mở đầu

Trong những năm gần đây, việc ứng dụng mô hình số trong dự báo thời tiết được phát triển mạnh mẽ. Hệ thống WRFARW là thể hệ mô hình phát triển tiếp theo của hệ thống dự báo thời tiết quy mô vừa được phát triển với hai mục đích nghiên cứu và ứng dụng nghiệp vụ. Hệ thống WRFARW gồm phần mô hình với hai nhân động lực khác nhau và phần hệ thống đồng hóa số liệu. Quy mô không gian có thể nắm bắt được của hệ thống là từ vài mét cho đến hàng nghìn km. Mô hình khu vực được lựa chọn trong đề tài là hệ thống WRFARW chạy với hai độ phân giải ngang là 15 km và 5 km với thời gian dự kiến đến 72 giờ (6 giờ một lần). Miền tính của độ phân giải 15km bao phủ toàn bộ Việt Nam (vĩ độ 5-26N; kinh độ 96-123E) trong khi miền tính 5 km tập trung vào khu vực miền Trung và Tây nguyên (vĩ độ 11,0-21,035N; kinh độ 103,0-113,035E).

Bài báo đã ứng dụng WRFARW dự báo mưa với hai độ phân giải ngang là 15 km và 5 km để tính toán thử nghiệm các trận lũ điển hình bằng các phương pháp, mô hình dự báo thủy văn đang được sử dụng ở Trung tâm Dự báo KTTV Trung ương cho các sông ở Trung Bộ và Tây Nguyên. Các hệ thống sông chính được tính, áp dụng là: sông Mã, sông Cả, sông Gianh, sông Vu Gia-Thu Bồn, sông Trà Khúc và sông Sê San.

## 2. Một số phương pháp và mô hình được sử dụng thử nghiệm

Các mô hình được sử dụng để tính toán gồm có mô hình cổ điển và hiện đại. Mô hình cổ điển là mô hình: Hồi quy, NAM, SSARR. Mô hình hiện đại gồm có: bộ mô hình Mike và WETSPA.

- Phương pháp hồi quy: Quan hệ dưới dạng hồi quy giữa yếu tố và nhân tố dự báo được ứng dụng khá rộng rãi trong tính toán, dự báo thủy văn. Ưu điểm của phương pháp này là đơn giản, dễ sử dụng và cho kết quả đáp ứng được yêu cầu.

- Mô hình SSARR: Mô phỏng chu trình nước trên lưu vực, trong đó dòng chảy được tổng hợp từ lượng mưa hoặc nước do tuyết tan khi phân thành nước mặt, sát mặt và ngầm, rồi được diễn toán theo hệ thống sông ngòi trên lưu vực để được dòng chảy tại tuyến đo nào đó trên sông. Đặc điểm quan trọng của mô hình SSARR là xây dựng một sơ đồ hình thức cho hệ thống sông, bao gồm: các lưu vực bộ phận sinh dòng chảy (lưu vực đầu nguồn và lưu vực gia nhập) với điều kiện thủy văn tương đối đồng nhất; các đoạn sông diễn toán lũ; các hồ chứa; các đoạn sông xử lý nước vật; các điểm nối và tổng hợp dòng chảy,...

- Mô hình NAM: Được xây dựng dựa trên nguyên tắc mô phỏng quá trình hình thành dòng chảy bằng chuỗi các bể chứa xếp theo chiều thẳng đứng và các bể chứa tuyến tính. Trong mô hình NAM, mỗi lưu vực được xem là một đơn vị xử lý, các thông số và các biến là các giá trị trung bình hoá đại diện cho toàn lưu vực. Mô hình tính quá trình dòng chảy

Người đọc phản biện: TS. Lương Tuấn Minh

theo lượng ẩm trong các bể chứa có tương tác lẫn nhau. Mô hình được sử dụng để tính toán khôi phục chuỗi dòng chảy tháng, ngày từ mưa, tuy nhiên, chỉ thích hợp với lưu vực vừa và nhỏ khi tác dụng điều tiết của sườn dốc có thể được xét thông qua các bể chứa xếp theo chiều thẳng đứng.

- Mô hình WETSPA: Là mô hình có thông số phân bố, toàn bộ lưu vực nghiên cứu được chia thành các ô lưới vuông có kích cỡ bằng nhau. Mỗi ô lưới có thông số riêng, nhận một giá trị mưa và dòng chảy được hình thành trên từng ô lưới. Cuối cùng, mô hình WETSPA liên kết các ô lưới lại với nhau theo hướng chảy tạo mạng sông và tính toán dòng chảy tại cửa ra của các lưu vực. WETSPA mô phỏng sự trao đổi năng lượng giữa lớp đất, thực vật và khí quyển trên phạm vi lưu vực hoặc khu vực. Lưu vực được phân chia thành các ô lưới đồng nhất. Mỗi một ô lại được chia thành các phần có lớp phủ, và phần không thấm. Nước dịch chuyển trong lớp đất theo hướng dọc gồm thấm xuống dưới, ngấm qua lớp đất không bão hòa và ngấm xuống vùng nước ngầm. Mô hình sử dụng nhiều lớp để mô phỏng quá trình cân bằng giữa nước và nhiệt cho mỗi ô lưới, trong đó gồm các quá trình: giáng thủy, ngưng tụ, tuyết tan, tích nước trong các vùng trũng, thấm, bốc thoát hơi, ngấm, chảy tràn, chảy sát mặt và dòng chảy ngầm. Hệ thống mô phỏng quá trình thủy văn gồm có bốn lớp: lớp phủ thực vật, lớp đất bên trên, tầng rễ cây và tầng nước ngầm bão hòa.

- Mô hình Mike11: Mô hình Mike-11 là hệ thống các phần mềm tích hợp đáp ứng các nhu cầu khác nhau của người sử dụng. Để dự báo lũ, trong Mike-11 đã bao gồm các mô hình mưa rào - dòng chảy

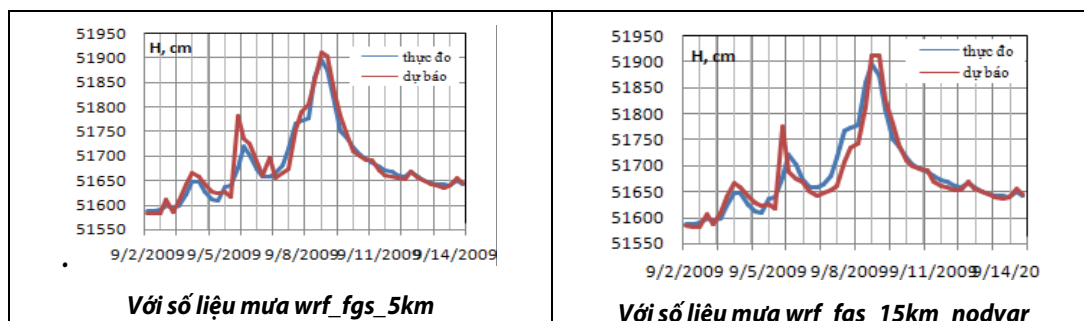
để lựa chọn sử dụng như NAM, đường đơn vị, SMAP, URBAN,... với nhiều tiện ích thiết lập thông số của mô hình, gắn kết quả đầu ra với đầu vào của mô hình thủy lực, mô hình vận hành, điều khiển các công trình, hồ chứa, kích bản vỡ đập, lập bản đồ ngập lụt,...; modul dự báo, cập nhật sai số... Mô hình này, đã được áp dụng rất khá rộng rãi ở Việt Nam.

### 3. Đánh giá các kết quả thử nghiệm

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã sử dụng các sản phẩm dự báo mưa số trị từ mô hình WRFARW với thời gian dự kiến từ 6-72 giờ của các trận mưa lớn hoặc khá lớn thời kì 2008-2011 để tính toán mô phỏng lũ trên một số lưu vực sông chính ở Trung Bộ và Tây Nguyên. Các phương pháp và mô hình dùng để tính toán mô phỏng lũ với lượng mưa dự báo theo mô hình số đều sử dụng bộ thông số đã kiểm nghiệm.

#### a. Kết quả thử nghiệm bằng phương pháp hồi quy

Từ bảng 1a và 1b cho thấy, kết quả dự báo bằng phương pháp hồi quy cho lưu vực sông Đabla tại Kon Tum như sau: Với lượng mưa dự báo là sản phẩm wrf\_gfs\_ (Viết hoa vì đây là viết tắt - tắt cả)5km đạt chất lượng từ 64,3-90,9%, giá trị chênh lệch đỉnh lũ khá nhỏ, từ 16- 18cm, trung bình là 17,6cm; thời gian chênh lệch đỉnh lũ trung bình là 1,7giờ. Với sản phẩm mưa là wrf\_gfs\_15km nodvar đạt chất lượng từ 60-89%, trung bình đạt 80,2%, giá trị chênh lệch đỉnh lũ từ 9-25cm, trung bình là 21cm; thời gian chênh lệch đỉnh lũ trung bình là 3,4giờ. Như vậy, chất lượng dự báo bằng phương pháp hồi quy với sản phẩm wrf\_gfs\_5km cho kết quả tốt hơn so với sản phẩm wrf\_gfs\_15km nodvar.



Hình 1. Kết quả tính toán dự báo tại Kon Tum từ ngày 2-14/9/2009 bằng hồi quy

**Bảng 1a. Kết quả tính toán tại Kon Tum với số liệu mưa từ wrf\_gfs\_15km\_nodvar**

Trận lũ	H đỉnh đo	H đỉnh tính	H (cm)	(h)	Kết quả tính
14-30/11/2008	51773	51748	25	0	89.4%
02-14/09/2009	51895	51912	17	0	76,0%
23/09-03/10/2009	52392	52383	9	0	59.5%

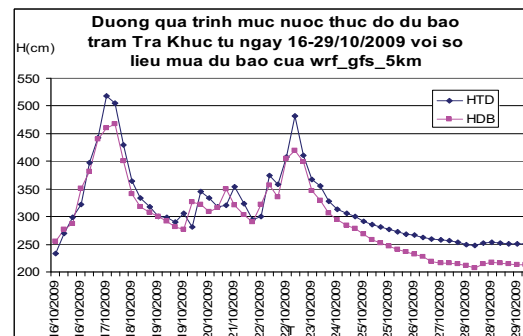
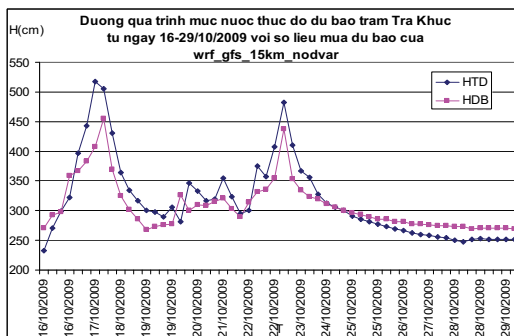
**Bảng 1b. Kết quả tính toán tại Kon Tum với số liệu mưa từ wrf\_gfs\_5km\_nodvar**

Trận lũ	H đỉnh đo	H đỉnh tính	H (cm)	(h)	Kết quả tính
14-30/11/2008	51773	51756	17	0	90.9%
02-14/09/2009	51895	51911	16	0	84,0%
23/09-03/10/2009	52392	52410	18	0	64.3%

**b. Kết quả thử nghiệm bằng mô hình SSARR**

Sử dụng hai sản phẩm dự báo mưa số trị là wrf\_gfs\_5km và wrf\_gfs\_15km\_nodva với thời đoạn 6 giờ, thời gian dự kiến 72 giờ cho mô hình SSARR để tính toán mô phỏng các trận lũ trên lưu vực sông Trà Khúc tại cầu Trà Khúc. Kết quả mô phỏng lũ khá phù hợp giữa thực đo và tính toán.

Sản phẩm wrf\_gfs\_5km\_nodva cho tính toán quá trình dòng chảy đạt trung bình khoảng 50- 100%; sản phẩm wrf\_gfs\_15km\_nodva đạt trung bình 25- 92% (bảng 2a và 2b). Nhìn chung sử dụng sản phẩm wrf\_gfs\_5km\_nodva tính toán mô phỏng quá trình lũ bằng mô hình SSARR cho kết quả khả quan hơn sản phẩm wrf\_gfs\_15km\_nodva.



**Hình 2. Kết quả tính toán dự báo tại Trà Khúc ngày 16-29/10/2009 bằng SSARR**

**Bảng 2a. Kết quả tính toán tại Trà Khúc với số liệu mưa từ wrf\_gfs\_15km\_nodvar**

Trận lũ	H đỉnh đo	H đỉnh tính	H (cm)	(h)	Kết quả tính
17/11 - 5/12/2008	624	591	-33	6h	92%
16-29/10/2009	518	455	-63	6h	83%
13-26/10/2011	605	556	-49	6h	91%
27/10-15/11/2011	568	532	-36	6h	25%

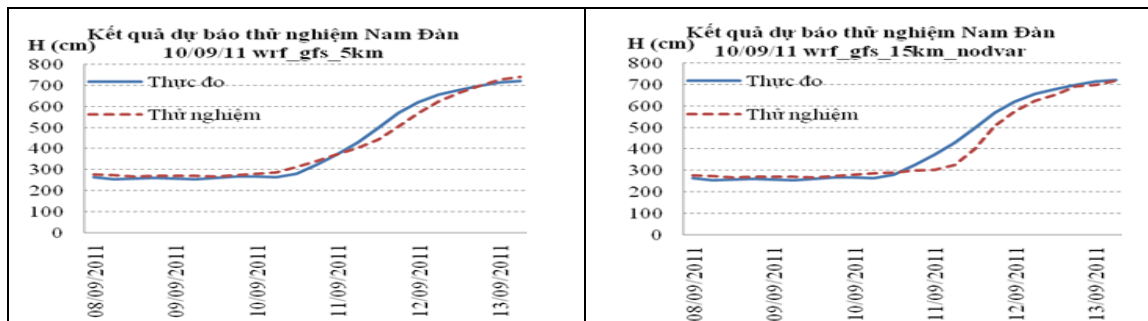
**Bảng 2b. Kết quả tính toán tại Trà Khúc với số liệu mưa từ wrf\_gfs\_5km\_nodvar**

Trận lũ	H đỉnh đo	H đỉnh tính	H (cm)	(h)	Kết quả tính
17/11 - 5/12/2008	624	585	-39	0h	100%
16-29/10/2009	518	468	-50	6h	91%
13-26/10/2011	605	521	-84	6h	75%
27/10-15/11/2011	568	516	-52	0h	50%

**c. Kết quả thử nghiệm bằng mô hình NAM-Muskingum**

Với hai sản phẩm dự báo mưa số trị là wrf\_gfs\_5km và wrf\_gfs\_15km\_nodva, thời đoạn 6 giờ với thời gian dự kiến 72 giờ làm đầu vào cho mô hình Nam- Muskingum, tính toán mô phỏng các trận lũ trên lưu vực sông Cả. Kết quả là: sản phẩm wrf\_gfs\_5km cho kết quả mô phỏng báo dòng

chảy tại Nam Đàn đạt 67% - 92%; sản phẩm wrf\_gfs\_15km\_nodva đạt 45-67% (bảng 3a và 3b). Sai số đỉnh lũ giữa tính toán và thực đo của cả 2 sản phẩm khá nhỏ so và chênh lệch thời gian có đỉnh lũ không đáng kể. Nhìn chung, sản phẩm wrf\_gfs\_5km làm số liệu đầu vào cho mô hình tính toán dòng chảy Nam-Muskingum cho kết quả tốt hơn sản phẩm wrf\_gfs\_15km\_nodva.



**Hình 3. Kết quả tính toán dự báo tại Nam Đàn ngày 8- 13/09/2011 bằng NAM-Muskingum**

**Bảng 3a. Kết quả tính toán tại Nam Đàn với số liệu mưa từ wrf\_gfs\_15km\_nodvar**

Trận lũ	H đỉnh đo	H đỉnh tính	H (cm)	(h)	Kết quả tính
23-28/09/2009	710	666	-44	0	45%
13-19/10/2010	744	730	-14	0	58%
8-13/09/2011	723	720	-3	0	67%

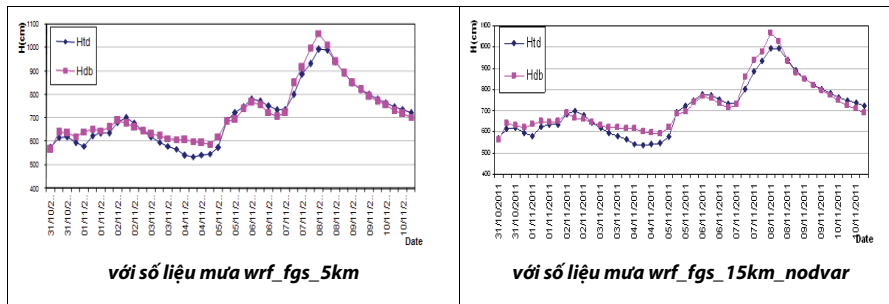
**Bảng 3b. Kết quả tính toán tại Nam Đàn với số liệu mưa từ wrf\_gfs\_5km\_nodvar**

Trận lũ	H đỉnh đo	H đỉnh tính	H (cm)	(h)	Kết quả tính
23-28/09/2009	710	666	-44	0	45%
13-19/10/2010	744	730	-14	0	58%
8-13/09/2011	723	720	-3	0	67%

**d. Kết quả thử nghiệm bằng mô hình WETSPA**

Kết quả mô phỏng các trận lũ xảy ra trên lưu vực sông Vu Gia khi sử dụng sản phẩm mưa số trị khá tốt. Quá trình tính toán và thực đo tương đối phù hợp. Sản phẩm mưa từ mô hình wrf\_gfs\_5km\_nod-

var cho kết quả dự báo quá trình lũ đạt từ 75-84%, sai số đỉnh lũ từ 26-72cm. Sản phẩm mưa wrf\_gfs\_15km\_nodvar đạt từ 60-91%, sai số đỉnh lũ từ 20-74cm; chênh lệch thời gian xuất hiện đỉnh lũ đều từ 0-6 giờ (bảng 4a và 4b).



**Hình 4. Kết quả tính toán lũ từ 31/10-10/11/2011 tại Ái Nghĩa sông Vu Gia bằng mô hình WETSPA**

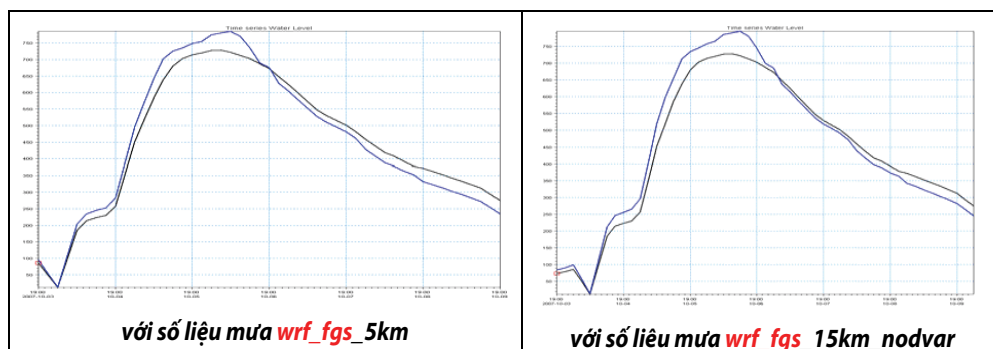
**Bảng 4a. Kết quả tính toán tại Ái Nghĩa với số liệu mưa từ wrf\_gfs\_15km\_nodvar**

Trận lũ	H đỉnh đo	H đỉnh tính	H (cm)	(h)	Kết quả tính
15-25/11/2008	773	753	20	6h	75%
10-17/10/2010	823	778	45	6h	84%
12-18/10/2011	823	768	55	0h	67%
31-10/11/2011	990	1064	-74	6h	75%

**Bảng 4b. Kết quả tính toán tại Ái Nghĩa với số liệu mưa từ wrf\_gfs\_5km\_nodvar**

Trận lũ	H đỉnh đo	H đỉnh tính	H (cm)	(h)	Kết quả tính
15-25/11/2008	773	734	39	6h	84%
10-17/10/2010	823	790	33	0h	91%
12-18/10/2011	823	797	26	0h	60%
31-10/11/2011	990	1062	-72	6h	75%

**e. Kết quả thử nghiệm bằng mô hình MIKE 11**



**Hình 5. Kết quả tính toán quá trình lũ từ 01/10 - 08/10/2007 tại Giàng Mike 11**

Sử dụng hai sản phẩm dự báo mưa số trị là wrf\_gfs\_5km\_nodva và wrf\_gfs\_15km\_nodva làm đầu vào cho mô hình MIKE 11, để tính toán mô phỏng các trận lũ với các lưu vực sông khác nhau. Kết quả cho thấy: Sản phẩm wrf\_gfs\_5km\_nodva đạt 19-77%; sản phẩm wrf\_gfs\_15km\_nodva đạt 17-75%. Nhìn chung, wrf\_gfs\_5km\_nodva cho kết quả khả quan hơn wrf\_gfs\_15km\_nodva.

#### 4. Kết luận

Với mục tiêu là đưa các sản phẩm của dự báo mưa số trị WRFARW vào sử dụng trong nghiệp vụ dự báo thủy văn nhằm tăng độ chính xác và kéo dài thời gian dự kiến, nhằm phục vụ tốt hơn công tác phòng chống lũ, lụt. Trên cơ sở phân tích so sánh và đánh giá chất lượng dự báo thủy văn bằng các phương pháp, mô hình khác nhau với mưa đầu vào từ 2 sản phẩm wrf\_gfs\_5km\_nodvar và wrf\_gfs\_15km\_nodvar có thể rút ra một số kết luận sau:

- Kết quả tính toán mô phỏng lũ từ các sản phẩm mưa của WRFARW cho thấy, chỉ tiêu chất lượng đều đạt yêu cầu tại hầu hết các vị trí tính toán, đường quá trình tính toán khá phù hợp với đường thực đo và sai số đỉnh lũ cũng như chênh lệch thời gian xuất hiện đỉnh không lớn. Đặc biệt là

đối với phương pháp dự báo lũ bằng hồi quy, mô hình WETSPA cho kết quả mô phỏng tốt hơn.

- Tuy nhiên, trong một số trường hợp, khi sử dụng mưa dự báo số trị WRFARW cho các mô hình NAM-MUSKINGUM và Mike 11, cho kết quả khá thấp, chỉ đạt 50%, thậm chí còn thấp hơn. Nguyên nhân, do lượng mưa dự báo số trị WRFARW và lượng mưa thực đo có sai lệch khá lớn về phân bố theo không gian và thời gian.

- Từ kết quả tính toán mô phỏng quá trình lũ khi sử dụng hai sản phẩm mưa wrf\_gfs\_5km\_nodva và wrf\_gfs\_15km\_nodva bằng các phương pháp truyền thống và các mô hình cho thấy, wrf\_gfs\_5km\_nodva cho kết quả tính quá trình lũ tốt hơn wrf\_gfs\_15km\_nodva về cả trị số và hình dạng. Bởi vì wrf\_gfs\_5km\_nodva có độ phân giải cao hơn nên nó phản ánh đúng được đặc trưng mưa trên lưu vực. Như vậy, có thể nói rằng, việc sử dụng wrf\_gfs\_5km\_nodva và wrf\_gfs\_15km\_nodva vào nghiệp vụ dự báo thủy văn là khả thi. Tuy nhiên, trong một số trường hợp khi sử dụng mưa số trị cần phải phân tích hình thể thời tiết gây mưa để kết quả tính toán dự báo lũ tốt hơn.

### Tài liệu tham khảo

1. DHI Water & Environment, Denmark, 2004: *Nam Reference Manual*, 218p.
2. DHI Water & Environment, Denmark, 2004: *MIKE11 Introduction and tutorial*, 300p.
3. Bùi Đức Lon, 2001: *Mô hình tính toán và dự báo dòng chảy lũ các sông chính ở Quảng Ngãi. Báo cáo tổng kết đề tài cấp cơ sở*, 50tr.
4. Đặng Thanh Mai, 2009: *Nghiên cứu ứng dụng mô hình Wetspa và Hecras mô phỏng dự báo quá trình lũ trên sông Thu Bồn-Vu Gia*, Đề tài NCKH cấp Bộ, 250tr.
5. Bahremand, A., Corluy, J., Liu, Y., De Smedt, F., Poórová, J. and Velcická, L., 2005: *Stream flow simulation by WetSpa model in Hornad river basin, Slovakia*, in: J. van Alphen, E. van Beek, M. Taal (eds.), *Floods, from Defence to Management*, Taylor-Francis Group, London, pp. 415-422.