

TẠP CHÍ

KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Vietnam Journal of Hydro - Meteorology

ISSN 2525 - 2208



TỔNG CỤC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN
Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration

Số 699

03-2019

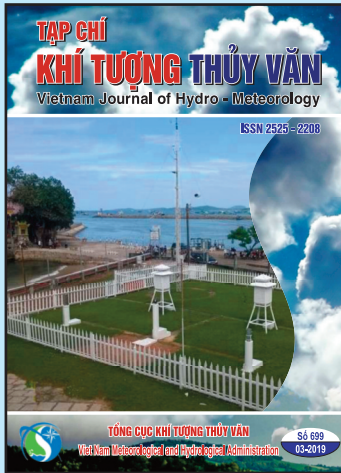
MỤC LỤC

Bài báo khoa học

- 1 **Dur Đức Tiến, Hoàng Đức Cường, Mai Khánh Hưng, Hoàng Phúc Lâm:** Đánh giá tác động của việc sử dụng tham số hóa đối lưu trong dự báo đợt mưa lớn tháng 7 năm 2015 trên khu vực Bắc Bộ bằng mô hình phân giải cao
- 9 **Đỗ Đức Thắng, Trần Hồng Thái, Võ Văn Hòa:** Đánh giá thực trạng và dự tính khả năng xâm nhập mặn cho khu vực ven biển Tỉnh Thái Bình
- 17 **Trần Thị Kim, Bùi Hồng Sơn, Nguyễn Thị Bấy, Phùng Thị Mỹ Diễm, Nguyễn Kỳ Phùng:** Nghiên cứu tính toán lan truyền mặn trên sông Sài Gòn bằng phương pháp số
- 30 **Nguyễn Ngọc Hoa, Ngô Lê An, Đoàn Quang Trí, Trần Thọ Đạt, Đặng Thanh Mai:** Nghiên cứu phương pháp dự báo và cảnh báo hạn khí tượng thủy văn áp dụng cho khu vực Tỉnh Đắk Lắk, Tây Nguyên
- 42 **Dur Đức Tiến, Hoàng Đức Cường, Mai Khánh Hưng, Hoàng Phúc Lâm:** Vai trò của sai số mô hình trong bài toán đồng hóa số liệu dựa trên phương pháp biến phân: thử nghiệm với mô hình phân giải cao WRF-ARW và dự báo mưa lớn trong trên khu vực Bắc Bộ
- 50 **Vũ Anh Tuấn, Vũ Thanh Hằng, Trịnh Hoàng Dương:** Đặc điểm và xu thế biến đổi hạn khí tượng ở Tây Nguyên
- 59 **Lê Thị Thường:** Nghiên cứu tính toán phân vùng hạn - mặn vùng Đồng Bằng ven biển sông Mã trong điều kiện biến đổi khí hậu
- 68 **Thông điệp của Ngài Tổng thư ký Tổ chức Khí tượng thế giới**

Tổng kết tình hình khí tượng thủy văn

- 69 **Tóm tắt tình hình khí tượng, khí tượng nông nghiệp và thủy văn tháng 02 năm 2019 - Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương và Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu**



TỔNG BIÊN TẬP
PGS. TS. Trần Hồng Thái

Thư ký - Biên tập
TS. Đoàn Quang Trí

Trị sự và Phát hành
Đặng Quốc Khánh

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| 1. GS. TS. Phan Văn Tân | 8. TS. Hoàng Đức Cường |
| 2. PGS. TS. Nguyễn Văn Thắng | 9. TS. Đinh Thái Hưng |
| 3. PGS. TS. Dương Hồng Sơn | 10. TS. Dương Văn Khánh |
| 4. PGS. TS. Dương Văn Khảm | 11. TS. Trần Quang Tiến |
| 5. PGS. TS. Nguyễn Thanh Sơn | 12. ThS. Nguyễn Văn Tuệ |
| 6. PGS. TS. Hoàng Minh Tuyền | 13. TS. Võ Văn Hòa |
| 7. TS. Tổng Ngọc Thanh | |

Giấy phép xuất bản

Số: 225/GP-BTTTT - Bộ Thông tin Truyền thông cấp ngày 08/6/2015

Tòa soạn

Số 8 Pháo Đài Láng, Đống Đa, Hà Nội
Điện thoại: 04.39364963; Fax: 04.39362711
Email: tapchiktvt@yahoo.com

Chế bản và In tại:

Công ty TNHH Mỹ thuật Thiên Hà
ĐT: 04.3990.3769 - 0912.565.222

Ảnh bìa: Trạm Quan trắc Khí tượng bề mặt Phú Quốc

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA VIỆC SỬ DỤNG THAM SỐ HÓA ĐỐI LƯU TRONG DỰ BÁO ĐỢT MƯA LỚN THÁNG 7 NĂM 2015 TRÊN KHU VỰC BẮC BỘ BẰNG MÔ HÌNH PHÂN GIẢI CAO

Dư Đức Tiên¹, Hoàng Đức Cường¹, Mai Khánh Hưng¹, Hoàng Phúc Lâm¹

Tóm tắt: Bài báo trình bày thử nghiệm dự báo đợt mưa lớn kỉ lục trên khu vực Bắc Bộ tháng 7 năm 2015 bằng mô hình WRF-ARW với điều kiện biên từ mô hình toàn cầu GFS (Mỹ). Việc hạ quy mô thực hiện thông qua thiết lập hai lưới tính 15 km và 5 km cho mô hình WRF-ARW và dự báo đến hạn 72h. Hai lớp thử nghiệm đã được thực hiện gồm có sử dụng (CPS) và không sử dụng tham số hóa đối lưu (noCPS) trên lưới tính phân giải cao 5 km. Ứng với mỗi dự báo, 32 trường hợp gồm các cấu hình khác nhau được thiết lập để loại trừ trường hợp kết quả phụ thuộc vào một cấu hình vật lý cụ thể của mô hình WRF-ARW. Các kết quả đánh giá cho thấy ở hạn dự báo 24h tại các ngưỡng mưa lớn (50mm/24h và 100mm/24h) việc sử dụng các sơ đồ tham số hóa (CPS) cho kết quả tốt hơn so với việc không sử dụng tham số hóa đối lưu (noCPS) trên lưới tính phân giải cao 5km. Tuy nhiên ở các hạn 48h và 72h, khi không sử dụng tham số hóa đối lưu hay quá trình đối lưu được giải một cách tường minh trong mô hình (explicit) cho phép tăng được kĩ năng dự báo hơn khi thử nghiệm dự báo mưa lớn cho đợt mưa lớn trên khu vực Bắc Bộ.

Từ khóa: Dự báo mưa lớn Bắc Bộ, mô hình WRF-ARW, tham số hóa vật lý đối lưu.

Ban Biên tập nhận bài: 08/12/2018 Ngày phản biện xong: 27/01/2019 Ngày đăng bài: 25/03/2019

1. Mở đầu

Phương pháp số trị (NWP- Numerical Weather Prediction) hoặc phương pháp động lực sử dụng phương pháp số giải xấp xỉ các phương trình toán, lý mô phỏng các quá trình chuyển động trong khí quyển (hệ phương trình nhiệt động lực Navie-Stoke). Với năng lực tính toán được phát triển vượt bậc trong 5 - 10 năm trở lại đây đã cho phép hạ quy mô tính toán xuống quy mô đối lưu (convective scale) với độ phân giải ngang từ 500 m đến 2 km (các mô hình ở độ phân giải này còn được gọi là các mô hình không sử dụng tham số hóa đối lưu). Trong các mô hình này, các sơ đồ tham số hóa đối lưu được loại bỏ bằng việc bổ sung các phương trình bảo toàn âm cho các biến giáng thủy ở dạng rắn, lỏng... và do đó cho phép tính toán được cả các quá trình bình lưu đối với các dạng giáng thủy này [3]. Khi đó các biến dự báo mưa gần như được xem là

¹Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia
Email: dductien@gmail.com

biến chuẩn đoán (*prognostics*). Mặc dù về mặt lý thuyết và thực hành, việc giải hiện (*explicit*) được các biến dự báo mưa sẽ có tính ưu việt hơn so với việc tham số hóa các quá trình dưới lưới (sub-grid) mà mô hình có thể mô phỏng/dự báo được, tuy nhiên vẫn nhiều công trình cho thấy các tham số hóa đặc biệt là tham số hóa đối lưu vẫn có vai trò và hiệu quả nhất định ngay cả ở độ phân giải dưới 5 km [4].

Với vấn đề nêu trên, nghiên cứu sẽ trình bày thử nghiệm việc có và không có sử dụng tham số hóa đối lưu trên lưới tính phân giải cao (5km) bằng mô hình WRF-ARW (Mỹ) trong bài toán dự báo mưa lớn cho đợt mưa lớn trên khu vực Bắc Bộ. Mục 2 của bài báo là thiết kế thử nghiệm bao gồm giới thiệu mô hình dự báo, số liệu điều kiện biên, trường hợp thử nghiệm, số liệu quan trắc và phương pháp đánh giá. Những phân tích kết quả được đưa ra trong phần 3 của bài báo và

một số kết luận chính được tổng kết trong phần 4.

2. Thiết kế thí nghiệm

2.1. Mô hình số trị khu vực WRF-ARW

Trong nghiên cứu sử dụng hệ thống mô hình khu vực WRF với nhân động lực ARW phiên bản 3.9.1.1 do Trung tâm dự báo môi trường quốc gia Mỹ (NCEP) phát triển (gọi tắt là WRF-ARW). Đây là hệ thống mô hình khu vực được áp dụng trong nghiên cứu và nghiệp vụ với các ứng dụng đa dạng từ mô phỏng lý tưởng xoáy, sóng núi đến áp dụng các bài toán dự báo thời tiết hoặc các điều kiện thời tiết nguy hiểm như mưa, bão/xoáy thuận nhiệt đới và được cộng đồng khoa học hỗ trợ và phát triển. Mô hình WRF-ARW cũng được thử nghiệm và áp dụng trong nghiệp vụ tại Việt Nam trong các lĩnh vực dự báo thời tiết và dự báo bão. Chi tiết hơn về mô hình WRF-ARW có thể tham khảo trong [5]. Một trong những đặc tính quan trọng của hệ thống WRF-ARW là cung cấp một số lượng tùy chọn các thuật toán sai phân, các sơ đồ vật lý và các phương pháp đồng hóa số liệu được phát triển bởi cộng đồng khoa học có uy tín, cho phép các nhà ứng dụng lựa chọn được các tùy biến phù hợp với khu vực địa phương và đối tượng cần nghiên cứu. Mô hình WRF-ARW được nghiên cứu và áp dụng phổ biến tại Việt Nam những năm vừa qua, các công trình điển hình có thể kể đến gồm trong nghiên cứu dự báo thời tiết và bão [1] hay trong việc áp dụng và dự báo tổ hợp [2].

Thử nghiệm thiết lập hai lưới tính 15km và 5km cho mô hình WRF-ARW, số 41 mực thẳng đứng và dự báo đến hạn 72h, minh họa 2 miền tính được đưa ra trong hình 1. Lựa chọn vật lý cho mô hình WRF-ARW dựa trên việc thay đổi gồm (a) sơ đồ Kain-Fritsch (KF) hoặc Betts-Miller-Janjic (BMJ) cho tham số hóa đối lưu (cu-

mulus parameterization scheme-CPS); (b) sơ đồ bức xạ sóng ngắn s Goddard hoặc Dudhia; (d) sơ đồ tham số hóa lớp biên của Yonsei University (YSU) hoặc Mellor-Yamada-Janjic (MYJ) và (e) các sơ đồ vi vật lý mây từ đơn giản đến phức tạp gồm sơ đồ Lin, WSM3, WSM5 đến WSM6 (khép kín 6 bậc). Dựa trên việc tổ hợp các lựa chọn này có thể tạo ra tối đa gồm 32 cấu hình vật lý khác nhau và được chi tiết trong bảng 1. Lưu ý thêm ở đây đối với sơ đồ lớp biên MYJ thì sơ đồ rối bề mặt sẽ được đặt là sơ đồ Janjic Eta so với sơ đồ khép kín rồi dựa trên giả thiết của Monin-Obukhov.

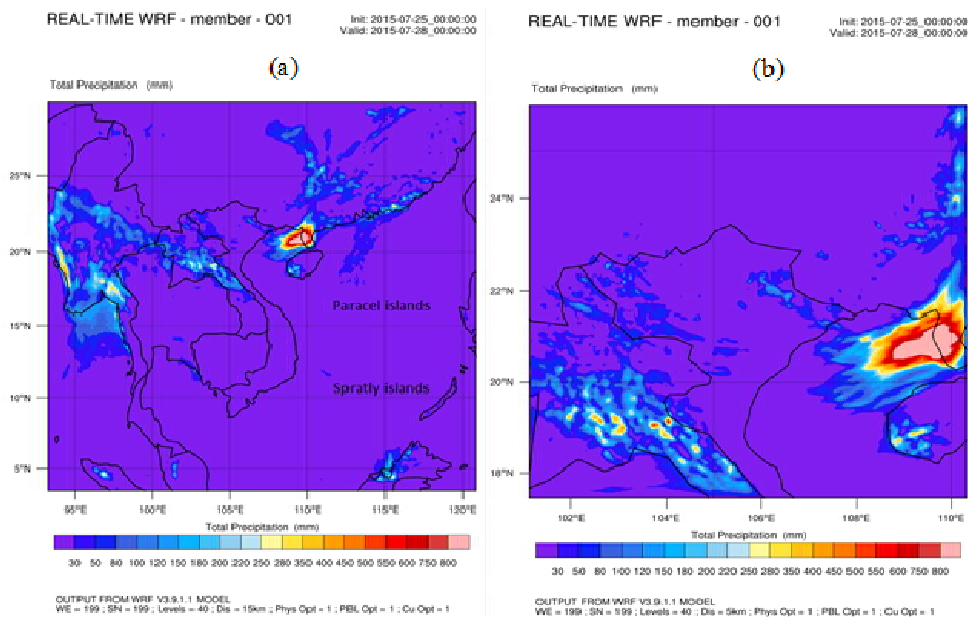
Như vậy, ứng với 32 cấu hình khác nhau sẽ có 2 thử nghiệm được thiết lập gồm giữ sơ đồ tham số hóa đối lưu ở cả hai miền tính 15km và 5km, kí hiệu là lớp thử nghiệm CPS. Thử nghiệm thứ hai gồm việc chỉ giữ tham số hóa đối lưu ở miền tính 15km và tắt sơ đồ đối lưu ở miền tính 5km, kí hiệu là lớp thử nghiệm này là noCPS. Khi đó ta sẽ khảo sát được ảnh hưởng của việc không sử dụng tham số hóa đối lưu ở độ phân giải cao mà vẫn xem xét được với các sơ đồ vật lý đa dạng khác nhau ở miền tính 15km. Ứng với mỗi dự báo sẽ thực hiện 32 cấu hình vật lý (Bảng 1) và với hai lựa chọn có và không sử dụng CPS ở độ phân giải 5km, như vậy 1 ốp dự báo sẽ gồm 64 thử nghiệm dự báo.

2.2. Số liệu điều kiện biên

Nghiên cứu sử dụng dự báo từ mô hình toàn cầu GFS (Mỹ) làm điều kiện ban đầu và điều kiện biên cho mô hình WRF-ARW, được cung cấp thông qua địa chỉ sau: <http://www.nco.ncep.noaa.gov/pmb/products/gfs/>. Số liệu GFS có độ phân giải ngang là 55km với số mực áp suất thẳng đứng của mô hình GFS là 26 và được cập nhật 3 tiếng một cho mô hình WRF-ARW.

Bảng 1. Cấu hình vật lý và ký hiệu cho các thử nghiệm khác nhau cho mô hình WRF-RW

Kí hiệu thử nghiệm	Sơ đồ vi vật lý	Bức xạ sóng ngắn	Lớp biên	Đổi lưu
BMJ-Lin-Duh-MYJ	Lin	Duhia	MYJ	BMJ
BMJ-Lin-Duh-YSU	Lin	Duhia	YSU	BMJ
BMJ-Lin-God-MYJ	Lin	Goddard	MYJ	BMJ
BMJ-Lin-God-YSU	Lin	Goddard	YSU	BMJ
BMJ-WSM3-Duh-MYJ	WSM3	Duhia	MYJ	BMJ
BMJ-WSM3-Duh-YSU	WSM3	Duhia	YSU	BMJ
BMJ-WSM3-God-MYJ	WSM3	Goddard	MYJ	BMJ
BMJ-WSM3-God-YSU	WSM3	Goddard	YSU	BMJ
BMJ-WSM5-Duh-MYJ	WSM5	Duhia	MYJ	BMJ
BMJ-WSM5-Duh-YSU	WSM5	Duhia	YSU	BMJ
BMJ-WSM5-God-MYJ	WSM5	Duhia	MYJ	BMJ
BMJ-WSM5-God-YSU	WSM5	Goddard	YSU	BMJ
BMJ-WSM6-Duh-MYJ	WSM6	Duhia	MYJ	BMJ
BMJ-WSM6-Duh-YSU	WSM6	Duhia	YSU	BMJ
BMJ-WSM6-God-MYJ	WSM6	Goddard	MYJ	BMJ
BMJ-WSM6-God-YSU	WSM6	Goddard	YSU	BMJ
KF-Lin-Duh-MYJ	Lin	Duhia	MYJ	KF
KF-Lin-Duh-YSU	Lin	Duhia	YSU	KF
KF-Lin-God-MYJ	Lin	Goddard	MYJ	KF
KF-Lin-God-YSU	Lin	Goddard	YSU	KF
KF-WSM3-Duh-MYJ	WSM3	Duhia	MYJ	KF
KF-WSM3-Duh-YSU	WSM3	Duhia	YSU	KF
KF-WSM3-God-MYJ	WSM3	Goddard	MYJ	KF
KF-WSM3-God-YSU	WSM3	Goddard	YSU	KF
KF-WSM5-Duh-MYJ	WSM5	Duhia	MYJ	KF
KF-WSM5-Duh-YSU	WSM5	Duhia	YSU	KF
KF-WSM5-God-MYJ	WSM5	Goddard	MYJ	KF
KF-WSM5-God-YSU	WSM5	Goddard	YSU	KF
KF-WSM6-Duh-MYJ	WSM6	Duhia	MYJ	KF
KF-WSM6-Duh-YSU	WSM6	Duhia	YSU	KF
KF-WSM6-God-MYJ	WSM6	Goddard	MYJ	KF
KF-WSM6-God-YSU	WSM6	Goddard	YSU	KF



Hình 1. Minh họa 2 miền tính: (a) 15 km và (b) 5 km trong thử nghiệm dự báo mưa lớn trên khu vực Bắc Bộ

2.3. Số liệu quan trắc

Thử nghiệm thực hiện dự báo liên quan đến đợt mưa lớn kỉ lục trên khu vực Bắc Bộ do sự hoạt động của rãnh thấp trên cao kết hợp với vùng thấp tồn tại trên Vịnh Bắc Bộ vào tháng 7

năm 2015 từ ngày 25/7/2015 đến 01/8/2015 và thực hiện dự báo tại các giờ 00z. Chi tiết số liệu quan trắc tại các trạm sử dụng trong đánh giá trên khu vực Bắc Bộ được đưa ra trong Bảng 2.

Bảng 2. Danh sách các trạm trên khu vực Bắc Bộ để đánh giá kết quả dự báo

Mã trạm	Tên trạm	Mã trạm	Tên trạm	Mã trạm	Tên Trạm	Mã trạm	Tên Trạm	Mã trạm	Tên Trạm
48/01	Muong Te	48800	Lai Chau	48/59	Chi Linh	48/29	Pho Rang	48820	Ha Noi
48/02	Sin Ho	48802	Sa Pa	48/60	Uong Bi	48/30	Bac Ha	48821	Phu Ly
48/03	Tam Duong	48803	Lao Cai	48/61	Kim Boi	48/31	Hoang Su Phi	48822	Hung Yen
48/05	Muong La	48805	Ha Giang	48/63	Chi Ne	48/32	Bac Me	48823	Nam Dinh
48/06	Than Uyen	48806	Son La	48/64	Lac Son	48/33	Bao Lac	48824	Ninh Binh
48/07	Quynh Nhai	48807	That Khe	48/65	Cuc Phuong	48/34	Bac Quang	48826	Phu Lien
48/08	Mu Cang Chai	48808	Cao Bang	48/67	Yen Dinh	48/35	Luc Yen	48827	Hai Duong
48/09	Tuan Giao	48809	Bac Giang	48/68	Sam Son	48/36	Ham Yen	48828	Hon Dau
48/10	Pha Din	48/81	Hon Ngu	48/69	Bai Thuong	48/37	Chiem Hoa	48829	Van Ly
48/14	Van Chan	48810	Bac Can	48/70	Nhu Xuan	48/39	Cho Ra	48830	Lang Son
48/16	Song Ma	48811	Dien Bien Phu	48/72	Tinh Gia	48/40	Nguyen Binh	48831	Thai Nguyen
48/17	Co Noi	48812	Tuyen Quang	48/74	Quy Chau	48/42	Ngan Son	48832	Nho Quan
48/18	Yen Chau	48813	Viet Tri	48/75	Quy Hop	48/43	Trung Khanh	48833	Bai Chay
48/19	Bac Yen	48814	Vinh Yen	48/76	Tay Hieu	48/44	Dinh Hoa	48834	Co To
48/20	Phu Yen	48815	Yen Bai	48/77	Quynh Luu	48/47	Bac Son	48835	Thai Binh
48/23	Minh Dai	48817	Son Tay	48/79	Con Cuong	48/48	Huu Lung	48836	Cua Ong
48/25	Moc Chau	48818	Hoa Binh	48/80	Do Luong	48/49	Dinh Lap	48837	Tien Yen
48/26	Mai Chau	48/82	Huong Son	48/51	Phu Ho	48/50	Quang Ha	48838	Mong Cai

2.4 Phương pháp đánh giá

Để đánh giá kĩ năng dự báo xảy ra mưa lớn chúng tôi sử dụng chỉ số kĩ năng TS (Threat Score). Trong bảng 3 là bảng phân loại (Contingency table) theo hiện tượng dự báo (ở đây là mưa với các ngưỡng đánh giá cụ thể, ví dụ > 25mm/24h tại từng trạm quan trắc).

Bảng 3. Bảng phân loại tần xuất cho biến dự báo dạng nhị phân

Dự báo	Quan trắc	
	Có	Không
Có	A	B
Không	C	D

Khi đó chỉ số kĩ năng:

$$TS = \frac{A}{A+B+C} \quad (1)$$

TS có giá trị càng lớn (tiến đến 1) thì dự báo càng có kĩ năng, có giá trị thấp ứng với mô hình có kĩ năng thấp. Đây là chỉ số kĩ năng được sử dụng phổ biến khi đánh giá kết quả trên không gian trạm quan trắc. Mưa dự báo từ mô hình sẽ được nội suy theo phương pháp điểm lưới gần nhất với trạm để đưa kết quả về trạm quan trắc.

3. Đánh giá kết quả

Kết quả tính toán chỉ số kĩ năng TS tính cho 32 thử nghiệm trong đó đồng thời giữ các tham số hóa đối lưu (CPS) ở hai miền tính 15 km và 5km và chỉ giữ ở miền tính 15 km được đưa ra chi tiết trong bảng 4 cho hai ngưỡng 25mm/24h và 50mm/24h. Lưu ý rằng kết quả cuối cùng chỉ đánh giá trên miền tính 5 km. Mẫu tính toán ra chỉ số TS ứng với mỗi trường hợp là 896. Trung

bình giá trị kỹ năng TS ở hạn 24h, 48h và 72h: 50mm/24h ~ 0.2, ở ngưỡng cao hơn 100mm/24h đối với ngưỡng 25mm/24h ~ 0.33, ngưỡng chỉ số kỹ năng giảm mạnh ~ 0.1.

Bảng 4. Chỉ số kỹ năng TS tính cho 32 thử nghiệm trong đó đồng thời giữ các tham số hóa đối lưu (CPS) ở hai miền tính 15km và 5km và chỉ giữ ở miền tính 15km ở các hạn dự báo 24h, 48h và 72h cho hai ngưỡng đánh giá 25m/24h và 48mm/24h

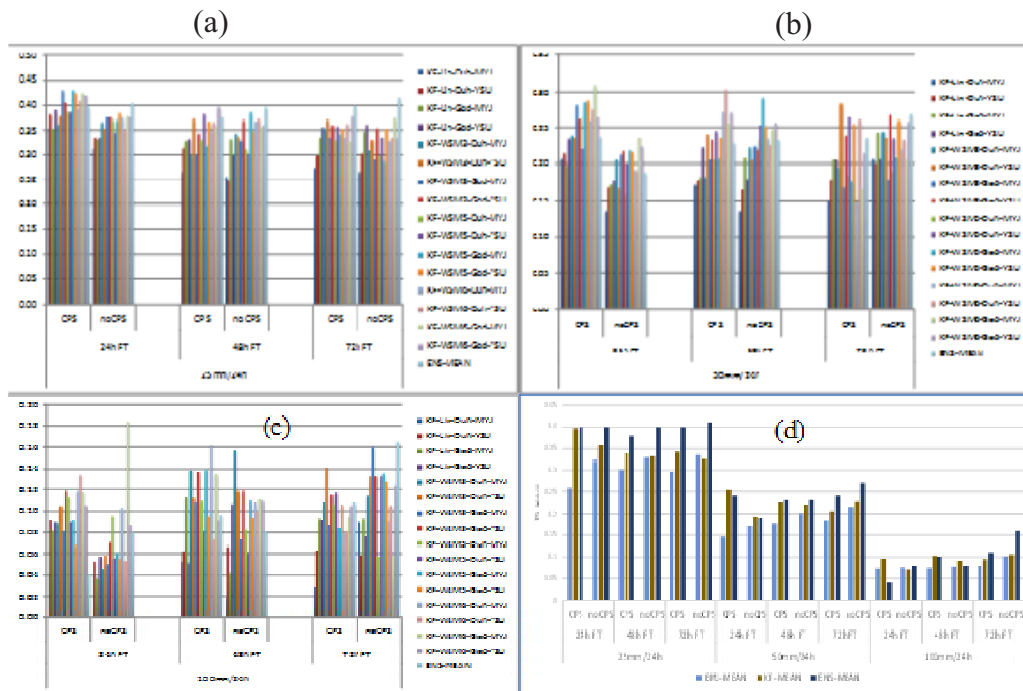
	25mm/24h						50mm/24h					
	24h FT		48h FT		72h FT		24h FT		48h FT		72h FT	
	CPS	noCPS	CPS	noCPS	CPS	noCPS	CPS	noCPS	CPS	noCPS	CPS	noCPS
BMJ-Lin-Duh-MYJ	0.19	0.28	0.22	0.25	0.28	0.27	0.09	0.12	0.12	0.19	0.17	0.19
BMJ-Lin-Duh-YSU	0.23	0.27	0.25	0.26	0.26	0.29	0.11	0.12	0.18	0.17	0.19	0.20
BMJ-Lin-God-MYJ	0.27	0.31	0.31	0.30	0.30	0.26	0.16	0.16	0.15	0.18	0.18	0.17
BMJ-Lin-God-YSU	0.29	0.30	0.30	0.33	0.28	0.30	0.15	0.15	0.16	0.21	0.16	0.22
BMJ-WSM3-Duh-MYJ	0.21	0.33	0.30	0.30	0.31	0.38	0.12	0.18	0.15	0.17	0.20	0.21
BMJ-WSM3-Duh-YSU	0.24	0.26	0.29	0.35	0.33	0.34	0.12	0.15	0.15	0.22	0.20	0.19
BMJ-WSM3-God-MYJ	0.31	0.36	0.36	0.35	0.32	0.34	0.16	0.18	0.22	0.22	0.17	0.23
BMJ-WSM3-God-YSU	0.31	0.36	0.32	0.40	0.32	0.39	0.15	0.21	0.19	0.21	0.20	0.26
BMJ-WSM5-Duh-MYJ	0.20	0.32	0.29	0.31	0.30	0.34	0.13	0.18	0.15	0.19	0.23	0.23
BMJ-WSM5-Duh-YSU	0.22	0.28	0.31	0.35	0.33	0.34	0.14	0.16	0.21	0.20	0.22	0.21
BMJ-WSM5-God-MYJ	0.27	0.35	0.32	0.36	0.31	0.38	0.12	0.16	0.23	0.20	0.20	0.25
BMJ-WSM5-God-YSU	0.30	0.34	0.30	0.34	0.29	0.34	0.16	0.17	0.22	0.21	0.16	0.24
BMJ-WSM6-Duh-MYJ	0.22	0.35	0.28	0.30	0.25	0.33	0.16	0.19	0.15	0.22	0.16	0.19
BMJ-WSM6-Duh-YSU	0.25	0.32	0.29	0.36	0.32	0.36	0.15	0.16	0.18	0.22	0.22	0.19
BMJ-WSM6-God-MYJ	0.32	0.36	0.32	0.37	0.28	0.36	0.20	0.21	0.18	0.23	0.15	0.22
BMJ-WSM6-God-YSU	0.30	0.37	0.36	0.34	0.26	0.35	0.21	0.22	0.20	0.17	0.14	0.26
KF-Lin-Duh-MYJ	0.36	0.31	0.27	0.25	0.27	0.27	0.21	0.14	0.17	0.14	0.15	0.21
KF-Lin-Duh-YSU	0.38	0.33	0.31	0.25	0.30	0.30	0.22	0.17	0.18	0.16	0.18	0.20
KF-Lin-God-MYJ	0.35	0.33	0.33	0.33	0.34	0.35	0.20	0.17	0.18	0.21	0.20	0.24
KF-Lin-God-YSU	0.39	0.34	0.33	0.30	0.36	0.36	0.23	0.18	0.22	0.18	0.21	0.21
KF-WSM3-Duh-MYJ	0.36	0.37	0.30	0.34	0.35	0.31	0.24	0.21	0.18	0.22	0.20	0.25
KF-WSM3-Duh-YSU	0.38	0.35	0.37	0.34	0.37	0.33	0.24	0.17	0.24	0.21	0.28	0.24
KF-WSM3-God-MYJ	0.43	0.38	0.30	0.33	0.34	0.29	0.28	0.21	0.20	0.22	0.17	0.18
KF-WSM3-God-YSU	0.41	0.38	0.34	0.37	0.36	0.36	0.26	0.22	0.23	0.22	0.24	0.27
KF-WSM5-Duh-MYJ	0.39	0.37	0.33	0.31	0.33	0.30	0.26	0.16	0.21	0.23	0.19	0.19
KF-WSM5-Duh-YSU	0.39	0.35	0.38	0.30	0.36	0.34	0.22	0.20	0.25	0.25	0.26	0.24
KF-WSM5-God-MYJ	0.43	0.37	0.32	0.39	0.34	0.29	0.29	0.22	0.21	0.29	0.18	0.21
KF-WSM5-God-YSU	0.43	0.38	0.37	0.35	0.35	0.35	0.29	0.22	0.24	0.25	0.25	0.26
KF-WSM6-Duh-MYJ	0.39	0.37	0.35	0.37	0.33	0.33	0.26	0.19	0.27	0.23	0.15	0.22
KF-WSM6-Duh-YSU	0.41	0.35	0.37	0.37	0.36	0.33	0.28	0.19	0.30	0.23	0.26	0.23
KF-WSM6-God-MYJ	0.43	0.38	0.36	0.36	0.33	0.37	0.31	0.24	0.26	0.25	0.17	0.21
KF-WSM6-God-YSU	0.42	0.38	0.40	0.36	0.38	0.33	0.27	0.22	0.27	0.26	0.22	0.26

Trong hình 2 minh họa dưới dạng biểu đồ cho chỉ số kỹ năng TS trên toàn bộ khu vực Bắc Bộ ở ngưỡng trên 25mm/24h (hình a), ngưỡng 50mm/24h (hình b, ngưỡng 100mm/24h (hình c) tại 3 hạn dự báo 24h, 48h và 72h cho hai lớp thử nghiệm có dùng tham số hóa đối lưu ở miền tính

5km (CPS) và không sử dụng (noCPS). Đối với hạn dự báo 24h, các lớp thử nghiệm noCPS cho thấy kỹ năng hầu như thấp hơn CPS tại các ngưỡng mưa đánh giá khác nhau. Tại hạn dự báo dài hơn (48h và 72h), với ngưỡng mưa > 25mm/24h sự khác biệt giữa CPS và noCPS là

không đáng kể (hình 2.a). Tuy nhiên ứng với các hạn dự báo 48h và 72h này, ở ngưỡng mưa lớn hơn (50mm và 100mm), kỹ năng của noCPS tăng khá rõ rệt so với CPS. Kết quả này khá tương đồng với nghiên cứu của Gilliland và cộng sự [4] như đã đề cập đến trong phần 1 trong đó ở hạn dự báo ngắn, các sơ đồ tham số hóa đối lưu có thể giúp mô hình giảm thời gian thích ứng (spin-up) qua đó có thể tăng chất lượng nắm bắt các hiện tượng đối lưu ở hạn ngắn, tuy nhiên ở hạn dự báo dài hơn, việc các hệ thống đối lưu có tổ chức quy mô vừa hay đối lưu sâu phát triển mạnh thì sử dụng mô hình quy mô đối lưu và không sử dụng tham số hóa sẽ có ưu thế rõ rệt.

Kết quả này có thể thấy rõ trong hình 2d ứng với các giá trị trung bình TS được tích tách biệt cho các thử nghiệm sử dụng đối lưu BMJ (BMJ-MEAN) và sử dụng KF (KF-MEAN) tương ứng với hai lớp thử nghiệm CPS và noCPS. Bên cạnh đó, một đánh giá về trung bình tổ hợp đơn giản từ 32 dự báo khác nhau này cũng được thực hiện, kí hiệu là ENS-MEAN tại hình 2 cũng cho thấy rõ sự cải thiện khi không sử dụng CPS ở các ngưỡng mưa lớn và hạn sau 24h. Nếu so sánh riêng giữa BMJ và KF thì hầu hết việc không sử dụng CPS ở các lớp thử nghiệm BMJ đều giảm được sai số đi khá rõ.



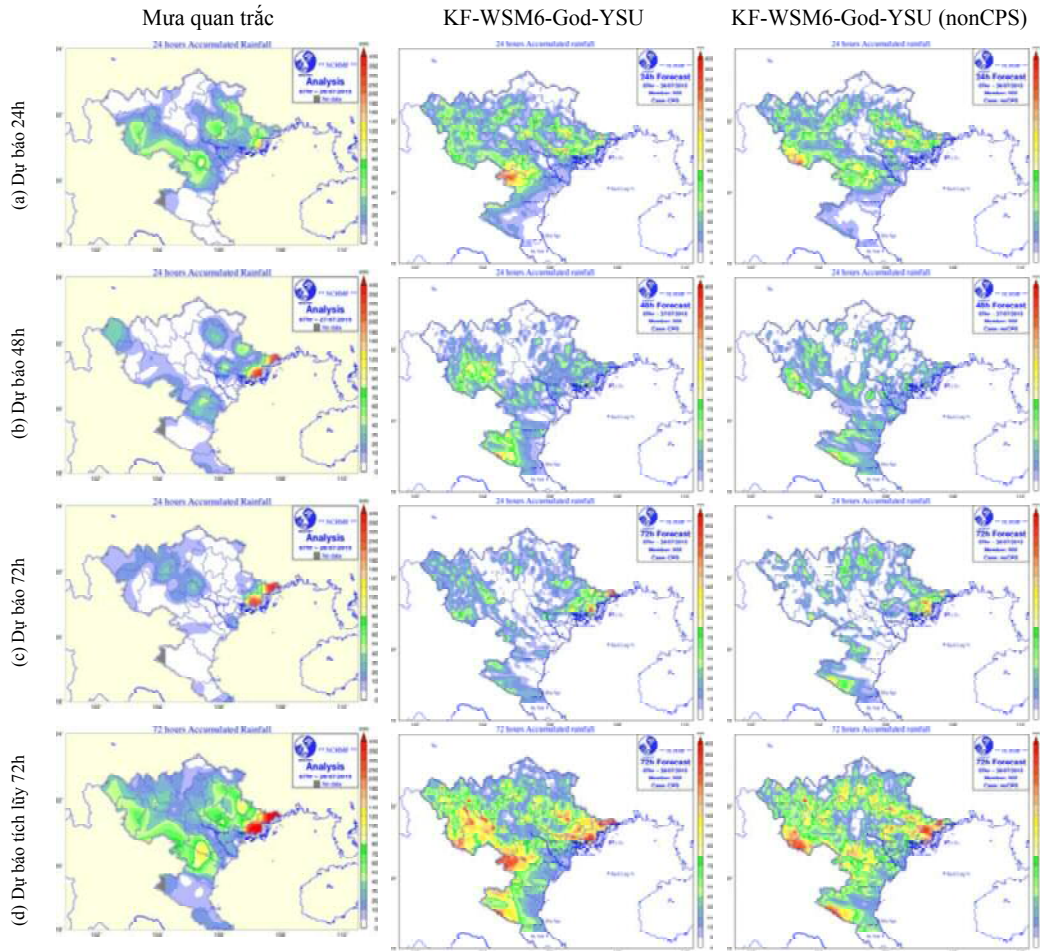
Hình 2. Biểu đồ minh họa chỉ số kỹ năng TS trên toàn bộ khu vực Bắc Bộ ở ngưỡng trên 25mm/24h (a) ngưỡng 50mm/24h; (b) ngưỡng 100mm/24h; (c) tại 3 hạn dự báo 24h, 48h và 72h cho hai lớp thử nghiệm có dùng tham số hóa đối lưu ở miền tính 5km (CPS) và không sử dụng (noCPS). Hình d là giá trị trung bình TS ứng với các thử nghiệm sử dụng đối lưu BMJ (BMJ-MEAN) và sử dụng KF (KF-MEAN)

Minh họa chi tiết hơn về sự khác biệt giữa CPS và noCPS được đưa ra trong hình 3 cho thấy ở hạn dự báo 24h, việc không sử dụng CPS cho phép giảm sai số rõ rệt ở khu vực Đồng Bằng Bắc Bộ, tuy nhiên ngược lại noCPS dự báo khá khổng trên khu vực Đông Bắc. Ở hạn dự báo 48h, cả hai trường hợp đều không thể nắm bắt

được mưa rất lớn xảy ra ở khu vực Đông Bắc do vùng thấp được dự báo lệch khá nhiều ra Vịnh Bắc Bộ, tuy nhiên ở hạn 48h các thử nghiệm noCPS tiếp tục cho phép giảm dự báo không ở các vùng còn lại một cách rõ rệt (Hình 4, hàng b). Ở hạn dự báo 72h, hai điểm mưa chính liên quan đến khu vực Móng Cái và Hải Phòng, các

thử nghiệm noCPS cho phép thể hiện tốt tâm mưa khu vực Hải Phòng so với thử nghiệm CPS. Ở hạn dự báo này, khu vực phía Tây Bắc được dự báo tốt hơn trong noCPS so với CPS (Hình 4, hàng c). Phân tích tổng thể thêm đối với dự

báo mưa tích lũy 72h (Hình 4, hàng d) cho thấy vùng mưa lớn khu vực phía Đông Bắc đã được mở rộng hơn trong dự báo noCPS so với CPS và giảm được sai số một cách rõ rệt ở khu vực Đồng Bằng Bắc Bộ.



Hình 3. Minh họa dự báo tại thời điểm dự báo 00UTC 25/07/2015 với một số cấu hình khác nhau (xem thêm bảng 1) trong đó cột hình bên trái là mưa quan trắc, cột hình giữa là có sử dụng tham số hóa, cột hình bên phải là không sử dụng tham số hóa, hàng (a), (b) và (c) tương ứng là dự báo hạn 24h, 48h và 72h cho mưa tích lũy 24h, hàng (d) là dự báo mưa tích lũy 72h.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã thực hiện dự báo đợt mưa lớn kỉ lục trên khu vực Bắc Bộ tháng 7 năm 2015 bằng mô hình WRF-ARW với điều kiện biên từ mô hình toàn cầu GFS thông qua việc hạ quy mô động lực với thiết lập hai lưới tính 15 km và 5 km dự báo đến hạn 72h. Hai thử nghiệm (với 32 cấu hình vật lý khác nhau) đã được thực hiện gồm có sử dụng (CPS) và không sử dụng tham số hóa đối lưu (noCPS) trên lưới tính phân giải

cao 5 km. Các kết quả đánh giá cho thấy ở hạn dự báo 24h, việc sử dụng các sơ đồ tham số hóa cho kết quả tốt hơn so với việc không sử dụng tham số hóa đối lưu trên lưới tính phân giải cao 5 km. Tuy nhiên ở các hạn 48h và 72h, khi không sử dụng tham số hóa đối lưu hay quá trình đối lưu được giải một cách tường minh trong mô hình (explicit) cho phép tăng được kĩ năng dự báo hơn khi thử nghiệm dự báo mưa lớn cho đợt mưa lớn trên khu vực Bắc Bộ. Việc thực hiện với

rất nhiều cấu hình vật lý khác nhau (32 cấu hình) cho phép đánh giá được tổng thể hơn khi không sử dụng CPS ở phân giải cao và có kết quả tương đồng với nhau, ít phụ thuộc vào các cấu hình khác nhau của mô hình thử nghiệm. Vấn đề chưa

giảm được sai số ở hạn dự báo 24h đối với thử nghiệm không sử dụng tham số hóa sẽ được tiếp tục cải thiện thông qua quá trình đồng hóa số liệu và sẽ được đề cập đến trong các công trình tiếp theo.

Lời cảm ơn: Các nội dung nghiên cứu trên nằm trong khuôn khổ của đề tài KC.08.06/16-20 “Nghiên cứu xây dựng hệ thống nghiệp vụ dự báo mưa lớn cho khu vực Bắc Bộ Việt Nam”, thuộc Chương trình KC.08/16-20 “Nghiên cứu khoa học và công nghệ phục vụ bảo vệ môi trường và phòng tránh thiên tai”.

Tài liệu tham khảo

1. Hoàng Đức Cường cùng cộng sự, (2011), *Nghiên cứu ứng dụng mô hình WRF dự báo thời tiết và bão ở Việt Nam*, Báo cáo tổng kết đề tài NCKH cấp Bộ TN&MT.
2. Võ Văn Hòa và cộng tác viên, (2010), *Nghiên cứu phát triển hệ thống dự báo tổ hợp thời tiết hạn ngắn cho khu vực Việt Nam*, Thuyết minh đăng ký đề tài NCKH cấp Bộ, 17 tr.
3. Walser, A., Lüthi, D. and Schär, C. (2004), Predictability of Precipitation in a Cloud-Resolving Model, *Mon. Wea. Rev.*, 132, 560-577.
4. Gilliland, E. and Rowe, C., (2007), A comparison of cumulus parameterization scheme in the WRF model, *21st conference on Hydrology*.
5. Skamarock, W.C., Klemp, J. B., Dudhia, J., Gill, D.O., Barker, D.M., Duda, M.G., Huang, X.Y., Wang, W. and Powers, J.G. (2005), A description of the Advanced Research WRF Version 3, *NCAR Tech*, Note NCAR/TN-475+STR, 113 pp.
6. Michalakes, J., Dudhia, J., Gill, D., Henderson, T., Klemp, J., Skamarock, W. and Wang, W. (2005), The Weather Research and Forecast Model: Software Architecture and Performance, *Proceedings of the Eleventh ECMWF Workshop on the Use of High Performance Computing in Meteorology*, World Scientific, pp. 156-168.

EVALUATION ON THE USE OF CUMULUS PARAMETERIZATION SCHEMES FOR HEAVY RAIN FORECAST IN JULY 2015 OVER THE NORTH OF VIETNAM BY HIGH RESOLUTION REGIONAL MODEL

Du Duc Tien¹, Hoang Duc Cuong¹, Mai Khanh Hung¹, Hoang Phuc Lam¹

¹National center of hydro-meteorological forecasting

Abstract: *The paper presents the forecasting experiments for the record heavy rainfall in the Northern region in July 2015 by using the WRF-ARW model with boundary conditions from the global model GFS (NCEP, USA). The experiments using two-nested grid at 15 km and 5 km and with forecast ranges of 72 hours. Two tests were performed including use and non-use of cumulus parameterization schemes (CPS) on a the finest grid (5 km domain). The evaluation results show that in the 24-hour forecast ranges, the use of CPS gives better results than not using CPS (noCPS) on a 5km resolution grid. However, in the 48h and 72h forecast ranges and at higher warning thresholds (50mm/24h and 100mm/24h), it is possible to increase the prediction skill with noCPS for the heavy rain in the Northern part of Vietnam.*

Keyword: *Cumulus parameterization scheme, WRF-ARW model, heavy rainfall forecast for the northern part of Vietnam.*

ĐÁNH GIÁ THỰC TRẠNG VÀ DỰ TÍNH KHẢ NĂNG XÂM NHẬP MẶN CHO KHU VỰC VEN BIỂN TỈNH THÁI BÌNH

Đỗ Đức Thắng¹, Trần Hồng Thái², Võ Văn Hòa¹

Tóm tắt: Bài báo này trình bày kết quả đánh giá hiện trạng xâm nhập mặn cho khu vực ven biển tỉnh Thái Bình dựa trên bộ số liệu quan trắc độ mặn từ 2000 đến 2017. Kết quả đánh giá cho thấy xâm nhập mặn có thể xâm nhập sâu vào trong nội đồng từ 20 - 25 km, độ mặn cao nhất đo được tại các trạm vùng cửa sông dao động từ 21 - 27‰, độ mặn cao nhất đo được tại trạm Ba Lạt (sông Hồng) lên tới 31,8‰; các năm từ 2003 - 2012 là giai đoạn có độ mặn lớn và xâm nhập sâu vào trong đất liền, trong giai đoạn này độ mặn cao nhất đo được tại điểm đo Dương Liễu trên sông Hồng (cách biển 25 km) lên tới 16,8‰. Quá trình mô phỏng và dự báo xâm nhập mặn dựa trên các đường ranh giới xâm nhập mặn 1‰ và 4‰ tại tỉnh Thái Bình đã cho thấy trong tương lai dưới ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, tình trạng xâm nhập mặn trên địa bàn các huyện ven biển ngày càng trở nên nghiêm trọng.

Từ khóa: Xâm nhập mặn, vùng ven biển, Tỉnh Thái Bình.

Ban Biên tập nhận bài: 12/01/2019 Ngày phản biện xong: 05/03/2019 Ngày đăng bài: 25/03/2019

1. Mở đầu

Với 157 nghìn ha đất tự nhiên trong đó có 97,2 nghìn ha sử dụng cho phát triển nông nghiệp, Thái Bình được đánh giá là một trong 4 tỉnh ven biển đồng bằng sông Hồng có tiềm năng phát triển nông nghiệp. Hiện tại, diện tích đất sử dụng trong nông nghiệp của tỉnh chủ yếu là trồng lúa. Việc phát triển nông nghiệp nói chung và trồng lúa nói riêng tại đây phụ thuộc lớn vào hệ thống sông Hồng - Thái Bình. Hệ thống sông này là nguồn cung cấp nước chính thông qua việc phân vào các cống lấy nước và trạm bơm. Tuy nhiên, chịu ảnh hưởng của dòng chảy kiệt, nước biển dâng làm cho ranh giới xâm nhập mặn tiến sâu vào trong sông. Mặc dù nước mặn không xâm nhập vào trong nội đồng do có hệ thống đê không chế vùng cửa sông nhưng chính việc xâm nhập mặn đã khiến quá trình lấy nước tưới từ sông phục vụ nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản bị ảnh hưởng. Điều này dẫn đến 10-20% diện tích nông nghiệp vụ Đông Xuân khó khăn về nguồn nước tưới. Chi phí cho nông nghiệp cũng khá tốn kém song sản lượng, chất lượng lúa giảm

6-10% so với những năm đủ nước tưới. Việc thiếu nước tưới được xác định do hai nguyên nhân chính là thực trạng hạn hán trong những năm gần đây do trên hệ thống sông Hồng - Thái Bình dòng chảy mùa kiệt bị ảnh hưởng mạnh của việc khai thác các công trình lấy nước. Bên cạnh đó là thực trạng xâm nhập mặn diễn ra ngày càng mạnh và phức tạp do lưu lượng về hạ lưu giảm, mực nước sông xuống thấp và nước biển dâng cao kết hợp triều cường. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng vào mùa kiệt, nước phục vụ cho sản xuất nông nghiệp và thủy sản ở Thái Bình có độ mặn vượt quá nồng độ cho phép đã làm giảm năng suất cây trồng [1-4].

Tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH) đã dẫn đến tình trạng nước biển xâm nhập sâu vào vùng đất liền làm cho diện tích canh tác tại các địa phương của tỉnh Thái Bình bị nhiễm mặn. Theo đánh giá của Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Thái Bình [5], nếu mực nước biển dâng 50 cm thì diện tích đất có nguy cơ ngập trên địa bàn tỉnh là 11,8%; nếu dâng lên 100 cm thì sẽ có khoảng 31,4% diện tích có nguy cơ bị ngập... Dự

¹Đài Khí tượng Thủy văn khu vực đồng bằng Bắc Bộ

²Tổng cục Khí tượng Thủy văn

Email: thangtv1967@gmail.com

báo đến năm 2100, tỉnh Thái Bình sẽ bị xâm nhập mặn sâu thêm vào đất liền từ 3 - 9 km, uy hiếp trực tiếp đến an toàn hệ thống hồ chứa và hệ thống đê. Sự diễn biến phức tạp của khí hậu, sự thay đổi các dòng chảy của sông, mực nước biển dâng đã và đang gây ra các hiện tượng sạt lở, xói mòn các bờ sông, bờ biển, phá hủy nhiều công trình hạ tầng sơ sở. Hiện tượng sạt lở diễn ra ở hầu hết các con sông chính chảy qua địa bàn tỉnh như sông Hồng, sông Trà Lý, sông Luộc... Điều này ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống sản xuất, sinh hoạt của người dân. Với đường bờ biển dài 23km, có 2 cửa sông lớn đổ ra biển, nguy cơ nhiễm mặn luôn hiện hữu. Hiện tượng nước biển dâng, xâm nhập mặn tiến sâu vào nội địa gây nhiễm mặn nguồn nước, ảnh hưởng lớn đến nguồn nước tưới gây thiệt hại lớn cho sản xuất nông nghiệp và đời sống của nhân dân. Tác động của BĐKH đã làm thay đổi một số quy luật tự nhiên, môi trường, tác động tiêu cực đến hệ sinh thái rừng vùng ven biển. Do đó, việc nghiên cứu đánh giá và chỉ ra được thực trạng xâm nhập mặn cũng như dự tính khả năng xâm nhập mặn trong tương lai cho khu vực ven biển Thái Bình là hết sức cần thiết.

2. Mô tả tập số liệu và phương pháp nghiên cứu

Để có được số liệu cụ thể và đầy đủ phục vụ cho việc nghiên cứu, các tác giả đã sử dụng những nguồn số liệu sau: Số liệu tại các Trạm khí tượng, thủy văn thuộc tỉnh Thái Bình; Số liệu thu thập từ quá trình đi điều tra khảo sát; Số liệu từ niên giám thống kê tại tỉnh Thái Bình và các nguồn số liệu từ các đề tài, dự án, báo cáo, chương trình khoa học có các số liệu liên quan tại tỉnh Thái Bình.

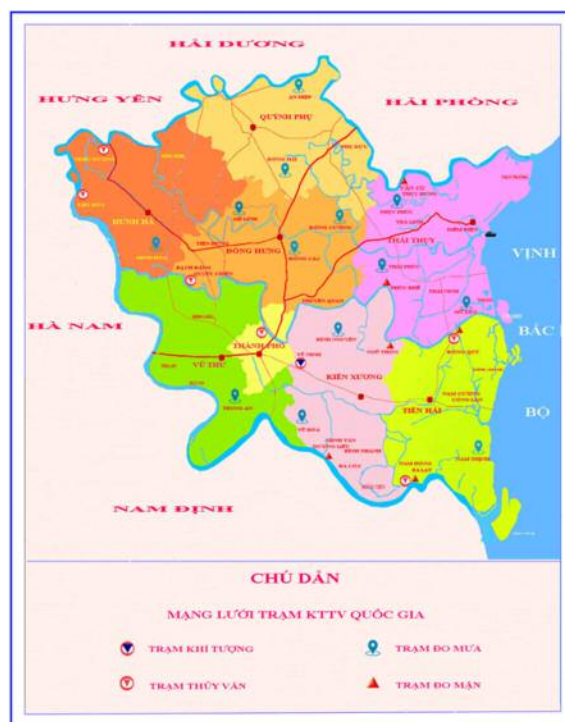
Trong nghiên cứu này, số liệu khí tượng thủy văn được sử dụng bao gồm số liệu quan trắc tại: Trạm khí tượng đặt tại xã Vũ Ninh, huyện Kiến Xương; 6 trạm thủy văn trong đó có 3 trạm hạng I là Trạm thủy văn Triều Dương, Quyết Chiến, Ba Lạt; 03 trạm hạng III là Trạm thủy văn Tiến Đức (Nhật Tảo), thành phố Thái Bình, Đông Quý; 6 điểm đo mặn là Vân Cù, Ngũ Thôn, Phúc Khê, Đông Quý, Ba Lạt, Dương Liễu. Trong

nghiên cứu này, tác giả chỉ sử dụng số liệu tại các trạm tại tỉnh Thái Bình đã được công bố bởi Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016) trong bản “Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam”. Vị trí của các trạm quan trắc, các điểm đo mặn và các điểm đo mưa tự động được trình bày trong hình 1.

- Số liệu quan trắc lượng mưa, nhiệt độ ngày cập nhật đến năm 2017;

- Số liệu quan trắc mặn tại 6 điểm đo mặn đến năm 2017;

- Số liệu dự tính lượng mưa, nhiệt độ theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 đã qua hiệu chỉnh thống kê bằng phương pháp hiệu chỉnh phân vị.



Hình 1. Bản đồ mạng lưới Trạm khí tượng thủy văn tỉnh Thái Bình

Do nước tưới nông nghiệp tại tỉnh Thái Bình được lấy chủ yếu từ hệ thống sông Hồng - Thái Bình nên độ mặn tại một số sông nhánh của hệ thống sông Hồng - Thái Bình như: sông Trà Lý, sông Kiến Giang, sông Lân, sông Luộc và một số sông khác có thể coi là độ mặn nước tưới trồng lúa của tỉnh Thái Bình. Vì vậy, bài toán dự báo tác động của biến đổi khí hậu đến xâm nhập mặn tại tỉnh Thái Bình sẽ thành bài toán dự báo xâm nhập mặn hệ thống sông Hồng - Thái Bình

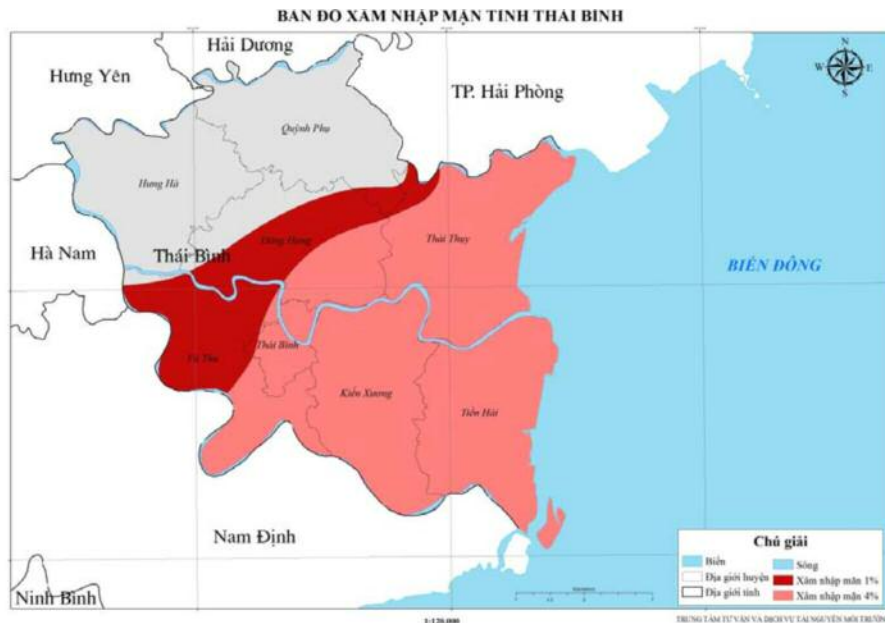
tới năm 2100. Do đó, cần phải giải quyết bài toán thủy lực và lan truyền chất. Hay nói cách khác là cần nghiên cứu cách áp dụng mô hình 1 chiều giải hệ phương trình Saint - Venant (gồm phương trình liên tục và chuyển động, nghiệm là mực nước và lưu lượng/vận tốc) và mô hình lan truyền chất với hệ phương trình truyền tải - khuếch tán. Những mô hình kiểu này cho phép tính toán mô phỏng quá trình thủy động lực và khuếch tán trong toàn bộ mạng lưới sông. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng mô hình Mike 11 của Viện Thủy lực DHI, Đan Mạch là một trong các mô hình 1 chiều tiên tiến thế giới hiện nay, được sử dụng rộng rãi trong các trường đại học, viện nghiên cứu và các đơn vị tư vấn ở trong và ngoài nước [6].

3. Kết quả đánh giá hiện trạng và dự tính xâm nhập mặn cho khu vực ven biển tỉnh

Thái Bình

3.1. Kết quả đánh giá thực trạng xâm nhập mặn

Thái Bình là một tỉnh có nhiều cửa sông lớn đổ ra biển, mặn có thể xâm nhập sâu vào trong nội đồng từ 20 - 25 km (Hình 2), độ mặn cao nhất đo được tại các trạm vùng cửa sông dao động từ 21 - 27‰, độ mặn cao nhất đo được tại Trạm thủy văn Ba Lạt (sông Hồng) lên tới 31,8‰; trong các năm từ năm 2003 - 2012 là giai đoạn có độ mặn lớn và xâm nhập sâu vào trong đất liền, trong giai đoạn này độ mặn cao nhất đo được tại trạm Dương Liễu trên sông Hồng (cách biển 25 km) lên tới 16,8‰; trong những năm gần đây độ mặn không có xu hướng tăng cao chủ yếu là do các nhà máy thủy điện tăng cường xả nước đổ ải vụ Đông Xuân làm cho độ mặn cũng giảm đi. Hình 2 đến hình 5 thể hiện xu thế biến đổi độ mặn của các trạm trên địa bàn tỉnh Thái Bình trong nhiều năm.



Hình 2. Xâm nhập mặn lớn nhất tại tỉnh Thái Bình

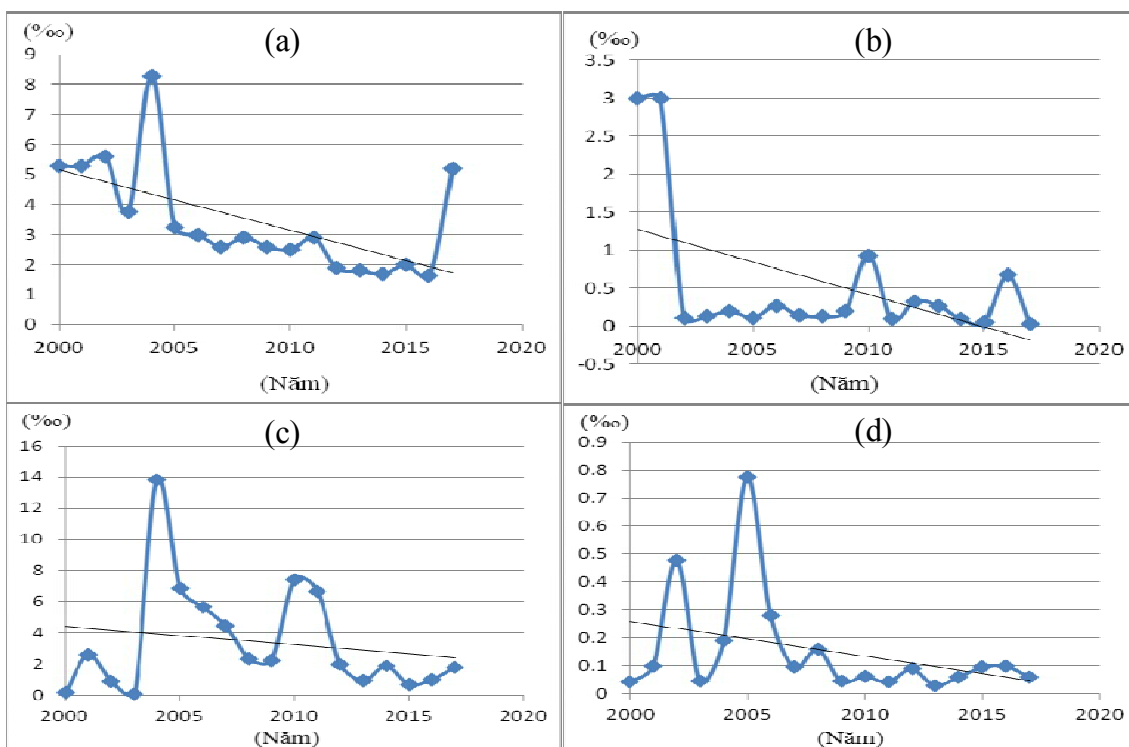
Kết quả tính toán cho thấy xu thế chân mặn lớn nhất tại đa số các trạm trên sông Hồng, sông Trà Lý, sông Hóa có chiều hướng giảm (hình 3a, 3b). Riêng trạm Đông Quý xu thế độ mặn không có nhiều thay đổi qua các năm. Độ mặn trên các sông thuộc tỉnh Thái Bình phụ thuộc vào sự điều tiết của các hồ chứa Hòa Bình, Thác Bà và Tuyên Quang. Nhìn chung tổng lượng nước trên hệ thống sông là khá lớn tuy nhiên có sự phân bố

không đồng đều theo thời gian và không gian. Trong 7 - 9 tháng mùa khô, tổng lượng dòng chảy chỉ chiếm 20 - 30% tổng lượng dòng chảy năm. Những năm trước đây cùng với hoạt động ngăn dòng của các hồ chứa phục vụ cho phát triển thủy điện dẫn đến nguồn nước bổ xung từ thượng nguồn không đủ để đẩy mặn và hiện tượng hạn hán, nước biển dâng khiến cho tình trạng xâm nhập mặn tại khu vực ngày càng trở

nên khắc nghiệt. Theo số liệu thống kê chân mặn lớn nhất trong giai đoạn từ 2000 - 2010 tại Trạm thủy văn Ba Lạt giao động trong khoảng từ 3 - 8,25‰, Đông Quý là 0,2 - 2,48‰, Dương Liễu là 0,5-0,7‰, tại Ngũ Thôn 0,2 - 3‰. Hai điểm đo Phúc Khê và Vân Cù giao động trong khoảng 0,04 - 0,35‰. Tuy nhiên trong những năm gần đây xu thế chân mặn giảm dần do các hoạt động điều tiết tại các hồ chứa đặc biệt trong các thời điểm mùa khô nhằm cung cấp nguồn nước tưới cho vùng hạ du và làm giảm đi tác động của xâm nhập mặn tại khu vực.

Đối với xu thế đỉnh mặn, các kết quả tính toán cho thấy xu thế đỉnh mặn lớn nhất của các trạm trên sông Hồng, sông Trà Lý, sông Hóa cho thấy tại hầu hết các trạm độ mặn có xu hướng giảm theo các năm (hình 3c, 3d). Riêng điểm đo Ngũ Thôn độ mặn có xu thế tăng tuy nhiên mức tăng không đáng kể. Những năm gần đây mặc dù xu thế đỉnh mặn lớn nhất có giảm đi so với các năm

trước đây do những nỗ lực khắc phục của các cấp chính quyền bằng cách có kế hoạch vận hành các hồ chứa phù hợp, điều tiết nước nhằm cung cấp nước tưới, chống hạn cho mùa khô. Tuy nhiên hiện trạng thực tế cho thấy, nước mặn vẫn ngày càng lấn sâu hơn vào khu vực hai huyện Thái Thụy, Tiền Hải do tình trạng hạn hán diễn ra thường xuyên hơn cùng với hiện tượng nước biển dâng ngày càng diễn biến phức tạp. Những năm qua vụ Xuân bị ảnh hưởng của mặn trên triền sông Hoá lên tới khu vực cầu Nghìn, triền Trà lý mặn ảnh hưởng lên qua cống Thái Phúc tới giáp cống Thuyền Quan là cống lấy nguồn nước chủ yếu của vùng Nam huyện Thái Thụy, triền sông Hồng mặn xâm nhập lên tới cống Nguyệt Lâm là cống lấy nguồn nước chủ yếu của huyện Tiền Hải. Những ảnh hưởng của xâm nhập mặn gây rất nhiều khó khăn cho việc canh tác lúa của người dân.



Hình 3. (a) Xu thế chân mặn lớn nhất Trạm thủy văn Ba Lạt; (b) Xu thế chân mặn lớn nhất điểm đo Ngũ Thôn; (c) Xu thế đỉnh mặn lớn nhất điểm đo Phúc Khê; (d) Xu thế đỉnh mặn lớn nhất điểm đo Vân Cù

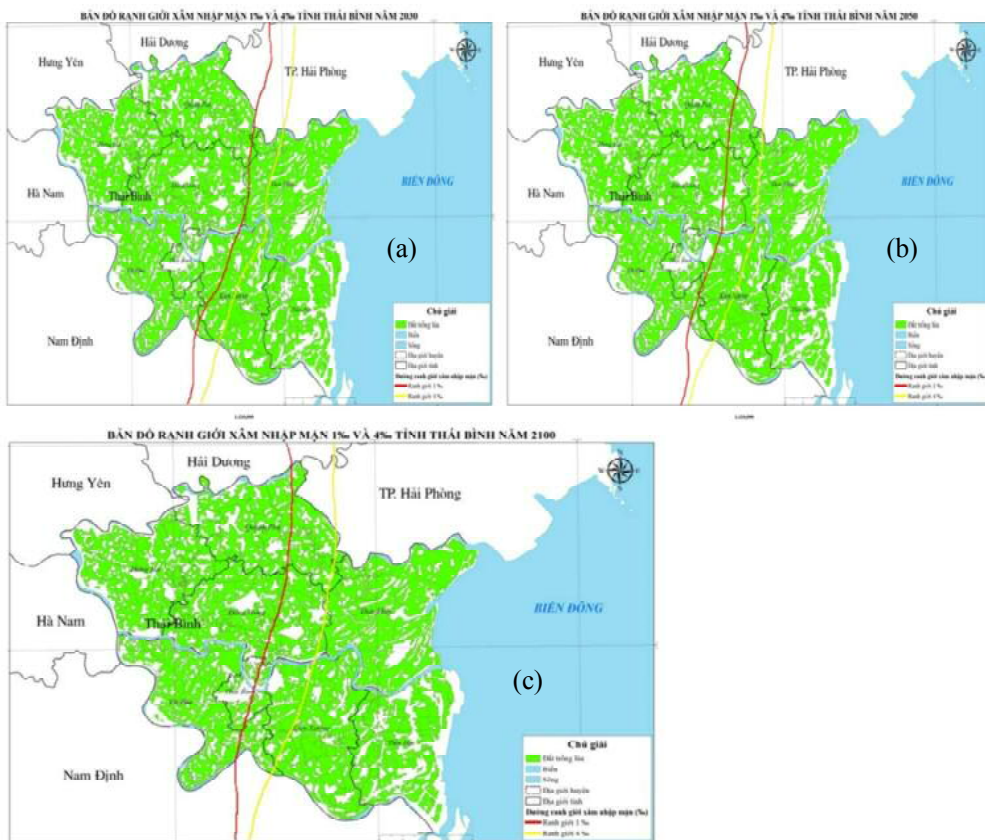
3.2. Kết quả dự tính xâm nhập mặn

Dựa trên kịch bản nồng độ khí nhà kính trung bình thấp (RCP4.5), nhóm nghiên cứu đã tiến hành chạy mô hình Mike 11 để tính toán mức độ xâm nhập mặn theo kịch bản RCP 4.5 trên hệ thống sông Hồng - Thái Bình. Các hình 4 và hình 5, các bảng 1, bảng 2 lần lượt đưa ra các kết quả tính toán mô phỏng ranh giới xâm nhập mặn và bảng đánh giá mức độ xâm nhập mặn tương ứng. Các kết quả tính toán cho thấy:

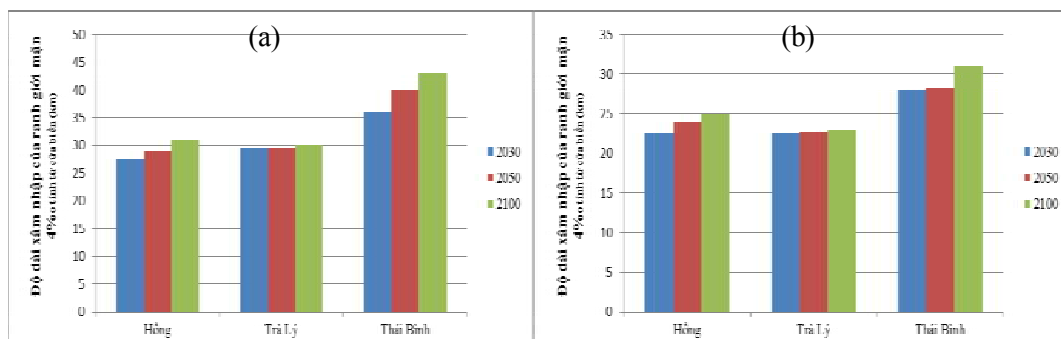
+ Trong khoảng giai đoạn từ hiện trạng đến 2030, mực nước biển dâng lên khoảng 17 cm thì mức độ xâm nhập mặn diễn biến tương đối ổn định và mức tăng là không lớn. Với ranh giới mặn 1‰ mức tăng trung bình là 1,09 km mức tăng lớn nhất là 1,6 km trên sông Trà Lý, mức tăng thấp nhất là 0,2 km trên sông Thái Bình. Tuy nhiên, đến giai đoạn 2050 với mực nước biển dâng lên khoảng 28 cm thì tương quan mức độ tăng xâm nhập mặn giữa các sông đã có sự thay đổi lớn không chỉ về xu hướng mà cả về

lượng. Vẫn là ranh giới mặn 1‰ nhưng mức tăng lớn nhất là 4 km diễn ra trên sông Thái Bình, mức tăng thấp nhất là 1,7 km diễn ra trên sông Trà Lý. Trong giai đoạn từ 2050 đến 2099 khi mà nước biển dâng lên thêm 65 cm thì mức tăng xâm nhập mặn lớn nhất là 8,1 km tại sông Thái Bình, thấp nhất là 2,4 km tại sông Trà Lý.

+ So với ranh giới mặn 1‰, ranh giới mặn 4‰ có mức độ xâm nhập và thay đổi nhỏ hơn. Trong giai đoạn hiện trạng đến 2030 khi mực nước biển dâng lên khoảng 17 cm thì mức tăng xâm nhập mặn lớn nhất là 1,4 km tại sông Trà Lý và thấp nhất là 0,1 tại sông Hồng. Đến giai đoạn sau từ 2030 - 2050 khi mực nước biển dâng lên khoảng 28 cm thì mức tăng bình quân lớn nhất là 1,7 km trên sông Trà Lý và thấp nhất trên sông Thái Bình với 1,3 km. Nhưng trong 50 năm của giai đoạn 2050 - 2099 thì mức tăng lớn nhất là 3,9 km trên sông Thái Bình và nhỏ nhất là 2,1 km trên sông Trà Lý.



Hình 4. Mô phỏng ranh giới xâm nhập mặn 1‰ và 4‰ theo kịch bản RCP 4.5 cho các năm 2030 (a), 2050 (b) và 2100 (c) cho tỉnh Thái Bình



Hình 5. Mô phỏng diễn biến ranh giới xâm nhập mặn 1‰ (a) và 4‰ (b) dọc trên các sông theo kịch bản RCP 4.5 cho các năm 2030, 2050, 2099

Bảng 1. Đánh giá mức độ xâm nhập mặn tại một số cửa sông theo kịch bản RCP 4.5 (km)

Kịch bản RCP 4.5	1‰			4‰			
	Sông	2030	2050	2099	2030	2050	2099
Hồng		27,4	29,3	31,1	22,1	23,5	24,9
Trà Lý		28,9	29,0	29,7	22,4	22,7	23,1
Thái Bình		36,2	40	44,1	28,3	28,8	31,4

Bảng 2. So sánh mức tăng xâm nhập mặn giữa kịch bản RCP 4.5 và hiện trạng (km)

Kịch bản RCP 4.5	2030		2050		2099		
	Sông	1‰	4‰	1‰	4‰	1‰	4‰
Hồng		0,6	0,1	2,5	1,5	4,3	2,9
Trà Lý		1,6	1,4	1,7	1,7	2,4	2,1
Thái Bình		0,2	0,8	4,0	1,3	8,1	3,9

Bảng 3. Diện tích trồng lúa có nguy cơ bị ảnh hưởng bởi xâm nhập mặn tỉnh Thái Bình (Đơn vị: Nghìn ha)

Huyện/Thành Phố	Diện tích trồng lúa	Diện tích trồng lúa có nguy cơ ảnh hưởng bởi xâm nhập mặn 1‰			Diện tích trồng lúa có nguy cơ ảnh hưởng bởi xâm nhập mặn 4‰		
		2030	2050	2099	2030	2050	2099
		Thành phố Thái Bình	4,8	0	0	1,2	0
Huyện Quỳnh Phụ	23,1	0,23	3,85	6,93	0	0	1,85
Huyện Hưng Hà	21,8	0	0	0	0	0	0
Huyện Đông Hưng	23,2	0,06	4,64	6,96	0	0	0,35
Huyện Thái Thụy	26,5	21,2	22,7	22,7	20,3	21,32	22,1
Huyện Tiền Hải	20,6	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4
Huyện Kiến Xương	22,7	16,6	18,16	19,3	12,4	13,05	14,5
Huyện Vũ Thư	16,0	0,8	1,7	2,4	0	0	0,2

Bảng 3 đưa ra kết quả tính toán mức độ nguy cơ ảnh hưởng của xâm nhập mặn đến diện tích lúa theo kịch bản RCP 4.5. Từ bảng 3 có thể nhận thấy:

- Ranh giới mặn 1‰: Trong giai đoạn từ hiện trạng đến năm 2030, diện tích lúa bị nhiễm mặn tại một số huyện là khá cao đặc biệt là các huyện ven biển Thái Thụy và Tiền Hải. Địa phương có nguy cơ nhiễm mặn lớn nhất là huyện Thái Thụy với diện tích ảnh hưởng là 21,2 nghìn ha chiếm 87% diện tích canh tác lúa của địa phương. Huyện Tiền Hải là 13,4 nghìn ha chiếm 65%. Huyện Kiến Xương là 16,6 chiếm 73,12%. Thấp nhất là huyện Hưng Hà và thành phố Thái Bình do vị trí nằm sâu trong đất liền và chưa bị ảnh hưởng bởi xâm nhập mặn. Đến giai đoạn năm 2050, cũng với ranh giới mặn 1‰ nhưng diện tích lúa có nguy cơ bị ảnh hưởng tại các địa phương tăng lên đáng kể. Huyện có diện tích lúa bị xâm nhập mặn lớn nhất là huyện Thái Thụy với diện tích bị ảnh hưởng là 22,7 nghìn ha tăng lên 1,5 nghìn ha so với giai đoạn 2030. Tiếp theo là huyện Kiến Xương với diện tích bị ảnh hưởng là 18,16 nghìn ha, tăng lên 1,56 nghìn ha. Huyện Tiền Hải có diện tích bị ảnh hưởng là 13,4 nghìn ha. Thành phố Thái Bình và huyện Hưng Hà trong giai đoạn này vẫn chưa bị ảnh hưởng bởi xâm nhập mặn. Giai đoạn từ 2050 -2100, diện tích lúa có nguy cơ ảnh hưởng bởi xâm nhập mặn đã tăng lên rõ rệt. Mức độ tăng lên nhiều nhất tại huyện Đông Hưng, mức tăng 6,9 nghìn ha so với giai đoạn 2030 và 2,32 nghìn ha so với giai đoạn năm 2050. Thành phố Thái Bình trong giai đoạn này cũng đã bắt đầu bị ảnh hưởng bởi xâm nhập mặn với diện tích bị ảnh hưởng là 1,2 nghìn ha. Huyện Hưng Hà vẫn chưa bị ảnh hưởng bởi xâm nhập mặn.

- Ranh giới mặn 4‰: So với ranh giới mặn 1‰, ranh giới mặn 4‰ có mức độ xâm nhập và thay đổi nhỏ hơn. Trong giai đoạn từ hiện trạng đến năm 2030, địa phương có diện tích lúa bị nhiễm mặn lớn nhất là huyện Thái Thụy với diện tích nhiễm mặn là 20,8 nghìn ha chiếm 78,4% diện tích canh tác lúa tại địa phương, huyện Tiền Hải là 20,6 nghìn ha chiếm 100%, huyện Kiến

Xương là 12,4 nghìn ha chiếm 54,6%. Với ranh giới này, các huyện Đông Hưng, Hưng Hà, Quỳnh Phụ, Vũ Thư, thành phố Thái Bình chưa bị ảnh hưởng. Đến giai đoạn năm 2050, diện tích lúa có nguy cơ bị ảnh hưởng tại các địa phương tăng lên, lớn nhất là huyện Thái Thụy với 21,32 nghìn ha, diện tích tăng lên là 1,02 nghìn ha. Diện tích ảnh hưởng của huyện Tiền Hải là 20,6 nghìn ha, huyện Kiến Xương là 13,02 nghìn ha. Giai đoạn 2050-2100, Thái Thụy vẫn là huyện có diện tích lúa bị ảnh hưởng lớn nhất với diện tích ảnh hưởng là 22,1 nghìn ha, Thái Thụy là 20,6 nghìn ha, Kiến Xương là 14,5 nghìn ha. Ngoài ra một số huyện đã bắt đầu bị ảnh hưởng bởi xâm nhập mặn như: huyện Quỳnh Phụ, diện tích lúa bị ảnh hưởng là 1,85 nghìn ha. Huyện Đông Hưng, diện tích bị ảnh hưởng là 0,35 nghìn ha; Vũ Thư là 0,2 nghìn ha.

4. Kết luận và kiến nghị

Dựa trên bộ số liệu quan trắc độ mặn từ 2000 đến 2017, kết quả phân tích và đánh giá hiện trạng đã cho thấy xâm nhập mặn đã xâm nhập sâu vào trong nội đồng của tỉnh Thái Bình từ 20 - 25 km, độ mặn cao nhất đo được tại các trạm vùng cửa sông dao động từ 21 - 27‰, độ mặn cao nhất đo được tại trạm Ba Lạt (sông Hồng) lên tới 31,8‰; trong các năm từ năm 2003 - 2012 là giai đoạn có độ mặn lớn và xâm nhập sâu vào trong đất liền, trong giai đoạn này độ mặn cao nhất đo được tại điểm đo Dương Liễu trên sông Hồng (cách biển 25 km) lên tới 16,8‰.

Qua quá trình mô phỏng và dự báo xâm nhập mặn dựa trên mô hình MIKE 11, nhóm tác giả đã xây dựng được đường ranh giới xâm nhập mặn 1‰, 4‰ tại tỉnh Thái Bình. Có thể thấy trong tương lai dưới ảnh hưởng của BĐKH, tình trạng xâm nhập mặn trên địa bàn các huyện ven biển ngày càng trở nên nghiêm trọng. Trong khoảng giai đoạn từ hiện trạng đến 2030, mực nước biển dâng lên khoảng 17 cm thì mức độ xâm nhập mặn diễn biến tương đối ổn định và mức tăng là không lớn. Với ranh giới mặn 1‰ mức tăng trung bình là 1,09 km mức tăng lớn nhất là 1,6 km trên sông Trà Lý, mức tăng thấp

nhất là 0,2 km trên sông Thái Bình. Tuy nhiên, đến giai đoạn 2050 với mực nước biển dâng lên khoảng 28cm thì tương quan mức độ tăng xâm nhập mặn giữa các sông đã có sự thay đổi lớn không chỉ về xu hướng mà cả về lượng. Vẫn là ranh giới mặn 1‰ nhưng mức tăng lớn nhất là 4 km diễn ra trên sông Thái Bình, mức tăng thấp

nhất là 1,7 km diễn ra trên sông Trà Lý. Trong giai đoạn từ 2050 đến 2099 khi mà nước biển dâng lên thêm 65 cm thì mức tăng xâm nhập mặn lớn nhất là 8,1 km tại sông Thái Bình, thấp nhất là 2,4 km tại sông Trà Lý. Sự xâm nhập mặn nghiêm trọng này sẽ ảnh hưởng lớn tới diện tích trồng lúa tỉnh Thái Bình trong tương lai.

Tài liệu tham khảo

1. Phạm Hoàng Hải (2007), *Nghiên cứu đánh giá thực trạng xâm nhập mặn vào khu vực nội đồng do ảnh hưởng của sự phát triển nuôi trồng thủy hải sản trong đê tỉnh Thái Bình và đề xuất các biện pháp khắc phục*, Viện Địa lý - Viện Hàn lâm Khoa học và công nghệ Việt Nam.
2. Vũ Thế Hải và cs (2011), *Nghiên cứu đề xuất các giải pháp thủy lợi kết hợp nông nghiệp để ứng phó với hạn hán và xâm nhập mặn tại các tỉnh ven biển đồng bằng sông Hồng*, Viện Tưới tiêu và môi trường
3. Vũ Hoàng Hoa, Lương Hữu Dũng (2009), *Nghiên cứu, dự báo xu thế diễn biến xâm nhập mặn do nước biển dâng cho vùng cửa sông ven biển Bắc Bộ*, Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, Số 27 (2009).
4. Nguyễn Văn Hoàng (2011), *Nghiên cứu, đánh giá tác động của BĐKH tới tỉnh Thái Bình, đề xuất các giải pháp thích ứng, giảm thiểu thiệt hại*, Viện Địa chất - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.
5. Cục thống kê tỉnh Thái Bình (2017), *Niên giám thống kê tỉnh Thái Bình năm 2017*.
6. Anderson, M.B., Woodrow, P.J. (1989/1998), *Rising from the ashes. Development, Strategies in times of Disaster*. London: *Intermediate Technology Publications* (1998 edition).

ASSESSING AND PROJECTING THE SITUATION OF SALINE INTRUSION FOR COASTAL AREAS IN THAI BINH PROVINCE

Do Duc Thang¹, Tran Hong Thai², Vo Van Hoa¹

¹Red River Delta Regional Hydro-Meteorological Center

²Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration

Abstract: *This paper presents the results of assessment of saline intrusion status for coastal areas in Thai Binh province based on the salinity monitoring data from 2000 to 2017. The assessment results show that saline intrusion can penetrate deeply. In the inner field from 20 - 25 km, the highest salinity measured at river mouths ranges from 21 - 27 ‰, the highest salinity is measured at Ba Lat station (Red river) up to 31.8 ‰; In the years from 2003 - 2012, there was a period of high salinity and deep penetration into the mainland. In this period, the highest salinity measured at the measuring point of Duong Lieu on the Red River (25 km from the sea) reached 16.8‰. The process of simulation and prediction of saline intrusion based on the boundary of saline intrusion 1 ‰ and 4 ‰ in Thai Binh province has shown in the future under the influence of climate change, salinity intrusion in the area Table of coastal districts is becoming more serious.*

Keywords: *Saline intrusion, coastal areas, Thai Binh province.*

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN LAN TRUYỀN MẶN TRÊN SÔNG SÀI GÒN BẰNG PHƯƠNG PHÁP SỐ

Trần Thị Kim¹, Bùi Hồng Sơn², Nguyễn Thị Bẩy³, Phùng Thị Mỹ Diễm¹, Nguyễn Kỳ Phùng⁴

Tóm tắt: Trong những năm gần đây, nguồn nước trên sông Sài Gòn độ mặn ngày càng tăng cao và chưa có xu hướng giảm. Tình trạng thiếu nước, xâm nhập mặn trong mùa khô diễn ra ngày càng gay gắt, ảnh hưởng trực tiếp đến hệ thống cấp nước cho TP.HCM. Mặc dù đã chủ động thực hiện nhiều biện pháp nhưng các công ty cấp nước vẫn gặp nhiều khó khăn và các nhà máy phải ngưng lấy nước thô trong nhiều thời điểm do độ mặn vượt quy chuẩn cho phép, chi phí vận hành sản xuất nước sạch gia tăng. Theo kết quả khảo sát của Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam, tháng 4/2016, tại trạm bơm nước thô Hòa Phú (nằm trên sông Sài Gòn thuộc huyện Củ Chi) cho thấy từ cuối tháng 1-2016 đến nay, độ mặn thường xuyên trên ngưỡng 150 mg/lít. Nghiên cứu này tập trung vào tính toán và mô phỏng lan truyền mặn một chiều bằng phương pháp số cho hệ thống sông Sài Gòn nhằm hỗ trợ các nhà quản lý đánh giá tác động của xâm nhập mặn đến nông nghiệp và cấp nước.

Từ khóa: Xâm nhập mặn, sông Sài Gòn, phương pháp số, mô hình toán.

Ban Biên tập nhận bài: 08/12/2018 Ngày phản biện xong: 20/01/2019 Ngày đăng bài: 25/03/2019

1. Đặt vấn đề

Hệ thống sông Sài Gòn - Đồng Nai bao gồm dòng chính sông Đồng Nai và 4 sông nhánh lớn là sông La Ngà, sông Bé, sông Sài Gòn và sông Vàm Cỏ. Xâm nhập mặn là một hiện tượng cực kỳ quan trọng và đáng chú ý hơn cả ở phần hạ lưu sông Sài Gòn - Đồng Nai. Với đặc điểm lòng dẫn sâu, độ dốc đáy sông nhỏ, biên độ triều lớn, do đó nước mặn theo dòng triều xâm nhập rất cao lên thượng lưu vào giữa và cuối mùa khô (tháng 3-4 hàng năm) [9]. Trong vài năm gần đây, cùng với tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng, sự biến đổi ranh giới xâm nhập mặn trở nên phức tạp. Nước biển dâng kéo theo sự thay đổi biên độ và pha thủy triều trong các vịnh và vùng biển ven bờ [4]. Sự thay đổi này dẫn đến quá trình lan truyền chất trong sông thay đổi theo, đặc biệt là xâm nhập mặn. Do vậy, nhu cầu tính toán và dự báo xâm nhập mặn ngày càng cấp thiết.

Mô hình toán, một phương pháp hiện đại, được phát triển mạnh trong mấy chục năm trở lại đây ở nước ta cũng như trên thế giới. Các mô hình được sử dụng rộng rãi trên thế giới như mô hình HEC-RAS; Mô hình Qual2E của cục bảo vệ môi trường Mỹ (EPA); Mô hình DELFT 3D của Viện Nghiên cứu Thủy lực Hà Lan và mô hình Mike 11 của Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI). Các nghiên cứu tiêu biểu về dòng chảy và chất lượng nước, xâm nhập mặn được thực hiện bởi các tác giả Zheng Chong, Ruibin Zhang, Pawan Kumar Mishra [10, 11, 12]. Theo đó, xu hướng sử dụng các mô hình thương mại vẫn diễn ra tại Việt Nam, có nhiều nghiên cứu về xâm nhập mặn được thực hiện trên hạ lưu hệ thống sông Sài Gòn - Đồng Nai bằng việc sử dụng mô hình toán [5, 7, 2] tuy nhiên, chi phí sử dụng khá cao và khó khăn khi kết nối hệ thống. Nghiên cứu tính toán lan truyền mặn trên Sông Sài Gòn bằng phương pháp số được đề xuất thực hiện nhằm xây dựng mô hình tính toán và mô phỏng lan truyền mặn một chiều cho một đoạn sông nhất định, như là một công cụ hỗ trợ các nhà quản lý đánh giá tác động của xâm nhập mặn đến sản xuất nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản tại

¹Đại học Tài nguyên và Môi trường Tp.HCM

²Sở Tài nguyên và Môi trường Tp.HCM

³Đại học Bách Khoa - ĐHQG Tp.HCM

⁴Sở Khoa học Công nghệ Tp.HCM

Email: tkim@hcmunre.edu.vn

khu vực hạ lưu sông Sài Gòn-Đồng Nai.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Nghiên cứu thuật giải của mô hình toán thủy lực [6]

Mô hình thủy động lực được xây dựng với cơ sở là hệ phương trình Saint-Venan (phương trình liên tục (1) và phương trình động lượng (2)).

Đối với các hàm thông thường nghiệm là một giá trị số (số thực, số phức...). Còn trong phương trình sai phân, mục tiêu là tìm ra công thức của hàm chưa được biết nhằm thỏa mãn mối quan hệ đề ra. Thông thường nó sẽ là một họ các phương trình, sai lệch bằng một hằng số C nào đó. Hàm này sẽ được xác định chính xác khi có thêm điều kiện xác định ban đầu hoặc điều kiện biên.

Các phương pháp nhằm tìm ra giá trị chính xác của hàm được gọi là phân tích định lượng. Tuy nhiên không phải lúc nào cũng xác định được các giá trị thực, lúc này người ta lại quan tâm đến các giá trị xấp xỉ (có một độ chính xác nhất định) với giá trị thực. Việc tìm các giá trị này được thực hiện thường là bằng phương pháp số với công cụ là máy tính.

Phương trình sai phân được nghiên cứu rộng rãi trong toán học thuần túy và ứng dụng, vật lý và các ngành kỹ thuật.

Phương trình liên tục

Phương trình liên tục được thiết lập dựa trên định luật bảo toàn khối lượng trong một không gian vô cùng bé nằm giữa hai mặt phẳng ước của kênh.

Phương trình liên tục có dạng:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} dt + B \frac{\partial h}{\partial t} dt = 0 \quad (1)$$

Phương trình động lượng

Phương trình động lượng có dạng như sau:

$$B \frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial z}{\partial x} + gA \frac{Q|Q|}{K^2} = 0 \quad (2)$$

Hệ phương trình (2) được gọi là hệ phương trình Saint-Venant. Phương trình này mô tả sự biến thiên của lưu lượng Q và mực nước z hoặc

các thông số tương đương theo thời gian và không gian.

2.2. Nghiên cứu thuật giải của mô hình lan truyền chất [6]

Phương trình lan truyền chất được viết như sau:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -U \frac{\partial C}{\partial x} + E \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - KC \quad (3)$$

Phương trình có thể được viết dưới dạng hoàn thành thể (kết hợp với phương trình liên tục):

$$\frac{\partial}{\partial t} (AC) = \frac{\partial}{\partial t} (AE \frac{\partial C}{\partial x}) - \frac{\partial C}{\partial x} (AUC) + A(f(C) + G(C)) \quad (4)$$

Phương trình đạo hàm riêng phần của quá trình lan truyền chất mô tả sự biến thiên của nồng độ chất theo không gian và thời gian có thể được viết lại như phương trình (5):

$$\frac{\partial C}{\partial t} + U \frac{\partial C}{\partial x} = E \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - KC + p \quad (5)$$

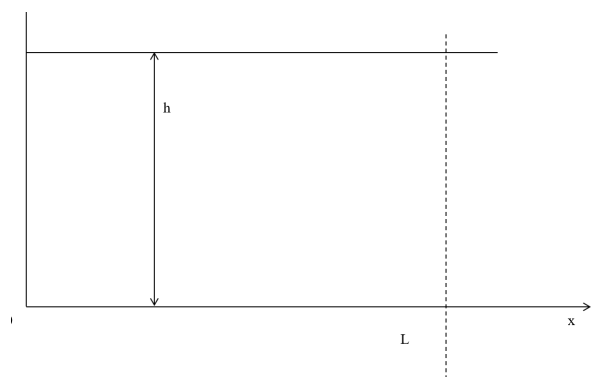
Mô hình lan truyền chất sẽ được giải theo phương pháp sai phân hữu hạn bằng sơ đồ Upwind.

3. Kết quả

3.1. Kiểm định mô hình bằng lời giải tích

3.1.1. Kiểm định mô hình thủy lực

Xét sự chuyển động của triều trong kênh kín một đầu và bị phản xạ hoàn toàn tại đầu kín.



Hình 1. Số hóa đoạn kênh

Dao động mực nước:

$$z(x, t) = z_0 \cos(\omega t) \cos(kx) \quad (6)$$

Tốc độ truyền triều:

$$u(x, t) = \frac{C_0}{h} z_0 \sin(\omega t) \sin(kx) \quad (7)$$

Mô hình được áp dụng tính cho đoạn kênh có

mặt cắt ngang hình chữ nhật, đáy nằm ngang; chiều dài $L=100\text{m}$ (là một bước sóng), độ sâu $h=1\text{m}$.

Điều kiện ban đầu được tính từ phương trình (6) và phương trình (7), tại thời điểm $t=0$.

Điều kiện biên được áp dụng như sau:

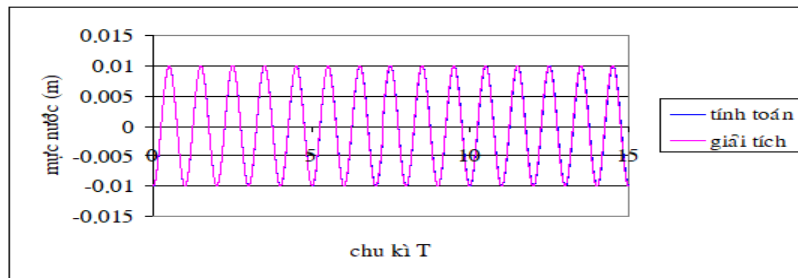
- Tại cuối kênh ($x=L$) cho dao động mực nước dạng: $z = z_0 \cos(\omega t)$, với biên độ triều $z_0=0.01\text{m}$;

chu kỳ $T=31.927\text{s}$; suy ra $(\omega t)=0.1967 \text{ rad/s}$.

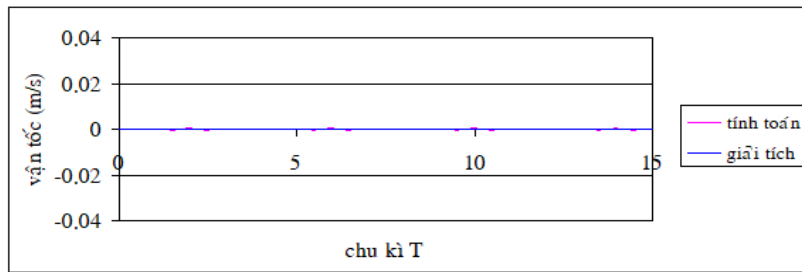
- Tại đầu kênh ($x=0$) điều kiện phản xạ hoàn toàn cho $Q=0$.

Kết quả tính toán từ mô hình và nghiệm lý thuyết được trình bày trong hình 2 - 7:

- Hình 2 và hình 3 cho thấy diễn biến theo thời gian của mực nước z và vận tốc U tại vị trí $x=0.5L$

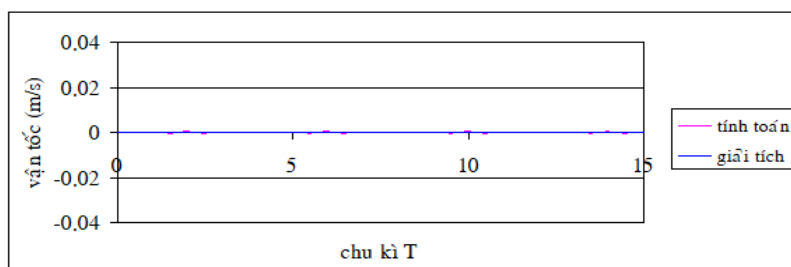


Hình 2. Kết quả mực nước của dòng chảy tại $x=0.5L$

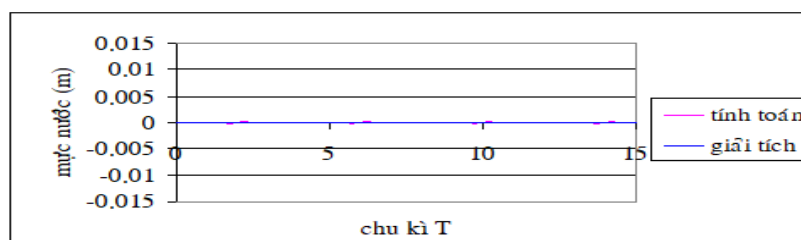


Hình 3. Kết quả vận tốc của dòng chảy tại $x=0.5L$

- Hình 4 và 5 cho thấy diễn biến theo thời gian của mực nước z và vận tốc U tại vị trí $x=0.75L$.

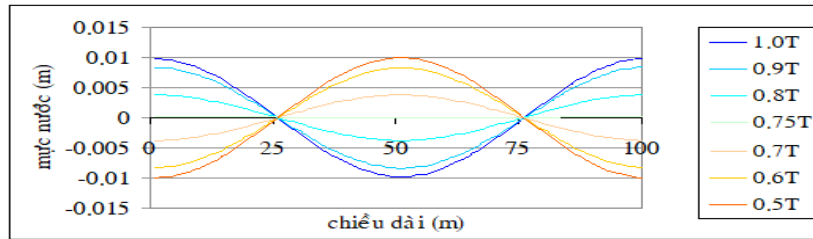


Hình 4. Kết quả mực nước của dòng chảy tại $x=0.75L$

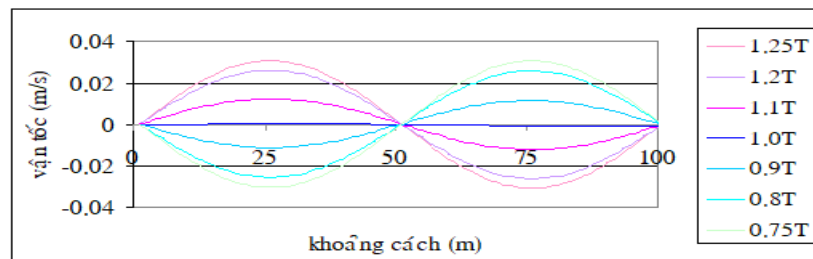


Hình 5. Kết quả vận tốc của dòng chảy tại $x=0.75L$

- Hình 6 và 7 cho thấy diễn biến mực nước z và vận tốc U dọc theo chiều dài kênh được tính tại những nhóm thời điểm khác nhau.



Hình 6. Kết quả mực nước dọc chiều dài kênh tại nhiều thời điểm



Hình 7. Kết quả vận tốc dọc theo chiều dài kênh tại nhiều thời điểm

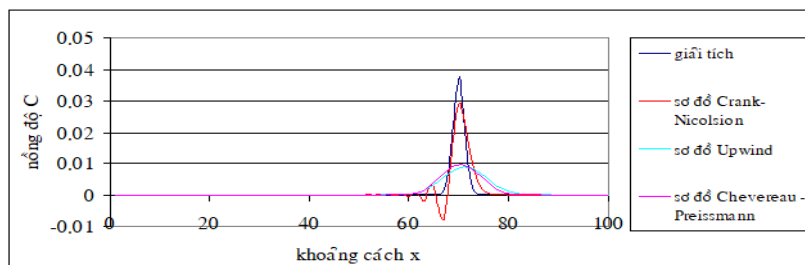
Như vậy, mô hình tính đã cho thấy đáp số khá chính xác với nghiệm giải tích, Điều đó đã khẳng định được độ tin cậy của mô hình ít nhất cho những trường hợp đơn giản. từ đây, ta có thể mở rộng áp dụng mô hình tính cho những trường hợp phức tạp hơn với số liệu thực tế.

3.1.2. Kiểm định mô hình lan truyền chất

Ta có, phương trình truyền chất tổng quát:

$$\frac{\partial}{\partial t}(AC) = \frac{\partial}{\partial x} \left(AE \frac{\partial C}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial x} (AUC) + A(f(C) + G(C)) \quad (8)$$

Giải phương trình (8) với những sơ đồ khác nhau: sơ đồ hiện theo Chevereau và Preissmann, sơ đồ ẩn Crank Nicolson, sơ đồ ẩn Upwind để so sánh với lời giải tích.



Hình 8. Kết quả nồng độ dọc kênh tại thời điểm $t = 700s$

- Các sơ đồ Chevereau-Preissmann và Upwind không làm cho nồng độ chất mang giá trị âm, việc giảm Δt hay Δx trong quá trình chạy thử nghiệm cũng không cho kết quả tốt hơn.

- Ngược lại, đối với sơ đồ Crank Nicolson, đường biểu diễn nồng độ cho thấy kết quả khá tốt, đặc biệt là tại vị trí $x=70m$, nồng độ chất đạt cực đại và gần nghiệm giải tích.

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sử dụng sơ đồ Crank Nicolson trong chương trình tính mạng sông. Bởi vì trong mô hình tính mạng

sông, phương pháp đường đặc trưng được sử dụng để tính nồng độ chất tại hợp lưu trên những nhánh chảy vào hợp lưu và tại biên khi dòng chảy từ miền hướng ra biên. Điều này khắc phục được hiện tượng khuếch tán số.

3.2. Tiêu chuẩn đánh giá

Hệ số Nash – Sutcliffe (NSE):

Hệ số hiệu quả Nash-Sutcliffe (NSE): là hệ số tương quan giữa giá trị quan trắc và mô phỏng theo tỷ lệ 1:1.

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (Y_{obs,i} - Y_{sim,i})^2}{\sum_{i=1}^N (Y_{obs,i} - \bar{Y}_{obs})^2} \quad (9)$$

Hệ số tương quan R²:

Hệ số tương quan R²: mô tả mức độ tương quan giữa giá trị mô phỏng và quan trắc. R² càng tiến đến 1 thì kết quả mô phỏng càng tốt.

Công thức tính hệ số tương quan R²:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (Y_{obs,i} - \bar{Y}_{obs})(Y_{sim,i} - \bar{Y}_{sim})}{\left[\sum_{i=1}^N (Y_{obs,i} - \bar{Y}_{obs})^2 \right]^{0.5} \left[\sum_{i=1}^N (Y_{sim,i} - \bar{Y}_{sim})^2 \right]^{0.5}} \quad (10)$$

3.3. Ứng dụng cho hệ thống sông Sài Gòn – Đồng Nai

3.3.1. Thiết lập mô hình thủy lực một chiều

a) Thiết lập thông số mô hình thủy lực một chiều

- Dữ liệu tính toán

Vùng tính toán: Vùng tính toán từ sau hồ chứa Dầu Tiếng đến vị trí các cửa sông ven biển Vàm Cỏ, Soài Rạp, Lòng Tàu, Dinh Bà, Thị Vải.

Lưới tính: bao gồm 9 nhánh sông, gồm Sông Sài Gòn, sông Đồng Nai, Sông Soài Rạp, Vàm Cỏ, Lòng Tàu, Dinh Bà, Đồng Tranh, Nhà Bè và sông Thị Vải. Khoảng cách dx lớn nhất trên các nhánh sông là 1000 m và nhỏ nhất là 100m. Khoảng cách này được chia chi tiết ở các nhánh sông nhỏ và chia lớn nhất trên các sông lớn nhằm để giảm thời gian tính toán.

- Điều kiện biên

Vị trí các biên được thể hiện chi tiết trong Hình 10. Trong đó:

+ Biên thượng lưu gồm các biên mực nước giờ tại Tân An, Gò Dầu Hạ và biên hồ Trị An và hồ Dầu Tiếng.

+ Biên hạ lưu gồm 4 biên mực nước tại các cửa sông Soài Rạp, Dinh Bà, Lòng Tàu và Thị Vải.

+ Biên cắt: 12 biên lưu lượng với Q = 0 m³/s

- Điều kiện ban đầu

Điều kiện ban đầu: Giả sử thời điểm ban đầu nước tĩnh, Q=0 m³/s.

Điều kiện mực nước ban đầu bằng 0 và ở hợp lưu bằng 0 m.

b) Dữ liệu tính toán hiệu chỉnh mô hình

Thời gian tính: từ ngày 01/04/2013 12:00 đến 30/04/2013 00:00 để hiệu chỉnh mô hình; sử dụng bước thời gian là 15 giây. Trạm sử dụng hiệu chỉnh là Cát Lái, Nhà Bè và Phú An với bộ số liệu đo đạc mực nước từ 26/04/2013 9:00 đến 28/04/2013 20:00.

Hệ số nhám: Thay đổi từ 0.02-0.04.

Nguồn cơ sở dữ liệu thu thập cho tính toán được trình bày trong Bảng 1 sau:

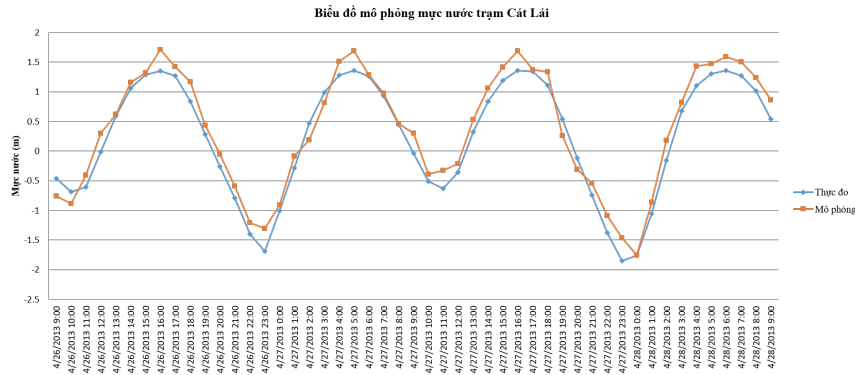
Bảng 1. Cơ sở dữ liệu

Dữ liệu	Nguồn	Mô tả dữ liệu
Mực nước tại Vũng Tàu, Vàm Kênh và các trạm hiệu chỉnh	IMHOEN Đài Khí tượng Thủy văn Nam Bộ	Mực nước các trạm Vàm Cỏ, Dinh Bà, Lòng Tàu, Soài Rạp, Thị Vải (3 trạm), Biên Hòa.
Mặt cắt ngang sông	SIWRR Viện Thủy Lợi Miền Nam, IMHOEN	Số liệu mặt cắt ngang sông của vùng nghiên cứu (Sông Sài Gòn, Đồng Nai, Dinh Bà, ...)
Số liệu xả hồ Trị An, Dầu Tiếng	Ban quản trị Hồ Dầu Tiếng, Trị An	Lưu lượng xả

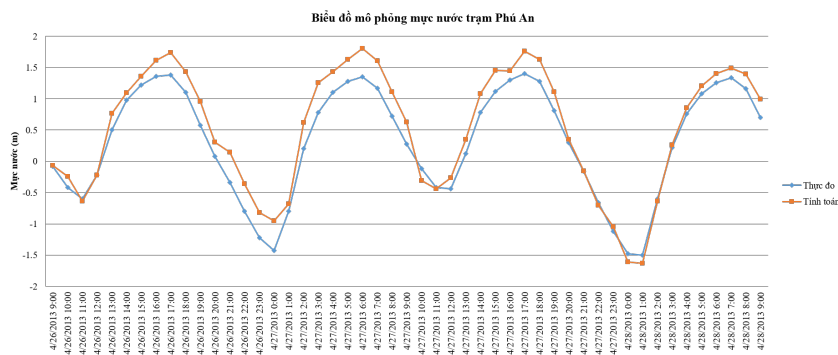
c) Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

- Hiệu chỉnh mô hình thủy lực:

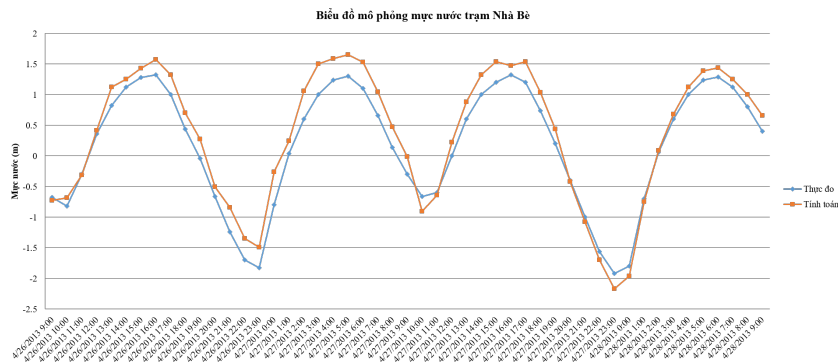
Kết quả mực nước thực đo và mực nước tính toán được thể hiện như Hình 9 – 11:



Hình 9. Biểu đồ mực nước trạm Cát Lái từ 26/04/2013 9:00 đến 28/04/2013 20:00



Hình 10. Biểu đồ mực nước trạm Phú An từ 26/04/2013 9:00 đến 28/04/2013



Hình 11. Biểu đồ mực nước trạm Nhà Bè từ 26/04/2013 9:00

Sử dụng các hệ số thống kê RSR, R^2 , NSE để đánh giá hiệu quả mô hình được trình bày trong Bảng 2:

Bảng 2. Chỉ số đánh giá mô hình hiệu chỉnh thủy lực

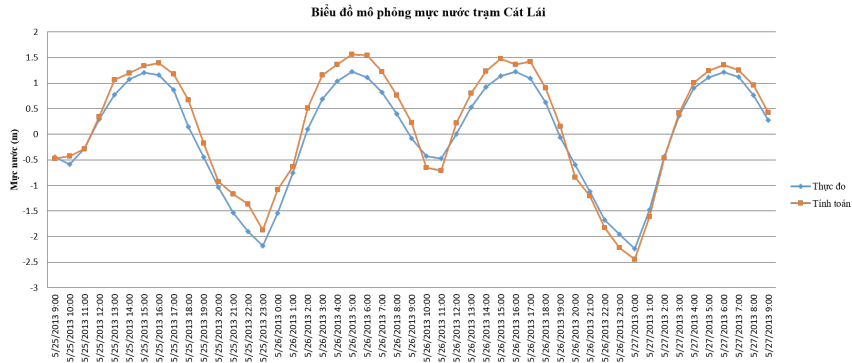
Trạm	RSR	R^2	NSE
Cát Lái	0,239	0,967	0,942
Nhà Bè	0,272	0,975	0,925
Phú An	0,313	0,901	0,970

Như vậy, kết quả tính toán tương đối phù hợp với kết quả thực đo, chỉ số NSE và R^2 ở các trạm đều cao hơn 0,8, chỉ số RSR đều nhỏ hơn 0,5.

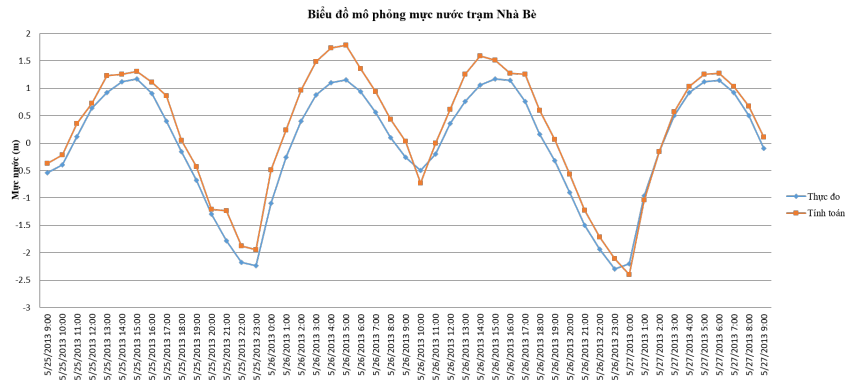
- Kiểm định mô hình thủy lực:

Thời gian kiểm định từ 09:00 ngày 25/05/2013 đến 08:00 ngày 27/5/2013. Sử dụng số liệu mực nước và lưu lượng thực đo các trạm Cát Lái, Phú An, Nhà Bè.

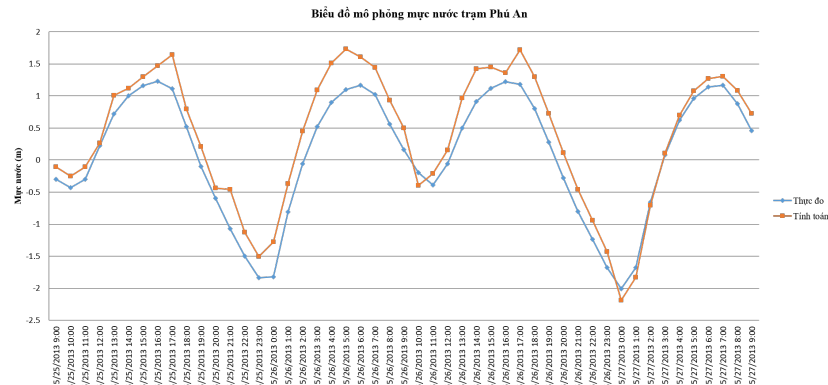
Kết quả mực nước thực đo và tính toán được trình bày như Hình 12 – 14:



Hình 12. Biểu đồ mực nước trạm Cát Lái từ 09:00 ngày 25/05/2013 đến 08:00 ngày 27/05/2013



Hình 13. Biểu đồ mực nước trạm Nhà Bè từ 09:00 ngày 25/05/2013 đến 08:00 ngày 27/05/2013



Hình 14. Biểu đồ mực nước trạm Phú An từ 09:00 ngày 25/05/2013 đến 08:00 ngày 27/05/2013

Bảng 3. Chỉ số đánh giá mô hình kiểm định thủy lực

Trạm	RSR	R ²	NSE
Cát Lái	0,36	0,96	0,86
Nhà Bè	0,31	0,96	0,89
Phú An	0,36	0,96	0,86

Các chỉ số thống kê kiểm định mô hình được trình bày trong Bảng 3:

Từ kết quả trên, nhóm tác giả đã đưa ra bộ thông số nhám sẽ được dùng để tính toán kiểm định thủy lực được trình bày như trong Bảng 4:

Bảng 4. Hệ số nhám trên các sông trong khu vực Tp.HCM sau khi hiệu chỉnh

Tên sông	Hệ số Manning
Đồng Nai	0,032
Sài Gòn	0,035
Nhà Bè	0,035
Lòng Tàu	0,027
Dinh Bà	0,028
Đồng Tranh	0,021
Thị Vải	0,021
Vàm Cỏ	0,027
Soài Rạp	0,029

3.3.2. Thiết lập mô hình lan truyền mặn

a) Thiết lập thông số mô hình lan truyền mặn

Bộ số liệu nồng độ tại trạm Cát Lái và Phú An từ ngày 24/04/2013 00:00 đến 30/04/2013 00:00 để hiệu chỉnh mô hình (IMHOEN, Đài Khí tượng Thủy Văn Nam Bộ).

Các trạm hiệu chỉnh mô hình: Sử dụng 2 trạm đo mặn từ số liệu đo đạc của Đài Khí tượng là Cát Lái và Phú An từ 24/04/2013 00:00 đến 23:00 26/04/2013 00:00 để hiệu chỉnh mô hình.

Bộ dữ liệu mặn: được thu thập tại Đài Khí

tượng Thủy văn Nam Bộ tại trạm Cát Lái và Nhà Bè từ ngày 24/04/2013 00:00 đến 30/04/2013 00:00

b) Vùng tính và lưới tính

Vùng tính và lưới tính lan truyền mặn giống với vùng tính của mô hình thủy lực.

c) Điều kiện biên và điều kiện ban đầu

- Điều kiện biên mặn

Biên mặn lấy giống biên thủy lực, trong đó, các biên thượng lưu lấy bằng 0.1 g/l, biên hạ lưu lấy từ 28 – 33 g/l.

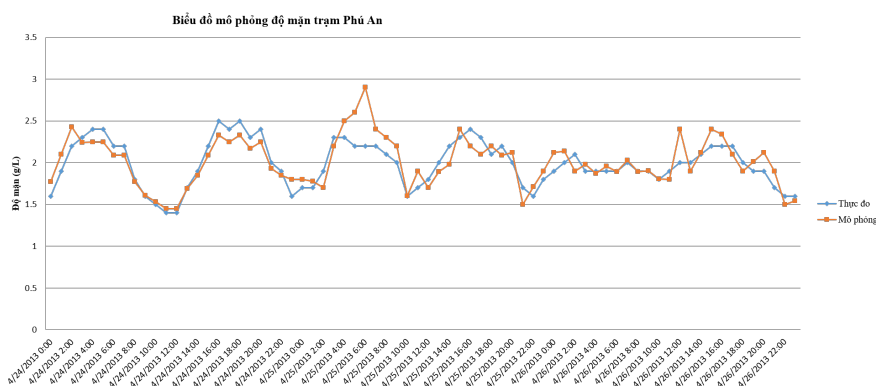
- Điều kiện ban đầu

Do độ mặn bị ảnh hưởng bởi điều kiện ban đầu rất lâu nên điều kiện ban đầu được lấy dựa theo chiều dài của con sông tang dần lên thượng nguồn. Bước thời gian sử dụng trong mô hình là 30 giây.

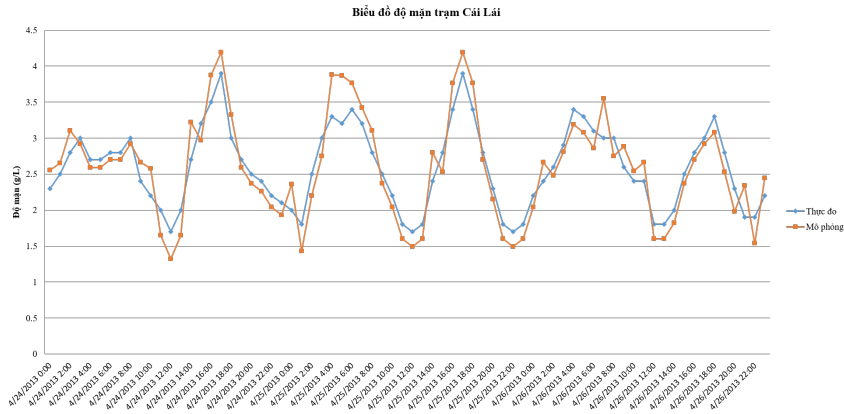
d) Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình lan truyền mặn

- Hiệu chỉnh mô hình

Hệ số khuếch tán lấy chung cho các đoạn sông là 5-25 m²/s. Tiến hành mô phỏng xâm nhập mặn và trích xuất dữ liệu để phục vụ hiệu chỉnh tại 2 trạm đo: Cát Lái và Phú An. Kết quả biểu diễn kết quả mặn thực đo và mặn tính toán được trình bày trong Hình 15 và 16 sau:



Hình 15. Biểu đồ độ mặn trạm Phú An từ 0:00 ngày 24/4 đến 23:00 26/4/2013



Hình 16. Biểu đồ độ mặn trạm Cát Lái từ 0:00 ngày 24/4 đến 23:00 26/4/2013

Bảng 5. Các chỉ số thống kê sau hiệu chỉnh mặn

Trạm	RSR	R ²	NSE
Cát Lái	0,5	0,87	0,75
Phú An	0,67	0,67	0,611

Kết quả tính toán tương đối phù hợp với kết quả quan trắc, chỉ số NSE và R² ở các trạm đều cao hơn 0.6. Hệ số RSR nhỏ hơn 0.7. Do vậy, bộ thông số khuếch tán sẽ được dùng để tính toán kiểm định mặn (Bảng 6).

Bảng 6. Hệ số khuếch tán cho mô hình lan truyền mặn các sông nội tỉnh Tp.HCM

Tên sông	Hệ số khuếch tán
Đồng Nai	25
Sài Gòn	25
Nhà Bè	25
Lòng Tàu	21
Dinh Bà	22
Đồng Tranh	17
Thị Vải	17
Vàm Cỏ	24
Soài Rạp	20

• Kiểm định mô hình

Sử dụng số liệu mặn thực đo tại 3 trạm đo từ ngày 15/04/2016 1:00 đến ngày 17/4/2016 23:00 để kiểm định.

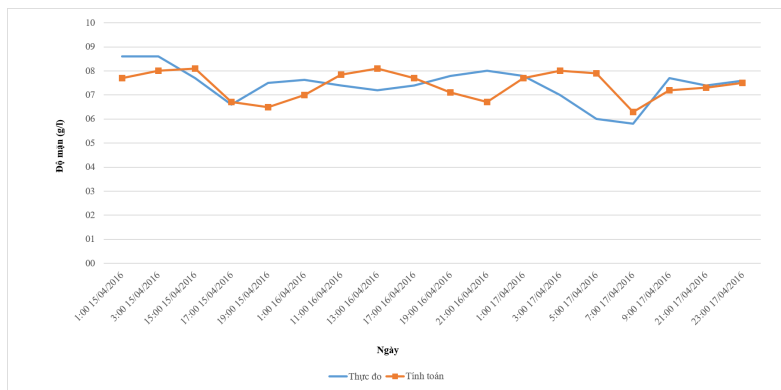
Kết quả mặn thực đo và mặn tính toán được biểu diễn như trong Hình 17 – 19:

Các chỉ số đánh giá mô hình được trình bày trong Bảng 7:

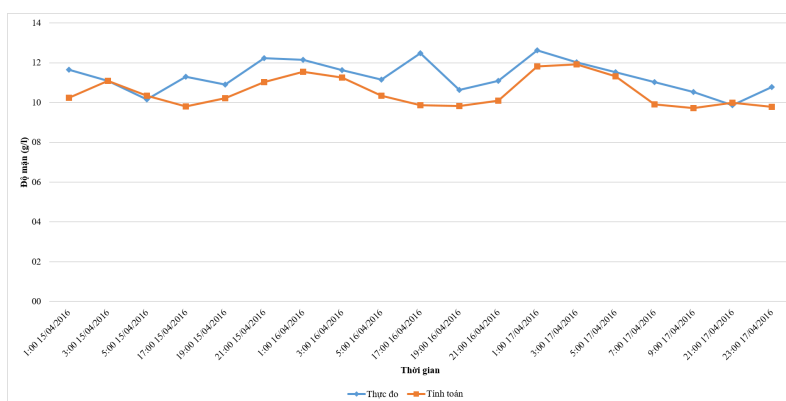
Bảng 7. Các chỉ số thống kê sau kiểm định mặn

Trạm	RSR	R ²	NSE
Cát Lái	0,47	0,8665	0,7502
Phú An	0,45	0,6157	0,4454
Thủ Thiêm	0,48	0,71	0,532

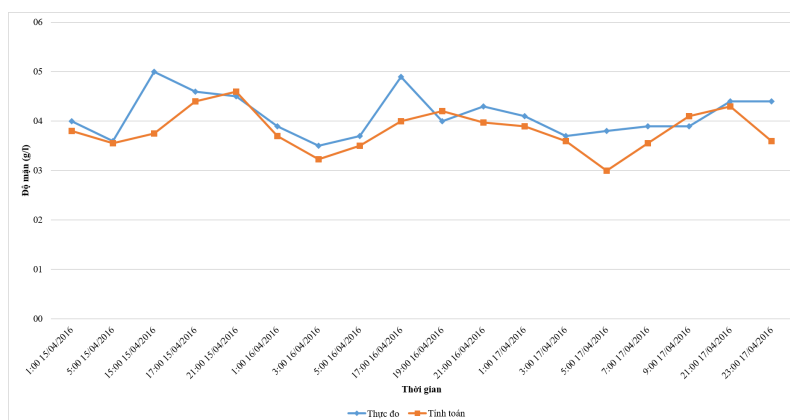
Như vậy, kết quả tính toán tương đối phù hợp với kết quả quan trắc, chỉ số NSE và R² ở các trạm đều cao hơn 0,6, kết quả ở mức chấp nhận được.



Hình 17. Biểu đồ độ mặn trạm Cát Lái từ 1:00 ngày 15/04/2016 đến 23:00 ngày 17/04/2016



Hình 18. Biểu đồ độ mặn trạm Nhà Bè từ 1:00 ngày 15/04/2016 đến 23:00 ngày 17/04/2016



Hình 19. Biểu đồ độ mặn trạm Thủ Thiêm từ 1:00 ngày 15/04/2016 đến 23:00 ngày 17/04/2016

3.3.3. Đánh giá diễn biến xâm nhập mặn tại khu vực TP.HCM

Diễn biến mặn trên các sông tỉnh Đồng Nai, TP. Hồ Chí Minh phần lớn phụ thuộc vào chế độ triều cường trên hai vùng tính sau đây: (1) Sông Sài Gòn, Nhà bè và sông Đồng Nai chịu ảnh hưởng của chế độ triều cường từ vịnh Đồng Tranh.

(2) Sông Đồng Tranh, sông Gò Gia, sông Thị Vải, Vàm Cỏ, Soài Rạp, Lòng Tàu, Dinh Bà chịu ảnh hưởng bởi chế độ triều cường từ vịnh Gành Rái.

Kết quả mô phỏng xâm nhập mặn vào năm 2016, cho thấy:

RGM 1: RGM 1 (0,25‰) là vùng an toàn cho cấp nước sinh hoạt trên các sông nội tỉnh

Đồng Nai- TP.HCM

Trên nhánh Sông Sài Gòn, RGM 1 cách vị trí cách trạm Phú An một khoảng 12,19 km (về phía thượng lưu).

RGM 2: RGM 2 (0,5%) được đánh giá để xác định vùng cho phép cấp nước sinh hoạt (qua xử lý thông thường), bảo tồn thực vật thủy sinh và các mục đích khác có yêu cầu chất lượng nước tương tự với độ mặn 0,25 – 0,5‰.

Trên nhánh Sông Sài Gòn, RGM 2 cách vị trí trạm Phú An một khoảng 8,27 km (về phía thượng lưu).

RGM 3: RGM 3 (1%) được đánh giá để xác định vùng cho phép sử dụng nước với mục đích tưới tiêu thủy lợi hoặc các mục đích sử dụng khác có yêu cầu chất lượng nước tương tự với độ mặn 0,5 - 1‰.

Trên nhánh Sông Sài Gòn, RGM 3 cách vị trí cách trạm Phú An một khoảng 4,6 km (về phía thượng lưu).

RGM 4 (2‰): Chất lượng nước ứng với độ mặn cho phép trong khoảng từ 1‰ - 2‰ có thể phục vụ tốt cho nuôi trồng thủy sản nước lợ, tự nhiên, giảm năng suất cây trồng nhạy cảm mặn.

Trên nhánh Sông Sài Gòn, RGM 4 cách vị trí trạm Phú An một khoảng là 3,9 km (về phía hạ lưu)

RGM 5 (4‰): Chất lượng nước ứng với độ mặn cho phép trong khoảng từ 2‰ - 4‰ có thể phục vụ tốt cho nuôi trồng thủy sản nước lợ, tự nhiên, giảm năng suất nhiều loại cây trồng.

Trên nhánh sông Sài Gòn, RGM 5 cách vị trí trạm Phú An khoảng 9,1 km về phía hạ lưu.

RGM 6 (8‰): Chất lượng nước ứng với độ mặn cho phép trong khoảng từ 4‰ - 8‰: Chỉ phục vụ nuôi trồng một số loại thủy sản nước lợ, tự nhiên, giảm năng suất các cây trồng chịu mặn.

Tại nhánh Sông Nhà Bè, RGM 6 tại vị trí ngay tại trạm Nhà Bè.

RGM 7 (18‰): Chất lượng nước ứng với giá

Lời cảm ơn: Nghiên cứu nằm trong khuôn khổ đề tài “Nghiên cứu bộ chuẩn SWE (Sensor Web Enablement) của OGC và áp dụng thử nghiệm xây dựng các hệ thống mạng lưới quan trắc độ mặn theo tiêu chuẩn mở quốc tế”.

trị độ mặn từ 8 - 18‰ có thể phục vụ nuôi trồng một số loài thủy sản nước lợ nhưng không tưới tiêu được.

- Tại nhánh Soài Rạp, RGM 7 cách trạm Nhà Bè một đoạn khoảng 13,8 km về phía hạ lưu.

- Tại nhánh Lòng Tàu, RGM 7 cách trạm Nhà Bè một đoạn khoảng 18,05 km về phía hạ lưu.

- Tại nhánh Đồng Tranh, RGM 7 cách trạm Nhà Bè 1 đoạn khoảng 14,61 km về phía hạ lưu.

Thấy được rằng từ cửa sông Soài Rạp, Vàm Cỏ, Dinh Bà, Lòng Tàu, Thị Vải trở vào nội đồng, độ mặn giảm dần. Tại khu vực cửa sông có độ mặn lớn nhất >18 g/L. Khu vực có độ mặn nhỏ nhất đó là khu vực Sông Sài Gòn (cửa xả Hồ Dầu Tiếng) với độ mặn nhỏ chỉ khoảng 0,05 g/l.

4. Kết luận

Bài báo “Nghiên cứu tính toán lan truyền mặn trên sông Sài Gòn bằng phương pháp số” đã cho thấy mô hình một chiều vừa được thiết lập tính toán xâm nhập mặn khá tốt với kết quả đáng tin cậy. Ranh mặn 0,5‰ (vùng cho phép cấp nước sinh hoạt qua xử lý thông thường, bảo tồn thực vật thủy sinh và các mục đích khác cách vị trí trạm Phú An một khoảng 8,27 km (về phía thượng lưu). Trên nhánh sông Sài Gòn, trạm Phú An cách ranh mặn dùng được mục đích tưới tiêu thủy lợi (1‰) một khoảng 4,6 km về phía thượng lưu và cách ranh mặn phục vụ cho mục đích nuôi trồng thủy sản là khoảng 3,9 km về phía hạ lưu. Độ mặn cao nhất tại ranh mặn 18‰, ở đây có thể phục vụ nuôi trồng một số loài thủy sản nước lợ nhưng không tưới tiêu được. Tại nhánh Soài Rạp, RGM 18‰ cách trạm Nhà Bè một đoạn khoảng 13,8 km về phía hạ lưu. Tại nhánh Lòng Tàu, RGM 18‰ cách trạm Nhà Bè một đoạn khoảng 18,05 km về phía hạ lưu.

Kết quả của nghiên cứu này là nghiên cứu tiền đề cho việc xây dựng hệ thống quan trắc và cảnh báo xâm nhập mặn theo tiêu chuẩn mở quốc tế.

Tài liệu tham khảo

1. Đậu Văn Ngọ (1998), *Nghiên cứu sự dịch chuyển ranh giới nhiễm mặn ở hạ lưu sông Đồng Nai khi xuất hiện các công trình thủy công*, Báo cáo Khoa học Hội nghị Khoa học ĐCCT toàn quốc với sự công nghiệp hóa và hiện đại hóa đất nước, Quyển 1, tr. 155- 161.
2. Đậu Văn Ngọ (2007), *Tính toán xâm nhập mặn hệ thống sông Đồng Nai*, Tạp chí Địa chất.
3. Lê Song Giang, Vũ Linh Diệu (2011), *Thủy triều khu vực ven biển Nam bộ trong điều kiện nước biển dâng*, *Tuyển tập công trình Hội nghị Cơ học Thủy khí Toàn quốc năm 2011*, Cửa Lò, ngày 21 - 23 / 7/ 2011.
4. Le Song Giang (2011), *Building computational models for integrated urban drainage calculations*, The summary report the results of scientific and technological themes available HCM city - Vietnam Nation University, November, 2011
5. Lê Ngọc Bích, Nguyễn Như Khuê (1995), *Nghiên cứu ảnh hưởng công trình thượng nguồn (Trị An, Thác Mơ, Phước Hòa, Dầu Tiếng) đến hạ du sông Sài Gòn*, Đề tài NCKH cấp Nhà nước.
6. Lieou Kiến Chính, Trần Thị Kim, Nguyễn Thị Bảy (2016), *Mô hình toán tính sạt lở bờ theo cơ chế trượt xoay*, Tạp chí Khoa học và công nghệ – Đại học Đag Nẵng, Số 3, Tr.9-13.
7. Nguyễn Ân Niên, Đỗ Tiến Lanh (1995), *Nghiên cứu ảnh hưởng của các công trình thượng nguồn (Dầu Tiếng, Trị An, Thác Mơ, Phước Hoà) đến vùng hạ du sông Đồng Nai – Sài Gòn*, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
8. Lê Anh Tuấn, Lê Quang Trí, Nguyễn Hiếu Trung, Lê Văn Dũ, Văn Phạm Đăng Trí (2012). *Dự án nâng cao khả năng chống chịu của thành phố cần thơ để ứng phó với xâm nhập mặn do biến đổi khí hậu gây ra Hợp phần 3: Xác định các ngưỡng xâm nhập mặn và hành động ứng phó*. Văn phòng công tác biến đổi khí hậu thành phố Cần Thơ (CCCCO), 8/2012.
9. Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam (2012), *Nghiên cứu lập quy trình điều hành hệ thống liên hồ chứa trên lưu vực sông Đồng Nai-Sài Gòn nhằm chống ngập úng cho khu vực thành phố Hồ Chí Minh*. Mã số: ĐTDL.2009T/01, 2012.
10. Doan Quang Tri, Nguyen Cao Don, Chen Yi Ching và Pawan Kumar Mishra (2014). *Modeling the influence of river flow and salinity intrusion in the MeKong river estuary VietNam*. Lowland Technology International, Vol.16, 14-25.
11. RuibinZhang, XinQian, HuimingLi, XingchengYuan, RuiYe (2012). *Selection of optimal river water quality improvement programs using QUAL2K: A case study of Taihu Lake Basin, China*. Science of the total Environment, Vol.431, 278-285.
12. Zheng Chong, Yang Wei, Yang Zhifeng (2010). *Environmental flow management strategies based on the spatial distribution of water quality, a case study of Baiyangdian Lake, a shallow fresh-water lake in China*. Procedia Environmental Sciences, Vol.2, 896-905.

THE CALCULATION OF SALINIZATION BY NUMERICAL METHOD: A CASE STUDY FOR SAI GON RIVER

Tran Thi Kim¹, Bui Hong Son², Nguyen Thi Bay³,
Phung Thi My Diem¹, Nguyen Ky Phung⁴

¹HCMC University of Natural Resources and Environment

²HCMC Department of Natural Resources and Rnvironment

³University of Technology

⁴Department of Science and Technology, HCMC

Abstract: *It is true that the salinity of the Saigon River has increased in considerably recent years. The lack of water and saline intrusion in the drought season have become increasingly serious, directly affecting the water supply system for Ho Chi Minh City. Although the authorities have actively implemented many solutions, the water supply companies still face many difficulties and even stop taking raw water for many times due to salinity exceeding the permitted standards. According to the survey results of the Southern Institute of Water Resources Research, salinity at the Hoa Phu raw water pumping station (located on the Saigon River in Cu Chi district) was above 150 mg / liter from the end of January to April 2016. For the reasons mentioned above, this study focuses on calculating and simulating a one-way salt transmission by numerical method for the Saigon River in order to support for managers to assess the impact of saltwater intrusion into agriculture and supplying water.*

Keywords: *Salinization, Saigon River, numerical method, modelling.*

NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP DỰ BÁO VÀ CẢNH BÁO HẠN KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN ÁP DỤNG CHO KHU VỰC TỈNH ĐẮK LĂK, TÂY NGUYÊN

Nguyễn Ngọc Hoa¹, Ngô Lê An², Đoàn Quang Trí³, Trần Thọ Đạt⁴,
Đặng Thanh Mai³, Đinh Đức Trường⁴

Tóm tắt: Hạn hán thường xuyên xảy ra gây ảnh hưởng lớn trên diện rộng và gây thiệt hại lớn về người và của. Khu vực Đăk Lăk, Tây Nguyên đã và đang diễn ra những đợt hạn hán thiếu nước nghiêm trọng trong mùa khô. Bởi vậy cần có những phương án dự báo cảnh báo hạn sớm giúp khu vực có những giải pháp ứng phó là điều hết sức cần thiết. 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. Bộ thông số cho mô hình đã tìm được, năm 2018 được đưa vào dự báo thử nghiệm để đánh giá hạn cũng như sự thiếu hụt dòng chảy với thời gian dự kiến là 10 ngày. Phương pháp và kết quả nghiên cứu sẽ góp phần hỗ trợ cho công tác phòng chống thiên tai cho khu vực tỉnh Đăk Lăk và mở rộng cho các vùng khác của Việt Nam.

Từ khóa: Dự báo hạn, chỉ số hạn khí tượng, IFS, SWAT, Đăk Lăk

Ban Biên tập nhận bài: 05/01/2019 Ngày phản biện xong: 25/02/2019 Ngày đăng bài: 25/03/2019

1. Đặt vấn đề

Ở Việt Nam hạn hán xảy ra ở các vùng với mức độ và thời gian khác nhau. Do sự tích lũy chậm mà tác động của hạn hán thường khó nhận biết hơn và khi nhận biết được thì sự thiệt hại xảy ra là đáng kể. Hạn hán thường gây ra ảnh hưởng trên diện rộng và ít khi là nguyên nhân trực tiếp gây tổn thất về người nhưng thiệt hại về kinh tế gây ra do hạn hán là rất lớn. Thiệt hại do hạn hán thường xếp thứ nhất hoặc thứ hai trong các loại hình thiên tai phổ biến. Đặc biệt, năm 2015 và đầu năm 2016, hạn hán nghiêm trọng diễn ra ở Tây Nguyên, Nam Trung Bộ và Đồng bằng sông Cửu Long. Ở khu vực Tây Nguyên, lượng nước trên các ao hồ, công trình thủy lợi rơi vào tình trạng cạn kiệt và gây thiệt hại lớn

¹Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn quốc gia

²Trường Đại học Thủy lợi

³Tổng cục Khí tượng Thủy văn

⁴Trường Đại học Kinh tế quốc dân

Email: ngochoa50v@gmail.com

cho ngành nông nghiệp ở Tây Nguyên. Tại Đăk Lăk, diện tích hạn, thiếu nước gồm 11.811 ha lúa, 457 ha ngô, 47.835 ha cà phê và cây trồng khác; trong đó, diện tích bị mất trắng 4.364 ha (3.260 ha lúa, 274 ha ngô, 655 ha cà phê...). 19.000 hộ dân thiếu nước và những năm gần đây biến đổi khí hậu đã gây ra tổng lượng mưa và nhiệt độ các khu vực hàng năm biến động không theo quy luật, xu hướng bất lợi cho sản xuất và đời sống của nhân dân.

Cho đến nay, Trung tâm dự báo Khí tượng Thủy văn Quốc gia và các đài khí tượng thủy văn khu vực vẫn chưa xây dựng được hệ thống giám sát và cảnh báo hạn. Bên cạnh đó, các phương án dự báo thủy văn 10 ngày và tháng thường có sai số lớn với chất lượng thường chỉ đạt 50-60% do các phương án được xây dựng từ các quan hệ hồi quy đơn giản. Để phục vụ tốt cho công tác dự báo nghiệp vụ, cảnh báo sớm hạn hán thì việc xây dựng được một hệ phương pháp cảnh báo, dự báo hạn trở thành yêu cầu cấp bách và sẽ trở

thành nền tảng để xây dựng hoàn chỉnh tạo thành công cụ hỗ trợ hữu hiệu đưa ra các dự báo cảnh báo về thiếu nước, khô hạn đối với khu vực nghiên cứu. Đã có nhiều nghiên cứu trong và ngoài nước về hạn trong những năm gần đây có thể kể đến những nghiên cứu [1-7]. Vì vậy, mục đích nghiên cứu nhằm bước đầu đánh giá xây dựng một phương pháp cho công tác dự báo hạn cho khu vực nghiên cứu giúp cảnh báo tốt tình trạng hạn hán xảy ra trong mùa cạn. Dựa trên các tài liệu thu thập được và đặc điểm của khu vực nghiên cứu, nhóm tác giả lựa chọn phương pháp mô hình toán kết hợp với các chỉ số hạn để dự báo, cảnh báo hạn cho khu vực nghiên cứu. Để dự báo cảnh báo hạn khí tượng cho khu vực nghiên cứu, nghiên cứu sử dụng chuỗi số liệu khí tượng thực đo và số liệu khí tượng sau khi đã thực hiện phương pháp hiệu chỉnh sai số để loại bỏ bớt sai số từ mô hình khí tượng toàn cầu [8]. Bên cạnh đó ứng dụng công nghệ GIS xây dựng các bản đồ cảnh báo hạn cho khu vực từ chỉ số hạn đã được tính toán. Để dự báo cảnh báo hạn thủy văn cho khu vực nghiên cứu, nghiên cứu sử dụng đầu vào cho mô hình thủy văn là số liệu từ mô hình khí tượng (đã được hiệu chỉnh sai số ở bước tính toán trước) để mô phỏng dòng chảy dự báo cho khu vực, sau đó sẽ sử dụng chỉ số hạn thủy văn để cảnh báo hạn cho khu vực nghiên cứu.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1 Giới thiệu về khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu thuộc tỉnh Đắk Lắk, nằm trong lưu vực sông Srêpôk. Lưu vực sông Srêpôk là sông nhánh của sông Mê Công, có lưu vực rộng 30600km², trong đó phần thượng du thuộc Việt Nam là 12.743km² (không kể lưu vực Ia Đrăng, Ia Hleo) (Hình 1). Lưu vực có độ cao bình quân là 570m, mật độ lưới sông là 0,55km/km², có 2 phụ lưu chính là sông Krông Ana, Krông Knô. Nhánh sông Krông Ana thuộc khu vực tỉnh Đắk Lắk, sông là hợp lưu chủ yếu của 3 sông nhánh lớn là Krông Buk, Krông Pach và Krông Bông. Tổng diện tích lưu vực sông là 3200km², chiều dài dòng chính là 215 km. Dòng chính sông chảy theo hướng Đông-Tây, dọc theo sông về phía trung, hạ lưu là những bãi lầy đất

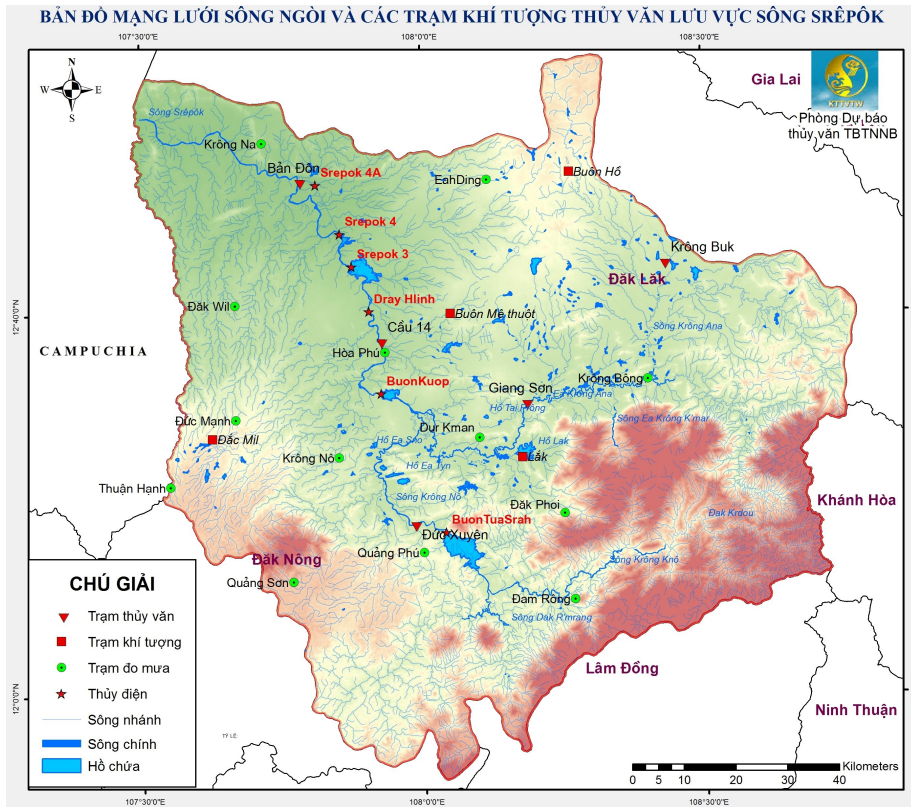
chưa do bị ngập lâu ngày. Lưu vực chịu ảnh hưởng chủ yếu của khí hậu Đông Trường Sơn với lượng mưa trung bình 1600 - 1700 mm. Phần thượng nguồn sông dài 30km, lòng sông dốc, độ dốc đạt tới 30‰. Biến động lượng mưa năm giữa các trạm trong lưu vực là không lớn nơi có lượng mưa lớn cũng chỉ gấp đến 1,5 lần nơi có lượng mưa nhỏ. Lượng mưa tăng dần từ vùng thấp lên vùng cao, ở sườn đón gió lượng mưa lớn hơn vùng thung lũng khuất gió, dọc theo thung lũng sông. Sự phân phối dòng chảy trong năm cũng phân ra làm hai mùa: mùa lũ và mùa kiệt, với thành phần lượng dòng chảy mùa lũ chiếm 65-80% tổng lượng dòng chảy năm. Trong khi đó mùa cạn kéo dài, khắc nghiệt lượng mưa vào các tháng mùa kiệt không đáng kể làm cho nguồn nước sông ngòi mùa kiệt rất nghèo nàn. Do tính không ổn định của mùa dòng chảy cũng như sự biến động của dòng chảy năm, dòng chảy kiệt làm ảnh hưởng đến việc khai thác nguồn nước sông.

2.2 Thu thập tài liệu

Số liệu khí tượng: Chuỗi số liệu khí tượng thực đo được thu thập từ năm 1981 đến 2018 cho 6 trạm trên khu vực bao gồm: Cầu 14, Đăk Nông, Bản Đôn, Giang Sơn, Krông Buk, Buôn Hồ, Buôn Mê Thuật (Hình 1). Tuy nhiên số liệu bốc hơi hiện chỉ có của hai trạm là Buôn Hồ và Buôn Mê Thuật. Chuỗi số liệu khí tượng dự báo gồm hai yếu tố mưa và nhiệt độ từ mô hình khí tượng toàn cầu IFS từ năm 2015 đến 2018 với độ phân giải 0,125° x 0,125°, hạn dự báo đến 10 ngày khoảng cách 6 giờ.

Số liệu thủy văn: Chuỗi số liệu dòng chảy được thu thập từ năm 1981 đến 2018 cho hai trạm trong khu vực là Krông Buk và Giang Sơn.

Số liệu địa hình: Mô hình cao độ số (DEM) được thu thập từ dữ liệu cao độ số toàn cầu ASTER (*Advanced Space borne Thermal Emission and Reflection Radiometer*) của NASA với độ phân giải 30x30m, giá trị độ cao từ 65-2445m; Bản đồ thổ nhưỡng lưu vực sông Srêpôk thu thập từ Viện khoáng sản và địa chất; Bản đồ sử dụng đất lưu vực Srêpôk năm 1990 được giải đoán từ ảnh vệ tinh Landsat 4.5 TM tải từ trang



Hình 1. Bản đồ mạng lưới trạm khí tượng thủy văn khu vực nghiên cứu

2.3 Chỉ số hạn thực tế (EDI)

Hiện nay đã có rất nhiều chỉ số hạn đã được sử dụng phổ biến trên thế giới và ở Việt Nam như chỉ số SPI, Ped, K, EDI, tỷ chuẩn, SWSI... Kinh nghiệm trên thế giới và ở nước ta cho thấy hầu như không có một chỉ số hạn nào có ưu điểm vượt trội so với các chỉ số khác trong mọi điều kiện. Vì vậy, trong khuôn khổ của nghiên cứu, tác giả lựa chọn chỉ số hạn EDI để đánh giá hạn khí tượng.

Không giống như nhiều chỉ số hạn khác, chỉ số EDI với dạng nguyên thủy [9] được tính theo bước thời gian là ngày. Chỉ số EDI là một hàm số của lượng giáng thủy cần có để trả lại điều kiện chuẩn (PRN). PRN là lượng giáng thủy (mưa) cần có để bù lại độ hụt mưa tích lũy kể từ khi bắt đầu một đợt hạn hán.

$$EDI_j = \frac{PRN_j}{ST(PRN_j)} \quad (1)$$

$$PRN_j = \frac{DEP_j}{\sum_{N=1}^j (1/N)} \quad (2)$$

$$DEP = EP - MEP \quad (3)$$

Trong đó j là chỉ số của thời điểm hiện tại; ST(PRN) là độ lệch chuẩn của PRN; EP là lượng giáng thủy hữu hiệu; MEP là giá trị trung bình của EP. Lượng giáng thủy hữu hiệu được tính theo công thức sau:

$$EP_i = \sum_{n=1}^i \left[\left(\sum_{m=1}^n P_m \right) / n \right] \quad (4)$$

Với i là khoảng thời gian tính toán; P_m là lượng giáng thủy của m-1 ngày trước đó. Tương tự như SPI, các giá trị EDI cũng được chuẩn hoá. Ranh giới hạn của EDI chỉ ra các điều kiện hạn hán như sau:

Bảng 1. Phân cấp hạn khí tượng theo chỉ số hạn thực tế (EDI)

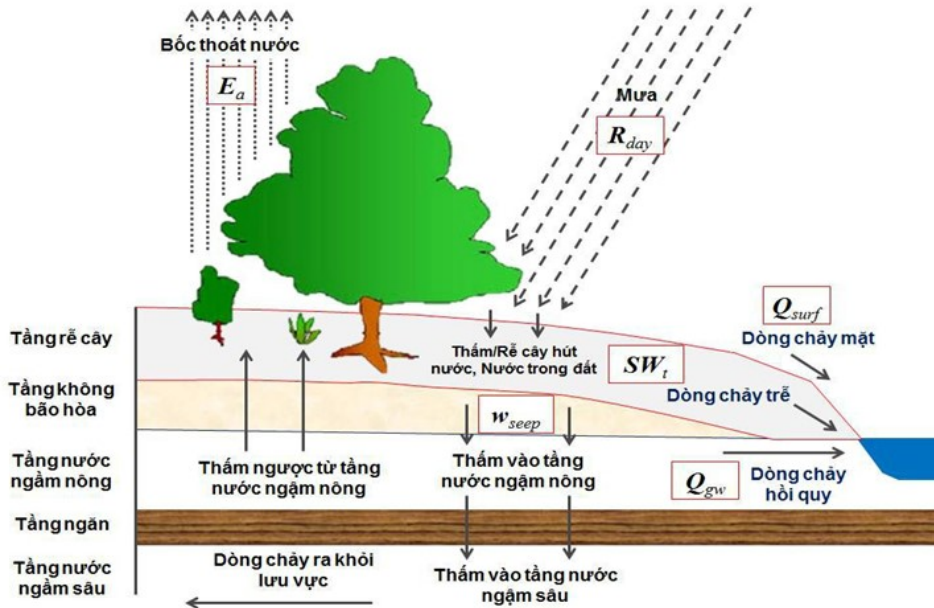
Giá trị chỉ số hạn thực tế EDI	Điều kiện
< -2.0	Cực kì khô
-1.99 – -1.5.0	Hạn khắc nghiệt
-1.49 – -1.0	Hạn trung bình
-0.99 – 0.99	Cận chuẩn

2.4 Giới thiệu mô hình SWAT

Mô hình thủy văn SWAT được phát triển từ những năm 1930 [10]. SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) là công cụ đánh giá nước và đất được xây dựng bởi tiến sĩ Jeff Arnold ở Trung tâm Phục vụ Nghiên cứu Nông nghiệp (*ARS-Agricultural Research Service*) thuộc Bộ Nông nghiệp Hoa Kỳ (*USDA-United States Department of Agriculture*) và giáo sư Srinivasan thuộc Đại học Texas A&M, Hoa Kỳ. SWAT cho phép mô hình hóa nhiều quá trình vật lý trên cùng một lưu vực. Mô hình SWAT có nhiều ưu điểm so với các mô hình trước đó là khi mô phỏng SWAT sẽ phân chia lưu vực lớn thành các tiểu lưu vực, các đơn vị thủy văn dựa trên bản đồ sử dụng đất, thổ nhưỡng, địa hình để tăng mức độ chi tiết mô phỏng về mặt không gian (Hình 1).

Hiện nay một số lượng lớn các mô hình thủy văn có sẵn và được sử dụng rộng rãi trong quy hoạch và quản lý tài nguyên nước [11]. Một số

mô hình thủy văn phổ biến như: SWAT, MIKE SHE, HEC-HMS, SWMM, HBV [10, 12]. Chọn một mô hình phù hợp cho vùng nghiên cứu là yếu tố hàng đầu để có mô phỏng điều kiện thủy văn tốt. Mô hình có thể được chọn phụ thuộc vào tính năng của mô hình, công cụ/phần mềm hỗ trợ của nó, mục đích/yêu cầu của các mô phỏng, sự sẵn có của dữ liệu và lịch sử áp dụng mô hình ở các khu vực cụ thể. Dựa vào điều kiện địa lý tự nhiên của khu vực nghiên cứu và cơ sở dữ liệu khí tượng thủy văn, mô hình SWAT được lựa chọn để mô phỏng dòng chảy và đánh giá sự thiếu hụt dòng chảy cũng như hạn thủy văn cho khu vực nghiên cứu. Mô hình được chọn là mô hình mã nguồn mở với khả năng thích ứng với các mục đích cụ thể. Mô hình mã nguồn mở được xem như lựa chọn tốt với khả năng cho phép người dùng tự cập nhật hay sửa lỗi các đoạn code trong khi mô hình mã nguồn thường gặp lỗi khi chuyển giao hay cập nhật các phiên bản.



Hình 2. Sơ đồ chu trình thủy văn trong pha đất [13]

2.5 Thiết lập mô hình

Nghiên cứu tập trung vào dự báo hạn khí tượng và thủy văn cho khu vực tỉnh Đắk Lắk, tuy nhiên khu vực nghiên cứu nằm trong lưu vực sông Srêpôk, các trạm thủy văn trên khu vực tỉnh cũng thuộc lưu vực Srêpôk nên nghiên cứu thiết lập mô hình cho lưu vực sông Srêpôk. Thiết lập dữ liệu đầu vào cho mô hình cần: (1) Mô hình cao độ số (DEM) được thu thập từ dữ liệu cao độ số toàn cầu ASTER (*Advanced Space borne Thermal Emission and Reflection Radiometer*) của NASA với độ phân giải 30x30m, giá trị độ cao từ 65 - 2445m (hình 3a); (2) Bản đồ thổ nhưỡng lưu vực sông Srepok thu thập từ Viện khoáng sản và địa chất. Các loại đất được mã hóa theo quy định của mô hình SWAT bao gồm đất nâu đỏ, đất xám bạc màu, đất đen có tầng loang lỗ, đất đen nứt nẻ, đất mới biến đổi trung tính ít chua, đất nứt nẻ loang lỗ, đất phù sa, đất Glây trung tính ít chua (hình 3b); (3) Bản đồ sử dụng đất lưu vực Srepok năm 1990 được giải đoán từ ảnh vệ tinh Landsat 4.5 TM tải từ trang web <http://earthexplorer.usgs.gov> với độ phân giải 30x30m. Tương tự như bản đồ khác, bản đồ thảm phủ được chia thành bảy loại dựa trên mã của mô hình SWAT bao gồm cây lâu năm, cây hàng năm, rừng rụng lá, rừng thường xanh, rừng hỗn giao, đất chuyên dùng và mặt nước (hình 3c). Căn cứ vào mạng lưới trạm thủy văn và bản

đồ địa hình DEM, mô hình SWAT chia lưu vực thành 13 tiểu lưu vực như hình 3d.

Độ chính xác mô phỏng của mô hình được đánh giá qua chỉ số Nash và các đặc trưng thống kê PBIAS và R^2 [14]. Chỉ số Nash Sutcliffe Efficiency (NSE) [15] được sử dụng để đánh giá sự phù hợp giữa các giá trị thực đo và mô phỏng.

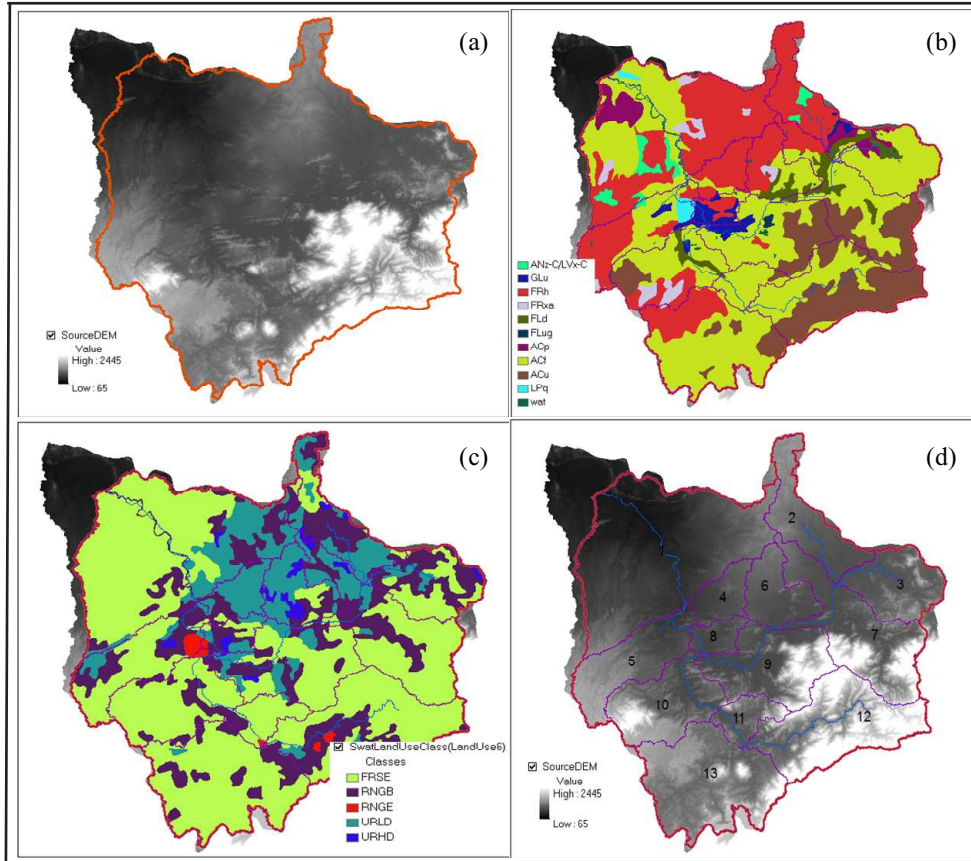
$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{iTD} - Q_{iTT})^2}{\sum_{i=1}^N (Q_{iTD} - \bar{Q}_{iTD})^2} \quad (6)$$

Hệ số cân bằng tổng lượng Percent Bias (PBIAS) là sự phù hợp giữa trung bình dự báo và trung bình quan trắc. Hệ số này cũng xác định xu hướng trị trung bình của giá trị dự báo lớn hơn hay nhỏ hơn trị trung bình quan trắc.

$$PBIAS = \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{iTD} - Q_{iTT}) \times 100}{\sum_{i=1}^N Q_{iTD}} \quad (7)$$

Hệ số tương quan Pearson (R^2) là thước đo mức độ chặt chẽ của mối quan hệ tuyến tính giữa bộ giá trị thực đo và mô phỏng. Mục đích của mô phỏng khi hệ số tương quan được sử dụng là để hàm mục tiêu cực đại hoá tới 1. Tuy nhiên, khả năng đạt giá trị tuyệt đối khó có thể đạt được nên giá trị R^2 thường được chấp nhận khi đạt trên 0,5 [16-17].

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{iTD} - \bar{Q}_{iTD})(Q_{iTT} - \bar{Q}_{iTT})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (Q_{iTD} - \bar{Q}_{iTD})^2 \sum_{i=1}^N (Q_{iTT} - \bar{Q}_{iTT})^2}} \quad (8)$$



Hình 3. (a) Bản đồ DEM; (b) Bản đồ phân loại đất; (c) Bản đồ sử dụng đất; (d) Bản đồ phân chia tiểu lưu vực trong mô hình SWAT

3. Kết quả nghiên cứu

3.1 Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định các yếu tố khí tượng từ mô hình toàn cầu IFS

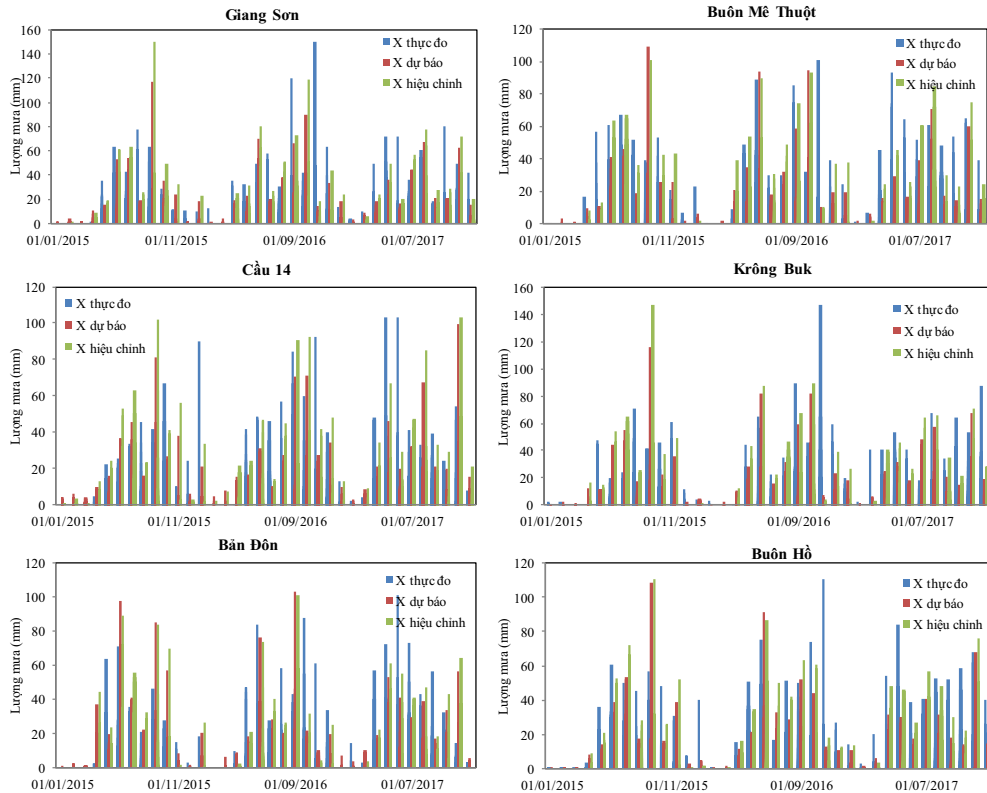
Đối với đặc trưng mưa, phương pháp thống kê hiệu chỉnh sai số thường dùng hiện nay là phương pháp hiệu chỉnh phân vị do tính đơn giản, phi tham số và khả năng ứng dụng cho nhiều đối tượng mà vẫn đảm bảo kết quả tốt [18]. Theo Piani và cs (2010) [19] hàm hiệu chỉnh có dạng:

$$P_0 = F_0^{-1} \times [F_m(P_m)] \quad (9)$$

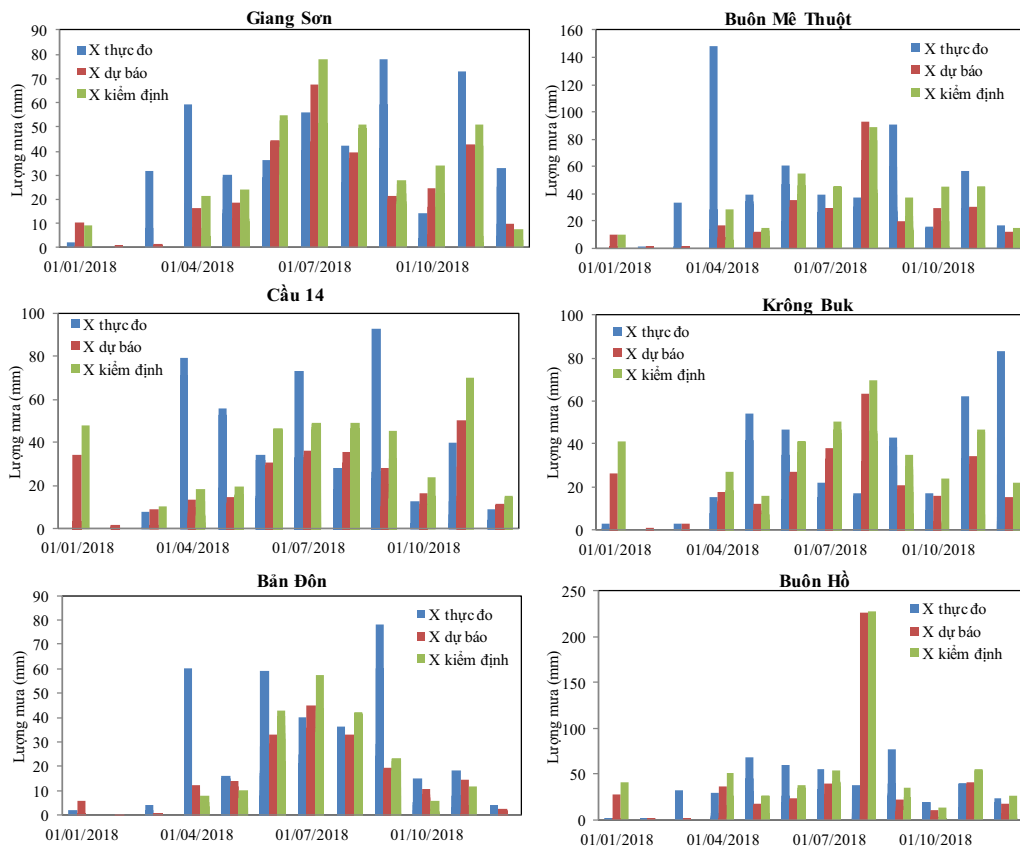
Trong đó P_0 và P_m tương ứng là lượng mưa thực đo và lượng mưa mô phỏng, F_0 , F_m tương ứng là phân bố lũy tích của lượng mưa thực đo và lượng mưa mô phỏng. Đối với các đặc trưng nhiệt độ, nghiên cứu sử dụng phương pháp hiệu

chỉnh sai số đơn giản [20].

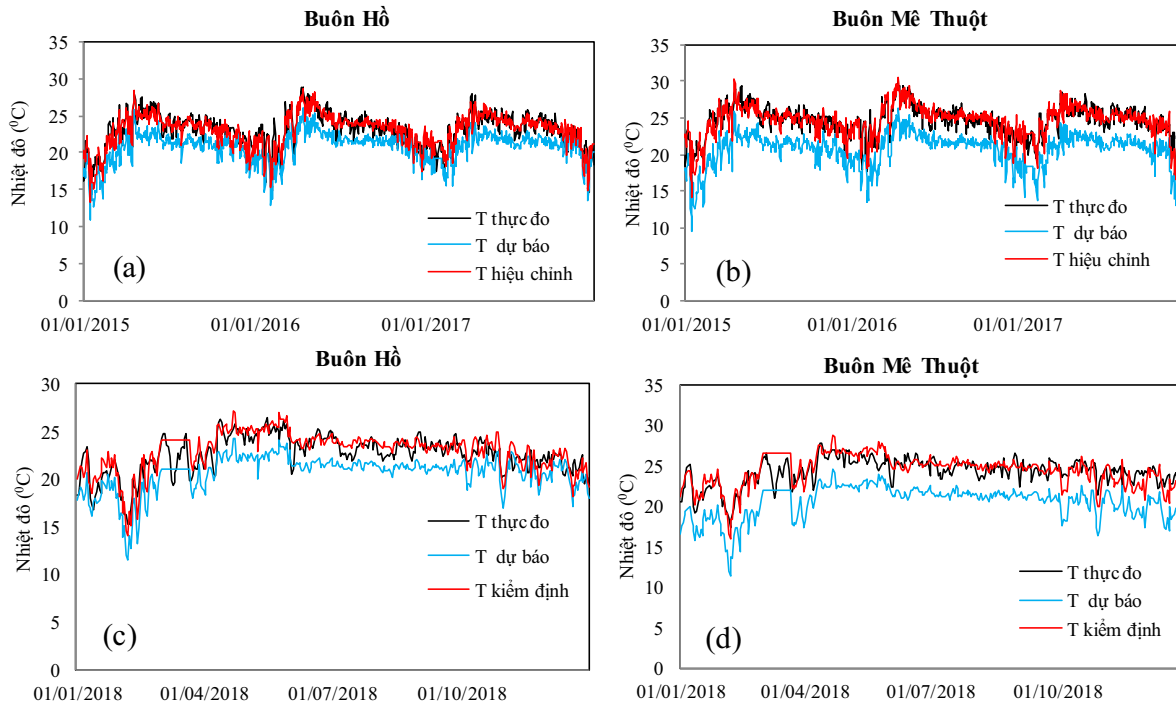
Chuỗi số liệu thu thập được từ mô hình toàn cầu IFS hiện có từ năm 2015 đến 2018 với 3 dạng số liệu như sau để phục vụ cho nghiên cứu: Số liệu độ phân giải $0.125^\circ \times 0.125^\circ$, hạn dự báo đến 10 ngày khoảng cách 6 giờ. Vì chuỗi số liệu hạn chế về thời gian thu thập nên nghiên cứu sử dụng chuỗi năm từ 2015 đến 2017 cho việc phân tích hiệu chỉnh sai số dự báo từ mô hình cho các yếu tố mưa và nhiệt độ sau đó kiểm định lại với số liệu năm 2018. Số liệu năm 2018 được sử dụng cho việc dự báo thử nghiệm với thời gian dự kiến là 10 ngày. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định cho chuỗi số liệu mưa bao gồm 6 trạm khí tượng thủy văn được thể hiện trong các hình 4, hình 5 và nhiệt độ tại 02 trạm Buôn Hồ và Buôn Mê Thuật được thể hiện trong hình 6.



Hình 4. Quá trình hiệu chỉnh lượng mưa tại các trạm: Giang Sơn, Buôn Mê Thuột, Cầu 14, Krông Buk, Bản Đôn và Buôn Hồ



Hình 5. Quá trình kiểm định lượng mưa tại các trạm: Giang Sơn, Buôn Mê Thuột, Cầu 14, Krông Buk, Bản Đôn và Buôn Hồ



Hình 6. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định nhiệt độ tại hai trạm Buôn Hồ và Buôn Mê Thuột

3.2 Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình SWAT

Thời gian hiệu chỉnh mô hình được lấy từ năm 1981 đến 1991, thời gian kiểm định mô hình được lấy từ năm 1982 đến 2001 cho hai

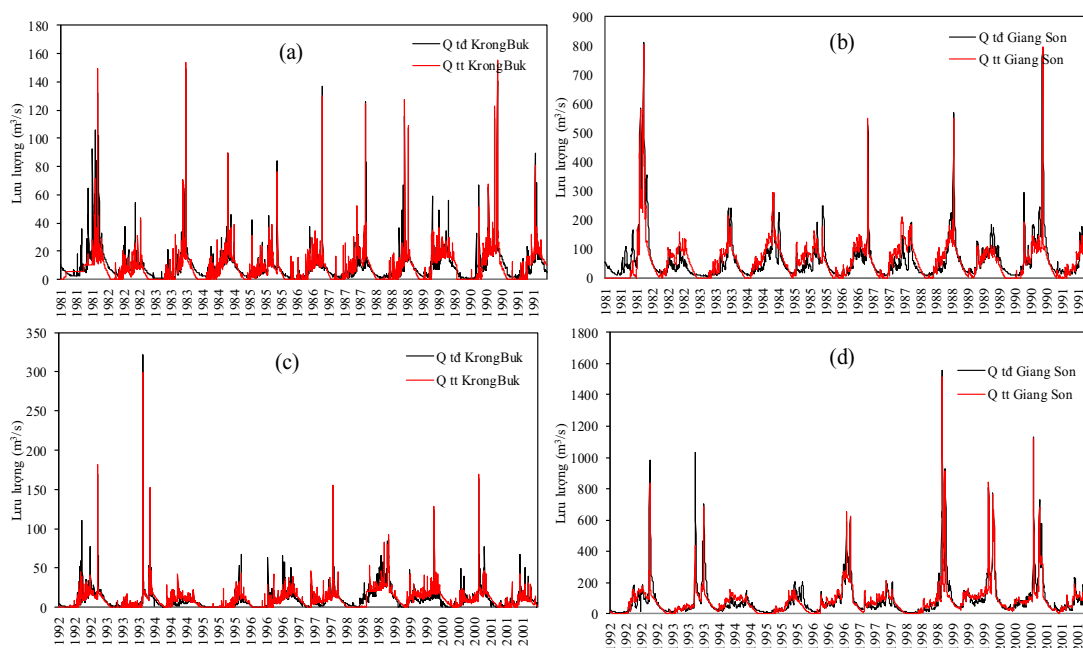
trạm thủy văn thuộc tỉnh Đắk Lắk là Krông Buk và Giang Sơn cho kết quả được thể hiện trong bảng 3, hình 7. Bộ thông số mô hình trong thời gian hiệu chỉnh được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 2. Kết quả đánh giá hiệu chỉnh và kiểm định mô hình SWAT

Quá trình	Chỉ tiêu đánh giá	Trạm thủy văn		Chất lượng
		Giang Sơn	Krông Buk	
Hiệu chỉnh	NSE	0,72	0,78	Đạt
	PBIAS	11	12	Đạt
	R ²	0.68	0.7	Đạt
Kiểm định	NSE	0,75	0,76	Đạt
	PBIAS	10	12	Đạt
	R ²	0,7	0,7	Đạt

Bảng 3. Bộ thông số trong quá trình hiệu chỉnh mô hình SWAT

Tham số	Ý nghĩa	Giá trị	
		Krông Buk	Giang Son
r_CN2	Hệ số CN ứng với điều kiện ẩm II (%)	-1,13	-1,99
v_SURLAG	Hệ số trễ dòng chảy mặt (ngày)	6,74	14,88
v_ESCO	Hệ số bốc hơi của đất	0,002	0,03
v_SOL AWC	Khả năng trữ nước của đất	0,47	0,19
v_SOL BD	Dung trọng của lớp đất (g/cm ³)	0,89	1,65
v_CH_N2	Hệ số nhám của sông chính	0,32	-
v_ALPHA_BF	Hệ số triết giảm dòng chảy ngầm	0,46	0,27
v_GW_DELAY	Thời gian trữ nước tầng ngầm (ngày)	110	116,94
v_GWQMN	Ngưỡng sinh dòng chảy ngầm (mm)	1003	6562,1
v_GW_REVAP	Hệ số tái bốc hơi nước ngầm	0,15	0,16

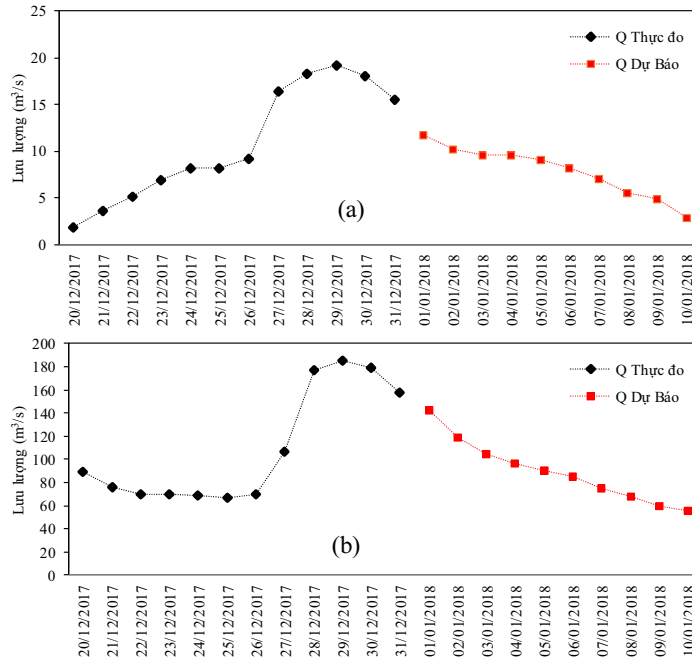


Hình 7. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định lưu lượng tính toán và thực đo tại hai trạm Krông Buk và Giang Son: (a, c) Từ 1981-1991; (b, d) Từ 1992-2001

3.3 Kết quả dự báo thử nghiệm

Tiến hành dự báo thử nghiệm cho năm 2018, sử dụng số liệu mưa, nhiệt độ đã được hiệu chỉnh sai số từ mô hình toàn cầu IFS. Thời gian dự kiến cho dự báo thử nghiệm là 10 ngày để đánh giá dự báo hạn và đánh giá chỉ số hạn hán. Từ kết quả hiệu chỉnh mưa dự báo từ mô hình toàn cầu, tiến hành đánh giá chỉ số hạn EDI [21] cho ngày thứ

10 của chuỗi thời gian với các trạm khí tượng trên khu vực nghiên cứu và đưa ra bản đồ cảnh báo hạn được thể hiện trong hình 9. Thời gian dự báo từ ngày 01/01 đến 10/01/2018 cho hai trạm thủy văn Krông Buk và Giang Son, kết quả dự báo dòng chảy 10 ngày được mô phỏng từ mô hình được thể hiện trên hình 8.

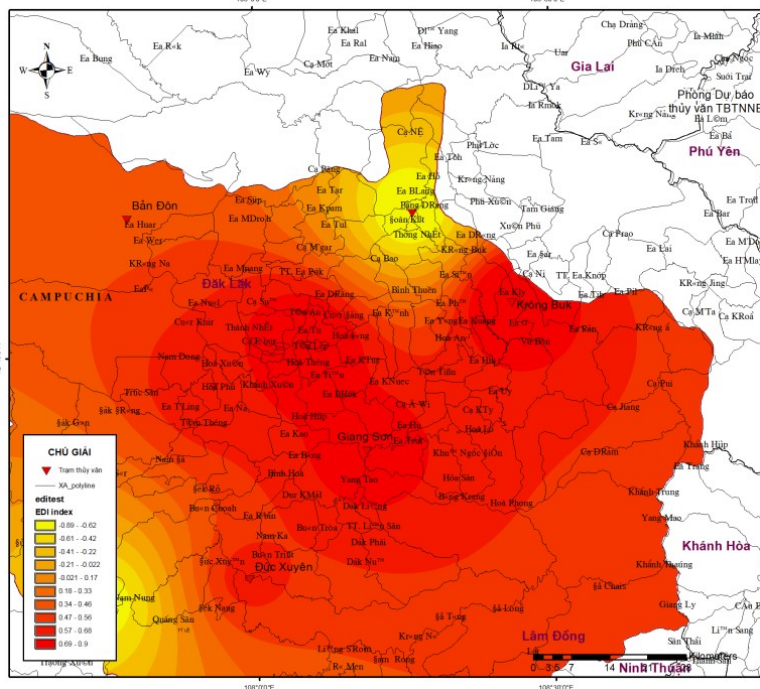


Hình 8. Kết quả dự báo dòng chảy 10 ngày tại 02 trạm: (a) Krông Buk; (b) Giang Son

Dựa vào chuỗi quá trình trung bình dòng chảy được xây dựng từ năm 1980 đến 2017 của hai trạm thủy văn Giang Son và Krông Buk, nghiên cứu đã đánh giá được sự thiếu hụt dòng chảy trung bình 10 ngày so với trung bình nhiều năm cùng kỳ (bảng 5).

Bảng 4. Đánh giá dòng chảy dự báo trung bình 10 ngày so với thời đoạn TBNN

Trạm	Q _{tb} 10 ngày dự báo	Q _{TBNN}	So sánh
Krông Buk	6,5	7,6	< TBNN 14%
Giang Son	89	91	~ TBNN



Hình 9. Bản đồ cảnh báo hạn theo chỉ số EDI - 10/01/2018

4. Kết luận

Nghiên cứu đã ứng dụng mô hình khí tượng toàn cầu IFS cho khu vực nghiên cứu, là một mô hình có độ phân giải cao so với các mô hình hiện có nên sẽ cho chất lượng dự báo chi tiết hơn cho khu vực. Bên cạnh đó nghiên cứu đã ứng dụng được phương pháp hiệu chỉnh sai số cho mô hình nhằm khắc phục được phần nào nhược điểm của mô hình. Tuy nhiên, đây là dự báo thời hạn vừa và là dự báo phạm vi cấp lưu vực, các trạm đo thưa thớt, không đại biểu nên việc dự báo mưa trở nên phức tạp vì độ phân giải các ô lưới trong các mô hình số trị là tương đối lớn so với diện tích của lưu vực và chi tiết hơn tại các điểm trạm

đo mưa trên lưu vực và các tiểu lưu vực. Chính vì vậy cần phải có cách tiếp cận tốt mang tính cập nhật cho lưu vực như các ảnh hưởng của hình thể thời tiết để xem xét hiệu chỉnh và đưa ra các giá trị dự báo mưa phù hợp hơn. Nghiên cứu đã áp 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 dự báo dòng chảy thử nghiệm và kết quả bản đồ cảnh báo hạn theo chỉ số EDI sẽ góp phần hỗ trợ cho công tác phòng chống thiên tai ở khu vực nghiên cứu.

Lời cảm ơn: *Kết quả nghiên cứu là một phần nội dung luận văn của học viên Nguyễn Ngọc Hoa. Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của đề tài BDKH.20/16-20 và BDKH.24/16-20 trong việc thực hiện và công bố nghiên cứu này.*

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu (2002), *Tìm hiểu về hạn hán và hoang mạc hoá*, NXB KH&KT, Hà Nội.
2. Trần Thục (2008), *Báo cáo tổng kết đề án: Xây dựng bản đồ hạn hán và mức độ thiếu nước sinh hoạt ở Nam Trung Bộ và Tây Nguyên*, Viện KTTV, Bộ Tài nguyên và Môi trường.
3. Võ Văn Hòa (2016), *Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu ứng dụng số liệu dự báo của Trung tâm dự báo thời tiết hạn vừa Châu Âu để nâng cao chất lượng dự báo thời tiết hạn tháng và hạn mùa cho khu vực Việt Nam”*.
4. Phùng Tiên Dũng (2018), *Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo thủy văn hạn vừa hạn dài mùa cạn phục vụ Quy trình vận hành liên hồ chứa cho các sông chính ở khu vực Tây Nguyên”*.
5. Niko, W., Henny, A.J.L., Anne, F.V.L. (2010), *Indicators for drought characterization on a global scale*. Technical Report (24), Water and global change.
6. Maurer, E. P. and Hidalgo, Anne Van Loon (2013), *On the propagation of drought. How climate and catchment characteristics influence hydrological drought development and recovery*. PhD thesis, Wageningen University.
7. Mishra, A.K., Singh, V.P. (2010), *A Review of Drought Concepts*. *Journal of Hydrology*, 391, 202-216.
8. Amor, V.M. Ines, James, Hansen, W. (2006), *Bias correction of daily GCM rainfall for crop simulation studies*. *Agricultural and Forest Meteorology*, 138, 44-53.
9. Byun, H.R., Wilhite, D.A. (1999), *Objective quantification of drought severity and duration*. *Journal of Climate*, 12(9), 2747-2756.
10. Kite, G.W., Pietroniro, A. (1996), *Remote sensing applications in hydrological modelling*. *Hydrological Sciences Journal* 41 (4): 563-591.
11. Masih, I., Uhlenbrook, S., Maskey, S., Smakhtin, V. (2011), *Streamflow trends and climate linkages in the Zagros Mountain, Iran*. *Clim. Change*, 104, 317-338.
12. Trần Hồng Thái, Đoàn Quang Trí, Trần Đỗ Thủy Tuyên, Ngô Thanh Tâm, Bùi Thị Dịu

(2019), *Áp dụng mô hình Mike She kết hợp sử dụng sản phẩm mưa dự báo IFS dự báo lưu lượng đến hồ lưu vực sông Trà Khúc-Sông Vệ*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 697, 01, 1-12.

13. Susan L. Neitsch et al., 2009. *Overview of Soil and Water Assessment Tool (SWAT) Model*. In: Arnold, J et al., eds. 2009. *Soil and Water Assessment Tool (SWAT): Global Applications*. Special Publication No. 4., World Association of Soil and Water Conservation, Bangkok: Funny Publishing, pp.3-23.

14. Krause, P., Boyle, D.P., Bäse, F. (2005), *Comparison of different efficiency criteria for hydrological model assessment*. Adv. Geosci. 5, 89-97.

15. Nash, J.E., Sutcliffe, J.V. (1970), *River flow forecasting through conceptual models part I-a discussion of principles*. J. Hydrol. 10, 282-290.

16. Krause, P., Boyle, D.P., Bäse, F. (2005), *Comparison of different efficiency criteria for hydrological model assessment*. Adv. Geosci. 5, 89-97.

17. Nejadhashemi, A.P., Wardynski, B.J., Munoz, J.D. (2011), *Evaluating the impacts of land use changes on hydrologic responses in the agricultural regions of Michigan and Wisconsin*. Hydrol. Earth Syst. Sci. Disc. 8, 3421-3468.

18. Themeßl, M.J., Gobiet, A., Leuprecht, A. (2010), *Empirical statistical downscaling and error correction of daily precipitation from regional climate models*. Int. J. Climatol. 31, 1530-1544.

19. Piani, C., Weedon, G.P. Best, M., Gomes, S.M., Viterbo, P., Hagemann, S., Haerter, J.O. (2010), *Statistical bias correction of global simulated daily precipitation and temperature for the application of hydrological models*, Journal of Hydrology, Vol. 395, 3-4, Pages 199-215.

20. Lehner, B., Doll, P., Alcamo, J., Henrichs, T., Kaspar, F. (2006), *Estimating the impact of global change on flood and drought risks in Europe: A continental integrated analysis*, Climatic Change, 75, 273-299.

21. MDM software <https://agrimetsoft.com/mdm.aspx>.

RESEARCH ON FORECASTING AND WARNING METHODS IN HYDROMETEOROLOGICAL DROUGHT: CASE STUDY AT DAK LAK PROVINCE, HIGHLAND IN VIETNAM

Nguyen Ngoc Hoa¹, Ngo Le An², Doan Quang Tri³, Tran Tho Dat⁴,
Dang Thanh Mai³, Dinh Duc Truong⁴

¹National Center for Hydro-Meteorological Forecasting, Hanoi, Vietnam

²Thuyloi University, Hanoi, Vietnam

³Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration, Hanoi, Vietnam

⁴The National Economics University, Hanoi, Vietnam

Abstract: *In recent years, droughts have occurred more often, affecting large areas and causing great losses of people and property. Especially, in Dak Lak - Central Highlands, there have been serious droughts in the dry season. Therefore, it is necessary to have plans to forecast and produce early warning which help this area to respond. The objective of this study is to apply the data from global meteorological model (IFS) and hydrological model (SWAT) to develop a drought forecasting model for this area, besides using EDI index to produce a warning map. Initial results show that rainfall and temperature from the meteorological model (IFS) with bias correction method can make better simulation and the input for hydrological model; the simulated discharge is acceptable with NSI, R2, PBIAS have reached good level in both calibration and verification period. With the founded parameters, the data in 2018 was used in the test forecast to assess the shortage of flow and giving warning drought map with 10 day lead time. The method and results will contribute to disaster prevention in Dak Lak and other areas in Vietnam.*

Keywords: *Drought forecast, drought indexes, IFS, SWAT, Dak Lak.*

VAI TRÒ CỦA SAI SỐ MÔ HÌNH TRONG BÀI TOÁN ĐỒNG HÓA SỐ LIỆU DỰA TRÊN PHƯƠNG PHÁP BIẾN PHÂN: THỬ NGHIỆM VỚI MÔ HÌNH PHÂN GIẢI CAO WRF-ARW VÀ DỰ BÁO MƯA LỚN TRONG TRÊN KHU VỰC BẮC BỘ

Dư Đức Tiến¹, Hoàng Đức Cường¹, Mai Khánh Hưng¹, Hoàng Phúc Lâm¹

Tóm tắt: Trong bài toán đồng hóa số liệu dựa trên phương pháp biến phân, sai số mô hình đóng vai trò quyết định đến việc lan truyền một cách hiệu quả các thông tin quan trắc khi được bổ sung vào mô hình theo chiều ngang, thẳng đứng và giữa các biến mô hình với nhau. Bài báo sẽ trình bày một số khảo sát khác nhau liên quan đến những lựa chọn thiết lập ma trận sai số của mô hình WRF-ARW thử nghiệm trong dự báo mưa lớn trên khu vực Bắc Bộ với sơ đồ đồng hóa biến phân WRFDA. Các thử nghiệm gồm: i) sử dụng sai số cho trước của NCEP và ii) sai số tính toán dựa trên kết quả dự báo của mô hình WRF-ARW cho riêng khu vực Việt Nam. Hai phương pháp tính sai số mô hình gồm sử dụng dự báo ngắn hạn của NMC và dự báo tổ hợp từ chính mô hình WRF-ARW cho khu vực Việt Nam. Một số thử nghiệm ban đầu với trường hợp mưa lớn điển hình trên khu vực Bắc Bộ cho thấy độ nhạy của kỹ năng dự báo mưa (đánh giá thông qua chỉ số ETS trên trạm quan trắc) phụ thuộc vào việc lựa chọn thiết lập ma trận sai số trường nền B và việc tính toán ma trận B từ dự báo riêng cho khu vực Việt Nam là cần thiết.

Từ khóa: Mô hình WRF-ARW, đồng hóa số liệu, sai số dự báo, sơ đồ biến phân, ma trận hiệp biến sai.

Ban Biên tập nhận bài: 05/01/2019 Ngày phản biện xong: 20/02/2019 Ngày đăng bài: 25/03/2019

1. Mở đầu

Theo Lorenz (1963, 1970) [7], một trong những nguồn gây ra sai số chính cho các mô hình dự báo số trị (*Numerical Weather Prediction - NWP*) là độ chính xác của trường điều kiện biên ban đầu và phương pháp đồng hóa số liệu là phương pháp nâng cao độ chính xác của trường ban đầu cho mô hình dự báo số trị thông qua việc phân tích tối ưu lại trường ban đầu từ số liệu thám sát bổ sung ở quy mô địa phương hoặc các số loại số liệu mới như bức xạ vệ tinh hay độ phản hồi của radar, qua đó giảm thiểu được tối đa những phát sinh do sai số ban đầu gây ra. Tiền thân của phương pháp đồng hóa số liệu là các phương pháp phân tích khách quan với mục tiêu xác định được các giá trị của các biến khí tượng trên lưới rời rạc từ các điểm quan trắc hữu hạn

¹Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia
Email: duductien@gmail.com

được cung cấp, điển hình gồm các phương pháp phân tích khách quan (*Objective Analysis*) của Cressman (1959) [7] và phương pháp hiệu chỉnh liên tiếp (*Successive Correction*) của Barnes (1973) [1,7]. Giả sử mô hình số trị NWP gồm các biến gió (thành phần kinh hướng u , vĩ hướng v và thẳng đứng w), nhiệt độ (T), áp suất (P) và độ ẩm (q), khi đó ký hiệu vector x_b còn gọi là trường nền hay trường phân tích ban đầu của mô hình chưa được bổ sung số liệu quan trắc cho trước là vector nhiều chiều có các thành phần bao gồm tất cả các giá trị u, v, w, T, P và q theo không gian, có thể biểu diễn đơn giản thành: $x_b = \{u, v, w, T, P, q\}$. Vì sai số do quá trình nội suy quan trắc về lưới tính, sai số trong quan trắc, độ thừa của quan trắc dẫn tới vector x_b luôn khác so với vector khí quyển thực tế (*truth*), kí hiệu là x_t . Bài toán đồng hóa số liệu dựa trên phương pháp biến phân là việc cực tiểu hóa hàm giá (*cost function*) với dạng như sau:

$$J(x) = \frac{1}{2} [(x - x_b)^T (\mathbf{B})^{-1} (x - x_b) + (y_o - \mathbb{H}(x))^T (\mathbf{R})^{-1} (y_o - \mathbb{H}(x))] \quad (1)$$

Trong đó vector x mà ở đó hàm J cực tiểu sẽ được gọi là trạng thái phân tích (*analysis*) khi quyền tối ưu (x_a) có được khi cho trước vector x_b và quan trắc y_o . Trong phương trình biểu diễn J , kí hiệu T là ma trận chuyển dạng, \mathbf{B} và \mathbf{R} là ma trận sai số hiệp biến tương ứng của trường nền và quan trắc, $\mathbb{H}(x)$ là phép chuyển đổi, nội suy từ các biến mô hình x sang giá trị quan trắc tương ứng y , nếu các quan trắc đưa vào đồng hóa là các biến mô hình như nhiệt độ, độ ẩm, gió hay áp

$$y_o - \mathbb{H}(x) = y_o - \mathbb{H}(x_b + (x - x_b)) = \{y_o - \mathbb{H}(x_b)\} - \mathbf{H}(x - x_b) \quad (2)$$

Khi đó công thức triển khai của đạo hàm $J(x)$ có dạng:

$$\nabla J(x) = \mathbf{B}^{-1}(x - x_b) + \mathbf{H}^T \mathbf{R}^{-1} \mathbf{H}(x - x_b) - \mathbf{H}^T \mathbf{R}^{-1} (y_o - \mathbb{H}(x_b)) \quad (3)$$

Giá trị x để J đạt cực đại ứng với vé phải của phương trình $\nabla J(x) = 0$ và biến đổi chuyển vé

$$x_a = x_b + (\mathbf{B}\mathbf{H}^T)(\mathbf{R} + \mathbf{H}\mathbf{B}\mathbf{H}^T)^{-1} (y_o - \mathbb{H}(x_b)) \quad (4)$$

Tương tự biểu diễn tường minh của vector $x_b \{u, v, w, T, P, q\}$, ta có thể biểu diễn vector quan trắc $y_o \{u_o, v_o, w_o, T_o, P_o, q_o, \dots Y_o\}$ với Y_o là các quan trắc không trực tiếp và cần chuyển đổi bằng toán tử \mathbb{H} . Trạng thái phân tích (*analysis*) khi quyền tối ưu (x_a) phụ thuộc rất nhiều vào thông tin của \mathbf{B} và \mathbf{R} , đặc biệt ma trận sai số \mathbf{B} sẽ đóng vai trò truyền thông tin theo không gian ngang và thẳng đứng có trọng số đối với quan

$$x_l^a = x_l^b + B_{lk} \frac{y - x_k^b}{B_{kk} + \sigma^2} = x_l^b + \frac{B_{lk}}{B_{kk} + \sigma^2} y - \frac{B_{lk}}{B_{kk} + \sigma^2} x_k^b \quad (5)$$

Vì thế các phần tử không nằm trên đường chéo và khác không của ma trận \mathbf{B} sẽ dẫn tới giá trị thay đổi đến trường phân tích cho thành phần thứ l trong véc tơ trạng thái x . Ngoài ra ta thấy rằng, nếu σ^2 nhỏ hơn nhiều (\ll) phần tử đường chéo B_{kk} khi đó phần tử thứ k trong véc tơ phân tích tối ưu x_k^a sẽ xấp xỉ giá trị quan trắc y , và nếu σ^2 lớn hơn nhiều (\gg) phần tử đường chéo B_{kk} khi đó giá trị phân tích hầu như không khác so với giá trị trường nền ban đầu, hay $x_k^a \sim x_k^b$. Như vậy, nếu ma trận sai số B là quá lớn so với sai số quan trắc, phân tích sẽ gần với quan trắc, ngược lại phân tích tối ưu sẽ gần so với giá trị trường nền ban đầu. Tính phức tạp của ma trận B thể hiện trước hết ở độ lớn của ma trận này, nếu mô

suất thì \mathbb{H} chỉ là quá trình nội suy thuần túy, nếu các quan trắc là dạng phi truyền thống như bức xạ vệ tinh, độ phản hồi radar thì \mathbb{H} là một sơ đồ/mô hình cụ thể, ví dụ sơ đồ truyền bức xạ tính toán và chuyển đổi thông số profile nhiệt ẩm khí quyển cho trước sang giá trị bức xạ ứng với các bước sóng định trước [1]. Để hàm $J(x)$ đạt cực tiểu thì đạo hàm của J theo x phải bằng 0 hay $\nabla_x J(x_a) = 0$. Gọi toán tử \mathbf{H} là toán tử thỏa mãn xấp xỉ sau:

cho x_a ta được công thức cuối cùng về nghiệm phân tích tối ưu:

trắc đưa vào cho trường ban đầu. Để minh họa rõ hơn ý nghĩa của sai số ma trận \mathbf{B} , ta xem xét chỉ có một quan trắc thứ k , có nghĩa véc tơ quan trắc sẽ có dạng $y_o = \{0, 0, 0, \dots y, \dots 0\}$, khi đó ma trận \mathbf{H} và \mathbb{H} cũng sẽ là một véc tơ hàng với các giá trị phần tử bằng 0 trừ phần tử thứ $k = 1$ và $y_o = y$, $\mathbf{R} = \sigma^2$. Khi đó phương trình cho trường phân tích tối ưu sẽ được viết lại dưới dạng:

hình có kích thước theo không gian $\sim 10^2 \times 10^2 \times 10^2 \times$ số biến (~ 5) thì kích thước của ma trận $\mathbf{B} > 10^6 \times 10^6$ là rất lớn để có thể lưu trữ nên trong thực tế ma trận B được đơn giản hóa bằng các giải thiết khác nhau, ví dụ trong phương pháp của WRFDA cho mô hình WRF-ARW, ma trận B được giả thiết là thiết lập bởi ma trận U sao cho $B = U U^T$ và ma trận U lại tiếp tục được giả thiết là có thể phân giải thành các thành phần khác nhau sao cho quá trình cực tiểu hóa hàm giá J có thể thực hiện được. Các phương pháp này còn được gọi là tiền điều kiện hóa (*preconditioning*) [1,5].

Với tầm quan trọng của sai số mô hình (ở đây mà ma trận B) đến việc lan truyền một cách hiệu

quả các thông tin quan trắc được đưa bổ sung vào mô hình, bài báo sẽ trình bày một số khảo sát khác nhau liên quan đến những lựa chọn thiết lập ma trận sai số của mô hình WRF-ARW thử nghiệm trong dự báo mưa lớn trên khu vực Bắc Bộ với sơ đồ đồng hóa biến phân WRFDA. Mục II của bài báo là thiết kế thử nghiệm bao gồm giới thiệu mô hình dự báo WRF-ARW, sơ đồ đồng hóa WRFDA số liệu điều kiện biên, trường hợp thử nghiệm, số liệu quan trắc. Những phân tích kết quả được đưa ra trong phần III của bài báo và một số kết luận chính được tổng kết trong phần VI.

2. Thiết kế thí nghiệm

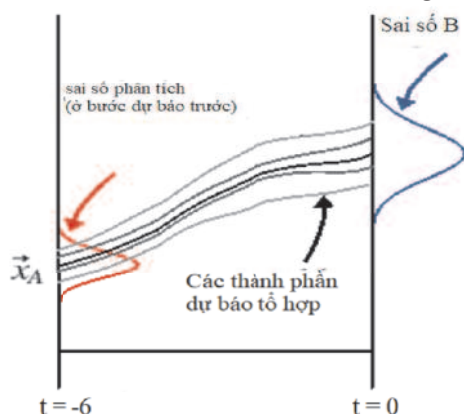
2.1. Mô hình số trị khu vực WRF-ARW

Nghiên cứu sử dụng hệ thống mô hình khu vực WRF với nhân động lực ARW phiên bản 3.9.1.1 do Trung tâm dự báo môi trường quốc gia Mỹ (NCEP) phát triển (gọi tắt là WRF-ARW). Mô hình WRF-ARW được nghiên cứu và áp dụng phổ biến tại Việt Nam những năm vừa qua, các công trình điển hình có thể kể đến gồm trong nghiên cứu dự báo thời tiết và bão hay trong việc áp dụng và dự báo tổ hợp [1,2,3,4]. Chi tiết hơn về mô hình WRF-ARW có thể tham khảo trong [8, 10].

Thử nghiệm thiết lập hai lưới tính gồm 199 điểm lưới theo kinh hướng và 199 điểm lưới theo vĩ hướng với độ phân giải ngang là 15 km (miền

$$B = \langle (\vec{x} - \vec{x}_{true})(\vec{x} - \vec{x}_{true})^T \rangle \sim \alpha \langle (\vec{x}_{48} - \vec{x}_{24})(\vec{x}_{48} - \vec{x}_{24})^T \rangle$$

Đối với phương pháp ước lượng B qua dự báo tổ hợp, ta cần thực hiện dự báo tổ hợp dựa trên mô hình áp dụng (ở đây là WRF-ARW). Độ tán của dự báo tổ hợp tương đương với thông tin của ma trận sai số B, xem minh họa trong hình 1.



Hình 1. Minh họa ước lượng sai số ma trận B từ dự báo tổ hợp ở các lần thực hiện dự báo trước đó

tính bao phủ toàn bộ Việt Nam và Biển Đông) và 5 km (miền tính bao phủ toàn bộ miền Bắc) cho mô hình WRF-ARW, cả hai miền tính đều có số mực thẳng đứng là 41 và dự báo đến hạn 72h. Đối với dự báo chuẩn (*control*), các lựa chọn vật lý cho mô hình WRF-ARW bao gồm: sơ đồ Kain-Fritsch (KF) cho tham số hóa đối lưu, sơ đồ bức xạ sóng ngắn Goddard, sơ đồ tham số hóa lớp biên của Mellor-Yamada-Janjic (MYJ), sơ đồ vi vật lý mây khép kín 6 bậc WSM6 và sơ đồ rời bề mặt là Janjic Eta.

2.2. Sơ đồ đồng hóa biến phân WRFDA và chương trình thiết lập ma trận B

Song song với mô hình WRF-ARW, hệ thống đồng hóa số liệu dựa trên phương pháp biến phân được phát triển với tên gọi là hệ thống WRFDA [5]. Trong hệ thống WRFDA, chương trình thiết lập ma trận B được gọi là *gen_be* trong đó cung cấp việc tính ma trận B theo các cách tiếp cận khác nhau. Chương trình *gen_be* của hệ thống WRFDA đã cung cấp sẵn hai cách ước lượng ma trận B gồm NMC [9] và ENS (sử dụng độ tán của hệ thống tổ hợp [6]). Trong phương pháp NMC, sai số B được ước lượng từ covariance của hai ộp dự báo cách nhau 24h, với kí hiệu $\langle \langle \rangle \rangle$ là phép lấy trung bình, khi đó B có thể xấp xỉ bởi công thức:

Trong nghiên cứu này, để tạo ra dự báo tổ hợp (*ensemble*) trong lựa chọn ENS của chương trình *gen_be*, chúng tôi dựa trên việc thay đổi các lựa chọn vật lý trong mô hình WRF-ARW gồm (a) sơ đồ Kain-Fritsch (KF) hoặc Betts-Miller-Janjic (BMJ) cho tham số hóa đối lưu (*cumulus parameterization scheme-CPS*); (b) sơ đồ bức xạ sóng ngắn Goddard hoặc Dudhia; (d) sơ đồ tham số hóa lớp biên của Yonsei University (YSU) hoặc Mellor-Yamada-Janjic (MYJ) và (e) các sơ đồ vi vật lý mây từ đơn giản đến phức tạp gồm sơ đồ Lin, WSM3, WSM5 đến WSM6 (khép kín 6 bậc). Dựa trên việc tổ hợp các lựa chọn này có thể tạo ra tối đa gồm 32 cấu hình vật lý khác nhau [2]. Lưu ý thêm ở đây đối với sơ đồ lớp biên MYJ thì sơ đồ rời bề mặt sẽ được đặt là sơ đồ Janjic Eta so với sơ đồ khép kín rời dựa trên

giả thiết của Monin-Obukhov. Các dự báo tổ hợp được gọi tắt là **32-ensemble** được thực hiện với mục đích cho thử nghiệm Sử dụng lựa chọn ENS tính từ chương trình *gen_be* từ 1 tuần dự báo tổ

hợp tổ hợp đa vật lý gồm 32 thành phần dựa trên mô hình WRF-ARW cho khu vực Việt Nam. Các thử nghiệm trong nghiên cứu được tổng kết trong bảng 1.

Bảng 1. Các trường hợp thử nghiệm

Kí hiệu thử nghiệm	Thông tin thử nghiệm	Loại thông tin sai số mô hình
EXP_CONTROL	- Không có đồng hóa số liệu	
EXP_CV3_NCP	- Lựa chọn cv=3 trong WRFDA	Sử dụng sai số cho trước của NCEP
EXP_CV5_NMC	- Sai số mô hình tính toán dựa trên kết quả dự báo của mô hình WRF-ARW cho riêng khu vực Việt Nam	Sử dụng lựa chọn NMC tính từ chương trình <i>gen_be</i> từ 2 tuần dự báo trước thời điểm dự báo
EXP_CV5_ENS	(lựa chọn cv=5 trong WRFDA)	Sử dụng lựa chọn ENS tính từ chương trình <i>gen_be</i> từ 1 tuần dự báo tổ hợp tổ hợp đa vật lý gồm 32 thành phần dựa trên mô hình WRF-ARW cho khu vực Việt Nam

2.3. Số liệu điều kiện biên, quan trắc và các trường hợp thử nghiệm

Nghiên cứu sử dụng dự báo từ mô hình toàn cầu GFS (Mỹ) làm điều kiện ban đầu và điều kiện biên cho mô hình WRF-ARW, được cung cấp thông qua địa chỉ sau: <http://www.nco.ncep.noaa.gov/pmb/products/gfs/>. Số liệu GFS có độ phân giải ngang là 55 km với số mực áp suất thẳng đứng của mô hình GFS là 26 và được cập nhật 3 tiếng một cho mô hình WRF-ARW. Các số liệu đồng hóa thử nghiệm gồm bề mặt, cao không và vệ tinh quỹ đạo cực (số liệu đầu đo AMSU, HRIS và MHS) được kiểm soát chất lượng (*quality control*) và hiệu chỉnh tại NOAA, thu nhận trên địa chỉ: <ftp://ftp.ncep.noaa.gov/pub/data/nccf/com/gfs/pr> od.

Thử nghiệm thực hiện dự báo liên quan đến đợt mưa lớn trên khu vực Bắc Bộ trong tháng 5, 6 và 7 năm 2012 và thực hiện dự báo tại các giờ 00z. Ứng với mỗi thời điểm bắt đầu xảy ra mưa lớn được liệt kê trong bảng 1, ví dụ ngày 21/5/2012, dự báo control sẽ được thực hiện từ trước đó ít nhất 15 ngày đối với thử nghiệm EXP_CV5_NMC, và ít nhất 7 ngày (bao gồm cả dự báo control và 32-ensemble) đối với thử nghiệm EXP_CV5_ENS. Ngoài ra sẽ dự báo trước 2 ngày bắt đầu từng đợt mưa đã liệt kê trong bảng 1. Các số liệu quan trắc mưa tại các trạm Synop trên khu vực Bắc Bộ sẽ được sử dụng để đánh giá kĩ năng dự báo mưa giữa các trường hợp khác nhau (>25mm/24h và >50 mm/24h).

Bảng 2. Danh sách đợt mưa lớn ảnh hưởng đến Bắc Bộ năm 2012

Giai đoạn	Khu vực mưa chính	Lượng mưa phổ biến (mm)	Số lượng dự báo (để đánh giá)
21/5 - 26/5	Bắc Bộ và Thanh Hóa	100 – 200	8
14/5 - 15/6	Bắc Bộ	40 – 80	4
1/7 - 2/7	Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ	50 – 100	4
17/7 - 19/7	Tây Bắc Bắc Bộ và vùng núi phía Bắc	50 - 100	5
23/7 - 26/7	Vùng núi và trung du Bắc Bộ	80 – 150	6
28/7 - 30/7	Bắc Bộ và Thanh Hóa	50 - 150	5

3. Đánh giá kết quả

Để đánh giá kỹ năng dự báo xảy ra mưa lớn chúng tôi sử dụng chỉ số kỹ năng ETS (*Equitable Threat Score/Gilbert Skill Score*). ETS có giá trị nằm trong khoảng từ -1/3 đến 1 với giá trị bằng 1 được coi là dự báo hoàn hảo. ETS thường được sử dụng trong đánh giá mưa từ mô hình NWP vì

chỉ số này cho phép so sánh công bằng giữa các hình thể hoặc khu vực đánh giá khác nhau. Trong bảng 3 là bảng phân loại (*Contingency table*) theo hiện tượng dự báo (ở đây là mưa với các ngưỡng đánh giá cụ thể, ví dụ > 25mm/24h tại từng trạm quan trắc). Chi tiết về ETS có thể tham khảo trong [4].

Bảng 3. Bảng phân loại tần xuất cho biến dự báo dạng nhị phân

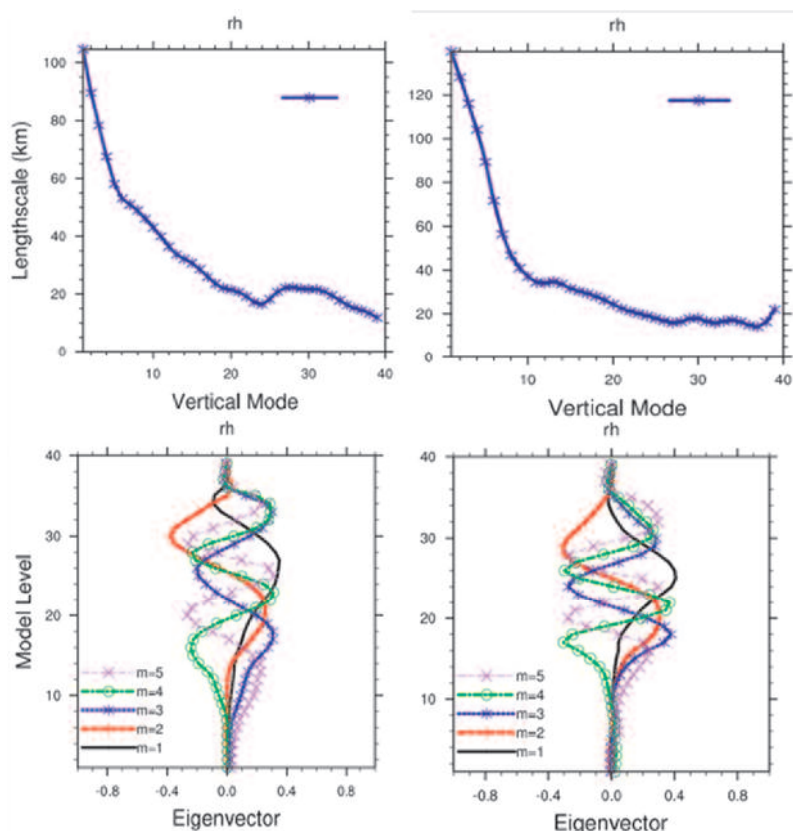
		Quan trắc	
		Có	Không
Dự báo	Có	A	B
	Không	C	D

Khi đó ETS được tính bằng công thức:

$$ETS = \frac{A - A_{\text{random}}}{A + B + C - A_{\text{random}}}$$

Trong đó:

$$(A+B+C+D=N) \text{ và } A_{\text{random}} = \frac{(A+C)(A+B)}{N}$$



Hình 2. Minh họa quy mô ảnh hưởng theo khoảng cách tại từng mực độ cao đối với biến độ ẩm riêng và vector riêng (5 giá trị đầu tiên) trong thử nghiệm NMC (trái) và ENS (phải)

Trong hình 2 là minh họa sự khác biệt của phương pháp NMC (sử dụng control tính từ 21/4/2012-20/5/2012) và ENS (sử dụng 32 - ensemble tính từ 12/5/2012-20/5/2012) liên quan đến thông tin lan truyền cho biến độ ẩm riêng là khác nhau trong thử nghiệm NMC (trái, hàng 1) và ENS (phải, hàng 1), ví dụ dưới mực 10 của mô hình quy mô ảnh hưởng theo khoảng cách đều trên 40km trong phương pháp NMC nhưng ở ENS có thể dưới 35km. Hoặc cũng trong hình 2 (hàng 2) minh họa sự

khác biệt đối với giá trị vector riêng (5 giá trị đầu tiên) trên từng mực mô hình. Những khảo sát kỹ hơn về sự khác biệt này sẽ được chúng tôi thảo luận trong một công trình khác.

Trong bảng 4 là sai số chi tiết của các trường

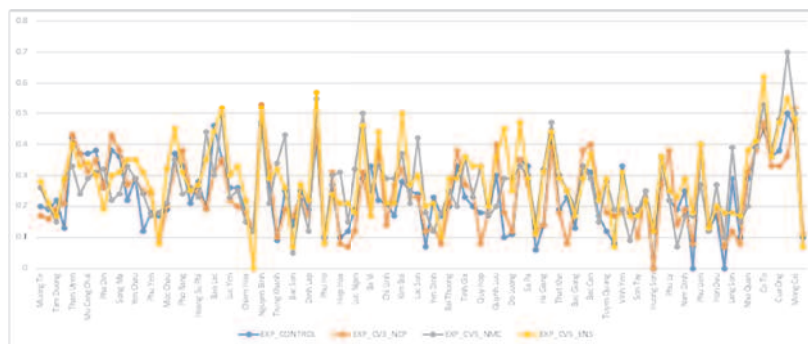
Bảng 4. Chỉ số ETS tại các hạn dự báo 24h, 48h và 72h cho hai ngưỡng đánh giá >25mm/24h và >50mm/24h

Thử nghiệm	Hạn 24h		Hạn 48h		Hạn 72h	
	>25mm/24h	>50mm/24h	>25mm/24h	>50mm/24h	>25mm/24h	>50mm/24h
EXP_CONTROL	0.2552	0.2011	0.2433	0.2172	0.1684	0.1441
EXP_CV3_NCP	0.2298	0.2161	0.2151	0.1754	0.1483	0.1171
EXP_CV5_NMC	0.2688	0.2263	0.2385	0.2075	0.1681	0.1261
EXP_CV5_ENS	0.2768	0.2321	0.2619	0.2095	0.1672	0.1386

Các kết quả cho thấy về mặt trung bình, việc sử dụng sai số mặc định từ NCEP (EXP_CV3_NCP) không cải thiện được chất lượng và kỹ năng dự báo còn giảm đi so với trường hợp dự báo chuẩn. Ở hạn 24h, cả hai phương pháp NMC và ENS đều cho kết quả tốt hơn so với sử dụng mặc định và chưa có đồng hóa và tăng ở cả hai ngưỡng mưa cảnh báo. Một minh họa chi tiết hơn được đưa ra trong hình 3 là tính toán chỉ số ETS tại từng trạm trên khu vực phía Bắc cho bốn trường hợp thử nghiệm cho thấy khá rõ việc cải thiện dự báo tại từng trạm đối với dự báo EXP_CV5_ENS. Ở hạn 48h, dự báo EXP_CV5_ENS sử dụng cập nhật

hợp thử nghiệm khác nhau đánh giá ở 3 hạn dự báo 1,2 và 3 ngày với các ngưỡng >25mm/24h và >50mm/24h trên toàn bộ các trạm quan trắc Synop trên Bắc Bộ (gồm 102 trạm [2]).

từ dự báo tổ hợp cho ma trận B vẫn cho kết quả tốt hơn so với các trường hợp còn lại đối với ngưỡng đánh giá > 25mm/24h, tuy nhiên ở ngưỡng lớn hơn không có sự khác biệt và cải thiện cụ thể. Ở hạn 72h, kỹ năng dự báo ở các trường hợp khá thấp, giảm 30 - 40% so với kỹ năng ở các hạn dự báo 24h và 72h. Cũng ở hạn 72h, sự khác biệt giữa hai trường hợp sử dụng CV5 với dự báo chuẩn là không lớn tại cả hai ngưỡng đánh giá. Đánh giá thêm với sai số trung bình tuyệt đối và trung bình quân phương của mưa dự báo cụ thể tại từng trạm cho thấy biến động về sai số đối với hai phương pháp EXP_CV5_NMC và EXP_CV5_ENS nhỏ hơn



Hình 3. Chỉ số ETS tại từng trạm trên khu vực phía Bắc đối với hạn dự báo 24h, ngưỡng đánh giá > 25mm/24h

4. Kết luận

Nghiên cứu đã trình bày một số khảo sát khác nhau liên quan đến những lựa chọn thiết lập ma trận sai số trong việc sử dụng sơ đồ đồng hóa số liệu WRFDA cho mô hình WRF-ARW trong thử nghiệm trong dự báo mưa lớn trên khu vực Bắc Bộ. Hai phương pháp tính sai số mô hình gồm

sử dụng dự báo ngắn hạn của NMC (EXP_CV5_NMC) và dự báo tổ hợp từ chính mô hình WRF-ARW cho khu vực Việt Nam (EXP_CV5_ENS) được thực hiện và so sánh với việc sử dụng hệ số mặc định của NCEP (EXP_CV3_NCP) và thử nghiệm không có đồng hóa số liệu (CONTROL). Một số thử nghiệm ban

đầu cho thấy hiệu quả của việc tính toán sai số dựa trên những dự báo trên khu vực Việt Nam là cần thiết, thể hiện kết quả dự báo tốt hơn trong các thử nghiệm EXP_CV5_NMC và EXP_CV5_ENS tại hầu hết các ngưỡng và hạn dự báo so với sử dụng hệ số mặc định (EXP_CV3_NCP). Khi tăng hạn dự báo, tính rõ

rệt của việc đồng hóa giảm đi nhưng trường hợp sử dụng dự báo tổ hợp để tính sai số mô hình vẫn cho kết quả tin cậy hơn. Những thử nghiệm tiếp theo sẽ tập trung vào tính hiệu quả ứng với từng loại số liệu quan trắc đưa vào và thực hiện tính toán sai số mô hình trong cả miền tính phân giải cao (5km).

Lời cảm ơn: Các nội dung nghiên cứu trên nằm trong khuôn khổ của đề tài KC.08.06/16-20 “Nghiên cứu xây dựng hệ thống nghiệp vụ dự báo mưa lớn cho khu vực Bắc Bộ Việt Nam”, thuộc Chương trình KC.08/16-20 “Nghiên cứu khoa học và công nghệ phục vụ bảo vệ môi trường và phòng tránh thiên tai”.

Tài liệu tham khảo

1. Dư Đức Tiến và cộng sự (2014), *Nghiên cứu đồng hóa số liệu radar Đông Hà để nâng cao chất lượng dự báo mưa lớn cho khu vực miền Trung*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, (617), tr. 22 -30.
2. Dư Đức Tiến và cộng sự (2019), *Đánh giá tác động của việc sử dụng tham số hóa đối lưu trong dự báo đợt mưa lớn tháng 7 năm 2015 trên khu vực Bắc Bộ bằng mô hình phân giải cao*, Tạp chí KTTV, số 2, 2019, trang 1-8.
3. Hoàng Đức Cường và các cộng sự (2011), *Nghiên cứu ứng dụng mô hình WRF dự báo thời tiết và bão ở Việt Nam*. Báo cáo tổng kết đề tài NCKH cấp Bộ TN&MT.
4. Võ Văn Hòa và cộng sự (2010), *Nghiên cứu phát triển hệ thống dự báo tổ hợp thời tiết hạn ngắn cho khu vực Việt Nam*. Thuyết minh đăng ký đề tài NCKH cấp Bộ, 17 tr.
5. Barker, D.M., Guo, Y.R., Huang, W., Huang, H., Rizvi, S., Xiao, Q., and Lee, M.S. (2005), *WRF-VAR A Unified 4/4D-Var Data Assimilation system for WRF. Preprints. 6th WRF/MM5 Users Workshop*. NCAR. Boulder, CO.
6. Fisher, M. (2003), *Background error covariance modelling, Proceedings of the ECMWF Seminar on Recent Developments in Data Assimilation for Atmosphere and Ocean*, pp. 45-63, ECMWF, Reading, UK.
7. Lorenc, A.C, Neill E. Bowler, Adam M. Clayton, Stephen R. Pring, and David Fairbairn (2015), *“Comparison of Hybrid-4DVar and Hybrid-4DVar Data Assimilation Methods for Global NWP”*, Mon. Wea. Rev., (143), pp. 212-229.
8. Michalakes, J., Dudhia, J., Gill, D., Henderson, T., Klemp, J., Skamarock, W., Wang, W. (2005), *The Weather Research and Forecast Model: Software Architecture and Performance, Proceedings of the Eleventh ECMWF Workshop on the Use of High Performance Computing in Meteorology*, World Scientific, pp. 156-168.
9. Parrish and Derber (1992), *The national meteorological center’s spectral statistical-interpolation analysis system*. Mon. Wea. Rev., 120, 1747-1763.
10. Skamarock, W.C., Klemp, J. B., Dudhia, J., Gill, D.O., Barker, D.M., Duda, M.G., Huang, X.Y., Wang, W., Powers, J.G. (2005), *A description of the Advanced Research WRF Version 3*, NCAR Tech. Note NCAR/TN-475+STR, 113 pp.

THE ROLE OF B-MATRIX IN VARIATIONAL ASSIMILATION SCHEME: CASE STUDY USING WRF-ARW MODEL TO HEAVY RAINFALL FORECAST OVER THE NORTHERN PART OF VIETNAM

Du Duc Tien¹, Hoang Duc Cuong¹, Mai Khanh Hung¹, Hoang Phuc Lam¹

¹National Center of Hydro-Meteorological Forecasting

Abstract: *The data assimilation method based on variational approach, and the model error information or covariance error matrix (B-matrix) of first guess or background forecast plays most important roles in transferring assimilated additional observation data. The case study will present experiments with WRF-ARW and WRFDA assimilation schemes using different information structures of B-matrix on the heavy rainfall forecast over northern part of Vietnam. Two main experiments including: i) using NCEP default background information and ii) using regional background information based on NMC and ensemble forecast approaches. Using quality controlled observation (Synop, TEMP, Low Earth Orbit satellite data from NOAA), the results showed very sensitivities of forecast results and the speed of converging speed in assimilation procedures meaning the most important of selecting B-matrix in assimilation for applying high-resolution regional models in operation. Moreover, the ensemble based B-matrix can provide better skill than other experiments in this study.*

Keywords: *Model forecast error, covariance error matrix, B-matrix, variational assimilation, WRF-ARW, WRFDA.*

ĐẶC ĐIỂM VÀ XU THẾ BIẾN ĐỔI HẠN KHÍ TƯỢNG Ở TÂY NGUYÊN

Vũ Anh Tuấn¹, Vũ Thanh Hằng², Trịnh Hoàng Dương³

Tóm tắt: Nghiên cứu này đánh giá đặc điểm và xu thế biến đổi của hạn hán tại 13 trạm khí tượng ở Tây Nguyên. Chỉ số SPI và chỉ số hạn nghiêm trọng Palmer được sử dụng để xác định tình trạng hạn hán. Kết quả cho thấy, ở phía Bắc Tây Nguyên có TGH hạn hán cao hơn ở phía Nam, và xác định được 8 đợt hạn khí tượng nghiêm trọng trong thời kỳ 1979-2016. Tần suất hạn theo tháng phổ biến khoảng 12% đến 20%. Xu thế tăng tuyến tính của TGH tại một số trạm như Đăk Nông, Ayunpa, Pleicu và Đăk Tô khoảng 1,5- 2,0 tháng/39 năm, các trạm còn lại có xu thế TGH giảm khoảng 0,5-1,5 tháng/39 năm. Nhìn chung, TGH trung bình trong các năm El Nino cao hơn so với năm Non ENSO và năm La Nina khoảng từ 0,8 đến 3 tháng, ngoại trừ tỉnh Lâm Đồng.

Từ khóa: Hạn hán, thời gian hạn hán (TGH), chỉ số chuẩn hóa lượng mưa (SPI), chỉ số hạn hán nghiêm trọng Palmer (PDSI).

Ban Biên tập nhận bài: 13/12/2018 Phản biện xong: 20/01/2019 Ngày đăng bài 25/03/2019

1. Mở đầu

Hạn hán là một trong những thiên tai có tác động lớn đến môi trường, kinh tế - xã hội. Hạn hán ảnh hưởng đến đa ngành kinh tế - xã hội; tài nguyên nước, nông nghiệp, giao thông đường thủy, sản xuất điện,... Ngoài ra hạn hán còn dẫn tới nguy cơ sa mạc hoá. Biến đổi khí hậu cũng là những nhân tố góp phần làm tăng nguy cơ hạn hán ở nhiều nơi.

Hạn hán bắt nguồn từ sự thiếu hụt lượng mưa trong một thời gian dài so với điều kiện trung bình dài hạn. Hạn hán có thể được phân thành bốn loại: (1) hạn khí tượng; (2) hạn nông nghiệp; (3) hạn thủy văn; và (4) hạn kinh tế - xã hội [1]. Sự phức tạp vốn có của hiện tượng hạn hán gợi ý rằng không có chỉ số hạn hán nào là lý tưởng cho tất cả các khu vực [7], do đó, để đánh giá điều kiện hạn hán ở khu vực cụ thể, rất hữu ích để xem xét các chỉ số khác nhau. Các chỉ số hạn hán thường được định nghĩa từ lượng mưa hoặc

các biến khí tượng, thủy văn như độ ẩm đất, bốc thoát hơi tiềm năng, dòng chảy,... Trong số đó, lượng mưa là yếu tố chính trong các chỉ số hạn như chỉ số SPI của McKee và cs (1993) [6] hay chỉ số PDSI của Palmer (1965) [8]. Svoboda (2016) [9] cho thấy về nguồn gốc, ưu điểm và tồn tại, bao hàm cả việc dễ sử dụng của chỉ số dựa trên nguồn số liệu có sẵn và các chỉ số thường được sử dụng ở các quốc gia.

Ở Việt Nam, một số công trình nghiên cứu nguyên nhân, đặc điểm, giải pháp, giám sát, dự báo hạn hán cũng đã được đầu tư nghiên cứu trong năm gần đây, nhưng quy mô đánh giá chủ yếu ở phạm vi cả nước, có thể kể đến như Trần Thục (2008) [2], Nguyễn Văn Thắng (2010) [1]. Về xu thế biến đổi của hạn hán cũng đã được nghiên cứu như Nguyễn Văn Thắng và cs (2010), Vũ Thanh Hằng (2013) [4]. Xu thế nhiệt độ tăng nhanh trong năm gần đây, khu vực Tây Nguyên có mức tăng nhiệt độ lớn nhất, hạn hán xuất hiện thường xuyên hơn trong mùa khô, do đó khảo sát một cách toàn diện, chi tiết hơn về đặc điểm và xu thế biến đổi hạn hán trên từng tiểu vùng sẽ góp phần tăng thêm thông tin trong việc định lượng rủi ro hạn hán, xây dựng kế hoạch quản lý hạn hán hiệu quả.

¹ Đai Khí tượng Thủy Văn khu vực Tây Nguyên

² Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội

³ Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Email: tuankttvtn@gmail.com

2. Số liệu và phương pháp

2.1. Số liệu

Bài báo này chủ yếu sử dụng lượng mưa quan trắc từ số liệu tại 13 trạm khí tượng, trong đó có 5 trạm có thời kỳ số liệu dài 1961 - 2017 (57 năm), 08 trạm có thời kỳ 1979 - 2017 (39 năm) và sức chứa ẩm tối đa của đất của Cơ quan Hàng không vũ trụ Hoa Kỳ (NASA), độ phân giải 0.05°, được cung cấp miễn phí và được chiết xuất cho Tây Nguyên (Hình 1) [10].

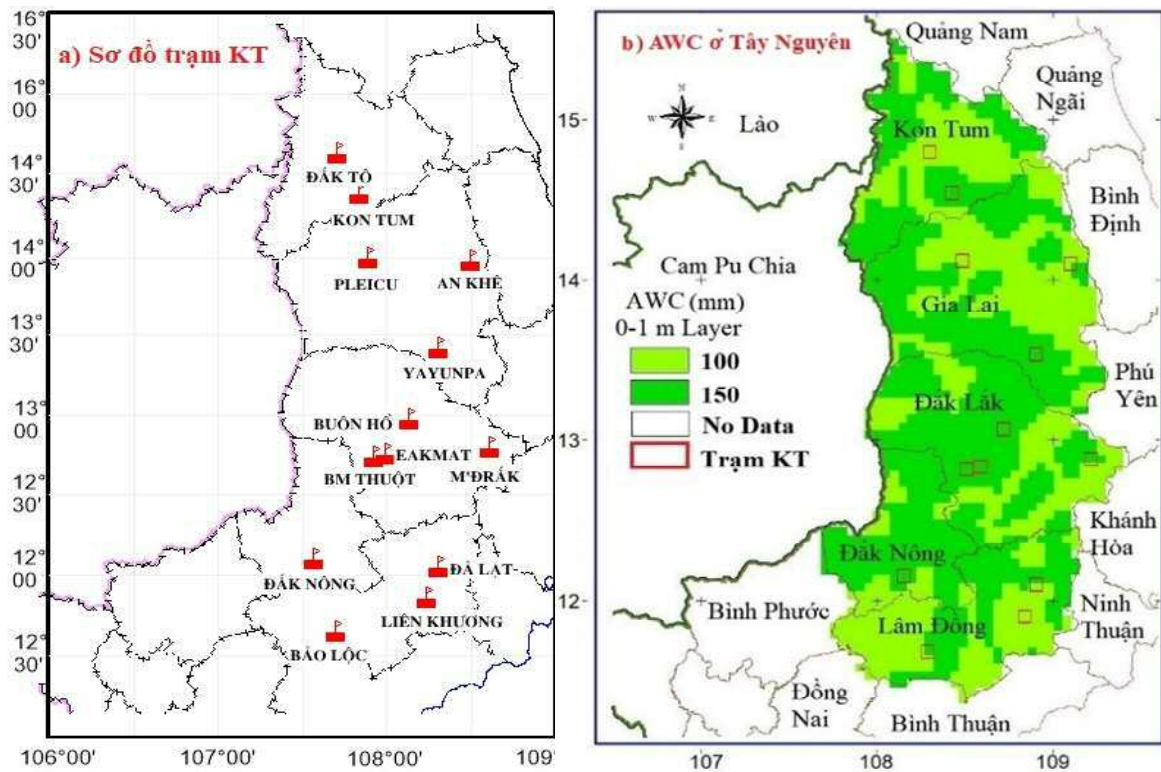
2.2. Các số hạn hán

a) Chỉ số chuẩn hóa lượng mưa (SPI): Chỉ số SPI được McKee và cs [6] xây dựng dựa trên các mối quan hệ của hạn hán với tần suất, thời gian và quy mô thời gian. Năm 2009, WMO khuyến nghị SPI là chỉ số hạn khí tượng chính mà các

quốc gia nên sử dụng để giám sát hạn hán.

$$SPI = \frac{R - \bar{R}}{\delta_R} \quad (1)$$

Trong đó R và \bar{R} là lượng mưa và lượng mưa trung bình (mm), δ_R là cho độ lệch chuẩn của R. Giá trị thấp của chỉ số SPI biểu hiện điều kiện khô hạn, giá trị cao biểu thị điều kiện ẩm ướt. Giá trị lớn hơn +2.0 biểu thị các tình trạng quá ẩm; từ (1,5) đến (1,99) cho thấy tình trạng rất ẩm; từ (1,0) đến (1,49) cho thấy tình trạng ẩm vừa; từ (0,99) đến (-0,99) tình trạng là gần bình thường; từ (-1,0) đến (-1,49) là tình trạng hạn vừa; (-1,5) đến (1,99) là hạn nặng; và giá trị nhỏ hơn -2.0 biểu thị tình trạng hạn rất nặng.



Hình 1. Sơ đồ trạm khí tượng (a) và sức chứa ẩm tối đa của đất (b)[10]

b) Chỉ số hạn nghiêm trọng Palmer (PDSI): PDSI được Palmer (1965) [8] phát triển phương pháp kết hợp số liệu nhiệt độ và lượng mưa với thông tin cân bằng nước để xác định hạn hán ở các vùng sản xuất cây trồng của Hoa Kỳ. Sự thiếu hoặc thừa ẩm đất trong một tháng được tính (d):

$$d = P - \hat{P} \quad (2)$$

Trong đó P là lượng mưa, \hat{P} là CAFEC (Climatically Appropriate for Existing Conditions):

$$\hat{P} = P - \alpha_i PE + \beta_i PR + \gamma_i PRO + \delta_i PL \quad (3)$$

Trong đó PE là bốc thoát hơi nước tiềm năng theo Thornthwaite (1948) [5]; PL là lượng nước tồn thất tiềm năng; PR là lượng nước có thể được hấp thụ bởi đất, $PR = AWC - (Su + Ss)$; PRO là dòng chảy tiềm năng, $PRO = AWC - PR$. Các hệ số α , β , γ và δ là tỷ lệ trung bình của từng giá trị thực tế (ET, R, RO và L) với giá trị tiềm năng tương ứng (PE, PR, PRO và PL). Các tỷ lệ này được gọi là hệ số cân bằng nước, nó có tác dụng điều chỉnh các giá trị tiềm năng để giải thích sự thay đổi trong mùa và được tính như sau:

$$\alpha_i = \frac{\overline{ET}}{\overline{PE}}; \beta_i = \frac{\overline{R}}{\overline{PR}}; \gamma_i = \frac{\overline{RO}}{\overline{PRO}}; \delta_i = \frac{\overline{L}}{\overline{PL}} \quad (4)$$

Giá trị d là thiếu hụt hoặc dư thừa độ ẩm đất, được điều chỉnh theo sự thay đổi theo mùa để tạo ra dị thường độ ẩm Z (chỉ số Z_{palmer}), đại diện cho điều kiện ướt hoặc khô đối với mùa hiện tại và khí hậu địa phương. Điều này được thực hiện bằng cách đơn giản nhân d và đặc trưng khí hậu K

$$Z = d.K \quad (5)$$

Giá trị của K thay đổi tùy thuộc vào vị trí và thời gian trong năm:

$$K_i = \left(\frac{17.67}{\sum_{i=1}^{12} \overline{D}_i K'_i} \right) K'_i \quad (6)$$

$$K'_i = 1.5 \log \left(\frac{\overline{PE} + \overline{R} + \overline{RO}}{\overline{P} + \overline{L}} \right) + 2.8 \overline{D}_i^{-1} + 0.5 \quad (7)$$

Công thức của K khá phức tạp và thật khó để giải thích, nó liên quan đến mức trung bình của PE, R, RO, P và L. Giá trị 17,67 là giá trị thực nghiệm của Palmer. \overline{D} được xác định theo công thức sau:

$$\overline{D} = \frac{\sum_{all\ year} |d_i|}{\#of\ years\ in\ record} \quad (8)$$

Với dị thường về độ ẩm được tính toán, PDSI có thể được tính toán. Có ba chỉ số trung gian, X_1 là chỉ số thiết lập cho một đợt ẩm ướt, X_2 chỉ số

thiết lập cho một đợt khô và X_3 là chỉ số thiết lập cho một đợt ẩm ướt hoặc khô hiện tại. Giá trị PDSI thực tế được xác định bằng cách chọn một trong ba chỉ số theo một bộ quy tắc, giá trị chỉ số PDSI được tính từ X_1 , X_2 và X_3 . Một trong ba chỉ số này được tính theo cùng một cách. Ví dụ: $X_3 = PDSI_3$ tính như sau:

$$X_{3i} = 0.897 X_{3i-1} + \frac{Z_i}{3} \quad (9)$$

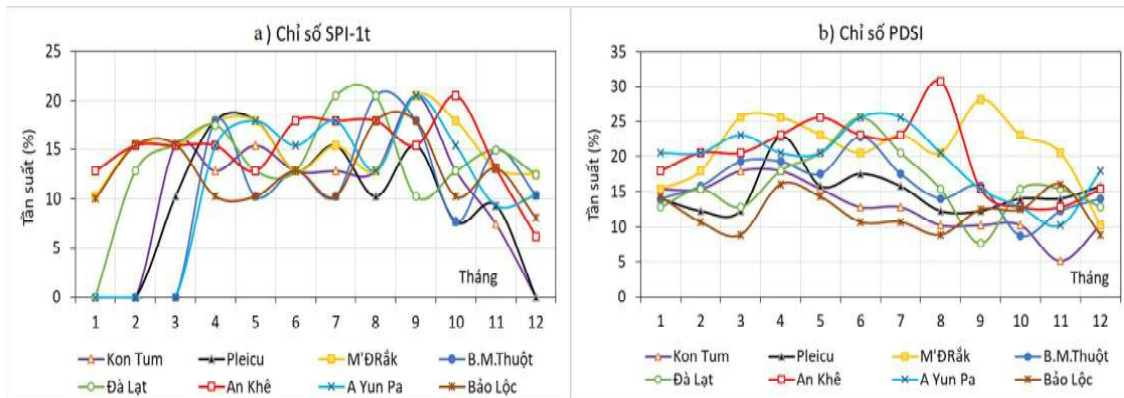
Giá trị thấp của chỉ số PDSI biểu hiện điều kiện hạn, giá trị cao biểu thị điều kiện ẩm ướt. Giá trị lớn hơn +4.0 biểu thị điều kiện quá ẩm; từ (3,0) đến (3,99) là rất ẩm; từ (2,0) đến (2,99) là ẩm vừa; từ (1,0) đến (1,99) là ẩm nhẹ; từ (0,5) đến (0,99) là chớm ẩm; từ (0,49) đến (-0,49) là gần chuẩn; từ (-0,5) đến (-0,99) là chớm hạn; từ (-1,0) đến (-1,99) là hạn nhẹ; từ (-2,0) đến (-2,99) là hạn vừa; từ (-3,0) đến (-3,99) là hạn nặng và nhỏ hơn -4.0 biểu thị hạn rất nặng.

3. Đặc điểm và xu thế biến đổi của hạn khí tượng

3.1 Tần suất của hạn

a) Tần suất hạn theo tháng

Tần suất xảy ra hạn hán theo chỉ số SPI-1t (quy mô thời gian 1 tháng) được thể hiện ở hình 2a cho thấy tần suất hạn xảy ra cao là từ tháng 5 đến tháng 10 ở hầu hết các trạm, ngoại trừ Đà Lạt và Bảo Lộc có tần suất hạn cao hơn đáng kể vào tháng 3. Tần suất hạn hán thấp hơn thường được tìm thấy từ tháng 12 đến tháng 1 khoảng 5% đến 10%, thậm chí bằng không như tại trạm Pleicu, Kon Tum. Theo chỉ số PDSI (hình 2b), tần suất hạn xảy ra trong phạm vi từ 5% đến hơn 31%, phổ biến khoảng 15% đến 25%. Tần suất hạn cao hơn trong tháng 1 đến tháng 8, phổ biến khoảng 15%-20%, và giá trị thấp hơn thường thấy từ tháng 9 đến tháng 12, phổ biến khoảng 10-15%, ngoại trừ M'ĐRăk. Nhìn chung, chỉ số SPI và PDSI cho thấy điều kiện hạn hán xảy ra trong cả mùa ít mưa và mùa mưa với tần suất cao.

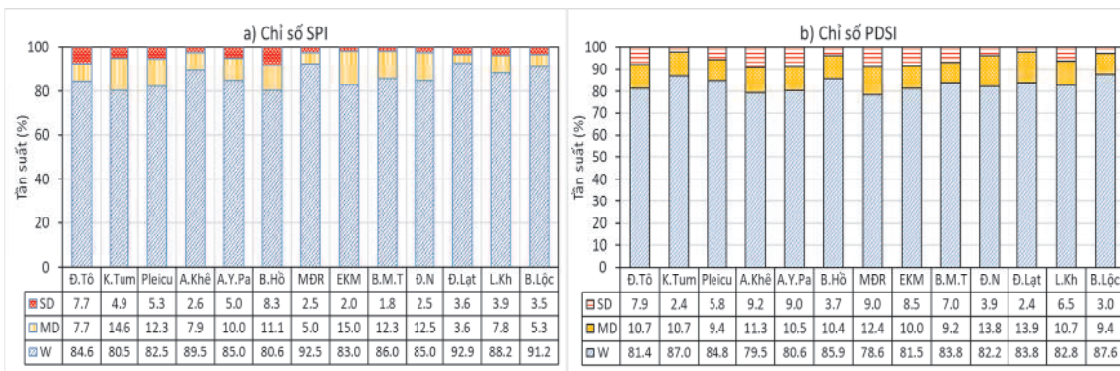


Hình 2. Tần suất xảy ra hạn dựa trên chỉ số: a) chỉ số SPI-1t < -1), và b) chỉ số PDSI < -2

b) Tần suất hạn theo năm

Tần suất hạn theo ngưỡng MD (-1.5 < SPI < -1) có thể xảy ra ở tất cả các trạm ở Tây Nguyên khoảng từ 5% đến 14,6%, những trạm có tần suất hạn cao như trạm Kon Tum, Pleicu, Ayunpa, Buôn Mê Thuật, Đăk Nông. Tần suất hạn theo ngưỡng hạn SD (SPI < -1.5) từ 1,8% đến 8,3%, xảy ra cao ở Buôn Hồ, Ayunpa và Đăk Tô

khoảng 7 đến 9% (Hình 3a). Tần suất hạn theo ngưỡng MD (-3 < PDSI < -2) được ước tính bởi chỉ số PDSI khoảng 9,2% đến 13,9% và theo ngưỡng SD (PDSI < -3) khoảng 2,7% đến 9,0% (Hình 3b). Nhìn chung, PDSI có tần suất hạn theo ngưỡng MD và SD cao hơn SPI. Các trạm có tần suất hạn cao hơn như tại Ayunpa, An Khê, M'ĐRăk, Buôn Hồ và Kon Tum.



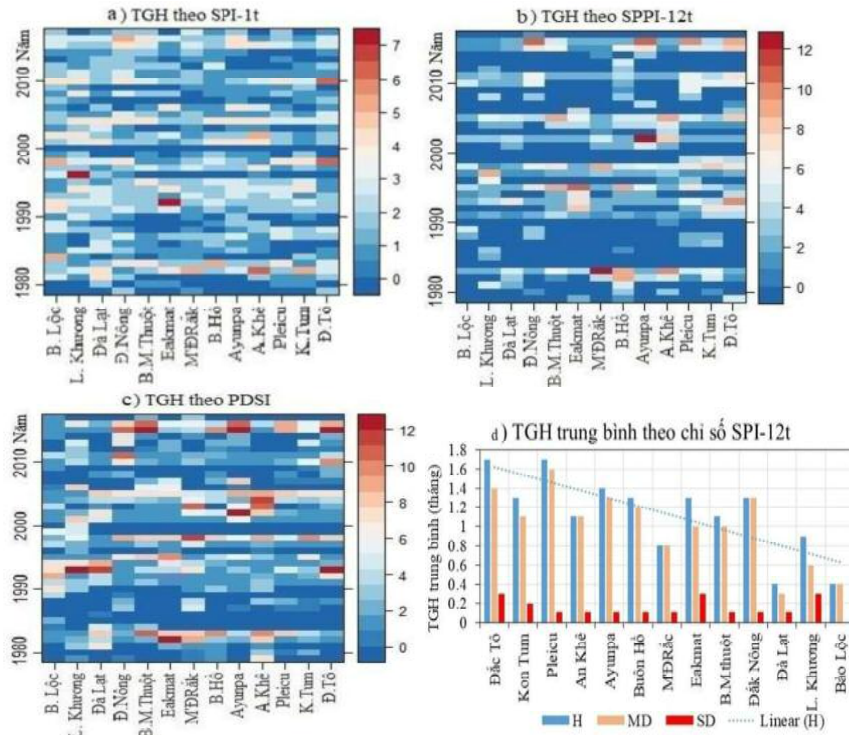
Hình 3. Tần suất xuất hiện hạn khí tượng dựa trên các chỉ số: a) chỉ số SPI và b) chỉ số PDSI

3.2. Thời gian hạn hán(TGH)

TGH của SPI-1t, SPI-12t (tính toán theo quy mô thời gian 1 và 12 tháng) và PDSI được thể hiện ở hình 4 cho thấy phân bố không gian và thời gian là khá tương tự nhau và thể hiện khá nổi bật những năm hạn điển hình. Giá trị của TGH của SPI-1t và SPI-12t có sự khác biệt nhau đáng kể; đối với SPI-1t, TGH dao động từ 0 đến 7 tháng, phổ biến từ 2 đến 5 tháng, trong khi đó SPI-12t có TGH cao hơn SPI-1t khoảng 2 đến 3 tháng. Sở dĩ vậy là vì khi quy mô thời gian tăng sự tách biệt giữa ngưỡng khô, ẩm sẽ rõ ràng hơn, có thể có ý nghĩa phát hiện dấu hiệu tốt về thời kỳ hạn hán kéo dài. Các giá trị SPI ở các tháng

thời gian dài hơn được tích lũy từ các giá trị SPI với thời gian ngắn hơn, các giá trị SPI ở quy mô thời gian dài hơn có xu hướng nghiêng về 0, ngoại trừ xảy ra hạn hoặc lũ lụt bất thường [3].

Các giá trị trung bình nhiều năm thời kỳ 1979-2017 của TGH cho mỗi trạm có thể minh chứng thêm về sự biến động không gian của hạn hán và được thể hiện ở hình 4d: TGH cao được tìm thấy tại trạm Đăk Tô, Kon Tum, An Khê và Ayunpa. Nhìn chung, các trạm có TGH cao chủ yếu được phân bố ở các khu vực phía Bắc và giảm dần về phía Nam Tây Nguyên, thấp nhất ở trạm Bảo Lộc.

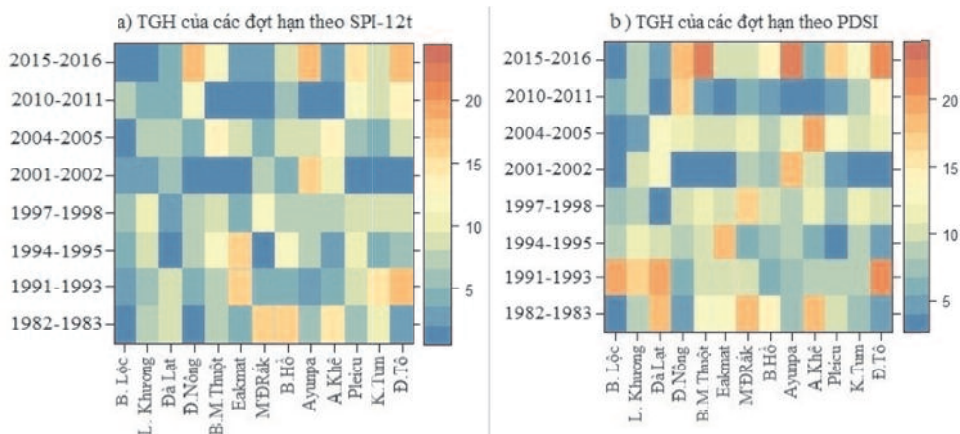


Hình 4. TGH tại 13 trạm khí tượng 1979 đến 2017 (a, b, c); TGH trung bình nhiều năm (d)

Bài báo định nghĩa một đợt hạn được giả định dựa trên SPI-12t và PDSI là một số tháng liên tục trong đó các giá trị SPI nhỏ hơn -1 và PDSI là nhỏ hơn -2. Trên cơ sở diễn biến theo thời gian của chỉ số SPI-12t và PDSI có thể xác định được các đợt hạn xảy ra ở Tây Nguyên như năm 1982-1983, 1991-1992, 1994-1995, 1997-1998, 2001-2002, 2004-2005, 2010-2011 và 2015-2016. Các đợt ẩm ướt như năm 1984-1985, 1986-1987, 1995-1996, 1999-2000, 2005-2006, 2011-2012 và 2016-2017.

TGH của các đợt hạn theo PDSI và SPI-12t đều dao động phổ biến từ 7 tháng đến 15 tháng.

Tác động của các đợt hạn hán đến các vùng của Tây Nguyên là có sự khác biệt, kể cả các đợt hạn có cường độ mạnh, ví dụ như đợt hạn gần đây năm 2015-2016, vùng phía Nam của Tây Nguyên như Đăk Lạt, Liên Khương và Bảo Lộc có TGH khá thấp khoảng nhỏ hơn 8 tháng, trong khi đó đợt hạn năm 1991-1992 khu vực này chịu ảnh hưởng gần như khá điển hình có TGH cao nhất trong cả vùng. Nếu tính trung bình các đợt hạn thì nhìn chung trạm có TGH cao có xu hướng giảm dần từ Bắc đến Nam Tây Nguyên, cao hơn ở Đăk Tô, Pleiçu, Ayunpa, Eakmat.



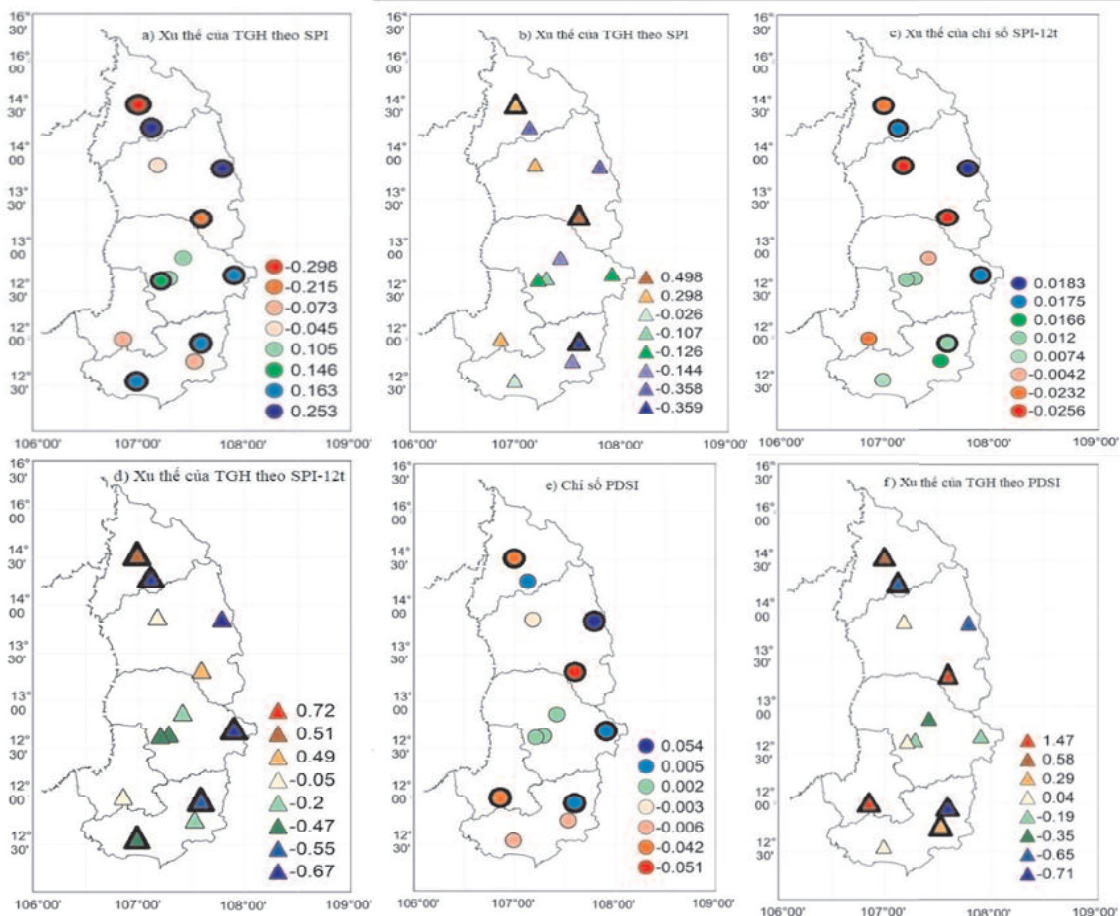
Hình 7. TGH của các đợt hạn điển hình; dựa theo chỉ số SPI-12t (a) và PDSI (b)

3.3 Xu thế biến đổi của hạn khí tượng

Xu thế tăng/giảm, mức độ biến đổi của hạn hán dựa trên dấu và độ lớn của hệ số a_1 là được xác định từ phương trình tuyến tính theo thời gian. Mức độ ý nghĩa của xu thế tuyến tính được đánh giá dựa trên kiểm nghiệm Student đối với độ lớn của hệ số tương quan tuyến tính theo thời gian với giá trị $\alpha = 0.1$ (10%). Nhằm so sánh, kiểm tra chéo về xu thế biến đổi của hạn hán, do đó hệ số a_1 của phương trình tuyến tính của cả chuỗi thời gian giá trị chỉ số hạn và thời gian hạn (TGH) sẽ được khảo sát.

Kết quả hệ số a_1 được thể hiện ở hình 8 cho thấy, xu thế tăng/giảm của hạn hán dựa trên hệ số a_1 theo giá trị chỉ số hạn và TGH khá nhất quán trên hầu hết các trạm. Xu thế biến đổi của hạn hán có sự khác biệt trong cùng một tỉnh: (1) Ở tỉnh Kon Tum, xu thế tăng tuyến tính của hạn hán tại Đăk Tô khoảng 1,5 tháng/39 năm và tại Kon Tum lại có xu thế giảm tuyến tính khoảng

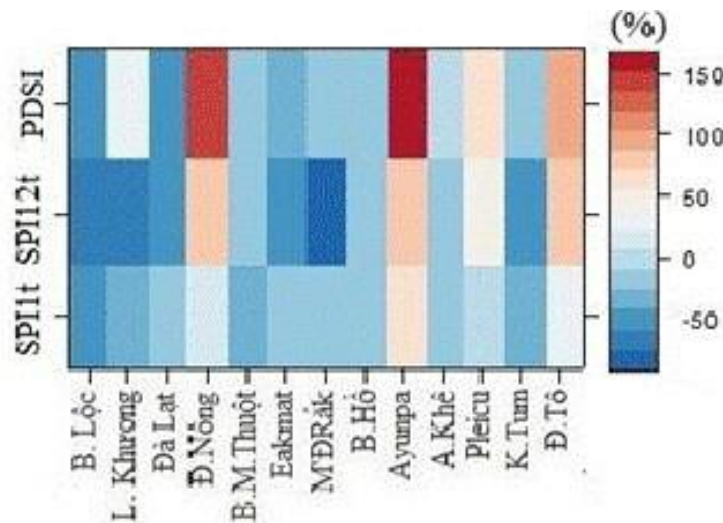
1,2 tháng/39 năm. (2) Ở tỉnh Gia Lai, xu thế giảm tuyến tính của hạn hán tại An Khê khoảng 1,7 tháng/39 năm, tăng tuyến tính tại Ayunpa khoảng 2,5 tháng/39 năm với có độ tin cậy 90% và tăng nhẹ ở Pleicu khoảng 0,3 tháng/57 năm nhưng không đạt độ tin cậy 90%. (3) Ở tỉnh Đăk Lăk, xu thế giảm của hạn hán khá nhất quán trên cả 3 chỉ số hạn, tuy nhiên chỉ M'ĐRăk mới đạt độ tin cậy 90%, ba trạm còn lại hạn hán có xu thế giảm nhẹ nhưng không đạt mức ý nghĩa $\alpha=10\%$. (4) Ở tỉnh Đăk Nông, hạn hán có xu thế tăng nhẹ khoảng 1,6 tháng/39 năm nhất quán trên cả 3 chỉ số, nhưng không đạt độ tin cậy 90%. (5) Ở Lâm Đồng, tình trạng hạn hán có xu thế giảm tại Đà Lạt với sự thống nhất của cả ba chỉ số. Tuy nhiên, tại Liên Khương có xu thế tăng nhẹ theo chỉ số PDSI, nhưng lại có xu thế giảm theo SPI và SPI-12t và tại Bảo Lộc có xu thế giảm theo chỉ số SPI và SPI-12t, nhưng lại có xu thế tăng nhẹ theo chỉ số PDSI.



Hình 8. Xu thế tuyến tính (hệ số a_1 được nhân với 10) theo chỉ số SPI-1t, SPI-12t, PDSI; giá trị của chỉ số (a, c, e) và TGH (b, d, f). Hình tròn hoặc tam giác đậm nét là r_{xt} có độ tin cậy 90%

Nhằm mục đích kiểm tra về xu thế biến đổi của tình trạng hạn hán, bài báo đã tính chênh lệch TGH trung bình thời kỳ 2107-1999 (19 năm) và 1980-1998 (19 năm), tỉ lệ phần trăm được so sánh với thời kỳ 1980-1998. Kết quả cho thấy, thời kỳ gần đây (2017-1999) có TGH cao hơn thời kỳ 1980-1998 tại các trạm Đắc Nông,

Ayunpa, Pleicu và Đắc Tô là khá rõ. Ngược lại, các trạm ngược lại đều có TGH thấp hơn thời kỳ 1980-1998, ngoại trừ tại Liên Khương đối với chỉ số PDSI. Nhìn chung xu thế tăng/giảm của điều kiện hạn hán trên các trạm khá nhất quán, ngoại trừ Bảo Lộc và Liên Khương.

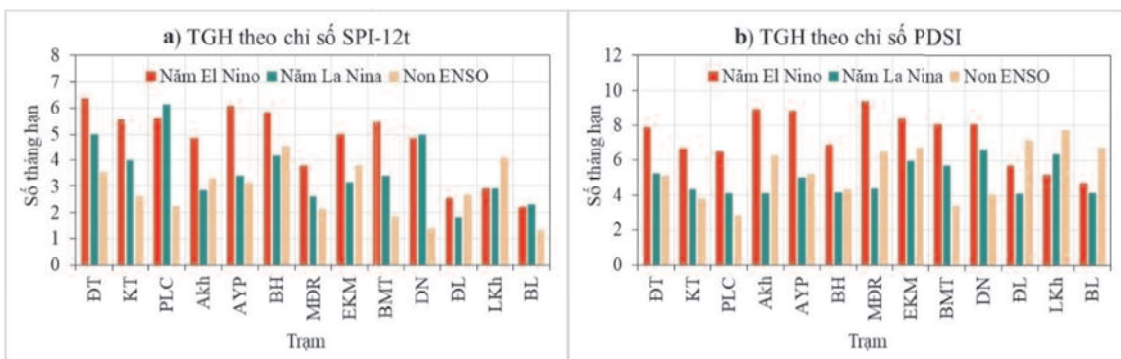


Hình 9. Chênh lệch (%) của TGH thời kỳ 1999-2017 so với 1980-1998

3.4 Môi quan hệ của ENSO đối với tình trạng hạn hán ở Tây Nguyên

Chỉ số Đại dương Niño (ONI) đã trở thành tiêu chuẩn để NOAA sử dụng xác định các sự kiện El Niño và La Nina ở Thái Bình Dương nhiệt đới. Trên cơ sở phân loại các năm ENSO của NOAA sẵn có từ Webservice: <https://ggweather.com/enso/oni.htm> đã tính toán trung bình TGH trong các năm ENSO và được thể hiện ở hình 10 cho thấy: Ngoại trừ Pleicu và Đắc

Nông, các trạm từ tỉnh Kon Tum đến Đắc Nông có TGH trung bình trong các năm El Niño cao hơn so với năm Non ENSO và năm La Nina khoảng 1,6 đến 2,2 tháng đối với chỉ số SPI-12t (khoảng 70% đến 110% so năm Non ENSO) và khoảng 2,0 đến 3,0 tháng đối với chỉ số PDSI (khoảng 50% đến 80% so với năm Non ENSO). Khu vực tỉnh Lâm Đồng (các trạm Đà Lạt, Liên Khương và Bảo Lộc) có xu thế ngược lại thường cao hơn trong năm Non ENSO.



Hình 10. Thời gian hạn trung bình trong các năm ENSO theo chỉ số SPI-12t (a) và PDSI (b)

4. Kết luận

Trên cơ sở số liệu độ dài 57 năm (5 trạm) và 39 năm (8 trạm) đã đánh giá đặc điểm và xu thế biến đổi của hạn hán dựa trên chỉ số SPI-1t, SPI-12t và PDSI cho Tây Nguyên, đã thu được một số kết quả sau:

Tần suất hạn theo tháng của chỉ số SPI phổ biến khoảng 10% đến 18% và chỉ số PDSI khoảng 15% đến 25%, tần suất hạn cao trong tháng mùa hè. Các trạm có TGH cao chủ yếu được phân bố ở các khu vực phía Bắc và giảm dần về phía Nam Tây Nguyên.

Nhìn chung các xu thế tăng/giảm của hạn hán khá nhất quán trên cả ba chỉ số, một số trạm có xu thế tăng như Đăk Nông, Ayunpa, Pleicu và Đăk Tô với mức tăng tuyến tính khoảng 1,5- 2,0 tháng/39 năm, các trạm còn lại có xu thế giảm với mức giảm khoảng 0,5-1,5 tháng/39 năm.

So với năm Non ENSO và năm La Nina, TGH trung bình trong các năm El Nino cao hơn khoảng từ 0,8 đến 3 tháng như ở Đăk Tô như Kon Tum, An Khê, Ayunpa, M'ĐRăk, Eakmat và Buôn Mê Thuột.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Văn Thắng (2014), *Nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo và cảnh báo sớm hạn*, Đề tài cấp nhà nước KC.08.17/11-15.
2. Trần Thục (2008), *Xây dựng bản đồ hạn hán và mức độ thiếu nước sinh hoạt ở Nam Trung Bộ và Tây Nguyên*. Báo cáo tổng kết đề án cấp Bộ TNMT.
3. Nguyễn Viết Lành, Nguyễn Văn Dũng, Trịnh Hoàng Dương, Trần Thị Tâm (2018), *Sử dụng lượng mưa vệ tinh đánh giá khả năng hạn khí tượng dựa trên chỉ số SPI cho khu vực tỉnh Thanh Hóa*. Tạp chí KTTV, Số 696.
4. Hang Vu - Thanh & Thanh Ngo - Duc & Tan Phan - Van (2013), *Evolution of meteorological drought characteristics in Vietnam during the 1961–2007 period* Hang, Theor Appl Climatol DOI 10.1007/s00704-013-1073-z
5. Thornthwaite, C.W. (1948), *An approach toward a rational classification of climate*. Geographical Review, Vol. 38, No. 1, Pp. 55-94.
6. McKee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J. (1993), *The relationship of drought frequency and duration to time scales*, Preprints, Eighth Conference on Applied Climatology, January 17–22, Anaheim, California, pp.179–184.
7. Morid, S., Smakhtin, V.U., Moughaddasi, M. (2006), *Comparison of seven meteorological indices for drought monitoring in Iran*. Int J Climatol 26:971–985.
8. Palmer, W. C. (1965), *Meteorological drought*, Research Paper No. 45, U.S. Department of Commerce Weather Bureau, Washington, D. C.
9. Svoboda, M., Fuchs, B. (2016), *Handbook of Drought Indicators and Indices*, Drought Mitigation Center Faculty Publications. 117.
10. Websize https://daac.ornl.gov/cgi-bin/dsviewer.pl?ds_id=1247

THE CHARACTERISTICS AND TRENDS OF METEOROLOGICAL DROUGHT IN CENTRAL HIGHLANDS

Vu Anh Tuan¹, Vu Thanh Hang², Trinh Hoang Duong³

¹Tay Nguyen Observatory of Meteorology and Hydrology,

²Hanoi University of Science-Vietnam Natinal University ,

³Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change

Abstract: *This study assesses the characteristics and trends of drought in 13 meteorological stations in the Central Highlands. SPI and PDSI indexs are used to determine drought conditions. The results suggest that Dd drought duration (DD) is high in the North and low in the South Central Highlands, it found that is the Central Highlands experienced eight severe meteorologycal droughts in the period of 1979-2016. The monthly Ffrequency of monthly drought is about 12% to 20%. DD is increased in some stations such as Dak Nong, Ayunpa, Pleicu and Dak To stations by about 1.5 to 2.0 months/39 years, the remaining stations are decreased by about 0.5-1.5 months/39 years. The average TGH in El Nino years is higher than Non ENSO and La Nina years is about 0.8 to 3 months, except for Lam Dong province.*

Keywords: *Drought, drought duration (DD), standardized precipitation index (SPI), Palmer drought severity index (PDSI).*

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN PHÂN VÙNG HẠN - MẶN VÙNG ĐỒNG BẰNG VEN BIỂN SÔNG MÃ TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Lê Thị Thường¹

Tóm tắt: Vùng đồng bằng ven biển sông Mã chịu ảnh hưởng nặng nề của hạn hán, xâm nhập mặn, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu hiện nay, mức độ ảnh hưởng càng nghiêm trọng hơn. Hạn hán và xâm nhập mặn thường có quan hệ đồng thời nhưng ảnh hưởng của nó được thể hiện khác nhau ở những tiểu vùng khác nhau trong cùng một khu vực nghiên cứu. Chính vì vậy, để giảm thiểu đến mức tối đa những tác hại do hạn - mặn gây ra cần phân vùng hạn - mặn thành các tiểu vùng làm cơ sở đề xuất các giải pháp sử dụng nước phù hợp. Bài báo sử dụng bộ mô hình Mike (Mike Nam và Mike 11) để tính toán dòng chảy đến hồ chứa từ mưa theo biến đổi khí hậu và mô phỏng thủy lực mạng sông khu vực nghiên cứu xét trong mối quan hệ hạn - mặn. Nghiên cứu đã chỉ ra được 03 tiểu vùng hạn - mặn tương ứng với nồng độ mặn khác nhau. Kết quả này có ý nghĩa trong việc giúp nhà quản lý cũng như người dân chủ động trong việc chuyển đổi cơ cấu cây trồng vật nuôi sao cho phù hợp nhất.

Từ khóa: Hạn - mặn, vùng đồng bằng ven biển sông Mã, biến đổi khí hậu.

Ban Biên tập nhận bài: 25/11/2018 Ngày phản biện xong: 20/01/2019 Ngày đăng bài: 25/03/2019

1. Mở đầu

Vùng đồng bằng ven biển sông Mã là khu vực có tốc độ phát triển kinh tế cao theo xu hướng chuyển dịch cơ cấu kinh tế và chuyển đổi cơ cấu cây trồng. Vì vậy, nhu cầu sử dụng nước và giảm thiểu tác động bất lợi do nước gây ra luôn được đặt ra. Vùng ven biển sông Mã bao gồm các huyện: Nga Sơn, Hậu Lộc, Hoàng Hóa, TP Sầm Sơn, Quảng Xương cùng với mạng lưới sông ngòi đổ ra biển qua các cửa sông: Cửa Hới, Lạch Sung, Lạch Trường (hình 1). Về mùa cạn, khi lượng dòng chảy từ thượng nguồn giảm mạnh kết hợp với mực nước tại các trạm hạ lưu bị hạ thấp so với trung bình nhiều năm khi đó xâm nhập mặn có cơ hội tiến sâu vào trong sông. Đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu thì mối quan hệ giữa hạn hán và xâm nhập mặn càng thể hiện rõ: ảnh hưởng bất lợi của biến đổi khí hậu càng nhiều thì hạn hán càng tăng, mặn càng tiến sâu vào trong sông, gây thiệt hại không nhỏ trong sản xuất nông nghiệp, nuôi trồng thủy hải sản ở vùng ven biển. Chính vì vậy cũng có rất nhiều nghiên cứu về hạn hán, xâm nhập mặn vùng ven

¹Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội
Email: ltthuong.kttv@hunre.edu.vn

biển nói chung và ven biển sông Mã nói riêng, tiêu biểu như:



Hình 1. Phạm vi khu vực nghiên cứu

Đề tài cấp Nhà nước của PGS.TS Nguyễn Quang Trung - Viện Nước, Tưới tiêu và Môi trường làm chủ nhiệm: “Nghiên cứu đề xuất các giải pháp giảm thiểu ảnh hưởng của dòng chảy kiệt phục vụ sản xuất nông nghiệp, thủy sản vùng hạ du sông Cả và sông Mã” đã đánh giá được nguyên nhân cũng như tình hình hiện trạng

hạn hán, xâm nhập mặn vùng hạ lưu sông Cả và sông Mã, các tác động của hạn hán đến sản xuất nông nghiệp, thủy sản và đời sống kinh tế xã hội, tính toán cân bằng nước và xây dựng được bản đồ hạn cho hai lưu vực, đề xuất giải pháp phục vụ sản xuất nông nghiệp và thủy sản vùng hạ du sông Cả và sông Mã [6]. Tuy nhiên nghiên cứu chưa tính toán phân vùng hạn - mặn cũng như chưa xét đến điều kiện biến đổi khí hậu.

Các nghiên cứu “Xây dựng mô hình dự báo xâm nhập mặn vùng hạ lưu sông Mã, sông Yên tỉnh Thanh Hóa” của Lê Thanh Hà (2014) [1] đã đánh giá được thực trạng xâm nhập triều, mặn khu vực sông bằng sông Hồng - Thái Bình, sông Mã; xây dựng cơ sở dữ liệu và công nghệ dự báo xâm nhập mặn và chương trình dự báo xâm nhập mặn cho lưu vực sông Mã; Trần Hồng Thái và Đoàn Quang Trí (2017) trong nghiên cứu [4] đã sử dụng kết hợp mô hình 1 chiều (Mike 11) và mô hình 2 chiều (Mike 21) mô phỏng quá trình xâm nhập mặn cũng như đưa ra các kịch bản xâm nhập mặn xét trong điều kiện mùa cạn với các tần suất dòng chảy 75%, 90% và 95%. Tuy nhiên, nghiên cứu chưa phân vùng hạn - mặn cũng như chưa đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu (kịch bản ĐKKH 2016) đến bài toán phân vùng hạn - mặn. Vì vậy, mục đích của nghiên cứu này là: (i) Ứng dụng mô hình Mike - Nam diễn toán dòng chảy đến hồ chứa làm biên đầu vào cho mô hình Mike 11 (ii) Xây dựng bản đồ phân vùng hạn - mặn theo chức năng từng đoạn sông tương ứng với các kịch bản biến đổi khí hậu. Đây đang là một hướng nghiên cứu mới nhằm giảm thiểu tối đa tác hại do hạn hán, xâm nhập mặn gây ra.

2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập dữ liệu

Để thực hiện được mục tiêu nghiên cứu, mô hình MIKE 11 được áp dụng để mô phỏng, hiệu chỉnh và kiểm định thủy lực và khuếch tán mặn. Thêm vào đó, các kịch bản trong tương lai được đưa ra để cảnh báo xâm nhập mặn khu vực hạ lưu dưới tác động của biến đổi khí hậu cũng được xem xét bằng việc sử dụng MIKE - NAM tính dòng chảy từ mưa theo biến đổi khí hậu, từ đó làm cơ sở đầu vào cho biên trên của mô hình

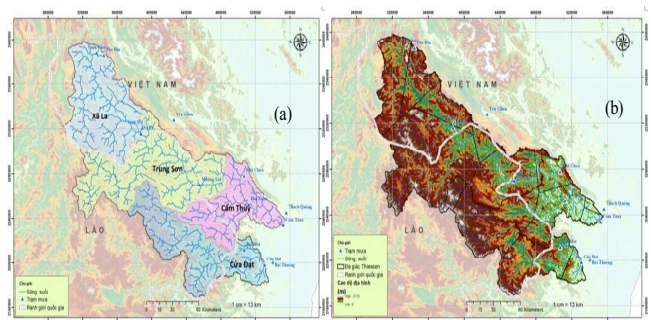
thủy lực MIKE 11 (hình 2).

2.1 Cơ sở lý thuyết mô hình Mike - Nam

Là một mô đun mưa rào - dòng chảy được tích hợp trong mô hình MIKE 11 được sử dụng để dự báo dòng chảy, tính lượng gia nhập khu giữa... Các thông số của mô hình như: Lmax, Qmax, CQOF, TOF, TIF, TG... Nghiên cứu đã sử dụng số liệu mưa giờ giai đoạn (1986 - 2005) của 14 trạm mưa trong khu vực nghiên cứu và khu vực lân cận, bao gồm: Cẩm Thủy, Xã Là, Mai Châu, Thạch Quảng, Hồi Xuân, Yên Châu, Tuần Giáo, Pha Đin, Sông Mã, Sơn La, Tuần Giáo, Bát Mọt, Cửa Đạt. Sử dụng phần mềm Mapinfo và bản đồ số hóa, chia lưu vực nghiên cứu (tính từ thượng lưu đến Cẩm Thủy (sông Mã) và trạm Cửa Đạt trên sông Chu) thành 4 lưu vực bộ phận với diện tích phân bố và các tỷ lệ diện tích thành phần (hình 3a), bản đồ xác trọng số các tiểu lưu vực (hình 3b).



Hình 2. Sơ đồ áp dụng mô hình toán mô phỏng hạn - mặn vùng đồng bằng ven biển sông Mã



Hình 3. Bản đồ phân chia các lưu vực bộ phận (a); Bản đồ xác định trọng số các tiểu lưu vực theo đa giác Thiessen (b)

2.2 Cơ sở lý thuyết mô hình MIKE 11

Phương trình cơ bản của MIKE 11 là phương trình liên tục và phương trình động lượng (hệ phương trình Saint Venant).

Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (1)$$

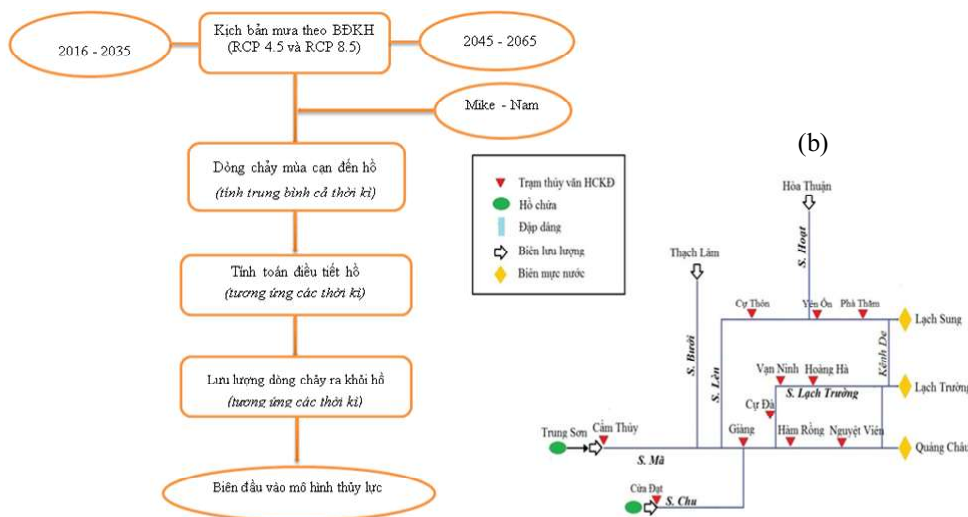
Phương trình động lượng:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0 \quad (2)$$

Trong đó: Q là lưu lượng (m^3/s); A là diện

tích mặt cắt ngang (m^2); q là lưu lượng nhập lưu trên 1 đơn vị chiều dài dọc sông (m^2/s); C là hệ số Chezy, $C = \frac{1}{n} R^{2/3}$, theo Manning $y = 1/6$; α là hệ số sửa chữa động lượng; R: bán kính thủy lực (m); g là gia tốc trọng trường (m/s^2); h là độ sâu dòng nước (m); x là biến không gian.

Nghiên cứu sử dụng Mike 11 để mô phỏng hạn - mặn có xét đến hồ chứa trong điều kiện biến đổi khí hậu, tính toán cho hai thời kì (2016 - 2035) và (2045 - 2065). Ở đây, nghiên cứu đưa vào hai hồ chứa có công suất lớn điển hình: hồ Cửa Đạt (sông Chu) và hồ Trung Sơn (sông Mã). Các bước tính toán thể hiện và phạm vi mô phỏng như hình 4 (a, b).



Hình 3. (a) Sơ đồ các bước tính toán biên trên mô hình Mike 11; (b) Sơ đồ mô phỏng mạng lưới sông trong Mike 11 kịch bản BĐKH

Nghiên cứu sử dụng số liệu mưa giờ tại các trạm mưa thời kì nền (1986 - 2005), sau đó dựa vào sự biến đổi lượng mưa theo các kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 [3], tính được lượng mưa theo các kịch bản BĐKH cho các thời kỳ (2016-2035) và (2045 - 2065).

Theo đó mô hình Mike - Nam được sử dụng để tính dòng chảy đến hồ từ mưa, sau đó tính toán điều tiết qua hồ chứa theo phương pháp lập bảng. Trong đó, lượng nước dùng trong tương lai (kịch bản biến đổi khí hậu) tăng 10.3 % so với thời kỳ hiện trạng. Tỷ lệ này tham khảo theo [7]. Lượng nước xả xuống hạ lưu sẽ được xác định bằng tổng lượng nước xả qua nhà máy thủy điện và lượng xả thừa (có kể đến tổn thất thấm và bốc hơi). Tổn thất bao gồm thấm và bốc

hơi (lượng tổn thất thấm được tính theo lưu lượng thấm trung bình từ số liệu đo đạc thực tế tại hồ; lượng tổn thất bốc hơi được tính theo diện tích mặt thoáng hồ và lượng bốc hơi (được tính theo số liệu bốc hơi trung bình nhiều năm tại trạm khí tượng Bái Thượng). Quá trình tính toán điều tiết có tham khảo mực nước tối thiểu của các hồ chứa được quy định tại [3].

Theo hình 3b: (1) biên trên: Lưu lượng ra khỏi hồ Cửa Đạt, hồ Trung Sơn thông qua quá trình tính toán điều tiết hồ tính trung bình thời kì ứng với từng kịch bản; (2) Biên dưới: Số liệu mực nước giờ thời kì (1986 - 2005) quan trắc tại các trạm: Quảng Châu (sông Mã), Lạch Trường (cửa sông Lạc Trường), Lạch Sung (cửa sông Lèn) và căn cứ vào sự gia tăng mực nước của các

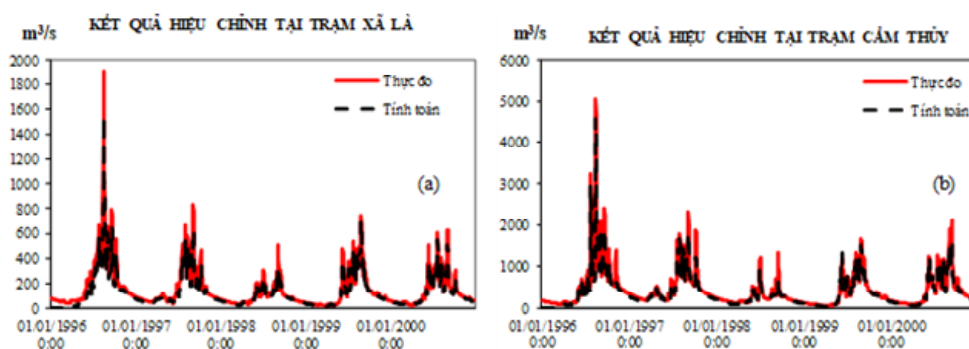
thời kì đối với từng loại kịch bản. Biên mặn: Với các biên trên thì coi độ mặn bằng không, độ mặn tại cửa Hới, cửa Lạch Trường và cửa Lạch Sung được giả định trong tương lai là không đổi so với thời kì hiện trạng; (3) Điều kiện hệ thống: Trong nghiên cứu đưa vào mô phỏng hệ thống các trạm bơm điển hình dọc sông có công suất lớn theo số liệu của Công ty TNHH một thành viên thủy lợi Nam sông Chu, Bắc sông Mã “Báo cáo tổng hợp các chỉ tiêu kỹ thuật của các trạm bơm” (2018). Trường hợp này giả sử trong tương lai công suất

trạm bơm không thay đổi so với hiện trạng.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

3.1.1 Mô hình Mike - Nam: Nghiên cứu đã tiến hành mô phỏng, hiệu chỉnh dựa trên tập số liệu lưu lượng giờ giai đoạn (1996 - 2000) tại các trạm Xã Là, Cửa Đạt, Cẩm Thủy. Kết quả thu được đường quá trình dòng chảy tính toán và thực đo (hình 4a, 4b); Tiêu chí đánh giá chất lượng hiệu chỉnh (bảng 1).



Hình 4. Đường quá trình dòng chảy tính toán và thực đo hiệu chỉnh trạm Xã Là (a); trạm Cẩm Thủy (b)

Bảng 1. Chỉ tiêu đánh giá chất lượng hiệu chỉnh

Trạm hiệu chỉnh	Chỉ tiêu Nash	Sai số đỉnh	Ghi chú
Xã Là	0.79	0.048	Đạt yêu cầu
Cẩm Thủy	0.87	-0.035	Đạt yêu cầu
Cửa Đạt	0.82	0.028	Đạt yêu cầu

Kết quả hiệu chỉnh mô hình cho thấy, mô hình mô phỏng cho kết quả đạt yêu cầu, chỉ tiêu

Nash đạt từ 0,79 đến 0,82. Bộ thông số tìm được sau quá trình hiệu chỉnh (bảng 2).

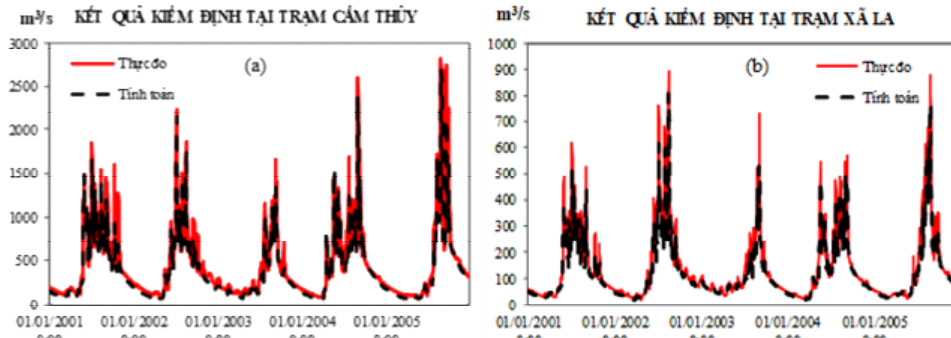
Bảng 2. Bộ thông số của mô hình MIKE - NAM

Tiểu lưu vực	U_{max}	L_{max}	CQ_{OF}	CK_{IF}	$CK_{1,2}$	T_{OF}	T_{IF}	T_G	CK_{BF}
Cẩm Thủy	10,60	108,00	0,41	329,90	34,10	0,68	0,26	0,026	2098
Xã Là	10,98	199,22	0,56	557,60	37,03	0,71	0,20	0,021	2213
Cửa Đạt	16,52	259,00	0,29	553,10	23,57	0,05	0,15	0,031	1792
Trung Sơn	18,60	210,00	0,45	574,80	39,80	0,59	0,18	0,268	2659

Kiểm định mô hình

Sau khi hiệu chỉnh thu được bộ thông số, nghiên cứu tiến hành kiểm định bộ thông số bằng tập số

liệu độc lập. Kết quả thu được thể hiện như hình 5 (a, b) và bảng 3.



Hình 5. Đường quá trình dòng chảy tính toán và thực đo kiểm định trạm Cửa Đạt (a), trạm Cẩm Thủy (b)

Bảng 3. Chỉ tiêu đánh giá chất lượng kiểm định

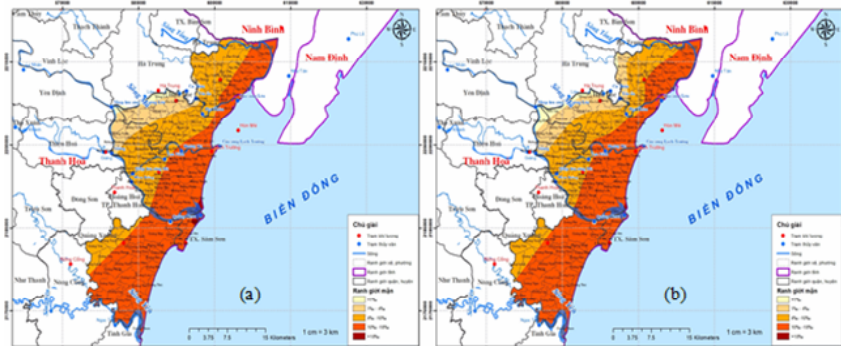
Trạm hiệu chỉnh	Chỉ tiêu Nash	Sai số đỉnh	Ghi chú
Xã Là	0.71	-0.026	Đạt yêu cầu
Cẩm Thủy	0.82	0.049	Đạt yêu cầu
Cửa Đạt	0.78	0.030	Đạt yêu cầu

Bộ thông số mô hình Mike - Nam đã được kiểm định và hiệu chỉnh đạt yêu cầu với chỉ tiêu Nash đạt từ 0,71 đến 0,87, sai số đỉnh nhỏ hơn 10%. Do vậy có thể sử dụng để tính dòng chảy đến hồ từ mưa, phục vụ tính toán điều tiết hồ.

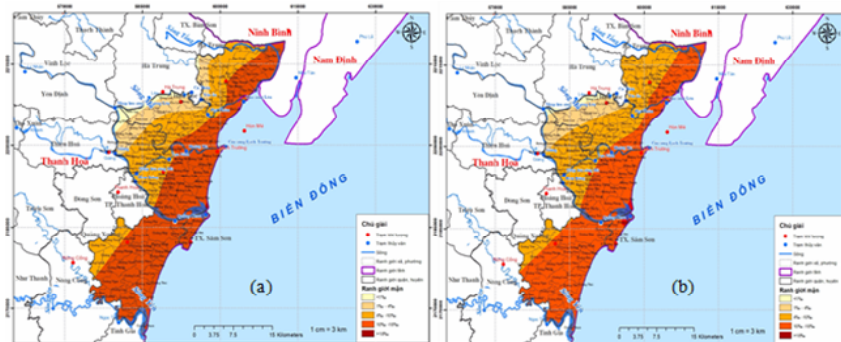
3.1.2 Mô hình Mike 11: Kết quả kiểm định và hiệu chỉnh mô hình Mike 11, mô đun HD và AD được kế thừa từ nghiên cứu [5].

3.2. Kết quả mô phỏng ranh giới hạn - mặn vùng đồng bằng ven biển sông Mã.

Mối quan hệ hạn - mặn được thể hiện trong mô hình mô phỏng với biên trên là lượng nước ra khỏi hồ tính trong thời kì kiệt nhất (2/IV - 16/IV); biên dưới là mực nước và độ mặn tương ứng. Kết quả mô phỏng mối quan hệ hạn - mặn tương ứng với các trường hợp được thể hiện như hình 6 (a, b) và hình 7 (a, b). Đây là ranh giới hạn - mặn tiềm năng giả thiết được xây dựng theo quá trình nội suy (kết hợp từ kết quả mô phỏng và ArcGIS).



Hình 6. Kết quả mô phỏng hạn - mặn kịch bản RCP 4.5 thời kì 2016-2035 (a) và kịch bản RCP 8.5 thời kì 2016 - 2035 (b)



Hình 7. Kết quả mô phỏng hạn - mặn kịch bản RCP 4.5 thời kì 2046-2065 (a) và kịch bản RCP 8.5 thời kì 2046 - 2065(b)

Từ quá trình mô phỏng hạn - mặn theo kịch bản biến đổi khí hậu cho thấy: Trong thời kỳ 2016 - 2035 với kịch bản RCP 8.5 mặn tiến sâu hơn vào trong sông so với RCP 4.5. Ví như trên sông Mã với khoảng dao động của độ mặn từ 10‰ đến 18‰ thì quá trình mô phỏng hạn - mặn theo kịch bản RCP 8.5 vào sâu đến vị trí xã Quảng Phú (cách cửa Hới 11,8km), trong khi kịch bản RCP 4.5 chỉ vào sâu đến vị trí xã Hoàng Đại (cách cửa Hới 10km). Trên sông Lạch Trường, với kịch bản RCP 8.5 vào sâu đến xã Hoàng Đạt (cách cửa Lạch Trường 12,4 km), với kịch bản RCP 4.5, cùng độ mặn nhưng chỉ xâm nhập sâu vào đến vị trí xã Hoàng Hà (cách cửa Lạch Trường 11,2 km). Sở dĩ như vậy bởi đối với kịch bản RCP8.5 lượng dòng chảy xuống hạ lưu sau khi tính điều tiết hồ nhỏ hơn so với trường hợp RCP4.5 nên mặn xâm nhập vào sâu

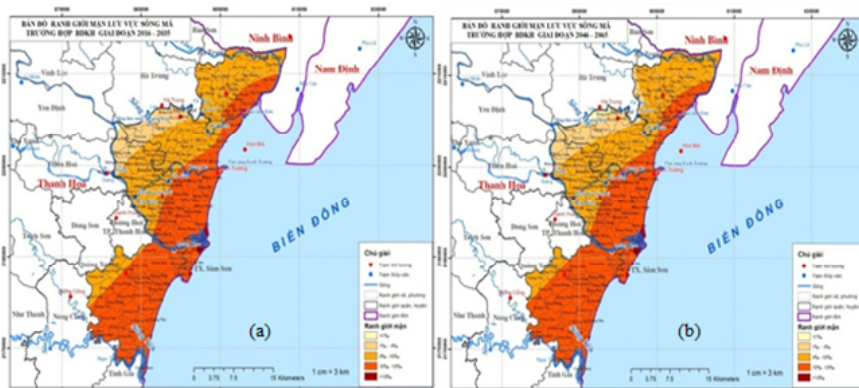
son. Cụ thể, kịch bản RCP 8.5 tại Trung Sơn (sông Mã) là 78.7 m³/s, Cửa Đạt (sông Chu) là 64.2 m³/s, trong khi đó với kịch bản RCP 4.5 tại Trung Sơn (sông Mã) là 90.6 m³/s, Cửa Đạt (sông Chu) là 76.4 m³/s. Đồng thời mực nước biển dưới ở cả hai kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 đều tăng 13cm.

3.3 Phân vùng hạn - mặn theo chức năng từng đoạn sông

Căn cứ theo kết quả mô phỏng hạn - mặn từ mô hình xét trong mối quan hệ hạn - mặn với điều kiện có xét đến ảnh hưởng của hồ chứa trong bối cảnh biến đổi khí hậu và tính trung bình cho cả thời kì (2016 - 2035) và (2045 - 2065) nghiên cứu lấy giá trị độ mặn lớn nhất (bảng 4). Từ đó, sử dụng kết quả này kết hợp với ArcGIS để phân vùng hạn - mặn theo chức năng từng đoạn sông ứng từng thời kì (hình 8 (a,b)).

Bảng 4. Giá trị độ mặn lớn nhất kịch bản biến đổi khí hậu

Sông	Vị trí quan trắc	Khoảng cách đến biển (km)	2016-2035		2046-2065	
			RCP 4.5 (%)	RCP 8.5 (%)	RCP 4.5 (%)	RCP 8.5 (%)
Sông Mã	Quảng Châu	6.0	13.78	13.90	13.9	14.1
	Hàm Rồng	18.5	5.87	6.18	6.30	6.38
	Giàng	23.0	3.62	3.90	4.10	4.24
Sông Lạch Trường	Hoàng Hà	11.2	11.47	11.58	11.6	11.6
	Vạn Ninh	18.0	9.42	9.48	9.48	9.50
Sông Lèn	Nhập lưu sông Mã	22.0	5.87	6.19	6.29	6.30
	Phà Thảm	9.0	5.88	5.95	5.80	5.90
	Cụ Thôn	18.0	2.71	2.76	1.05	1.05
	Nhập lưu sông Mã	40.0	0.22	0.26	0.23	0.23



Hình 8. Bản đồ phân vùng hạn - mặn theo chức năng từng đoạn sông thời kì 2016-2035 (a); thời kì 2046 - 2065 (b)

Ở khu vực đồng bằng cửa sông giáp biển thì xâm nhập mặn là quá trình tự nhiên, kết hợp với kết quả mô phỏng mối quan hệ hạn - mặn,

nghiên cứu phân thành 3 vùng chịu ảnh hưởng của xâm nhập mặn khác nhau (bảng 5, bảng 6).

Bảng 5. Phân vùng hạn - mặn theo chức năng từng đoạn sông thời kì (2016 - 2035)

Phân vùng	Giới hạn đoạn sông tương ứng	Sông	Khoảng dao động độ mặn (%)		Mức độ nhiễm mặn
			RCP4.5	RCP8.5	
Vùng 1	Cửa Hới - Quảng Châu	Mã	19.5 - 13.7	19.5 - 13.9	Hoàn toàn bị nhiễm mặn
	Cửa L.Trường - Hoàng Hà	L.Trường	16.3 - 11.47	16.3 - 11.58	
	Cửa L. Sung - Phà Thắm	Lên	15.4 - 5.88	15.4 - 5.95	
Vùng 2	Quảng Châu - Hàm Rồng	Mã	13.7 - 5.87	13.9 - 6.18	Ảnh hưởng thường xuyên trong mùa cạn
	Hoàng Hà - Vạn Ninh	L.Trường	11.47 - 9.42	11.58 - 9.48	
	Phà Thắm - Cự Thôn	Lên	5.88 - 2.71	5.95 - 2.76	
Vùng 3	Hàm Rồng - Giàng	Mã	5.87 - 3.62	6.18 - 3.90	Ảnh hưởng yếu và không thường xuyên
	Vạn Ninh - Ngã ba Tuần	L.Trường	9.42 - 5.85	9.48 - 6.15	
	Cự Thôn - Ngã ba Bông	Lên	2.71 - 0.22	2.76 - 0.26	

Bảng 6. Phân vùng hạn - mặn theo chức năng từng đoạn sông thời kì (2046 - 2065)

Phân vùng	Giới hạn đoạn sông tương ứng	Sông	Khoảng dao động độ mặn (%)		Mức độ nhiễm mặn
			RCP4.5	RCP8.5	
Vùng 1	Cửa Hới - Quảng Châu	Mã	19.5 - 13.9	19.5 - 14.1	Hoàn toàn bị nhiễm mặn
	Cửa L.Trường - Hoàng Hà	L.Trường	16.3 - 11.59	16.3 - 11.6	
	Cửa L.Sung - Phà Thắm	Lên	15.4 - 5.80	15.4 - 5.90	
Vùng 2	Quảng Châu - Hàm Rồng	Mã	13.9 - 6.30	13.9 - 6.38	Ảnh hưởng thường xuyên trong mùa cạn
	Hoàng Hà - Vạn Ninh	L.Trường	11.59 - 9.48	11.60 - 9.50	
	Phà Thắm - Cự Thôn	Lên	5.80 - 1.03	5.90 - 1.05	
Vùng 3	Hàm Rồng - Giàng	Mã	6.30 - 4.10	6.38 - 4.25	Ảnh hưởng yếu và không thường xuyên
	Vạn Ninh - Ngã ba Tuần	L.Trường	9.48 - 6.20	9.50 - 6.30	
	Cự Thôn - Ngã ba Bông	Lên	1.03 - 0.22	1.05 - 0.22	

Nhận xét: Từ kết quả tính toán mô phỏng và biểu thị ở bảng 5, bảng 6 ta thấy:

Xét tại cùng một vị trí dọc các sông Mã, sông Lạch Trường, sông Lèn độ mặn lớn nhất tại các vị trí của kịch bản biến đổi khí hậu so với kịch bản hiện trạng có xu thế tăng theo các kịch bản RCP 4.5, RCP 8.5 qua các thời kì 2016 - 2035 và 2046 - 2065. Đặc biệt một số vị trí, độ mặn có xu thế tăng rõ rệt như: trên sông Mã tại Giàng độ mặn tăng từ 0.21% (hiện trạng) [5] đến 3.62% (RCP4.5) và 4.24 % (RCP 8.5); trên sông Lạch Trường tại ngã ba Tuần độ mặn tăng từ 3.75% (hiện trạng) [5] đến 5.78% (RCP4.5) và 6.30 % (RCP 8.5); trên sông Lèn tại Cự Thôn độ mặn tăng từ 0.75% (hiện trạng) [5] đến 2.71% (RCP4.5);

Xét trong cùng một kịch bản: (1) Đối với RCP 4.5, đa phần tại các vị trí dọc các sông Mã,

Lạch Trường và sông Lèn có độ mặn lớn nhất của thời kỳ 2046 - 2065 có xu thế tăng so với thời kì 2016 - 2035, tuy nhiên sự chênh lệch không lớn. Một số vị trí có xu thế tăng rõ rệt như: trên sông Mã tại Hàm Rồng có độ mặn lớn nhất trung bình thời kì 2016 - 2035 là 5.87% và 2046 - 2065 là 6.30%; tại Giàng có độ mặn lớn nhất trung bình thời kì 2016 - 2035 là 3.62 % và 2046 - 2065 là 4.10%. Trong khi đó trên sông Lèn tại Cự Thôn độ mặn lớn nhất qua hai thời kì lại có xu thế giảm. (2) Đối với RCP 8.5, đa phần tại các vị trí dọc các sông Mã, Lạch Trường và sông Lèn cũng có độ mặn lớn nhất của thời kỳ 2046 - 2065 có xu thế tăng so với thời kì 2016 - 2035, tuy nhiên sự chênh lệch không lớn. Điều này có thể hiểu do với kịch bản biến đổi có xét đến hồ chứa với vai trò tham gia đầy mặn nên ranh giới mặn so với kịch bản hiện trạng là không khác

nhau nhiều.

Xét trong cùng một thời kỳ (2016 - 2035) hay (2046 - 2065) thì độ mặn lớn nhất tại các vị trí của kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 chênh lệch nhau không nhiều trên cả sông Mã, sông Lạch Trường và sông Lèn; độ mặn lớn nhất tại các vị trí dọc sông Mã lớn hơn các vị trí dọc sông Lạch Trường; độ mặn lớn nhất tại các vị trí dọc sông Lạch Trường lại lớn hơn các vị trí dọc sông Lèn. Kết quả này phần nào phù hợp bởi về mùa cạn, lưu lượng sông Mã phân lưu vào sông Lạch Trường là rất ít, dòng chảy trong sông chịu ảnh hưởng mạnh của thủy triều. Vì vậy mức độ xâm nhập mặn sẽ lớn hơn cả về độ mặn và vị trí.

4. Kết luận

Việc ứng dụng thành công bộ mô hình MIKE

(Mike - Nam và Mike 11) trong việc diễn toán mưa - dòng chảy và mô phỏng thủy lực, lan truyền mặn, bài báo đã nghiên cứu tính toán, phân vùng hạn - mặn vùng đồng bằng ven biển sông Mã có xét tới ảnh hưởng của hồ chứa trong điều kiện biến đổi khí hậu. Kết quả cho thấy, dưới ảnh hưởng của biến đổi khí hậu thì mối quan hệ của hạn - mặn được thể hiện rõ nét hơn, ranh giới mặn của các tiểu vùng hạn - mặn có xu thế tiến sâu vào trong sông cũng như độ mặn dọc sông tăng lên qua các thời kì (2016 - 2035) và (2045 - 2065) cũng như theo các kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5. Các giải pháp cụ thể nhằm phòng chống hay khai thác để thích nghi sẽ được trình bày ở nội dung của bài báo sau.

Tài liệu tham khảo

1. Lã Thanh Hà (2014), *Xây dựng mô hình dự báo xâm nhập mặn vùng hạ lưu sông Mã, sông Yên tỉnh Thanh Hóa*.
2. *Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng* (2016), Bộ Tài nguyên và Môi trường.
3. Thủ tướng chính phủ (2018), *Quyết định số 214/QĐ - TTg ngày 13 tháng 02 năm 2018 về việc ban hành quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Mã*.
4. Trần Hồng Thái, Đoàn Quang Trí (2017), *Application Couple Model in Saltwater Intrusion Forecasting in Estuary*, LAP LAMBERT Academic Publishing.
5. Lê Thị Thường, Trương Văn Hùng (2018), *Nghiên cứu tính toán phân vùng hạn - mặn vùng đồng bằng ven biển sông Mã*, Tạp chí khí tượng Thủy văn, số 693,9/2018, 23-29.
6. Nguyễn Quang Trung (2012), *Nghiên cứu đề xuất các giải pháp giảm thiểu ảnh hưởng của dòng chảy kiệt phục vụ sản xuất nông nghiệp, thủy sản vùng hạ du sông Cả và sông Mã*, Viện Nước, Tưới tiêu và Môi trường.
7. UBND Tỉnh Thanh Hóa (2015), *Báo cáo điều chỉnh bổ sung quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế, xã hội tỉnh Thanh hóa đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030*.

RESEARCH ON CLASSIFICATION OF DROUGHT SALT INTRUSION IN THE MA RIVER DELTA UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS

Le Thi Thuong¹

¹Hanoi University Natural of Resources and Environment

Abstract: *The Ma river delta is heavily influenced by drought, salt intrusion, especially in the context of climate change nowadays, and the level of influence is more serious. Drought and salt intrusion often have strong relationship, but their effects are different in different zones in the same study area. Therefore, to minimize the harmful effects of drought and salinization, it is necessary to divide drought - salt intrusion into sub-areas on the basis of proposing appropriate water use solutions. The paper uses the Mike model (Mike Nam and Mike 11) to calculate the flow from the rain to the reservoir according to climate change and the hydraulic simulation of the river network in the study area in terms of drought-salinity relationship. The study has indicated three drought- salinity sub-regions corresponding to different salinity concentration. This result is significant to help managers as well as people to be proactive in changing plant and animal structure so that it is most suitable.*

Keywords: *Drought, saltwater intrusion, Ma river delta, climate change.*

THÔNGIỆP CỦA NGÀI TỔNG THƯ KÝ TỔ CHỨC KHÍ TƯỢNG THẾ GIỚI

Ngày Khí tượng Thế giới năm 2019 xin được dành cho chủ đề “**Mặt trời, Trái đất và Thời tiết**”.

Mặt trời cung cấp năng lượng cho toàn bộ sự sống trên Trái đất. Mặt trời điều khiển các chu trình thủy văn, các dòng hải lưu và **Thời tiết**. **Mặt trời** định hình cảm xúc và hoạt động của chúng ta mỗi ngày. Và cũng chính **Mặt trời** là nguồn cảm hứng bất tận cho âm nhạc, nhiếp ảnh và nghệ thuật.

Cách **Trái đất** gần 150 triệu km, **Mặt trời** là trái tim của hệ mặt trời, giữ cho hành tinh của chúng ta ấm áp để các sinh vật có thể phát triển mạnh mẽ. Hơn 4,5 tỷ năm qua, quả cầu plasma rực rỡ này là nguồn năng lượng vô tận dành cho vòng quay của sự sống, khí hậu và thời tiết trên **Trái đất**.

Các dữ liệu vệ tinh trong hơn 30 năm qua cho thấy năng lượng **Mặt trời** cung cấp cho **Trái đất** không hề gia tăng trong thời gian gần đây, và vì thế, sự nóng lên của **Trái đất** không thể là do hoạt động của **Mặt trời**.

Khí nhà kính được coi là nguyên nhân làm cho đại dương ấm lên và gây ra hiện tượng băng tan ở các cực. Từ năm 1990, các khí nhà kính này đã làm gia tăng 41% tổng bức xạ - nhân tố gây ra quá trình nóng lên toàn cầu, ảnh hưởng đến khí hậu trên toàn **Trái đất**. Trong đó, khí các-bon-nic chính là nguyên nhân của khoảng 82% lượng bức xạ gia tăng trong thập kỷ vừa qua. Năm 2017, khí các-bon-nic đã đạt mức 405,5 phần triệu và đang tiếp tục tăng cao hơn nữa.

Nếu nồng độ khí nhà kính tiếp tục tăng với xu hướng hiện tại, thì nhiệt độ **Trái đất** có thể tăng từ 3°C đến 5°C vào cuối thế kỷ này. Điều này vượt xa mục tiêu của Thỏa thuận Paris của Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí

hậu, cố gắng giữ mức tăng nhiệt độ trung bình toàn cầu dưới mức 2°C, hay hơn nữa, càng gần đến mức 1,5°C thì càng tốt.

Biến đổi khí hậu đã tạo ra những đợt nắng nóng và nhiệt độ cao kỷ lục ở phạm vi địa phương cũng như ở phạm vi quốc gia, khu vực và toàn cầu. Các hiện tượng sóng nhiệt bắt đầu sớm hơn, kết thúc muộn hơn, xảy ra thường xuyên và gay gắt hơn do hậu quả của biến đổi khí hậu.

Các mô hình khí hậu dự đoán nhiệt độ trung bình sẽ tăng trên hầu hết các châu lục và đại dương; nắng nóng cực đoan xảy ra thường xuyên hơn tại những nơi con người sinh sống; các hiện tượng cực đoan khác như mưa lớn và hạn hán xuất hiện với tần suất nhiều hơn ở một số khu vực trên thế giới. Sự nóng lên toàn cầu kéo theo rủi ro ngày càng gia tăng liên quan đến khí hậu đối với sức khỏe, sinh kế, an ninh lương thực, cấp nước, an ninh con người và tăng trưởng kinh tế.

Ngay cả trong điều kiện **Thời tiết** nhiều mây, **Mặt trời** cũng có thể cung cấp một nguồn năng lượng thay thế các nguồn năng lượng khác. Năng lượng **Mặt trời** đang được sử dụng ngày càng phổ biến trên toàn thế giới để sản xuất điện năng, sưởi ấm hoặc lọc nước biển thành nước ngọt.

Bởi vậy, hiểu được cách thức **Mặt trời** ảnh hưởng đến **Thời tiết** và khí hậu như thế nào là nhiệm vụ cốt lõi của Tổ chức Khí tượng thế giới trong sứ mệnh xây dựng các cộng đồng có sức chống chịu với khí hậu.

Bằng cách tiếp cận tổng hợp toàn bộ hệ thống tự nhiên xung quanh **Trái đất**, cộng đồng Tổ chức Khí tượng thế giới sẽ tạo ra các sản phẩm khoa học và dịch vụ tốt nhất có thể để hỗ trợ các quốc gia về Thời tiết, khí hậu, thủy văn, đại dương và môi trường.

Petteri Taalas,

Tổng Thư ký,

Tổ chức Khí tượng thế giới

TÓM TẮT TÌNH HÌNH KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP, THỦY VĂN THÁNG 2 NĂM 2019

TÓM TẮT TÌNH HÌNH KHÍ TƯỢNG THÁNG 02 NĂM 2019

Tình hình nhiệt độ trong tháng 02/2019 trên cả nước phổ biến cao hơn so nhiều với TBNN cùng thời kỳ.

Tình hình mưa trong tháng 02/2019 có sự phân bố không đều trên phạm vi toàn quốc: tại khu vực Đông Bắc, Việt Bắc, Thanh Hóa và bắc Nghệ An cao hơn so với TBNN cùng thời kỳ từ 40-90%, có nơi trên 120%. Các khu vực khác phổ biến thấp hơn so với TBNN từ 30-90%, trong đó khu vực từ Quảng Trị đến Bình Thuận, Tây Nguyên và Nam Bộ ít mưa với lượng mưa chủ yếu dưới 10mm.

TÌNH HÌNH KHÍ TƯỢNG

1. Hiện tượng thời tiết đặc biệt:

+ Không khí lạnh:

Trong tháng đã xuất hiện các đợt không khí lạnh như sau:

Đêm 10/02, khối không khí lạnh yếu ảnh hưởng đến các tỉnh phía Đông Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ. Nền nhiệt độ cao nhất giảm từ 4-6⁰C, nhiệt độ thấp nhất giảm từ 3-5⁰C (Mẫu Sơn 13,5⁰C, Trùng Khánh 10,5⁰C, Lạng Sơn 10,0⁰C, Thất Khê 11,0⁰C,...). Ở phía Bắc Vịnh Bắc Bộ có gió Đông Bắc mạnh cấp 5. Tối ngày 21/02 khối không khí lạnh từ phía bắc dồn xuống nước ta, sang ngày 22/02, không khí lạnh đã ảnh hưởng hết các tỉnh phía Đông Bắc Bộ và một số nơi ở phía Tây Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ. Không khí lạnh ổn định sau được tăng cường bổ sung đêm ngày 23/02. Ở Vịnh Bắc Bộ có gió đông bắc mạnh cấp 6. Ở phía Đông Bắc Bộ nhiệt độ cao nhất giảm xuống phổ biến 16-19⁰C, nhiệt độ thấp nhất còn từ 13-15⁰C, vùng núi 10-13⁰ C, vùng núi cao có nơi thấp hơn (Sìn Hồ 9,4⁰C, SaPa 7,9⁰C, Ngân Sơn 9,7⁰C, Nguyên Bình 9,9⁰C,

Trùng Khánh 8,6⁰C).

+ Mưa vừa, mưa to:

Trong tháng đã diễn ra những đợt mưa đáng chú ý như sau: Ngày 11 và ngày 12/02, do ảnh hưởng của rìa rìa Tây Nam lưỡi áp cao lục địa có cường độ tăng cường kết hợp với hoạt động của dòng xiết gió Tây trên cao nên ở phía Đông Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ có mưa nhỏ, mưa phùn và sương mù rải rác. Từ đêm 16 đến ngày 18/02, ảnh hưởng của rãnh áp thấp bị nén bởi bộ phận áp cao lục địa kết hợp với hội tụ trong đới gió Tây trên cao nên ở Bắc Bộ và các tỉnh từ Thanh Hóa đến Quảng Trị đã có mưa dông diện rộng, riêng khu vực Việt Bắc và Đông Bắc có mưa vừa đến mưa to với lượng mưa phổ biến 30-70mm, có nơi lượng mưa lớn hơn như Tam Đảo (Vĩnh Phúc) 92mm, Quảng Hà (Quảng Ninh) 98mm, Tiên Yên (Quảng Ninh) 87mm, Sơn Động (Bắc Giang) 92mm...

Từ đêm ngày 21 sang ngày 22, do ảnh hưởng của không khí lạnh với hoạt động của front nén và làm đầy rãnh áp thấp nên gây ra mưa dông nhiều nơi ở khu vực phía Đông Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ, mưa tập trung chính vào đêm và sáng với lượng mưa chỉ phổ biến 3-10mm trong 24h nhưng kéo dài đến sáng ngày 27.

2. Tình hình nhiệt độ:

Nhiệt độ trung bình tháng 02/2019 trên đa phần cả nước đều cao hơn so với trung bình nhiều năm (TBNN) cùng thời kỳ. Đáng chú ý do không khí lạnh trong tháng xuất hiện ít và không mạnh nên nhiệt độ trung bình tháng tại khu vực Bắc Bộ, khu vực Thanh Hóa đến Thừa Thiên Huế cao hơn TBNN phổ biến từ 4,0-5,0 độ; các khu vực còn lại có nhiệt độ trung bình tháng cao hơn ở từ 0,5-1,5 độ so

với TBNN cùng thời kỳ. Nơi có nhiệt độ cao nhất là Trương Dương (Nghệ An): 37,8°C (ngày 8/02) Nơi có nhiệt độ thấp nhất là Mẫu Sơn (Lạng Sơn): 3.0°C (ngày 24/02).

3. Tình hình mưa:

Tổng lượng mưa tháng 02 tại khu vực Đông Bắc, Việt Bắc, Thanh Hóa và bắc Nghệ An cao hơn so với TBNN cùng thời kỳ từ từ 50-100%, có nơi trên 150%. Các khu vực khác phổ biến thấp hơn so với TBNN từ 30- 90%, trong đó khu vực từ Quảng Trị đến Bình Thuận, Tây Nguyên và Nam Bộ ít mưa với lượng mưa chủ yếu dưới 10mm.

Nơi có lượng mưa tháng cao nhất là Bạch Long Vỹ (Quảng Nam): 118.9mm, cao gấp 5 lần so với TBNN là 22.4mm. Nơi có lượng mưa tháng thấp nhất: tại khu vực Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ nhiều nơi không có mưa.

4. Tình hình nắng:

Tổng số giờ nắng trong tháng 02/2019 tại hầu khắp cả nước phổ biến đều cao hơn TBNN cùng thời kỳ. Nơi có số giờ nắng cao nhất là Phan Ri (Bình Thuận) với 300 giờ Nơi có số giờ nắng thấp nhất là Cửa Ông (Quảng Ninh): 43 giờ.

TÌNH HÌNH THỦY VĂN

1. Bắc Bộ

Nguồn nước trên các sông suối thượng lưu hệ thống sông Hồng-Thái Bình biến đổi chậm và giảm dần; Mực nước hạ lưu tiếp tục dao động theo sự điều tiết của các thủy điện lớn thượng nguồn và ảnh hưởng của thủy triều. Trong tháng, các hồ chứa thủy điện lớn đã thực hiện cấp nước phục vụ đồ ải vụ Xuân đợt 2 và Đợt 3. Mực nước trung bình tại Hà Nội từ 2,1-2,4m trong Đợt 2 và 1,6-1,7m trong Đợt 3.

Mực nước hạ lưu sông Hồng tại Hà Nội từ ngày 31/1-3/2 và 15-22/2 tăng nhanh và dao động ở mức 1,6m - 2,4m, cao nhất đạt mức 2,42m (ngày 3/2) do các hồ thủy điện tăng

cường phát điện, đảm bảo phục vụ đồ ải Đợt 2 và Đợt 3 vụ Đông Xuân 2019. Tổng lượng xả của các hồ chứa thủy điện trong Đợt 2 là 1,50 tỷ m³ và Đợt 3 là 1,74 tỷ m³.

Nguồn dòng chảy so với trung bình nhiều năm (TBNN) trên sông Đà phổ biến cao hơn từ 6-40%, trên sông Lô đến hồ Tuyên Quang cao hơn khoảng 70%; trên sông Thao nhỏ hơn khoảng 20%; hạ lưu sông Lô tại Tuyên Quang nhỏ hơn 71% và hạ lưu sông Hồng tại Hà Nội lớn hơn 35%, do các hồ chứa xả nước tăng cường phục vụ đồ ải.

Trên sông Đà, mực nước cao nhất tháng tại Mường Lay là 214,92m (13h ngày 10), thấp nhất là 211,93m (01h ngày 20), trung bình tháng là 213,52m; tại Tạ Bú mực nước cao nhất tháng là 111,45m (01h ngày 01); thấp nhất là 106,88m (22h ngày 28), trung bình tháng là 109,02m. Lưu lượng lớn nhất đến hồ Hòa Bình là 2058m³/s (19h ngày 19); nhỏ nhất là 40m³/s (1-7h ngày 5,12,22), trung bình tháng là 584m³/s (TBNN là 442 m³/s). Mực nước hồ Hoà Bình lúc 19 giờ ngày 28/2 là 106,73m, cao hơn cùng kỳ năm 2018 (105,35m) là 1,38m.

Trên sông Thao, tại trạm Yên Bái, mực nước cao nhất tháng là 25,72m (23h ngày 5); thấp nhất là 24,40m (13h ngày 26), trung bình tháng là 24,95m, cao hơn TBNN cùng kỳ (24,37m) là 0,58 m.

Trên sông Lô tại Tuyên Quang, mực nước cao nhất tháng là 16,02m (22h ngày 01); thấp nhất 13,72m (22h ngày 25) - thấp nhất trong chuỗi quan trắc; trung bình tháng là 14,78m, thấp hơn TBNN cùng kỳ (15,88m) là 1,10m.

Trên sông Hồng tại Hà Nội, do ảnh hưởng điều tiết tăng cường xả nước phát điện phục vụ đồ ải vụ Xuân trong đợt 2 và 3, mực nước cao nhất tháng là 2,42m (11h ngày 03), thấp nhất xuống mức 0,40m (4h ngày 10); trung bình tháng là 1,31m, thấp hơn TBNN (2,79m) là 1,48m và thấp hơn cùng kỳ năm 2018

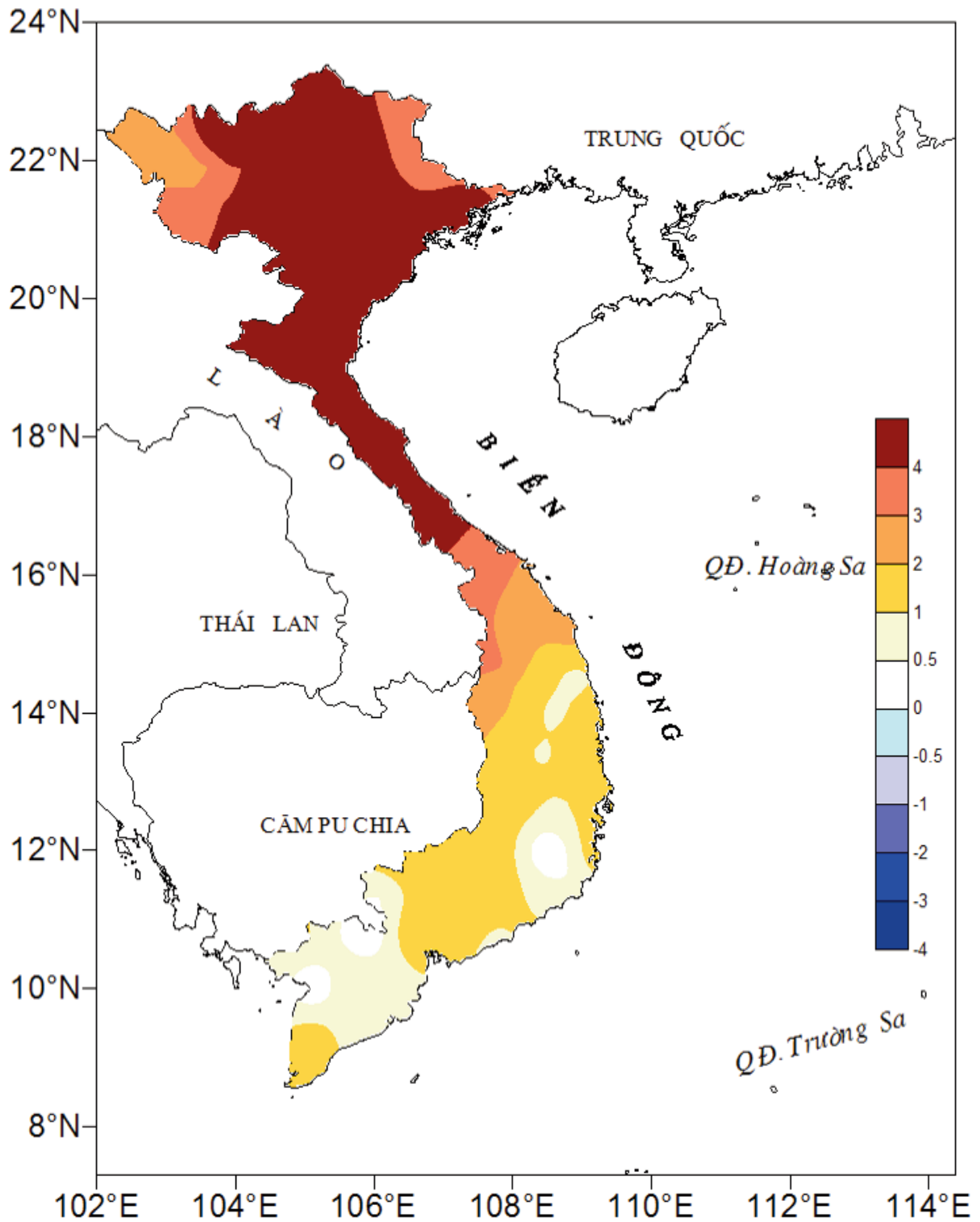
ĐẶC TRƯNG MỘT SỐ YẾU TỐ KHÍ TƯỢNG

Số thứ tự	TÊN TRẠM	Nhiệt độ (°C)								Độ ẩm (%)		
		Trung bình	Chuẩn sai	Cao nhất			Thấp nhất			Trung bình	Thấp nhất	Ngày
				Trung bình	Tuyệt đối	Ngày	Trung bình	Tuyệt đối	Ngày			
1	Tam Đường	18.9	5.3	24.7	28.5	9	14.3	10.2	6	75	34	6
2	Điện Biên	21.3	4.0	30.2	32.4	23	17.0	13.5	6	79	24	5
3	Sơn La	20.7	5.7	28.6	31.2	8	15.3	11.5	6	68	21	7
4	Sa Pa	15.5	6.0	19.5	23.8	9	12.5	7.9	5	75	39	8
5	Lào Cai	22.2	4.9	27.2	31.6	8	19.1	15.6	8	80	38	5
6	Yên Bái	21.7	4.7	25.1	30.6	7	19.6	14.0	25	87	58	10
7	Hà Giang	21.3	4.6	25.4	30.7	21	18.8	15.5	25	83	54	5
8	Tuyên Quang	22.3	5.1	25.5	31.0	8	20.0	14.7	25	82	55	8
9	Lạng Sơn	17.9	3.1	23.0	30.4	8	14.8	10.0	12	85	46	7
10	Cao Bằng	18.6	3.6	24.2	32.9	7	15.5	11.7	24	86	48	6
11	Thái Nguyên	21.4	4.1	24.5	30.5	8	19.3	13.8	25	85	58	8
12	Bắc Giang	21.7	4.0	25.3	30.5	8	19.3	13.2	25	84	55	8
13	Phú Thọ	21.7	4.1	25.3	30.6	7	19.4	13.1	24	88	54	18
14	Hoà Bình	22.5	5.0	27.6	33.3	7	19.4	14.6	25	82	40	7
15	Hà Nội (Hà Đông)	22.4	4.2	26.2	32.7	8	20.3	14.3	24	79	51	8
16	Tiên Yên	20.3	3.9	23.2	28.7	21	18.3	12.6	24	90	66	7
17	Bãi Cháy	21.3	3.8	24.2	29.0	7	19.6	14.1	24	88	56	1
18	Phù Lãng	20.9	2.8	24.5	28.3	21	19.2	14.0	25	96	65	1
19	Thái Bình	21.4	3.7	24.2	28.4	18	19.6	13.1	24	92	65	6
20	Nam Định	21.9	3.5	25.5	30.2	8	19.9	12.5	24	88	61	6
21	Thanh Hoá	22.2	3.6	25.1	29.5	8	20.4	15.2	24	90	60	6
22	Vinh	22.9	4.0	26.0	32.6	18	21.1	17.4	25	90	52	18
23	Đồng Hới	23.8	3.9	26.8	32.2	18	21.8	18.3	2	86	19	18
24	Huế	24.1	3.3	29.7	34.0	8	20.1	12.7	9	89	54	15
25	Đà Nẵng	25.0	3.1	28.9	30.3	15	22.7	19.5	1	83	55	27
26	Quảng Ngãi	25.1	2.7	31.0	32.0	18	21.4	18.6	1	85	52	28
27	Quy Nhơn	25.8	2.1	29.3	30.3	27	23.3	21.6	3	81	54	25
28	Plây Cu	22.6	3.3	31.1	34.0	8	16.5	13.0	9	71	30	28
29	Buôn Ma Thuột	24.1	2.9	31.4	34.3	8	19.7	18.8	28	72	29	8
30	Đà Lạt	17.4	0.7	24.7	28.0	8	12.4	8.7	28	70	20	9
31	Nha Trang	25.9	2.0	29.2	30.3	25	23.4	21.6	2	77	58	23
32	Phan Thiết	26.3	1.0	30.2	32.4	18	23.3	21.7	15	77	59	10
33	Vũng Tàu	27.3	1.8	30.5	31.7	12	25.6	24.5	8	74	52	15
34	Tây Ninh	27.4	2.2	33.9	35.6	12	22.9	20.5	16	73	40	16
35	T.P H-C-M	28.6	2.9	34.2	36.0	27	25.3	23.8	7	64	29	27
36	Tiền giang	27.1	2.2	31.6	32.4	12	24.2	22.5	13	78	38	25
37	Cần Thơ	27.1	1.5	32.7	33.7	27	23.6	21.9	11	75	42	14
38	Sóc Trăng	26.6	1.0	31.8	32.8	7	23.2	21.6	10	77	50	24
39	Rạch Giá	27.1	1.2	31.7	32.8	27	23.1	22.2	6	77	44	26
40	Cà Mau	27.4	1.9	31.4	32.6	7	24.9	23.6	10	76	47	28

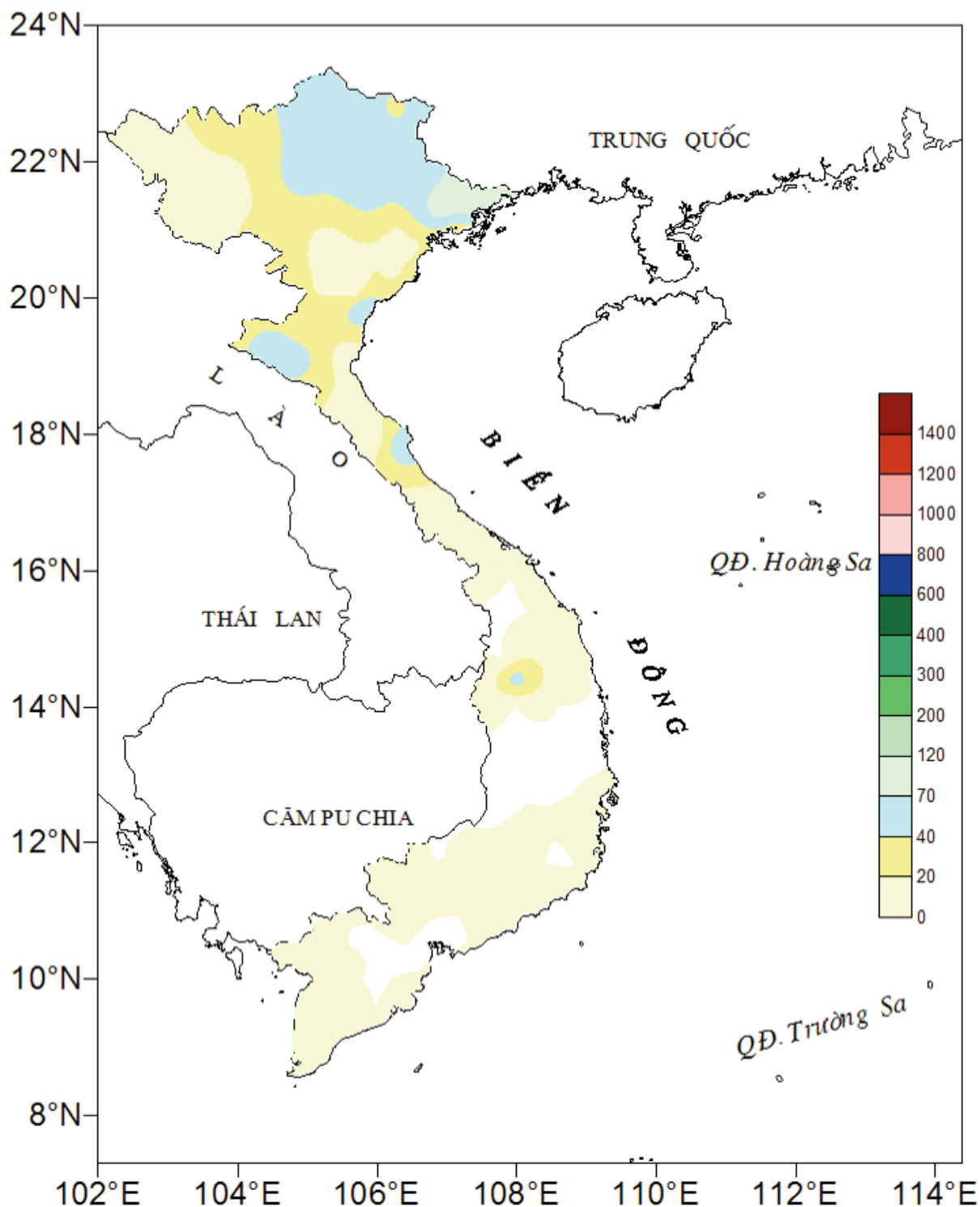
Ghi chú: Ghi theo công điện khí hậu hàng tháng

CỦA CÁC TRẠM THÁNG 02 NĂM 2019

Lượng mưa (mm)							Lượng bốc hơi (mm)			Giờ nắng		Số ngày			
Tổng số	Chuẩn sai	Cao nhất	Ngày	Số ngày liên tục		Số ngày có mưa	Tổng số	Cao nhất	Ngày	Tổng số	Chuẩn sai	Giờ tây khô nóng		Đông	Mưa phùn
				Không mưa	Có mưa							Nhẹ	Mạnh		
25	-8	22	17	16	2	4	95	6	7	245	72	0	0	3	0
7	-14	5	17	16	2	2	57	3	21	217	88	0	0	3	0
10	-3	6	18	16	2	3	87	6	7	230	66	0	0	3	3
37	-18	30	17	12	2	5	106	11	9	204	78	0	0	2	0
30	6	25	17	13	4	5	78	4	8	151	40	0	0	2	1
54	28	25	18	12	6	12	50	4	10	67	-29	0	0	2	11
54	23	35	17	9	5	12	50	4	4	92	3	0	0	2	3
43	24	27	18	10	4	13	57	3	10	89	-15	0	0	2	8
57	34	37	18	10	3	9	39	3	7	79	-38	0	0	1	7
35	16	22	18	11	3	10	48	4	7	101	-10	0	0	2	6
67	44	32	17	10	8	12	61	4	8	72	-51	0	0	2	6
33	15	28	18	11	4	10	52	4	8	83	-48	0	0	1	1
39	14	23	17	7	5	10	52	3	10	72	-38	0	0	2	0
9	-3	5	18	17	2	5	56	4	2	98	-24	0	0	1	0
29	6	17	18	9	3	12	51	3	7	78	-31	0	0	1	10
92	68	63	18	11	3	9	29	2	7	64	-52	0	0	2	0
25	6	19	17	7	4	10	32	2	1	65	-74	0	0	2	2
19	-13	13	17	6	4	12	26	2	1	65	-64	0	0	1	4
23	0	20	17	9	6	8	37	3	9	78	-49	0	0	1	10
12	-17	11	17	16	2	3	47	3	7	87	-42	0	0	0	2
75	47	70	17	11	4	8	38	2	8	97	-32	0	0	1	10
18	-51	6	11	9	5	10	40	4	18	120	33	0	0	0	0
33	-96	19	18	7	2	7	47	3	5	154	75	0	0	2	0
-	-297	-	-	28	0	0	22	3	15	201	126	0	0	0	0
1	-198	1	2	16	1	2	60	3	15	223	112	0	0	0	0
1	-267	1	2	26	1	1	49	3	26	254	153	0	0	0	0
-	-170	-	-	26	1	1	78	3	28	244	114	0	0	0	0
-	-13	-	-	28	0	0	95	4	10	272	39	0	0	0	0
-	-22	-	-	28	0	0	116	5	28	281	77	0	0	0	0
-	-29	-	-	28	0	0	69	5	9	239	10	0	0	1	0
4	-163	3	12	14	1	2	110	6	2	241	90	0	0	0	0
1	-20	1	12	19	1	1	121	6	12	280	28	0	0	0	0
-	-23	-	-	28	0	0	105	6	15	260	30	0	0	0	0
6	-33	6	13	15	1	1	123	6	16	257	8	3	0	0	0
-	-48	-	-	28	0	0	127	7	15	225	2	8	0	0	0
-	-40	-	-	16	1	1	91	5	25	272	54	0	0	0	0
-	-41	-	-	16	1	1	96	4	14	276	68	0	0	0	0
-	-42	-	-	16	1	1	94	6	12	266	60	0	0	0	0
17	-28	17	12	15	1	1	65	5	1	243	19	0	0	0	0
8	-74	8	11	17	1	1	107	5	15	222	21	0	0	0	0



Hình 1: Bản đồ chuẩn sai nhiệt độ tháng 2 - 2019 so với TBNN (độ C)
(Theo công điện Clim hàng tháng)



Hình 2: Bản đồ lượng mưa tháng 2 - 2019 (mm)

(Theo công điện Clim hàng tháng)

(1,40m) là 0,09m.

Trên hệ thống sông Thái Bình tại Phả Lại mực nước cao nhất tháng là 1,68m (9h ngày 1), thấp nhất -0,11m (3h ngày 09); trung bình tháng là 0,63m, thấp hơn TBNN cùng kỳ (0,76 m) là 0,13m.

2. Trung Bộ và Tây Nguyên

Trong tháng, mực nước trên các sông ở Trung Bộ, Tây Nguyên biến đổi chậm, lượng dòng chảy trên các sông giảm dần và phổ biến thiếu hụt từ 15-50%; các sông ở Nghệ An, Phú Yên đến Ninh Thuận thiếu hụt trên 70%, riêng các sông ở Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Thuận ở mức xấp xỉ và cao hơn TBNN.

Tình hình hồ chứa:

Hồ thủy lợi: Các hồ chứa thủy lợi vừa và lớn từ Thanh Hóa đến Thừa Thiên Huế đạt từ 60-90% dung tích thiết kế (DTTK); các hồ từ

Đà Nẵng đến Bình Thuận đạt từ 60-90% DTTK; các hồ ở Tây Nguyên đạt từ 54-79% DTTK.

Hồ thủy điện: Mực nước các hồ thủy điện Trung Bộ và khu vực Tây Nguyên thấp hơn mực nước dâng bình thường (MNDBT) từ 1-3m; một số hồ thấp hơn MNDBT trên 5,0m như Định Bình, Thuận Ninh, Núi Một, Ialy, Buôn Kuốp, Srepok 3, Cần Đơn, Đồng Nai 2.

3. Nam Bộ

Mực nước sông Cửu Long, sông Sài Gòn chịu ảnh hưởng của triều. Mực nước cao nhất tháng 2/2019 trên sông Tiền tại Tân Châu 1,46m (22/02), tại Mỹ Tho 1,53m (22/02), trên BĐ2 0,03m; trên sông Hậu tại Châu Đốc 1,62m (22/02); trên sông Sài Gòn tại Phú An 1,53m (22/02), trên BĐ3 0,03m.

Table of content

- 1 **Du Duc Tien, Hoang Duc Cuong, Mai Khanh Hung, Hoang Phuc Lam** (2019), *Evaluation on the use of cumulus parameterization schemes for heavy rain forecast in July 2015 over the North of Vietnam by high resolution regional model*, Vietnam Journal of Hydro - Meteorology, Volume 699, 1 - 8.
- 9 **Do Duc Thang, Tran Hong Thai, Vo Van Hoa** (2019), *Assessing and projecting the situation of saline intrusion for coastal areas in Thai Binh province*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 699, 9 - 16.
- 17 **Tran Thi Kim, Bui Hong Son, Nguyen Thi Bay, Phung Thi My Diem, Nguyen Ky Phung** (2019), *The calculation of salinization by numerical method: A Case study for Sai Gon river*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 699, 17 - 29.
- 30 **Nguyen Ngoc Hoa, Ngo Le An, Doan Quang Tri, Tran Tho Dat, Dang Thanh Mai, Dinh Duc Truong** (2019), *Research on forecasting and warning methods in hydrometeorological Drought: Case study at Dak Lak province, highland in Vietnam*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 699, 30 - 41.
- 42 **Du Duc Tien, Hoang Duc Cuong, Mai Khanh Hung, Hoang Phuc Lam** (2019), *The role of B-MATRIX in Variational assimilation scheme: Case study using WRF-ARW model to heavy rainfall forecast over the Northern part of Vietnam*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 699, 42 - 49.
- 50 **Vu Anh Tuan, Vu Thanh Hang, Trinh Hoang Duong** (2019), *The Characteristics and Trends of meteorological drought in central highlands*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 699, 50 - 58.
- 59 **Le Thi Thuong** (2019), *Research on classification of drought salt intrusion in the Ma river delta under climate change conditions*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 699, 59 - 67.
- 68 **Petteri Taalas, Secretary - General's Message**, World Meteorological Organization, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 699, 68.
- 69 **Summary of the Meteorological, Agro-Meteorological, Hydrological Conditions in February 2019 - National Center of Hydro-Meteorological Forecasting and Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change**