



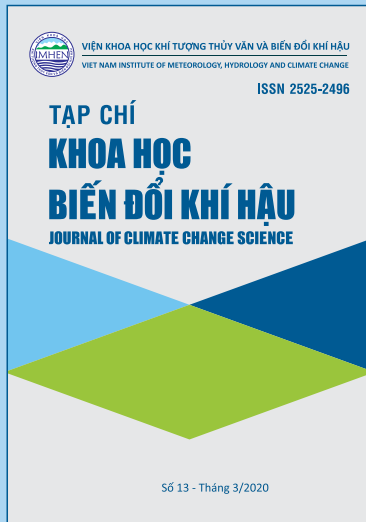
**VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

**VIET NAM INSTITUTE OF METEOROLOGY, HYDROLOGY AND CLIMATE CHANGE**

**ISSN 2525-2496**

**TẠP CHÍ**  
**KHOA HỌC**  
**BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**  
**JOURNAL OF CLIMATE CHANGE SCIENCE**

Số 13 - Tháng 3/2020



## TẠP CHÍ KHOA HỌC BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

### TỔNG BIÊN TẬP

Nguyễn Văn Thắng

### PHÓ TỔNG BIÊN TẬP

Huyền Thị Lan Hương

### HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

Trần Thục

(*Chủ tịch Hội đồng biên tập*)

Dương Hồng Sơn

Mai Văn Khiêm

Nguyễn Kỳ Phùng

Dương Văn Khâm

Doãn Hà Phong

Hoàng Minh Tuyển

Trương Đức Trí

Đỗ Tiến Anh

Lê Ngọc Cầu

Đỗ Đình Chiến

Bạch Quang Dũng

Nguyễn Xuân Hiến

Vũ Văn Thắng

### Thư ký tòa soạn

Trần Thanh Thủy

### Trị sự và phát hành

Trần Thanh Thủy

### Giấy phép xuất bản

Số 604/GP-BTTTT do

Bộ Thông tin và Truyền thông  
cấp ngày 30/12/2016

### Tòa soạn

Số 23 ngõ 62 Nguyễn Chí Thanh

Đống Đa, Hà Nội

Điện thoại: 024.37731410; Fax: 024.38355993

Email: tapchibdkh@imh.ac.vn

### In tại

Công ty In La Giang

Giá: 20.000 đồng

## Số 13 - Tháng 3/2020

### Trong số này

1

**Nguyễn Văn Thắng, Trương Bá Kiên, Trần Duy Thức, Vũ Văn Thắng:** Nguyên nhân gây mưa đá diện rộng ngày 24-25 tháng 1 năm 2020 ở Bắc Bộ

11

**Công Thanh, Lê Duy Mạnh, Vũ Văn Thắng:** Đánh giá khả năng dự báo mưa của mô hình RAMS cho khu vực Nam Bộ

20

**Phùng Đức Chính, Đặng Đình Khá, Nguyễn Thọ Sáo, Nguyễn Tiền Giang, Đặng Thị Lan Phương:** Ứng dụng mô hình MIKE 21/3 FM Couple mô phỏng chế độ thủy động lực vùng cửa sông Đà Nông

32

**Nguyễn Kim Ngọc Anh, Trần Ngọc Anh:** Tính toán cân bằng nước hiện trạng và theo các kịch bản biến đổi khí hậu cho tỉnh Quảng Nam

42

**Trương Thị Thanh Thủy, Vũ Văn Thắng, Nguyễn Hữu Quyền, Nguyễn Trọng Hiệu, Trần Duy Hiền:** Ảnh hưởng của điều kiện khí hậu và biến đổi khí hậu đến thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng bauxit trên các mỏ ở Việt Nam

53

**Lê Đức Dũng, Nguyễn Hoàng Anh, Trần Đăng Hùng, Hà Thị Hiền:** Nghiên cứu ứng dụng ảnh vệ tinh landsat trong đánh giá diễn biến tài nguyên vùng bờ Cà Mau - Kiên Giang

60

**Nguyễn Xuân Tiến, Nguyễn Thanh Sơn, Nguyễn Văn Linh:** Áp dụng bộ mô hình MIKE đánh giá tác động của hệ thống hồ chứa tới ngập lụt hạ du lưu vực sông Cả

68

**Trương Bá Kiên, Trần Duy Thức, Lã Thị Tuyết:** Nguyên nhân, cơ chế gây mưa lớn khu vực Thành phố Hồ Chí Minh ngày 24-26 tháng 10 năm 2016

# NGUYÊN NHÂN GÂY MƯA ĐÁ ĐIỆN RỘNG NGÀY 24-25 THÁNG 1 NĂM 2020 Ở BẮC BỘ

Nguyễn Văn Thắng, Trương Bá Kiên, Trần Duy Thức, Vũ Văn Thăng  
Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài 10/2/2020; ngày chuyển phản biện 11/2/2020; ngày chấp nhận đăng 3/3/2020

**Tóm tắt:** Trong bài báo này sử dụng các bản đồ synopt, số liệu thám không kết hợp với mô hình số độ phân giải cao WRF để lý giải nguyên nhân gây mưa đá vào chiều ngày 24 và ngày 25 tháng 1 năm 2020 ở khu vực Bắc Bộ. Kết quả nghiên cứu chỉ ra hình thế thời tiết và cơ chế động lực gây ra đợt mưa đá điện rộng này là do hoạt động của không khí lạnh (KKL) có cường độ mạnh kết hợp với rãnh gió Tây (RGT) và rãnh thấp tồn tại trước đó ở phía Bắc Việt Nam tạo điều kiện cho đối lưu phát triển mạnh hình thành các cơn dông, cùng với mực băng kết xuống thấp khoảng 3.500-3.800m đã tạo điều kiện thuận lợi cho việc hình thành mưa rào, dông và kèm theo mưa đá trên diện rộng gây thiệt hại lớn cho khu vực Bắc Bộ từ chiều ngày 24/1/2020 đến ngày 25/1/2020.

**Từ khóa:** Mưa đá, WRF, Bắc Bộ.

## 1. Mở đầu

Mưa đá là hiện tượng giáng thủy dưới dạng hạt hoặc cục băng có hình dáng và kích thước khác nhau xảy ra trong thời gian ngắn, kèm theo mưa rào, đôi khi có gió mạnh. Mưa đá hình thành bên trong những đám mây đối lưu (mây dông đơn ổ, đa ổ, đường tống,...) nơi mà có sự bất ổn định khí quyển lớn với dòng thăng mạnh mẽ và nguồn ẩm dồi dào. Ở nước ta, mưa đá có thể xảy ra ở hầu hết các địa phương trên phạm vi cả nước. Nơi thường xảy ra mưa đá nhất là ở vùng núi hay khu vực giáp biển, giáp núi, vùng đồng bằng ít xảy ra hơn. Nguyên nhân chủ yếu là hầu hết các vùng miền trên lãnh thổ nước ta đều nằm trong khu vực bán sơn địa, các tỉnh miền Bắc lại hay chịu tác động của các đợt không khí lạnh mạnh tràn về, kết hợp với hội tụ gió Tây Nam trên cao gây ra [1, 2].

Đợt mưa đá trong hai ngày 24 và ngày 25 tháng 1 năm 2020 xảy ra trên diện rộng ở Bắc Bộ bao gồm các tỉnh: Cao Bằng, Bắc Kạn, Lạng Sơn, Thái Nguyên, Phú Thọ, Sơn La, Vĩnh Phúc, Hòa Bình, Quảng Ninh, Ninh Bình, Thái Bình, Thanh Hóa, TP. Hải Phòng và TP. Hà Nội với đường kính

phổ biến từ 0,5 đến 3cm đã gây thiệt hại nặng về hoa màu và hư hỏng trên 12.000 ngôi nhà, trong đó Cao Bằng thiệt hại nặng nhất với 6.463 ngôi nhà, Bắc Kạn có 3.450 ngôi nhà hư hỏng [3].

## 2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Số liệu

Số liệu tái phân tích toàn cầu (FNL) của Trung tâm dự báo môi trường Hoa Kỳ (NCEP) với độ phân giải 0,25x0,25 độ được sử dụng làm đầu vào cho mô hình WRF trong nghiên cứu đợt mưa lớn này [4, 5].

Bản đồ synopt của cơ quan khí tượng Thái Lan [6], giản đồ thiên khí trạm Láng (Hà Nội), số liệu quan trắc radar Phủ Liễn (Hải Phòng) được sử dụng, kết hợp với mô phỏng của mô hình số trị WRF nhằm tìm hiểu nguyên nhân, cơ chế gây mưa.

Số liệu mưa tích lũy trên lưới ở khu vực Bắc Bộ trong đợt mưa do Trung tâm Dự báo Khí tượng thủy văn Quốc gia cung cấp được sử dụng để đánh giá và phân tích tìm hiểu nguyên nhân, cơ chế gây mưa.

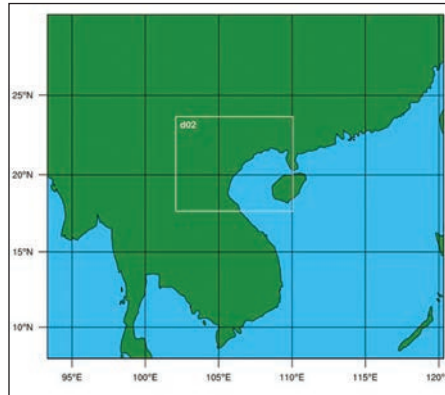
### 2.2. Thiết kế thí nghiệm

Trong nghiên cứu này sử dụng mô hình WRF [4] với 2 lưới lồng độ phân giải tương ứng là: 9km, 3km. Miền 1 bao phủ Biển Đông, mở rộng

Liên hệ tác giả: Vũ Văn Thắng  
Email: vvthang26@gmail.com

đến khoảng 30°N nhằm “nắm bắt” được các quá trình quy mô lớn, cụ thể là sự xâm nhập của không khí lạnh. Miền 2 với độ phân giải cao bao

phủ toàn bộ khu vực Bắc Bộ nhằm mô phỏng đợt mưa đá (Hình 1). Bảng 1 là bộ tham số vật lý của mô hình WRF được lựa chọn để mô phỏng.



Hình 1. Miền tính nghiên cứu

Bảng 1. Bộ tham số mô hình

Lớp biên hành tinh	MYJ
Tham số hóa đối lưu	Kain-Fritsch
Sơ đồ vi vật lý mây	Goddard GCE (hail, ice)
Bức xạ sóng ngắn	Dudhia
Bức xạ sóng dài	RRTM
Sơ đồ đất	Noah-MP
Thời gian mô phỏng	72 giờ từ 00 giờ 24/1/2020

### 2.3. Phương pháp

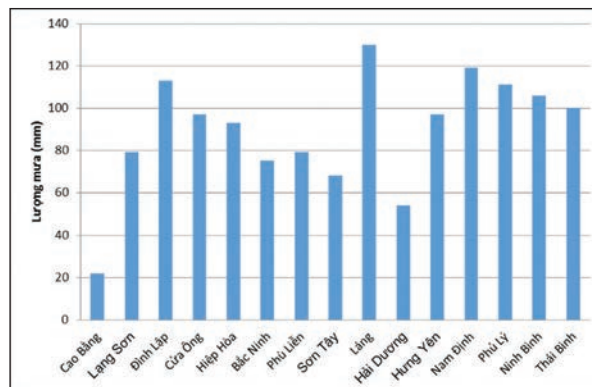
Phương pháp synopt: Phân tích bản đồ Synopt, các quan trắc địa phương nhằm nghiên cứu hoàn lưu quy mô lớn và hình thế gây mưa.

Phương pháp mô hình: Sử dụng mô hình số trị nghiệp vụ WRF độ phân giải cao tại Viện Khoa học Khí tượng, Thủy văn và Biến đổi khí hậu với đầu vào từ số liệu FNL mô phỏng cho đợt mưa đá nhằm lý giải cơ chế nhiệt động lực gây mưa.

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Diễn biến đợt mưa đá

Tổng lượng mưa trong hai ngày 24-25/1/2020 ở một số tỉnh thuộc Bắc Bộ phổ biến từ 40-80mm, một số nơi có lượng mưa trên 100mm như Ninh Bình, Nam Định, Phủ Lý (Hình 2). Một số hình ảnh điển hình ghi nhận được về đợt mưa đá ở Bắc Bộ (Hình 3).



Hình 2. Tổng lượng mưa tích đợt mưa hai ngày 24-25/1/2020



Mưa đá ở huyện Bình Gia, tỉnh Lạng Sơn vào lúc chiều tối ngày 24/1 [<https://thanhnien.vn>]



Mưa đá ở huyện Ngân Sơn, tỉnh Bắc Kạn vào chiều ngày 24/1 [<https://tuoitre.vn>]



Mưa đá ở Tuyên Quang chiều ngày 25/1 [<https://www.moitruongvadothi.vn>]



Mưa đá ở huyện Quảng Xương (Thanh Hóa) vào chiều tối ngày 25/1 [<https://giaoducthoidai.vn>]



Mưa đá ở Mộc Châu, tỉnh Sơn La vào trưa ngày 25/1 [<https://thoidai.com.vn>]



Mưa đá ở Ninh Bình vào khoảng 17 giờ 30 ngày 25/1 [<https://plo.vn/do-thi>]

Hình 3. Một số hình ảnh về mưa đá ở một số địa phương (Nguồn: Internet)

### 3.2. Hình thể thời tiết gây mưa đá

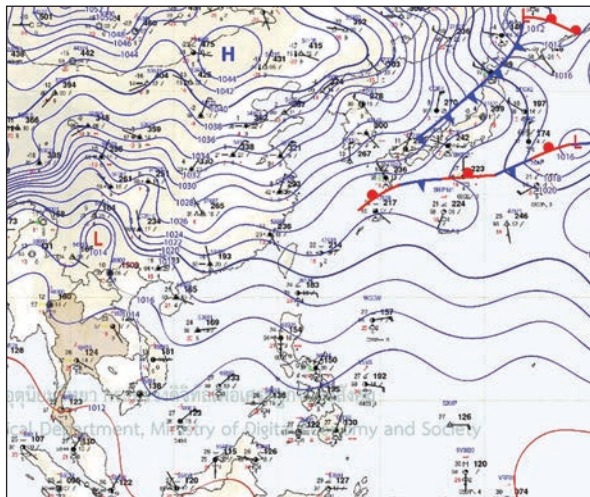
Thông qua bản đồ khí áp và khuynh hướng khí áp bề mặt và các mực đẳng áp trên cao cho thấy, có 2 dạng hình thể thời tiết gây mưa rào và dông kèm mưa đá diện rộng xảy ra trong các ngày 24 và 25/1. Cụ thể ngày 24/1, trên bản đồ khí áp mực mặt đất cho thấy một rãnh áp thấp có trục ở khoảng 23°N-25°N đang bị nén và đẩy xuống phía Nam bởi một khối không khí lạnh ở phía Bắc (Hình 4a). Sáng sớm ngày 25/1, khối không khí lạnh tiếp tục di chuyển xuống phía Nam và bắt đầu ảnh hưởng trực tiếp đến thời

tiết các tỉnh Bắc Bộ (Hình 4b). Trong khi đó vào những ngày trước đó khối không khí ấm và ẩm đang tồn tại trên toàn Bắc Bộ.

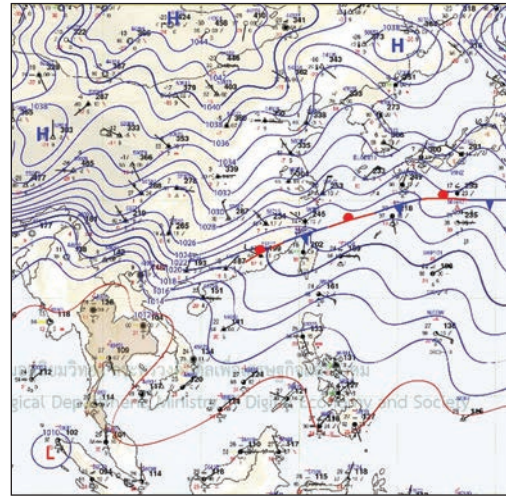
Trên bản đồ synopt mực 500mb (tương đương với độ cao 5.000-5.500m) trong 2 ngày 24 và 25/1 xuất hiện một nhiễu động mạnh trong đới gió Tây (rãnh gió Tây) đang có xu hướng di chuyển về phía Đông (Hình 4c, d) và tạo ra một vùng hội tụ gió và độ ẩm trên một cột không khí đủ dày từ mặt đất lên đến độ cao khoảng 5.000m và có thể cao hơn trên khu vực vùng núi. Việc kết hợp các hình thể thời tiết

mặt đất và trên cao như đã phân tích ở trên rất thuận lợi cho việc hình thành các đám mây dông

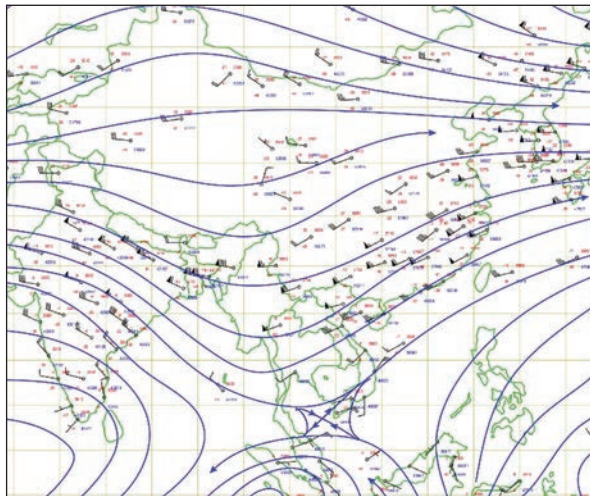
mạnh gây mưa dông mạnh kèm theo mưa đá và có thể cả gió giật mạnh.



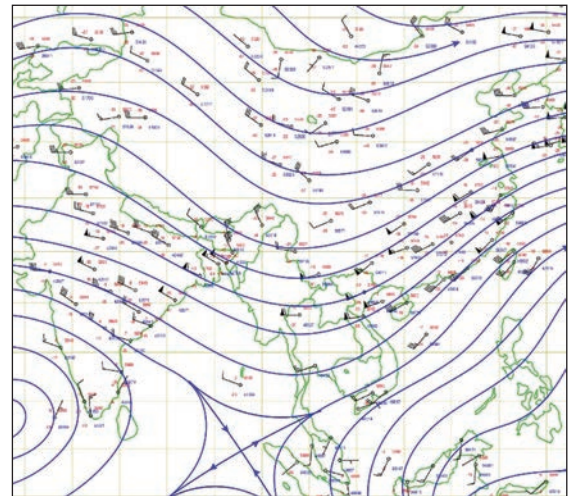
a)



b)



c)



d)

Hình 4. Bản đồ synốp mực bề mặt và và bản đồ mực 500mb lúc 07 giờ ngày 24 (a, c) và 25 (b, d) tháng 1 năm 2020 (Nguồn: Cơ quan khí tượng Thái Lan)

### 3.3. Nguyên nhân nhiệt động lực gây mưa đá

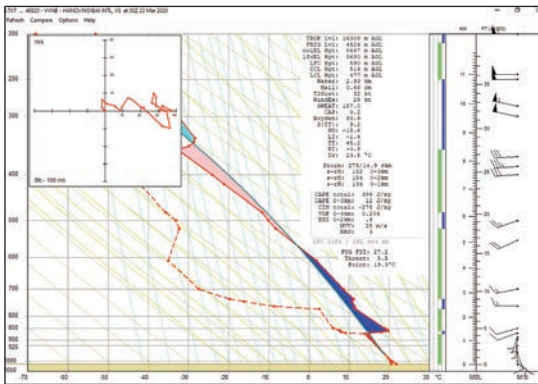
#### 3.3.1. Phân tích số liệu thám không

Trên bản đồ thám sát cao không tại trạm Láng, Hà Nội cho thấy: Trong ngày 23/1/2020 (Hình 5a, b) ở tầng thấp tồn tại một lớp nghịch nhiệt khá lớn ở độ cao dưới 1.500m, có gió Đông Nam bề mặt với lượng ẩm rất lớn, tuy nhiên, từ khoảng 1.500m đến 6.000m lớp không khí rất khô và dòng xiết trên mực 500mb không quá mạnh (~20m/s), do vậy sự bất ổn định khí quyển (được phản ánh thông qua các chỉ như CIN,

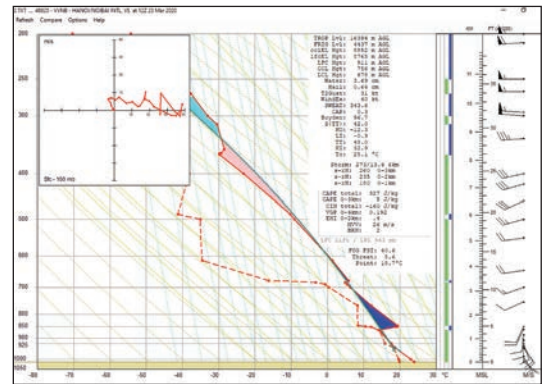
CAPE, LFC, KINX, PWAT,...) không phù hợp cho việc hình thành các các ổ mây dông đối lưu gây mưa rào và dông (Hình 5a, b); sang ngày 24/1 (30 Tết), ở tầng thấp (khoảng 1.500m) lên đến độ cao 6.000m đều rất giàu ẩm và đặc biệt là dòng xiết mạnh lên đáng kể khoảng 25-30m/s (Hình 4) tạo điều kiện cho sự hội tụ trên cao, các chỉ số bất ổn định khí quyển tương ứng rất lớn so với ngày 23/1 đã tạo tiền đề cho đối lưu phát triển mạnh. Ngoài ra, mực băng kết (FZL) trong ngày 23/1 vào khoảng 4.500-5.000m, và không khí ở mực này rất khô, tuy nhiên, sang ngày 24

thì mực băng kết giảm xuống khá nhanh (vào khoảng 3.500-3.800m) cùng với lượng ẩm ở mực này lại vô cùng dồi dào đã tạo điều kiện cho băng đá hình thành và “lớn lên” nhanh chóng. Như vậy, do sự bất ổn định của khí quyển trong ngày 24/1 biến đổi mạnh trong thời gian ngắn và mực băng kết khá thấp cùng với lớp không khí ở mực này dồi dào ẩm đã tạo điều kiện cho việc hình thành các cơn dông kèm gió mạnh và đặc biệt là mưa đá (Hình 5 c, d). Ngày 25/1, các

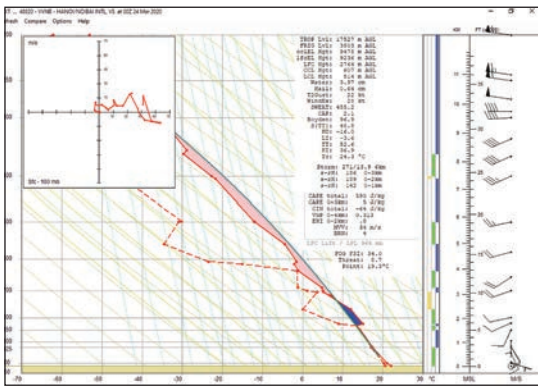
chỉ số bất ổn định khí quyển giảm nhanh chóng và không còn thuận lợi cho đối lưu phát triển để hình thành mây dông gây mưa rào và mưa đá (Hình 5 e, f). Điều này cũng được củng cố từ phân tích synopt ở trên, không khí lạnh có cường độ mạnh, di chuyển nhanh, tương tác với lớp khí quyển khu vực Bắc Bộ khá ẩm và ẩm trước đó đã tạo điều kiện thuận lợi cho việc hình thành mưa rào và dông kết hợp gây ra đợt mưa đá trên.



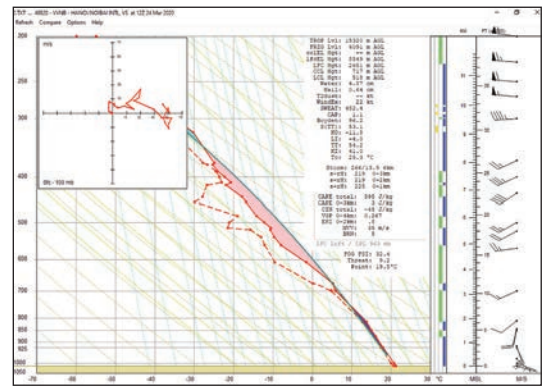
a)



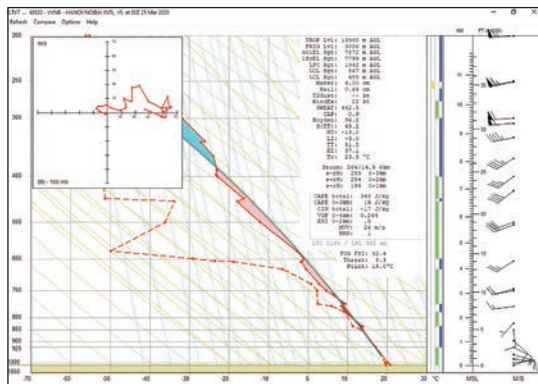
b)



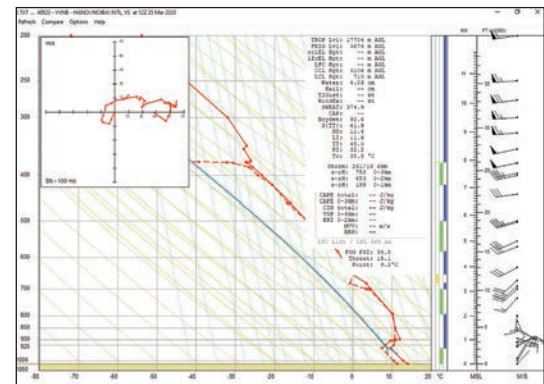
c)



d)



e)



f)

Hình 5. Giảm đỡ thiên khí tại trạm Láng, Hà Nội các ngày 23, 24 và 25 tháng 1 năm 2020

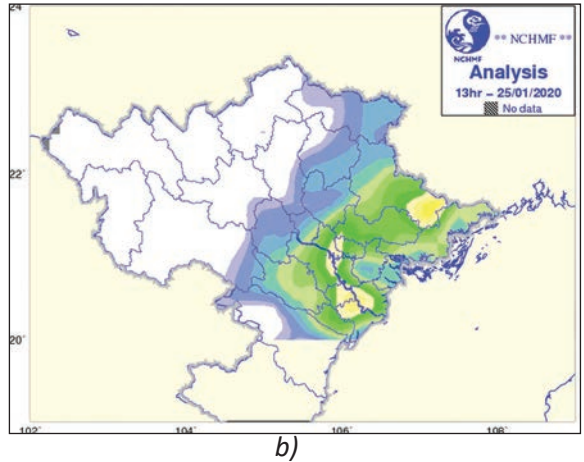
### 3.3.2. Kết quả mô phỏng của mô hình WRF

Trong mục này sẽ phân tích kết quả mô phỏng trường mưa, trường gió cũng như tỷ lệ xáo trộn hơi nước ở một số thời điểm tại khu vực Bắc Bộ và một số trạm điển hình nhằm khẳng định thêm cho các nhận định về nguyên nhân, cơ chế



gây mưa đã nêu ở trên.

Kết quả mô phỏng lượng mưa tích lũy 24 giờ từ 13 giờ ngày 24 đến 13 giờ ngày 25/1/2020 (Hình 6 a) cho thấy mô hình WRF đã mô phỏng khá tốt cả diện mưa và lượng mưa cho khu vực Bắc Bộ (Hình 6 b).



Hình 6. Lượng mưa tích lũy 24 giờ mô phỏng (a) và quan trắc (b) từ 13 giờ ngày 24 đến 13 giờ ngày 25/1/2020 (Nguồn: Trung tâm DBKTTVQG)

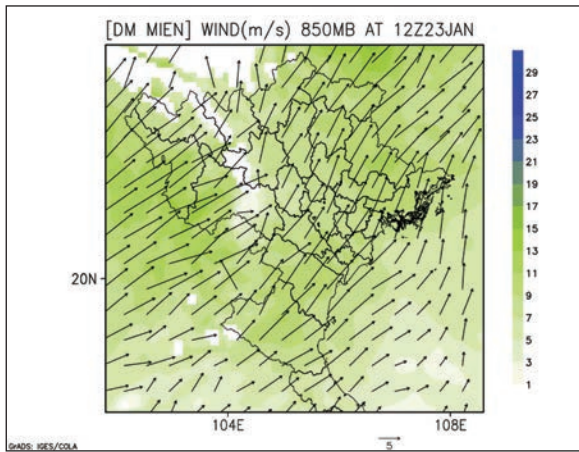
Kết quả mô phỏng trường gió mực 850mb ngày 23/1 cho thấy rằng: Ở khu vực Bắc Bộ chủ yếu là gió Tây Nam (Hình 7 a, b). Sang ngày 24 khi không khí lạnh mạnh xâm nhập xuống phía Nam, trường gió mực 850mb đổi sang hướng Nam và Đông Nam tạo nên vùng hội tụ ở khu vực biên giới phía Bắc nước ta (Hình 7 c, d) đã tạo điều kiện cho dòng thăng phát triển rất mạnh.

Mặt cắt thẳng đứng qua một số trạm ở Bắc Bộ của gió thẳng đứng trong ngày 24/1/2020 cho thấy, tại các thời điểm trưa, chiều và tối sự phát triển rất mạnh mẽ của dòng thăng ở một số trạm trên khu vực Bắc Bộ tốc độ dòng thăng đạt 0,6m/s liên tục từ độ cao 0,5 đến độ cao 4km (Hình 8). Dòng thăng rất mạnh và phát triển trong một thời gian rất ngắn cùng với nền nhiệt bề mặt ẩm và ẩm trước đó đã hình thành nên những đám mây dông đối lưu sâu ở Bắc Bộ từ trưa ngày 24/1. Hình 9 biểu diễn tỉ lệ xáo trộn hơi nước dạng đá (Qg) theo kinh độ tại một số thời điểm trong ngày 24/1/2020 tại Bắc Kạn (22,15°N), Thái

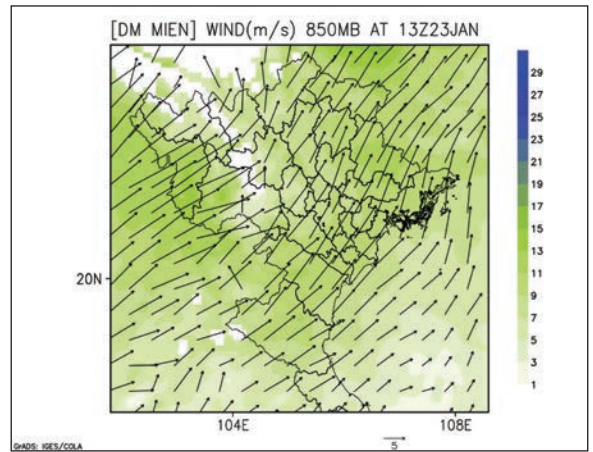
Nguyên (22,6°N) và Hà Nội (21,09°N) cho thấy thời điểm trưa, chiều tối ngày 24/1 trong các đám mây dông đối lưu sâu chứa rất nhiều nước ở dạng băng đá với Qg đạt đến 1g/kg (vùng đỏ) ở độ cao trên 3.000m tại một số khu vực ở Bắc Bộ. Điều này rất phù hợp với số liệu thám sát cao không về mực băng kết (Hình 5).

### 4. Kết luận

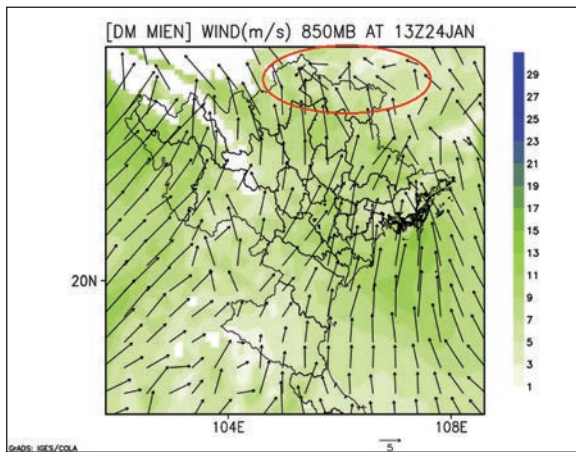
Kết quả phân tích bản đồ synopt, số liệu thám không kết hợp với mô phỏng mô hình số độ phân giải cao WRF cho đợt mưa đá trong hai ngày 24 và 25 tháng 1 năm 2020 trên khu vực Bắc Bộ cho thấy nguyên nhân, cơ chế của đợt mưa như sau: Do KKL có cường độ mạnh kết hợp với RGT và rãnh thấp tồn tại ở Bắc Bộ tạo điều kiện cho dòng thăng phát triển mạnh cùng với nguồn ẩm dồi dào thuận lợi cho các đám mây dông phát triển, đặc biệt mực băng kết hạ xuống thấp khoảng 3.500-3.800m đã gây ra đợt mưa rào, dông kèm theo mưa đá này.



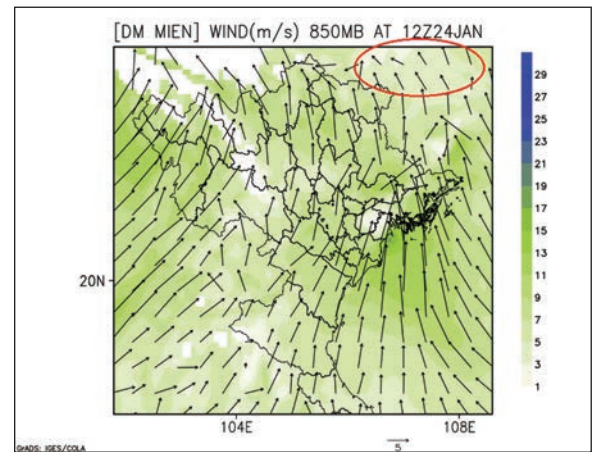
a)



b)

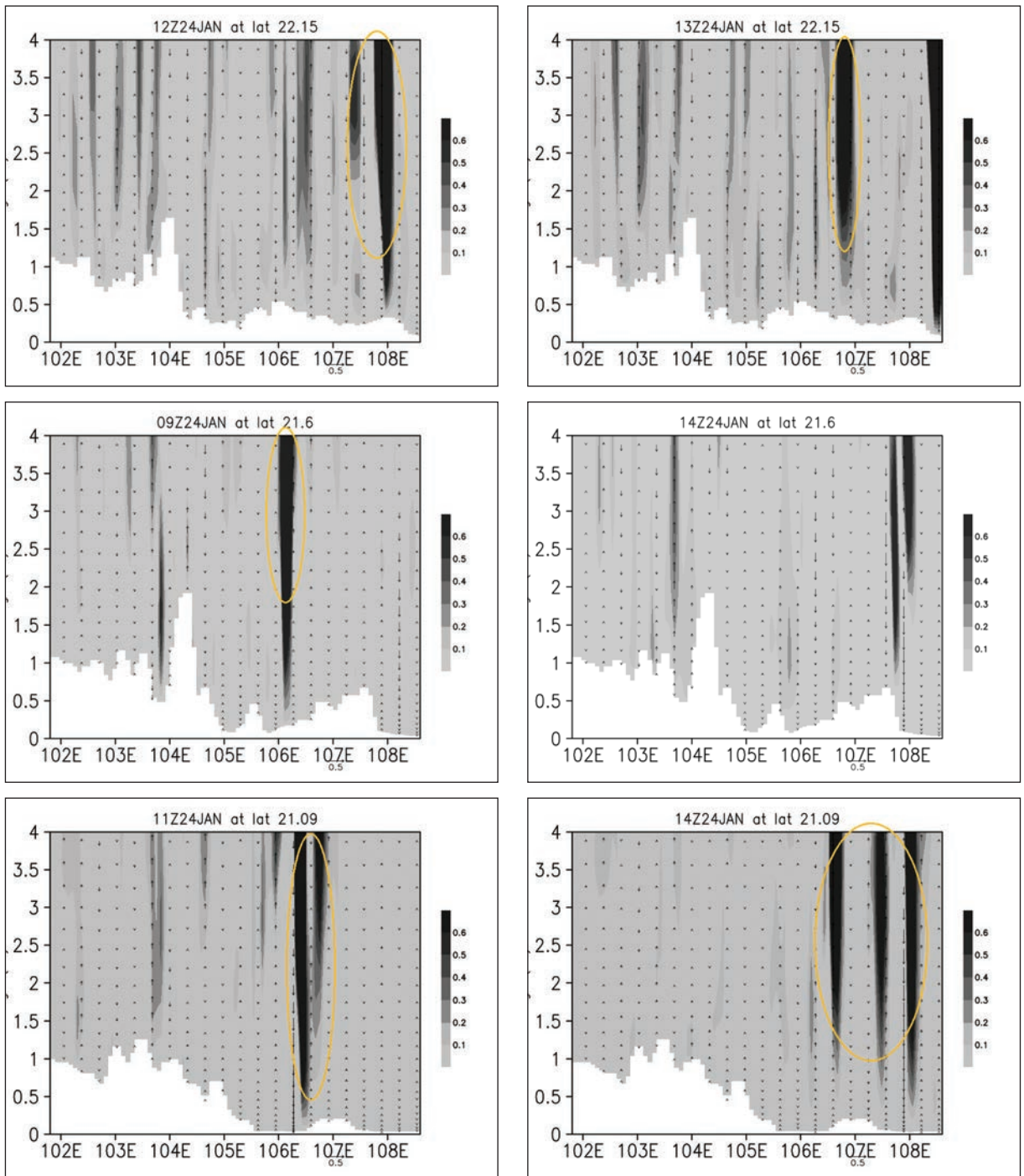


c)

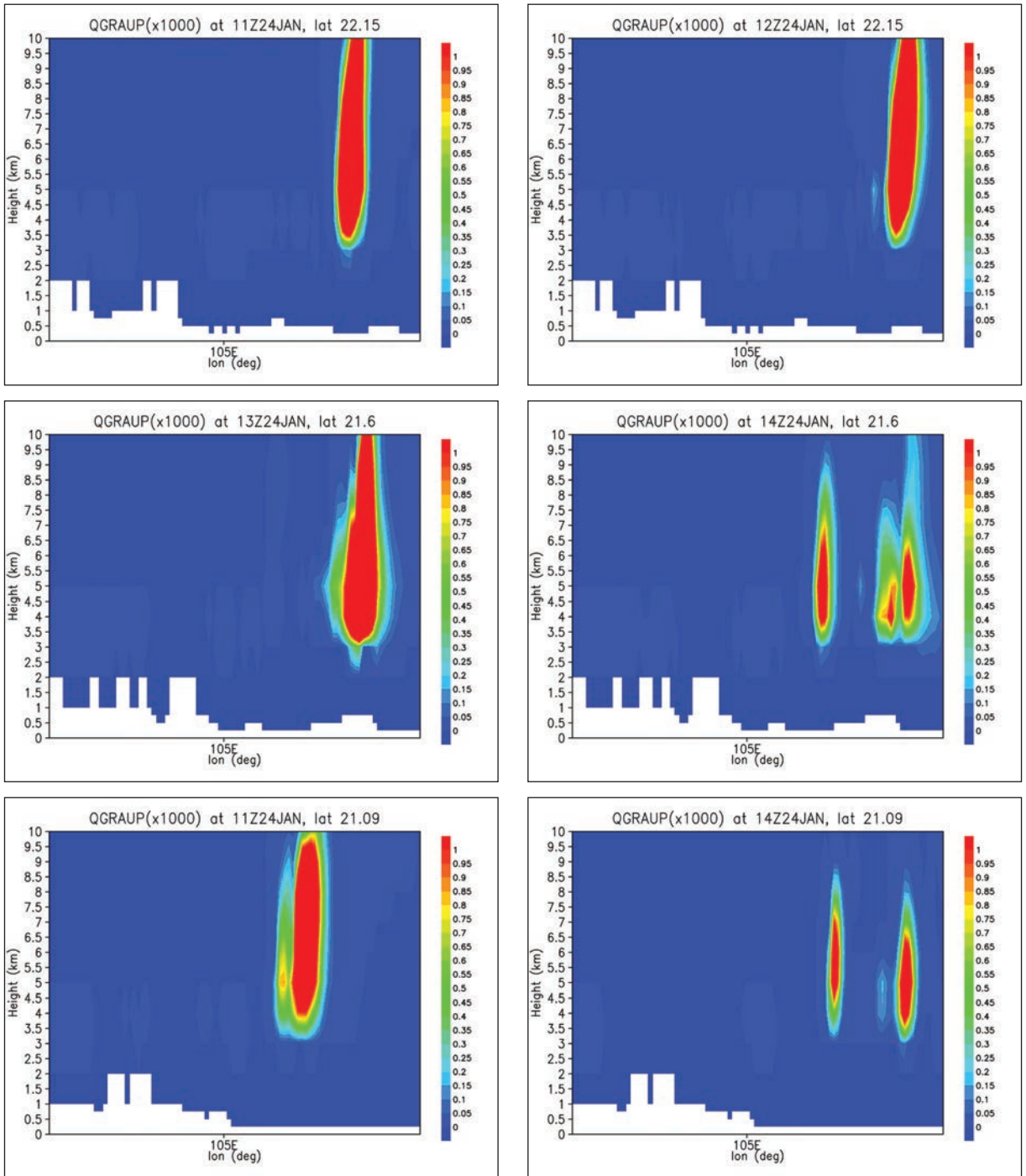


d)

Hình 7. Trường gió tại mực 850mb một số thời điểm ngày 23/1/2020 và 24/1/2020 khu vực Bắc Bộ



Hình 8. Mặt cắt thẳng đứng qua một số trạm Bắc Kạn (22,15°N), Thái Nguyên (22,6°N) và Hà Nội (21,09°N) của gió thẳng đứng x 100 (m/s) ở một số thời điểm trong ngày 24/1/2020



Hình 9. Tỷ lệ xáo trộn hơi nước dạng đá ( $Q_g$ ) theo kinh độ tại một số thời điểm trong ngày 24/1/2020 tại Bắc Kạn ( $22,15^{\circ}N$ ), Thái Nguyên ( $22,6^{\circ}N$ ) và Hà Nội ( $21,09^{\circ}N$ )

## Tài liệu tham khảo

### Tài liệu tiếng Việt

1. Trần Công Minh (2003), *Khí tượng synopt nhiệt đới*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội.
2. Trần Công Minh (2005), *Khí tượng và khí hậu đại cương*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội.
3. Văn phòng Ban chỉ đạo Trung ương về Phòng chống thiên tai, Tổng cục Phòng chống thiên tai.

### Tài liệu tiếng Anh

4. Skamarock, W.C., J. B. Klemp, J. Dudhia, D. O. Gill, D. M. Barker, W. Wang, and J. G. and Powers (2005), "A description of the Advanced Research WRF version 2", NCAR Tech. Note TN-468 STR, 88 pp.
5. NCEP FNL Operational Model Global Tropospheric Analyses, <https://rda.ucar.edu/datasets/ds083.0/>.
6. [https://www.tmd.go.th/en/weather\\_map.php](https://www.tmd.go.th/en/weather_map.php)

## AN INVESTIGATION INTO THE CAUSES OF THE HAILSTORM OVER THE NORTHERN VIET NAM FROM 24<sup>TH</sup> TO 25<sup>TH</sup> JANUARY 2020

Nguyen Van Thang, Truong Ba Kien, Tran Duy Thuc, Vu Van Thang  
*Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change*

*Received: 10/2/2020; Accepted: 3/3/2020*

**Abstract:** *In this paper, based on the synoptic charts, sounding, data analysis and high-resolution simulation (3km) by WRF model with FNL data driven to investigate the causes of the hailstorm from 24<sup>th</sup> to 25<sup>th</sup> January 2020 over the Northern Viet Nam. The results show that the penetration of strong and rapid cold surge into the Northern Viet Nam associated with westerly trough, pre-existed low trough and upper convergence as well as lower freezing level that are favored for thunderstorms development. These intense thunderstorms caused heavy rainfall over the Northern region. In particular, the severe hailstorms occurred in 24<sup>th</sup> afternoon and 25<sup>th</sup> morning that caused huge damage for this area.*

**Keywords:** *Hailstorms, WRF, Northern Viet Nam.*

# ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG DỰ BÁO MƯA CỦA MÔ HÌNH RAMS CHO KHU VỰC NAM BỘ

Công Thanh<sup>(1)</sup>, Lê Duy Mạnh<sup>(1)</sup>, Vũ Văn Thăng<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

<sup>(2)</sup>Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài 2/12/2019; ngày chuyển phản biện 3/12/2019; ngày chấp nhận đăng 2/2/2020

**Tóm tắt:** Trong bài báo này, nhóm tác giả thực hiện đánh giá khả năng dự báo mưa của mô hình RAMS cho khu vực Nam Bộ trong 6 tháng mùa mưa (tháng 5-11) của 3 năm 2014, 2015 và năm 2016. Bên cạnh đó, thực hiện hiệu chỉnh BIAS đối với kết quả dự báo mưa của mô hình cho mùa mưa năm 2016. Kết quả đánh giá cho thấy, mô hình RAMS có khả năng dự báo tốt về lượng mưa ở cả ba hạn dự báo 24 giờ, 48 giờ, 72 giờ; dự báo khá tốt diện mưa ở ngưỡng mưa nhỏ và mưa to, không tốt đối với ngưỡng mưa vừa. Kết quả hiệu chỉnh BIAS đối với lượng mưa trong mùa mưa năm 2016 được cải thiện đáng kể, chỉ số ME tốt nhất là 0,15; chỉ số RMSE tốt nhất là 15,63mm. Kết quả của nghiên cứu này có thể giúp các dự báo viên có thêm thông tin khi sử dụng kết quả dự báo mưa cho khu vực Nam Bộ trong tương lai bằng mô hình RAMS.

**Từ khóa:** Dự báo mưa, mô hình RAMS, đánh giá, hiệu chỉnh BIAS.

## 1. Mở đầu

Các mô hình số trị Dự báo thời tiết (NWP) là xu thế tất yếu trong dự báo thời tiết và khí hậu trong thế kỷ 21. Các mô hình NWP tạo ra các dự báo bằng cách giải các phương trình toán học mô tả trạng thái khí quyển [8]. Chúng có các lỗi động lực đại diện cho các diễn biến của khí quyển và các sơ đồ vật lý giải quyết quá trình thay đổi của khí quyển quy mô dưới lưới. Giải quyết các quy mô lưới còn đòi hỏi phải tham số hóa, chẳng hạn như tham số hóa các sơ đồ đối lưu [9, 14] và các sơ đồ vi vật lý [12, 14] có ảnh hưởng lớn đến lượng mưa mô phỏng và cũng đóng một vai trò quan trọng trong việc xác định cấu trúc thẳng đứng của nhiệt độ và độ ẩm của khí quyển [12].

Việc sử dụng các mô hình NWP trong dự báo lượng mưa đã được thiết lập ở nhiều trung tâm dự báo thời tiết và khí hậu, một phần bởi nhu cầu dự báo lượng mưa giúp phát triển nhiều ngành kinh tế như nông nghiệp, giao thông và các hoạt động kinh tế khác [6, 7]. Theo dõi và dự đoán lượng mưa chính xác rất quan trọng đối

với phân tích biến đổi theo không gian và thời gian [7]. Công Thanh (2015) [3] đã thử nghiệm sử dụng mô hình RAMS, WRF và tổ hợp hai mô hình để dự báo mưa cho Quảng Ngãi, khu vực gồm phần Đông Trường Sơn, từ phía Nam đèo Hải Vân đến phía Bắc Đèo Cả. Trong đó, mô hình RAMS sử dụng sơ đồ bức xạ của Chen, sơ đồ đối lưu Kuo, sơ đồ điều kiện biên xung quanh của Klemp và Wilhelmson, sơ đồ sóng dài của Mahrer. Mô hình WRF sử dụng sơ đồ đối lưu Kain-Fritsch, sơ đồ mặt đất Noah, sơ đồ phát xạ sóng dài RRTM, sơ đồ vi vật lý Kessler. Số liệu được sử dụng trong nghiên cứu là số liệu dự báo toàn cầu của NOAA và số liệu quan trắc của các trạm quan trắc là Quảng Ngãi, Ba Tư và Lý Sơn. Kết quả nghiên cứu cho thấy cả ba trường hợp đều có thể dùng để dự báo mưa lớn với ngưỡng mưa trên 50mm/ngày. Hơn nữa, có thể sử dụng mô hình RAMS và tổ hợp hai mô hình để dự báo cho mưa hạn 24 giờ và sử dụng mô hình RAMS cho mưa hạn 48 giờ. Công Thanh và các cộng sự (2016) [4] đã nghiên cứu khả năng dự báo mưa do bão hạn 3 ngày bằng mô hình RAMS trong 19 cơn bão đổ bộ vào Việt Nam từ năm 2009 đến 2013. Nhóm tác giả đã thử nghiệm dùng

Liên hệ tác giả: Công Thanh

Email: congthanh1477@gmail.com

phương pháp lưới lồng với 2 sơ đồ đối lưu là Kuo (K) và Kain-fritsch (KF) được sử dụng luân phiên nhau làm lưới 1 và lưới 2. Bộ số liệu được sử dụng làm điều kiện biên và điều kiện ban đầu cho mô hình là số liệu dự báo GFS của NCEP. Số liệu quan trắc của 176 trạm khí tượng trên toàn quốc được sử dụng để đánh giá khả năng dự báo mưa của mô hình. Nghiên cứu của các tác giả đã chỉ ra rằng: Đối với hạn dự báo 24 giờ cho ngưỡng mưa vừa (16-50mm) và mưa to (50-100mm) thì nên sử dụng phương án dùng sơ đồ K cho cả 2 lưới; đối với hạn dự báo 48 giờ, dự báo ngưỡng mưa vừa nên sử dụng phương án sơ đồ K cho lưới 1 và KF cho lưới 2, dự báo ngưỡng mưa to nên sử dụng sơ đồ K cho cả 2 lưới; đối với hạn 72 giờ thì nên sử dụng sơ đồ K cho lưới 1 và KF cho lưới 2 để dự báo cho cả ngưỡng mưa vừa và mưa to.

Tuy nhiên, kỹ năng của các mô hình NWP dùng để dự báo lượng mưa định lượng vẫn còn là thách thức, các công trình nghiên cứu dự báo mưa cho Trung Bộ của Việt Nam [1-4] đều thất bại trong việc dự báo mưa với lượng mưa lớn hơn 100mm/ngày. Mặc dù có những sai số, NWP vẫn được sử dụng để thu hẹp các sai số dự báo trạng thái của khí quyển bằng cách sử dụng lưới tính độ phân giải cao để tạo ra các kết quả mô tả các quá trình hoạt động của khí quyển. Ngoài ra, các mô hình NWP thường có các sai số hệ thống [8] có thể do chưa mô phỏng tốt các quá trình hoạt động của khí quyển quy mô lưới.

Nam Bộ có đặc điểm phân hóa rõ rệt thành hai mùa trong năm là mùa mưa và mùa khô. Mùa mưa kéo dài từ tháng 5 đến tháng 11 với lượng mưa trung bình tháng cao nhất vào những tháng đầu mùa và cuối mùa (tháng 5, 6, 10, 11). Tuy nhiên hiện nay, với sự tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu, diễn biến thiên tai ở nước ta ngày càng phức tạp, những đợt mưa lớn bất thường xảy ra ngày càng nhiều. Do đó, để tạo ra những công cụ giúp các chuyên gia dự báo có thêm nguồn tham khảo, nhóm tác giả thực hiện mô phỏng dự báo mưa từ mô hình RAMS và đánh giá khả năng dự báo mưa theo 3 giai đoạn mưa ở khu vực Nam Bộ của mô hình RAMS trước hiệu

chỉnh và sau hiệu chỉnh sai số để đưa ra câu trả lời dự báo mưa của mô hình này.

## 2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Số liệu nghiên cứu

Số liệu sử dụng bao gồm: Số liệu ban đầu và số liệu điều kiện biên được lấy từ số liệu toàn cầu của NOAA, số liệu cao không và số liệu mặt đất ở Việt Nam thời điểm 00 giờ các ngày trong tháng 6 đến tháng 11 của 3 năm 2014, 2015 và 2016.

Kết quả tính toán là kết quả dự báo mưa từ mô hình RAMS các ngày trong mùa mưa ở Nam Bộ trong 3 năm 2014, 2015 và 2016, mỗi ngày chạy 1 lần vào lúc 00 giờ.

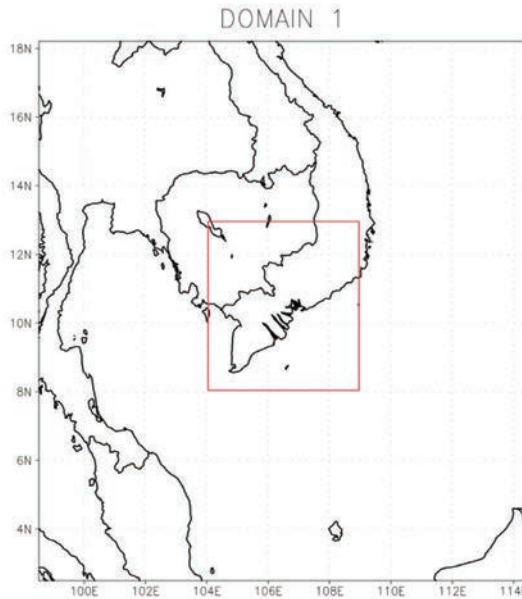
Số liệu mưa quan trắc của 24 trạm khu vực Nam Bộ được sử dụng để đánh giá kết quả.

### 2.2. Thiết kế thí nghiệm

Mô hình RAMS với 2 lưới lồng tương tác hai chiều: Lưới 1 (lưới mẹ): Độ phân giải ngang có kích thước bước lưới 18km cho miền dự báo gồm 100 điểm lưới theo phương ngang, tạo ra miền lưới tính có kích thước 3.175.524km<sup>2</sup>. Tâm miền tính được đặt tại 10,5°N, 106,5°E; lưới 2 (lưới con): Độ phân giải ngang có kích thước bước lưới 6km cho miền dự báo gồm 92 điểm lưới theo phương ngang, tạo ra miền tính có kích thước 298.116km<sup>2</sup>. Tâm miền tính được đặt tại 10,5°N, 106,5°E (Hình 1).

Các sơ đồ vật lý được lựa chọn như sau: Sơ đồ bức xạ sóng ngắn Chen, sóng dài Mahrer, sơ đồ đối lưu Kuo cho lưới 1 và sơ đồ KF cho lưới 2, điều kiện biên xung quanh sơ đồ của Klemp và Wilhelmson.

Trong bài báo này trước hết sẽ thực hiện đánh giá kết quả dự báo lượng mưa cho năm 2014 và 2015, từ đó rút ra giá trị sai số trung bình lượng mưa. Trên cơ sở đó sẽ tiến hành hiệu chỉnh bằng phương pháp BIAS với kết quả dự báo mưa của mô hình trong năm 2016 đồng thời thực hiện đánh giá kết quả dự báo mưa năm 2016 sau hiệu chỉnh. Hai phương pháp đánh giá dự báo được sử dụng là phương pháp đánh giá thống kê phân loại (Categorical Statistical Method) và phương pháp đánh giá thống kê liên tục (Continuous Statistical Method).



Hình 1. Miền tính

### 2.3. Phương pháp hiệu chỉnh BIAS

Phương pháp hiệu chỉnh BIAS hiệu chỉnh kết quả dự báo của mô hình bằng cách sử dụng giá trị sai số trung bình giữa kết quả dự báo thô của mô hình và số liệu quan trắc:

$$TBC(t) = TRAW(t) - (TREF-OREF)$$

$TBC(t)$ : Kết quả dự báo sau hiệu chỉnh của mô hình tại thời điểm  $t$ .

$TRAW(t)$ : Kết quả dự báo thô của mô hình tại thời điểm  $t$ .

$(TREF-OREF)$ : Giá trị sai số trung bình giữa kết quả dự báo thô của mô hình và số liệu quan trắc.

### 2.4. Phương pháp đánh giá

Phương pháp đánh giá thống kê phân loại (Đánh giá dự báo pha)

Hits ( $H$ ) = dự báo có + quan trắc có

Misses ( $M$ ) = dự báo không + quan trắc có

False Alarm ( $F$ ) = dự báo có + quan trắc không

Correct Negative ( $CN$ ) = dự báo không + quan trắc không

a. Chỉ số FBI (Bias score): Đánh giá tỷ số giữa vùng dự báo và vùng thám sát.

FBI < 1: Vùng dự báo nhỏ hơn vùng thám sát

FBI > 1: Vùng dự báo lớn hơn vùng thám sát

FBI = 1: Vùng dự báo trùng với vùng thám sát (giá trị lý tưởng)

$$FBI = \frac{H + F}{H + M}$$

b. Xác suất phát hiện (Probability of Detection - POD)

$$POD = \frac{H}{H + M}$$

c. Tỷ phần dự báo phát hiện sai (False Alarm Ratio - FAR)

$$FAR = \frac{F}{H + F}$$

d. Điểm số thành công (Critical Success Index - CSI hay Threat Score - TS)

$$CSI = TS = \frac{H}{M + F + H}$$

e. Độ chính xác (Percentage Correct - PC)

$$PC = \frac{H + CN}{H + M + F + CN}$$

Đánh giá cho các biến liên tục (Continuous Statistical Method)

a. Sai số trung bình (ME - Mean Error)

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (F_i - O_i)$$

b. Sai số quân phương (RMSE - Root Mean Square Error)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (F_i - O_i)^2}$$

Trong đó,  $n$  là dung lượng mẫu,  $F_i$  là giá trị dự

báo,  $O_i$  là giá trị quan trắc.

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Đánh giá kết quả dự báo lượng mưa

Trong phần này sẽ thực hiện đánh giá kết quả dự báo lượng mưa cho ba giai đoạn: Đầu mùa mưa (tháng 5, 6), giữa mùa mưa (tháng 7, 8, 9), cuối mùa mưa (tháng 10, 11) trong hai năm 2014, 2015 cho ba hạn dự báo 24 giờ, 48 giờ, 72 giờ.

Từ Bảng 1 cho thấy, mô hình cho kết quả dự báo lượng mưa khá tốt. Chỉ số ME cho thấy, nhìn chung mô hình có xu hướng dự báo lượng mưa lớn hơn so với thực tế, riêng trường hợp dự báo hạn 48 giờ đầu mùa, hạn 48 giờ và 72 giờ cuối mùa cho lượng mưa thấp hơn thực tế. Dự báo lượng mưa tốt nhất cho Nam Bộ là dự báo hạn 48 giờ vào đầu mùa với độ lớn của sai số là 15,77mm (Bảng 1).

Bảng 1. Sai số trung bình và sai số quân phương (2014-2015)

Thời điểm	Hạn dự báo	Sai số	
		ME (mm)	RMSE (mm)
Đầu mùa mưa	Hạn 24 giờ	6,77	17,99
	Hạn 48 giờ	-0,50	15,77
	Hạn 72 giờ	0,79	16,46
Giữa mùa mưa	Hạn 24 giờ	8,37	22,95
	Hạn 48 giờ	2,40	21,38
	Hạn 72 giờ	4,72	22,92
Cuối mùa mưa	Hạn 24 giờ	1,25	19,65
	Hạn 48 giờ	-2,76	19,08
	Hạn 72 giờ	-1,10	19,53

Sử dụng kết quả sai số trung bình từ Bảng 1, tiến hành hiệu chỉnh bằng phương pháp BIAS cho kết quả dự báo của mô hình năm 2016 được kết quả như trên Bảng 2.

Từ Bảng 2 cho thấy, sau khi hiệu chỉnh, mô hình cho kết quả dự báo lượng mưa tốt hơn. Chỉ số ME trong tất cả các trường hợp đều dương cho thấy rằng kết quả dự báo mưa vẫn lớn hơn so với

thực tế. Tuy nhiên sai số trước hiệu chỉnh và sau hiệu chỉnh đều đã được cải thiện. Sai số RMSE giảm ít nhất ở hạn dự báo 24 giờ đầu mùa mưa (từ 19,35mm còn 19,07mm). Sai số RMSE giảm nhiều nhất ở hạn dự báo 72 giờ đầu mùa mưa (từ 21,34mm còn 18,35mm). Sau hiệu chỉnh, kết quả dự báo lượng mưa hạn 48 giờ vào đầu mùa mưa cho kết quả tốt nhất với sai số RMSE = 15,63mm.

Bảng 2. Sai số trung bình và sai số quân phương trước hiệu chỉnh và sau hiệu chỉnh (2016)

Thời điểm/Hạn dự báo		Sai số ME (mm)		Sai số RMSE (mm)	
		Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh	Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh
Đầu mùa mưa	Hạn 24 giờ	9,97	4,78	19,35	19,07
	Hạn 48 giờ	0,57	0,15	18,34	15,63
	Hạn 72 giờ	1,82	1,49	21,34	18,35
Giữa mùa mưa	Hạn 24 giờ	11,09	4,12	22,00	20,67
	Hạn 48 giờ	5,08	3,5	23,28	21,64
	Hạn 72 giờ	7,44	3,96	26,10	24,38
Cuối mùa mưa	Hạn 24 giờ	6,24	6,09	22,52	20,97
	Hạn 48 giờ	5,33	2,84	22,81	22,31
	Hạn 72 giờ	5,80	4,82	23,13	22,88

### 3.2. Đánh giá kết quả dự báo pha trước và sau hiệu chỉnh BIAS cho năm 2016

Nhận thấy hiệu chỉnh mô hình cho kết quả dự báo lượng mưa tốt hơn, nhóm tác giả tiếp tục đánh giá kết quả dự báo pha của mô hình sau hiệu chỉnh theo 3 thời điểm: Đầu mùa mưa (Bảng 3), giữa mùa mưa (Bảng 4), cuối mùa mưa (Bảng 5); theo từng ngưỡng mưa: Mưa nhỏ (từ 1 đến 15mm/24 giờ), mưa vừa (từ 16 đến 50mm/24 giờ), mưa to (từ 51 đến 100mm/24 giờ).

#### 3.2.1. Đầu mùa mưa

Kết quả Bảng 3 cho thấy, vào đầu mùa mưa, trước hiệu chỉnh, hầu hết chỉ số FBI ở các hạn dự báo đều lớn hơn 1, tức là diện mưa dự báo thường lớn hơn so với diện mưa thực tế. Sau hiệu chỉnh, nhìn chung chỉ số FBI ở các hạn dự báo đều tăng lên, ngoại trừ hạn 24 giờ đối với ngưỡng mưa vừa và mưa to. Như vậy, sau hiệu chỉnh, khả năng dự báo diện mưa của mô hình kém đi.

Về chỉ số POD, ở cả 3 hạn dự báo đối với ngưỡng mưa nhỏ và mưa vừa chỉ số POD đều được cải thiện sau hiệu chỉnh (chỉ số POD đều

tăng thêm 0,1), tuy nhiên chỉ số POD lại giảm mạnh đối với ngưỡng mưa to. Như vậy, xác suất phát hiện đúng hiện tượng mưa to gần như bằng không nhưng lại khá tốt đối với ngưỡng mưa nhỏ và mưa vừa.

Về chỉ số FAR, kết quả trước và sau hiệu chỉnh cho thấy, ở cả 3 hạn dự báo mô hình RAMS cho dự báo tốt nhất ở ngưỡng mưa nhỏ, chỉ số FAR đều giảm giá trị sau hiệu chỉnh ở ngưỡng mưa nhỏ, tuy nhiên không đáng kể. Chỉ số FAR tăng dần theo ngưỡng mưa và bằng 1 ở ngưỡng mưa to, chứng tỏ rằng mô hình dự báo tốt nhất ở ngưỡng mưa nhỏ, còn với ngưỡng mưa to hầu như là dự báo không.

Kết quả về các chỉ số CSI và PC cũng cho thấy, ngưỡng mưa càng lớn thì điểm số thành công càng giảm, tuy nhiên độ chính xác của mô hình lại tăng ở cả ba hạn dự báo (PC đạt 0,95 trở lên đối với ngưỡng mưa to). Độ chính xác cao trong khi điểm số thành công thấp là do trong chuỗi số liệu nghiên cứu, số ngày xảy ra mưa to là ít. Đối với ngưỡng mưa này, điểm số thành công CSI ở cả ba hạn dự báo cũng đều rất thấp (CSI=0).

Bảng 3. Các chỉ số đánh giá dự báo pha đầu mùa mưa năm 2016

Hạn dự báo/chỉ số pha		Mưa nhỏ		Mưa vừa		Mưa to	
		Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh	Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh	Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh
Hạn 24 giờ	FBI	1,09	1,14	3,68	2,69	1,38	0,59
	POD	0,36	0,46	0,52	0,65	0,10	0,07
	FAR	0,67	0,55	0,83	0,80	0,93	0,88
	CSI	0,20	0,30	0,15	0,17	0,05	0,05
	PC	0,50	0,52	0,54	0,57	0,96	0,97
Hạn 48 giờ	FBI	1,40	1,53	1,19	1,25	0,41	0,50
	POD	0,60	0,70	0,37	0,50	0,00	0,00
	FAR	0,56	0,55	0,77	0,76	1,00	1,00
	CSI	0,34	0,40	0,14	0,16	0,00	0,00
	PC	0,53	0,60	0,78	0,80	0,97	0,97
Hạn 72 giờ	FBI	1,31	1,37	1,34	1,43	1,03	1,04
	POD	0,56	0,67	0,30	0,40	0,00	0,00
	FAR	0,57	0,56	0,78	0,76	1,00	1,00
	CSI	0,32	0,35	0,14	0,16	0,00	0,00
		0,52	0,49	0,76	0,78	0,96	0,95

### 3.2.2. Giữa mùa mưa

Bảng 4 là kết quả đánh giá các chỉ số pha thời điểm giữa mùa mưa năm 2016. Cho thấy, vào giữa mùa mưa, sau hiệu chỉnh, khả năng dự báo diện mưa của mô hình tương đối tốt đối với ngưỡng mưa nhỏ và mưa to (giá trị FBI dao động quanh 1 với biên độ dao động nhỏ). Mô hình nhìn chung cho dự báo diện mưa cao hơn so với thực tế. Việc hiệu chỉnh mô hình không đem lại nhiều hiệu quả trong trường hợp này, các chỉ số FBI được cải thiện không nhiều, có trường hợp còn kém đi như ở dự báo hạn 24 giờ đối với ngưỡng mưa to.

Về khả năng phát hiện đúng hiện tượng của mô hình, sau hiệu chỉnh mô hình cho kết quả dự báo khá tốt đối với ngưỡng mưa nhỏ ở cả ba hạn dự báo (POD = 0,56 ở hạn 72 giờ, POD = 0,58 ở hạn 48 giờ, POD = 0,6 ở hạn 24 giờ). Trong đó, chỉ số POD được cải thiện nhiều ở ngưỡng mưa nhỏ hạn 24 giờ (POD tăng 0,32 lên

0,60). Tuy nhiên, ngưỡng mưa dự báo càng lớn, chỉ số POD càng giảm, tức là khả năng phát hiện đúng các ngưỡng mưa vừa và mưa to của mô hình không tốt.

Về khả năng phát hiện dự báo sai của mô hình, sau hiệu chỉnh đã cải thiện được kết quả dự báo ở các ngưỡng mưa nhỏ và mưa vừa (chỉ số FAR giảm). Trong đó, mô hình cho kết quả tốt nhất đối với ngưỡng mưa nhỏ ở cả ba hạn dự báo (chỉ số FAR đạt 0,57 trở xuống).

Sau hiệu chỉnh, độ chính xác của mô hình tăng lên, thể hiện ở chỉ số PC sau hiệu chỉnh được cải thiện đáng kể đối với các ngưỡng mưa nhỏ vừa và mưa vừa. Trong đó, chỉ số PC hạn 24 giờ ở ngưỡng mưa vừa tăng từ 0,43 lên 0,68. Tuy nhiên, điểm số thành công CSI sau hiệu chỉnh chỉ đạt 0,32 đến 0,36 đối với ngưỡng mưa nhỏ và giảm xuống khi ngưỡng mưa dự báo tăng lên, đồng nghĩa với khả năng dự báo ở các ngưỡng mưa vừa và mưa to của mô hình còn kém.

Bảng 4. Các chỉ số đánh giá dự báo pha giữa mùa mưa năm 2016

Hạn dự báo/chỉ số pha		Mưa nhỏ		Mưa vừa		Mưa to	
		Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh	Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh	Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh
Hạn 24 giờ	FBI	0,71	1,12	4,28	2,55	1,18	0,63
	POD	0,32	0,60	0,66	0,51	0,17	0,08
	FAR	0,55	0,50	0,85	0,80	0,86	0,86
	CSI	0,23	0,36	0,14	0,17	0,08	0,05
	PC	0,49	0,57	0,43	0,68	0,95	0,95
Hạn 48 giờ	FBI	1,16	1,21	1,83	1,87	0,63	0,58
	POD	0,55	0,58	0,31	0,34	0,04	0,04
	FAR	0,53	0,52	0,83	0,82	0,94	0,94
	CSI	0,34	0,35	0,12	0,13	0,02	0,02
	PC	0,49	0,55	0,68	0,75	0,95	0,95
Hạn 72 giờ	FBI	1,25	1,30	2,14	2,05	1,19	1,15
	POD	0,51	0,56	0,36	0,34	0,07	0,08
	FAR	0,60	0,57	0,83	0,82	0,94	0,93
	CSI	0,29	0,32	0,13	0,13	0,03	0,04
	PC	0,47	0,54	0,65	0,72	0,94	0,95

### 3.2.3. Cuối mùa mưa

Bảng 5 là kết quả đánh giá các chỉ số pha thời điểm cuối mùa mưa năm 2016. Cho thấy, vào cuối mùa, sau khi hiệu chỉnh kết quả mô hình,

các chỉ số đánh giá hầu như đều được cải thiện. Mô hình vẫn cho kết quả dự báo diện mưa tốt hơn đối với các ngưỡng mưa nhỏ và mưa vừa (các chỉ số FBI dao động quanh giá trị 1 với biên

độ nhỏ).

Đối với khả năng phát hiện đúng hiện tượng mưa, chỉ số POD là khá tốt ở hạn 48 giờ và 72 giờ đối với ngưỡng mưa nhỏ (POD đạt 0,60 và 0,61). Tuy nhiên, khả năng phát hiện đúng hiện tượng đều giảm đi nhiều ở các ngưỡng mưa lớn hơn. Đối với khả năng phát hiện dự báo sai, mô hình cho kết quả dự báo khá tốt ở mưa nhỏ (chỉ số FAR đạt 0,6

trở xuống). Tuy nhiên, chỉ số này cũng giảm nhiều khi ngưỡng mưa tăng lên. Mô hình có độ chính xác khá cao ở ngưỡng mưa nhỏ (PC đạt 0,53 đến 0,60) và độ chính xác của mô hình tăng lên khi ngưỡng mưa dự báo tăng. Ngược lại, điểm số thành công của mô hình lại giảm khi ngưỡng mưa dự báo tăng. Tức là mức độ trùng khớp của mô hình với quan trắc giảm đi ở các ngưỡng mưa lớn.

Bảng 5. Các chỉ số đánh giá dự báo pha thời điểm cuối mùa mưa 2016

Hạn dự báo/chỉ số pha		Mưa nhỏ		Mưa vừa		Mưa to	
		Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh	Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh	Trước hiệu chỉnh	Sau hiệu chỉnh
Hạn 24 giờ	FBI	1,02	0,97	2,69	2,51	0,96	0,85
	POD	0,41	0,42	0,52	0,51	0,02	0,02
	FAR	0,6	0,57	0,81	0,8	0,98	0,98
	CSI	0,26	0,27	0,16	0,17	0,01	0,01
	PC	0,47	0,53	0,59	0,71	0,94	0,95
Hạn 48 giờ	FBI	1,32	1,56	1,54	1,8	0,79	0,85
	POD	0,58	0,60	0,29	0,34	0,04	0,04
	FAR	0,56	0,60	0,81	0,81	0,95	0,95
	CSI	0,33	0,31	0,13	0,14	0,02	0,02
	PC	0,49	0,55	0,62	0,75	0,95	0,96
Hạn 72 giờ	FBI	1,13	1,10	1,97	2,02	1,15	1,2
	POD	0,55	0,61	0,4	0,4	0,11	0,12
	FAR	0,56	0,53	0,8	0,8	0,91	0,9
	CSI	0,31	0,32	0,16	0,15	0,05	0,06
	PC	0,5	0,56	0,66	0,72	0,94	0,95

#### 4. Kết luận

Sử dụng phương pháp BIAS để hiệu chỉnh lượng mưa dự báo từ mô hình RAMS cho thấy, kết quả dự báo lượng mưa trong năm 2016 được cải thiện đáng kể, các chỉ số ME sau hiệu chỉnh đều nhỏ hơn 1, chỉ số RMSE tốt nhất là 15,63mm. Mô hình có độ chính xác khá cao ở cả ba ngưỡng dự báo, cao nhất đối với ngưỡng mưa to (chỉ số PC đạt 0,95 trở

lên). Đối với ngưỡng mưa nhỏ, mô hình có xác suất phát hiện đúng hiện tượng, khả năng phát hiện dự báo sai và điểm số thành công khá tốt. Mô hình chưa dự báo tốt về diện mưa đối với hiện tượng mưa vừa. Các chỉ số đánh giá POD, FAR, CSI đều giảm nhiều khi tăng ngưỡng mưa, cho thấy khả năng phát hiện đúng hiện tượng mưa vừa và mưa to của mô hình chưa tốt.

**Lời cảm ơn:** Bài báo là một phần kết quả nghiên cứu của Đề tài “Nghiên cứu xây dựng hệ thống nghiệp vụ dự báo định lượng mưa khu vực Nam Bộ và cảnh báo mưa lớn hạn cực ngắn cho Thành phố Hồ Chí Minh”, mã số KC.08.14/16-20.

## Tài liệu tham khảo

### Tài liệu tiếng Việt

1. Trần Đức Bá (2019), “Đánh giá chất lượng dự báo mưa hạn ngắn của mô hình IFS trên khu vực Bắc Trung Bộ”.
2. Bùi Minh Tăng (2014), Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo mưa lớn thời hạn 2-3 ngày phục vụ công tác cảnh báo sớm lũ lụt khu vực miền Trung Việt Nam”, Đề tài độc lập cấp nhà nước.
3. Công Thanh, Trần Tân Tiến, Nguyễn Tiến Toàn (2015), “Đánh giá khả năng dự báo mưa cho khu vực Quảng Ngãi thời hạn từ 1 đến 2 ngày”, *Tạp chí Khoa học - Đại học Quốc gia Hà Nội: Khoa học tự nhiên và Công nghệ*, Tập 31, Số 3S.
4. Công Thanh, Trần Tiến Đạt, Vũ Thanh Hằng (2016), “Đánh giá khả năng dự báo mưa do bão bằng mô hình RAMS”, *Tạp chí Khoa học - Đại học Quốc gia Hà Nội: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, Tập 32, Số 3S.
5. Nguyễn Tiến Toàn, Công Thanh, Phạm Thị Phương, Vũ Tuấn Anh (2018), “Đánh giá khả năng dự báo mưa lớn của mô hình WRF do hình thể KKL kết hợp với gió Đông trên cao cho khu vực Trung Trung Bộ”, *Tạp chí Khoa học - Đại học Quốc gia Hà Nội: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, Tập 34, Số 1S.

### Tài liệu tiếng Anh

6. Bentzien S, Friederichs P (2012), *Generating and calibrating probabilistic quantitative precipitation forecasts from the high-resolution NWP model COSMO-DE*. *Weather and Forecasting* 27: 988-1002.
7. Beskow S, Caldeira TL, de Mello CR, Faria LC, Guedes HAS (2015), *Multiparameter probability distributions for heavy rainfall modeling in extreme southern Brazil*. *J Hydrol Reg Stud* 4: 123-133.
8. Coiffier J (2011), *Fundamentals of Numerical Weather Prediction*, Cambridge University Press.
9. Flaounas E, Bastin S, Janicot S (2011), *Regional climate modelling of the 2006 West African monsoon: Sensitivity to convection and planetary boundary layer parameterisation using WRF*. *Clim Dyn* 36: 1083-1105.
10. Franzke CL, O’Kane TJ, Berner J, Williams PD, Lucarini V (2015), *Stochastic climate theory and modeling*, *Wiley Interdisciplinary Reviews, Clim Change* 6: 63-78.
11. Hawkins, E, Osborne, TM, Ho, CK and Challinor, AJ (2013), *Calibration and bias correction of climate projections for crop modelling: An idealized case study over Europe*. *Agricultural and Forest Meteorology*, 170. 19 -31.
12. Mayor YG, Mesquita MD (2015), *Numerical simulations of the 1 may 2012 deep convection event over cuba: sensitivity to cumulus and microphysical schemes in a high resolution model*, *Adv Meteorol* pp:1-16.
13. Mugume I, Basalirwa C, Waiswa D, Reuder J, Mesquita MDS, et al. (2016), *Comparison of parametric and nonparametric methods for analyzing the bias of a numerical model*, *Mod Simulat Eng* pp: 1-7.
14. Sun X, Xie L, Semazzi HF, Liu B (2014), *A numerical investigation of the precipitation over lake Victoria basin using a coupled atmosphere-lake limited-area model*, *Adv Meteorol* pp: 1-15.

# EVALUATION OF RAINFALL FORECAST IN THE SOUTH OF VIET NAM IMPLIMENTED BY USING RAMS MODEL

Cong Thanh<sup>(1)</sup>, Le Duy Manh<sup>(1)</sup>, Vu Van Thang<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>VNU University of Science, Viet Nam National University, Ha Noi

<sup>(2)</sup>Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

Received: 2/12/2019; Accepted: 2/2/2020

**Abstract:** *In this study, we assess the quality of rainfall forecast using the RAMS model for the south of Viet Nam in the six months of the rainy season in three years from 2014 to 2016. Besides, the BIAS correction method is used for model's forecast results in 2016. Our results show that the RAMS model is good at forecasting rainfall quantity and pretty good at forecasting light and heavy rainfall areas. However, the model does not forecast well for moderate rainfall areas. The results of forecasting rainfall quantity after BIAS correction are significantly improved. The best ME index after correction is 0.15 and the best RMSE index is 15.63mm. The results of this study can help the forecaster get more information to predict rainfall using numerical model for the south of Viet Nam in the future.*

**Keywords:** *Rainfall forecast, RAMS model, verification, BIAS correction.*

# ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MIKE 21/3 FM COUPLE MÔ PHÒNG CHẾ ĐỘ THỦY ĐỘNG LỰC VÙNG CỬA SÔNG ĐÀ NÔNG

Phùng Đức Chính<sup>(1)</sup>, Đặng Đình Khá<sup>(2)</sup>, Nguyễn Thọ Sáo<sup>(2)</sup>,  
Nguyễn Tiên Giang<sup>(2)</sup>, Đặng Thị Lan Phương<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

<sup>(2)</sup>Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội

Ngày nhận bài 2/11/2019; ngày chuyển phản biện 3/11/2019; ngày chấp nhận đăng 2/1/2020

**Tóm tắt:** Bài báo trình bày kết quả ứng dụng mô hình MIKE 21/3 FM Couple để mô phỏng chế độ thủy động lực vùng cửa sông Đà Nông. Nghiên cứu đã sử dụng chuỗi số liệu của 2 đợt khảo sát từ ngày 13-23/11/2015 và từ ngày 18/5-01/6/2016 để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Sau khi lựa chọn được bộ thông số mô hình, tiến hành mô phỏng chế độ thủy động lực với 3 nhóm kịch bản khác nhau để phân tích nguyên nhân bồi lấp, sạt lở. Kết quả mô phỏng cho thấy: Chế độ thủy động lực vùng cửa sông Đà Nông biến động mạnh trong mùa gió Đông Bắc, ít biến động trong mùa gió Tây Nam, tốc độ dòng chảy trong mùa gió Đông Bắc lớn hơn trong mùa gió Tây Nam; do ảnh hưởng của hướng sóng, dòng chảy ven bờ và dòng chảy trong sông, địa hình khu vực cửa sông luôn bị biến đổi. Ở khu vực phía Bắc cửa sông và xung quanh bờ kè, hiện tượng bồi xảy ra ở trong phạm vi từ đường bờ ra biển khoảng 50m, hiện tượng xói xảy ra trong phạm vi cách đường bờ khoảng từ 50-200m. Ở khu vực hạ sông luôn hình thành 1 cồn cát, cồn cát này có kích thước khác nhau, tùy thuộc vào hướng sóng và dòng chảy ven bờ. Ở khu vực phía trong cửa sông hình thành những điểm bồi xói cục bộ do tương tác giữa dòng chảy ven bờ, sóng từ biển và dòng chảy từ sông ra.

**Từ khóa:** Cửa sông Đà Nông, mô phỏng, thủy động lực, MIKE 21/3 FM Couple.

## 1. Mở đầu

Đà Nông là cửa sông Bàn Thạch, nằm trên địa phận huyện Đông Hòa, tỉnh Phú Yên, là nơi ra vào, neo đậu các tàu thuyền đánh bắt cá của các xã Hòa Hiệp Bắc, Hòa Hiệp Nam và Hòa Hiệp Trung. Thời kỳ trước năm 2001, cửa sông luôn bị bồi lấp, sạt lở và diễn biến phức tạp. Từ năm 2001-2004, Ủy ban nhân dân tỉnh Phú Yên tiến hành xây kè ở bờ Bắc dài 120m [6], nên trong những năm 2005-2009, độ rộng vùng cửa sông ít biến động, cửa sông tương đối ổn định. Tuy nhiên từ năm 2009-2013, cửa sông bị bồi lấp trở lại, gây khó khăn cho tàu thuyền đánh bắt cá lưu thông, nhất là vào mùa cạn [4]. Từ năm 2013-2016, Ủy ban nhân dân tỉnh Phú Yên tiến hành nạo vét khai thông lòng dẫn [3], do chưa mô phỏng chế độ thủy động lực vùng cửa sông, nên sau khi nạo vét, cửa sông được mở rộng,

Liên hệ tác giả: Phùng Đức Chính  
Email: ducchinh.imh@gmail.com

sóng và triều xâm nhập sâu vào trong sông gây bồi, xói ở khu vực cửa sông. Do vậy, tác giả đã sử dụng mô hình MIKE 21/3 FM Couple [6] để tính toán chế độ thủy động lực vùng cửa sông Đà Nông, làm cơ sở chính trị lòng dẫn, tạo điều kiện cho tàu thuyền ra vào được thuận lợi.

## 2. Phương pháp và dữ liệu

### 2.1. Phương pháp

Trong nghiên cứu, bộ mô hình MIKE được sử dụng để tính toán, trong đó: Mô hình MIKE-NAM được sử dụng để tính dòng chảy tại các tiểu lưu vực làm đầu vào cho mô hình thủy lực MIKE 11 và làm biên đầu vào cho mô hình MIKE 21 FM/3 Couple; mô hình MIKE 21 được sử dụng để tính toán các biên đầu vào cho mô hình MIKE 11 và mô hình MIKE 21FM/3 Couple; mô hình MIKE 21 FM/3 Couple được sử dụng để tính toán chế độ thủy động lực vùng cửa sông Đà Nông.

### 2.2. Dữ liệu dùng cho các biên của mô hình

- Số liệu khí tượng năm 2015, 2016 tại trạm

Tuy Hòa và số liệu mưa ngày năm 2015, 2016 tại trạm Hòa Đông và Phú Lạc làm đầu vào mô hình MIKE-NAM [1, 2];

- Số liệu lưu lượng khảo sát tại chân cầu Bến Cui từ ngày 17-27/11/2016 và từ ngày 21-28/11/2015 để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE-NAM [1];

- Dữ liệu bản đồ số địa hình DEM 15x15 để thiết lập các tiểu lưu vực trong mô hình MIKE-NAM [2];

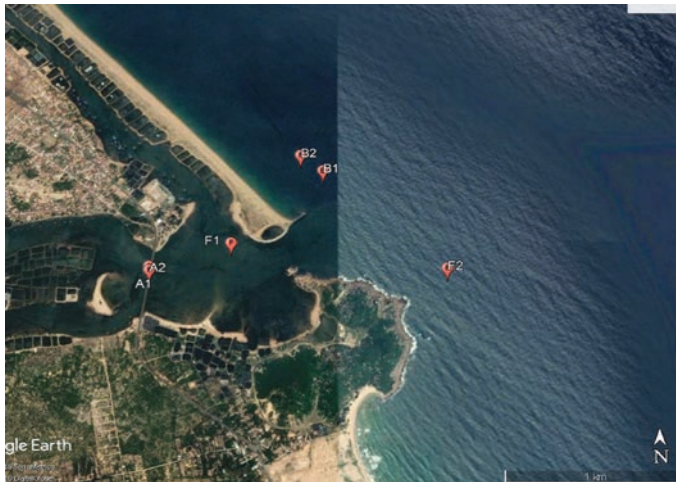
- Dữ liệu mặt cắt ngang lòng dẫn lưu vực sông Bàn Thạch gồm 28 mặt cắt [1, 2];

- Số liệu mực nước thực đo trong 2 đợt

khảo sát từ ngày 13-20/11/2015 và từ ngày 21- 28/11/2015 tại chân cầu Đà Nông (vị trí A1, A2) để hiệu chỉnh, kiểm định mô hình MIKE 11 [1];

- Số liệu sóng và mực nước của trạm F1 và B1 từ ngày 13-28/11/2015 để hiệu chỉnh, và của trạm F2 và B2 từ ngày 18/5-01/6/2016 để kiểm định mô hình MIKE 21 FM/3 Couple [1]. Vị trí các điểm đo đặc khảo sát khu vực cửa sông Đà Nông được thể hiện ở Hình 1.

- Dữ liệu địa hình đáy ở khu vực cửa sông có tỉ lệ 1/5.000 và dữ liệu địa hình khu vực Biển Đông có tỉ lệ 1/50.000 [1].

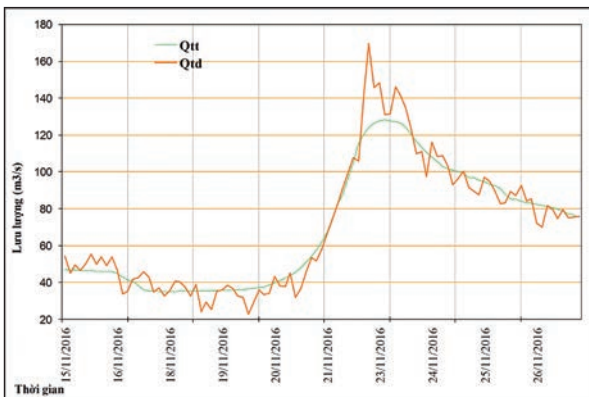


Hình 1. Vị trí các điểm đo đặc khảo sát khu vực cửa sông Đà Nông

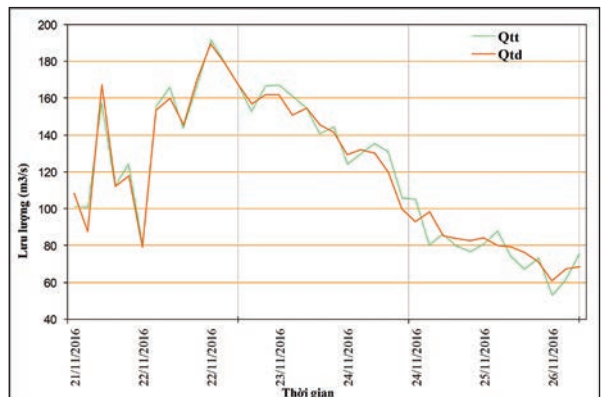
### 2.3. Các bước thực hiện

- Thiết lập, hiệu chỉnh và kiểm định mô hình, lựa chọn bộ thông số mô hình MIKE-NAM: Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô

hình MIKE-NAM cho chỉ số Nash-Sutcliffe đạt 0,76 và 0,71. Sử dụng bộ thông số tìm được để tính toán dòng chảy sản sinh từ mưa cho các tiểu lưu vực, làm biên đầu vào cho mô hình thủy lực MIKE 11.



Hình 2. Kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE-NAM tại vị trí cầu Bến Cui từ ngày 17-27/11/2016

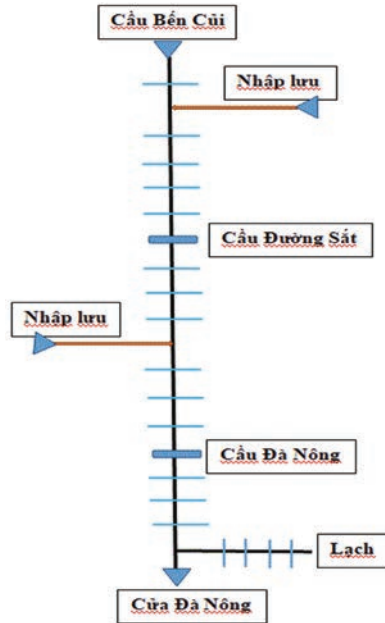


Hình 3. Kết quả kiểm định mô hình MIKE-NAM tại vị trí cầu Bến Cui từ ngày 21-28/11/2015

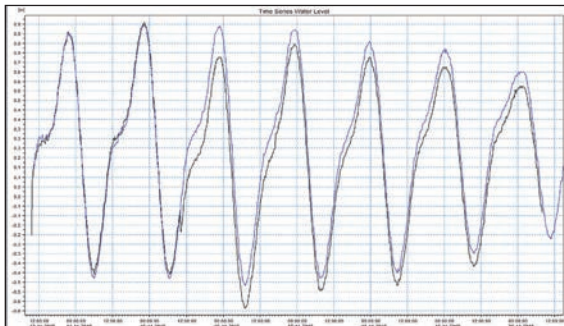
- Thiết lập, hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE 11: Lựa chọn bộ thông số mô hình MIKE 11, tiến hành tính toán dòng chảy làm biên đầu vào cho mô hình MIKE 21/3 FM Couple.

Sử dụng chuỗi số liệu mực nước đợt khảo sát

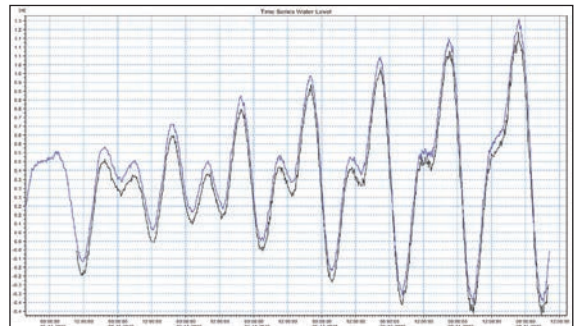
tại vị trí cầu Đà Nông từ ngày 13-20/11/2015 và từ ngày 21-28/11/2015 để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE 11. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho chỉ số Nash-Sutcliffe đạt 0,94 và 0,92 (Hình 5, 6).



Hình 4. Sơ đồ thủy lực mô hình MIKE 11



Hình 5. Kết quả hiệu chỉnh mô hình tại cầu Đà Nông từ ngày 13-20/11/2015



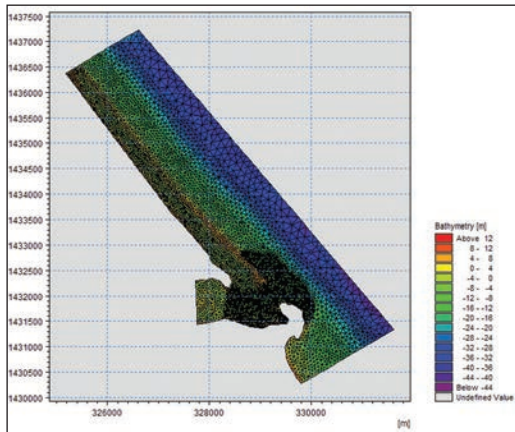
Hình 6. Kết quả kiểm định mô hình tại cầu Đà Nông từ ngày 21-28/11/2015

- Thiết lập mô hình MIKE 21/3 FM Couple vùng cửa sông Đà Nông.

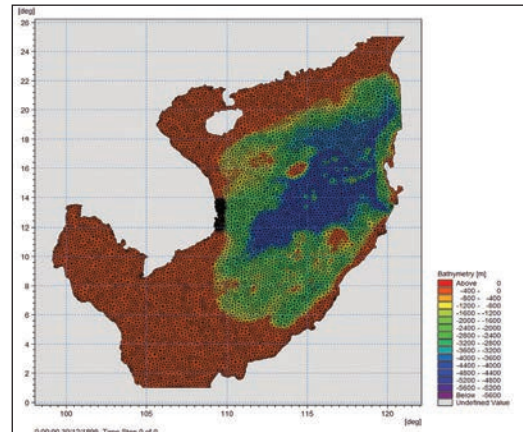
Miền tính của khu vực nghiên cứu có tọa độ: Điểm phía Tây có tọa độ: 12°58'59"; 106°8'24"; điểm phía Bắc có tọa độ: 12°58'88"; 106°9'14"; điểm phía Đông có tọa độ: 12°55'42"; 106°10'59"; điểm phía Nam có tọa độ: 12°56'17"; 106°12'0". Khoảng cách từ cầu Đà Nông tới vị trí ngoài khơi cách cửa sông 4km (Hình 7).

Lưới tính toàn Biển Đông (Mesh BĐ) là lưới tam giác có tọa độ: Từ vĩ độ 1° đến 25°, kinh độ

99° đến 121°, kích thước trung bình mỗi ô lưới là 500m. Lưới tính toàn Biển Đông (Mesh BĐ) phục vụ tính thủy triều trên toàn Biển Đông và sóng ngoài khơi truyền vào làm điều kiện biên cho lưới tính cửa khu vực nghiên cứu (Mesh I). Tổng số phần tử được đưa vào tính toán là 12.423, kích thước mỗi phần tử khoảng 20-400m, trong đó khu vực luồng tàu ra vào cửa Đà Nông được chi tiết hóa với kích thước ô lưới từ 10-30m, khu vực ngoài biển kích thước các ô lưới từ 50-400m (Hình 8).



Hình 7. Lưới tính toán 2 chiều khu vực cửa Đà Nông



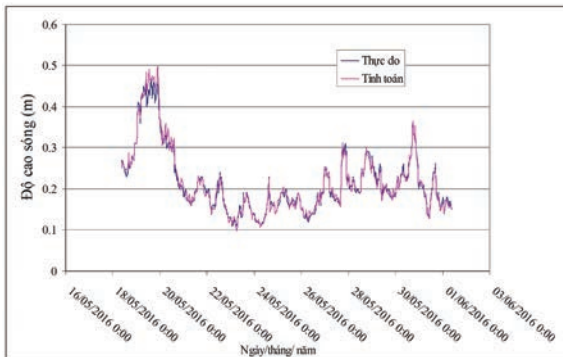
Hình 8. Lưới tính cho khu vực Biển Đông

Sử dụng chuỗi số liệu sóng quan trắc từ ngày 18/5-01/6/2016 tại trạm F2 và B2 để hiệu chỉnh mô hình. Kết quả hiệu chỉnh cho thấy, tại trạm F2 chỉ số Nash-Sutcliffe đạt 97%, tại trạm B2 chỉ số Nash-Sutcliffe đạt 96% (Hình 9, 10).

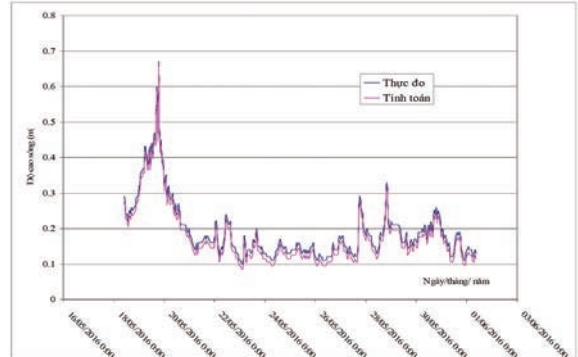
Sử dụng chuỗi số liệu mực nước tại trạm F1 và độ cao sóng tại trạm B1 từ 13-28/11/2015 để kiểm định mô hình. Độ tin cậy của mô hình được

đánh giá theo chỉ số Nash-Sutcliffe. Tại trạm F1, chỉ số Nash-Sutcliffe đạt 92%; tại trạm B1 chỉ số Nash-Sutcliffe đạt 76% (Hình 11, 12).

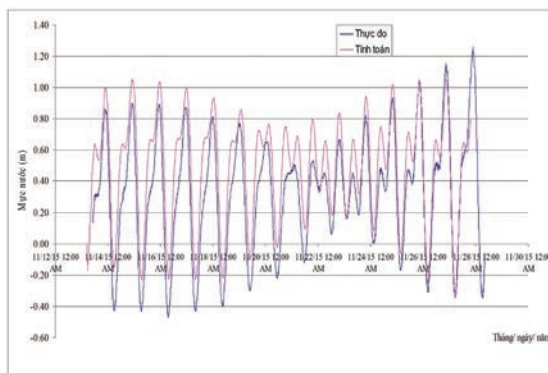
Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình tại các điểm khảo sát là khá tốt, như vậy có thể sử dụng bộ thông số của mô hình để tính toán chế độ thủy động lực cho khu vực cửa sông Đà Nông.



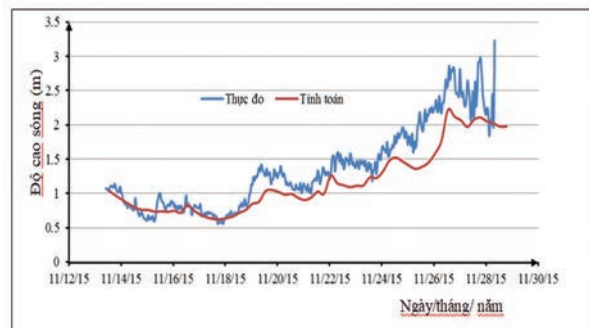
Hình 9. Độ cao sóng thực đo và tính toán tại trạm F2



Hình 10. Độ cao sóng thực đo và tính toán tại trạm B2



Hình 11. Đường quá trình mực nước thực đo và tính toán tại trạm F1



Hình 12. Độ cao sóng thực đo và tính toán tại trạm B1

### 3. Kết quả

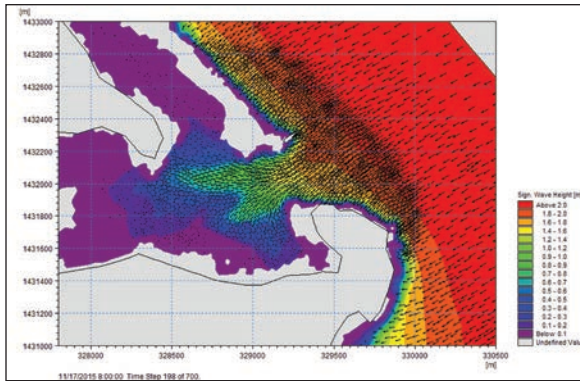
#### 3.1. Kết quả mô phỏng chế độ thủy động lực cho kịch bản hiện trạng

Kết quả tính toán, mô phỏng chế độ thủy động lực trong các thời kỳ quan trắc (Hình 13-15) cho thấy:

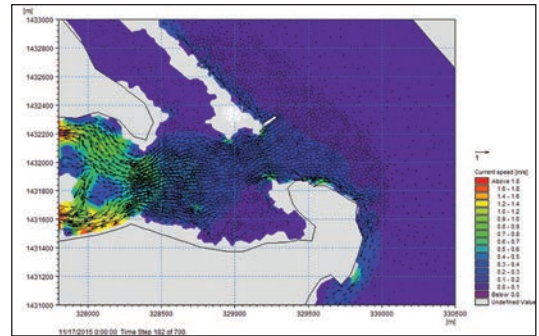
- Trong thời gian từ ngày 13-28/11/2015, sóng truyền theo hướng Đông Bắc. Độ cao sóng ở khu vực cửa sông đạt 1,2-1,5m, ở phía trong cửa sông từ 0,4-1,2m (sóng đánh thẳng vào khu vực đồn biên phòng và khu vực cảng cá, gây sạt lở nghiêm trọng ở các khu vực này). Vào thời kỳ triều lên, dòng chảy chảy từ biển vào sông, tốc độ dòng chảy lớn nhất phía trong cửa sông tại thời điểm đỉnh triều từ 0,2-0,4m/s. Vào thời kỳ triều rút, dòng chảy từ sông chảy ra biển, tốc độ dòng chảy dao động từ 0,2-0,5m/s. Trong thời

kỳ này, biến động địa hình đáy khu vực cửa sông khá mạnh, hiện tượng bồi lấp, sạt lở xảy ra đồng thời. Hiện tượng xói lở xảy ra ở phía bờ Bắc, bờ Nam và phía trong cửa sông, độ sâu của các hố xói khoảng từ 10-20cm. Ở khu vực đầu mũi kè có hiện tượng dòng bùn cát vận chuyển dọc bờ hướng Bắc Nam vượt qua mũi kè vào bồi lấp cửa sông, chiều dày của lớp bồi này khoảng từ 60-70cm.

- Trong thời gian từ ngày 18/5-01/6/2016, sóng truyền theo hướng Đông Nam, độ cao sóng ở khu vực cửa sông từ 0,10-0,12m, độ cao sóng phía trong cửa sông từ 0,06-0,1m. Vào mùa này, dòng chảy khu vực cửa sông rất nhỏ, khoảng 0,1m/s. Trong thời kỳ này, địa hình đáy khu vực cửa sông Đà Nông ít biến động, tuy nhiên khu vực cửa sông và phía ngoài biển dần hình thành các cồn cát có độ cao khoảng từ 5-10cm.

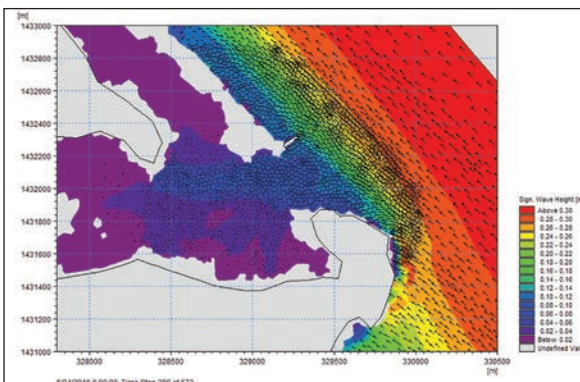


Trường sóng khu vực cửa sông Đà Nông

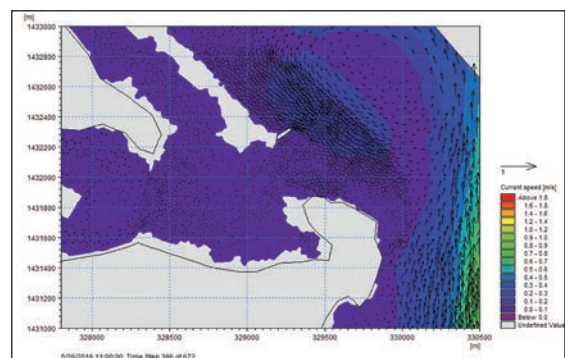


Trường dòng chảy khu vực cửa sông Đà Nông tại thời điểm đỉnh triều

Hình 13. Kết quả mô phỏng trường sóng và trường dòng chảy từ ngày 13-28/11/2015

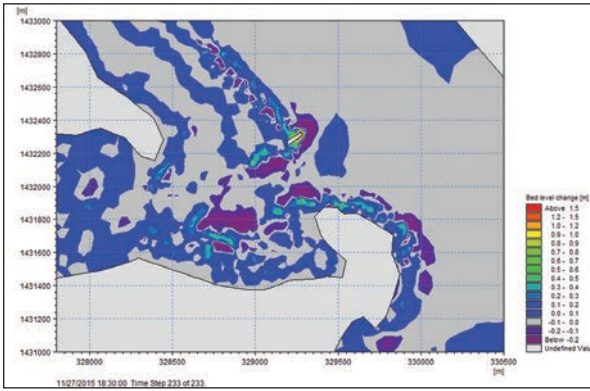


Trường sóng khu vực cửa sông Đà Nông

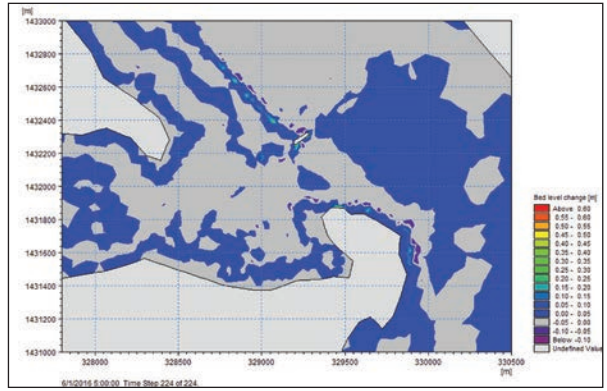


Trường dòng chảy khu vực cửa sông Đà Nông tại thời điểm đỉnh triều

Hình 14. Kết quả mô phỏng trường sóng và trường dòng chảy từ ngày 18/5-01/6/2016



Hình 15. Biến động địa hình đáy khu vực cửa sông Đà Nông từ ngày 13-28/11/2015



Hình 16. Biến động địa hình đáy khu vực cửa sông Đà Nông từ ngày 18/5-01/6/2016

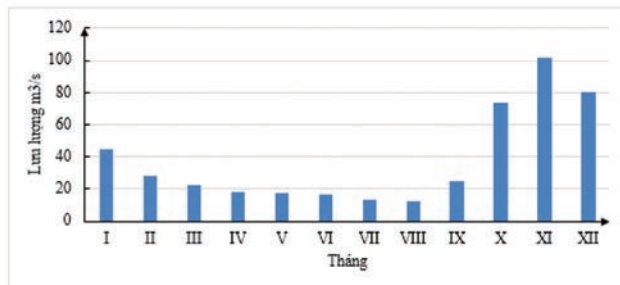
### 3.2. Kết quả mô phỏng chế độ thủy động lực theo các kịch bản

#### 3.2.1. Các yếu tố tác động đến chế độ thủy động lực khu vực cửa sông Đà Nông

Chế độ thủy động lực khu vực cửa sông phụ thuộc chế độ dòng chảy trong sông, chế độ sóng và triều:

Dòng chảy trong sông có 2 mùa nhất định, mùa lũ và mùa cạn. Mùa cạn bắt đầu từ tháng I đến tháng IX, mùa lũ bắt đầu từ tháng X đến tháng XII (Hình 17);

Sóng ở khu vực cửa sông Đà Nông chịu tác động của chế độ gió ở khu vực này (Hình 18), hướng sóng chủ yếu là hướng sóng Đông Bắc, Đông, Nam, Tây Nam và Đông Nam (Bảng 1).



Hình 17. Lưu lượng nước trung bình tháng tại cầu Đà Nông (1982-2016)

Bảng 1. Bảng tần suất các hướng sóng trung bình nhiều năm tại cửa Đà Nông

Hướng sóng \ Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XI	Tổng
N					0,1				0,3	0,2	0,1		0,88
NE	7,9	6,0	4,7	3,3	1,9	0,3	0,1	0,2	2,8	7,3	7,5	8,2	50,20
E	0,6	1,6	3,2	3,5	2,8	0,8	0,4	0,6	1,1	0,7	0,6	0,3	16,10
SE		0,1	0,6	1,3	1,9	1,1	1,0	0,8	0,9	0,1			7,84
S				0,1	1,6	3,5	3,8	3,2	1,8	0,1			14,10
SW					0,3	2,2	3	3,3	1,0				9,80
W						0,3	0,2	0,3	0,2				0,97
NW								0,1	0,1				0,19
Tổng	8,5	7,7	8,5	8,2	8,5	8,2	8,5	8,5	8,2	8,5	8,2	8,5	100

### 3.2.2. Lựa chọn các kịch bản mô phỏng

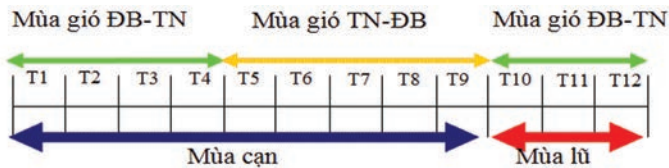
Để xác định được nguyên nhân gây bồi lấp, sạt lở khu vực cửa sông Đà Nông, trên cơ sở phân tích thời gian và các yếu tố tác động đến chế độ thủy động lực khu vực cửa sông Đà Nông, tác giả đã lựa chọn 3 nhóm kịch bản để mô phỏng, gồm:

Nhóm kịch bản 1: Mô phỏng chế độ thủy

động lực khu vực cửa sông Đà Nông theo mùa gió và mùa dòng chảy (Hình 18);

Nhóm kịch bản 2: Mô phỏng chế độ thủy động lực khu vực cửa sông Đà Nông khi có bão đổ bộ;

Nhóm kịch bản 3: Mô phỏng chế độ thủy động lực khu vực cửa sông Đà Nông theo thời gian liên tục trong năm (năm 2016 là năm đại diện).



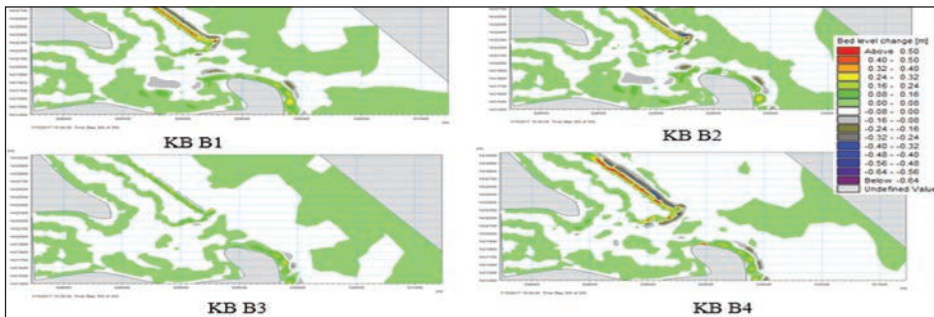
Hình 18. Phân bố mùa gió chủ đạo và mùa dòng chảy theo các tháng

### 3.2.3. Kết quả mô phỏng chế độ thủy động lực theo nhóm kịch bản 1

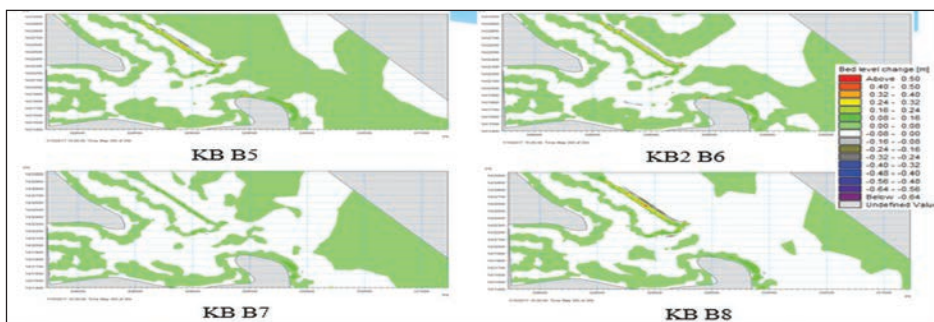
Dựa vào đặc điểm dòng chảy và phân bố mùa gió trong năm (Hình 17 và Hình 18), tác giả đã chia nhóm kịch bản 1 thành 3 thời kỳ tính toán, gồm: Thời kỳ từ tháng I đến tháng IV; thời kỳ từ tháng V đến tháng IX; thời kỳ từ tháng X đến tháng XII:

Do đường bờ khu vực cửa sông Đà Nông có

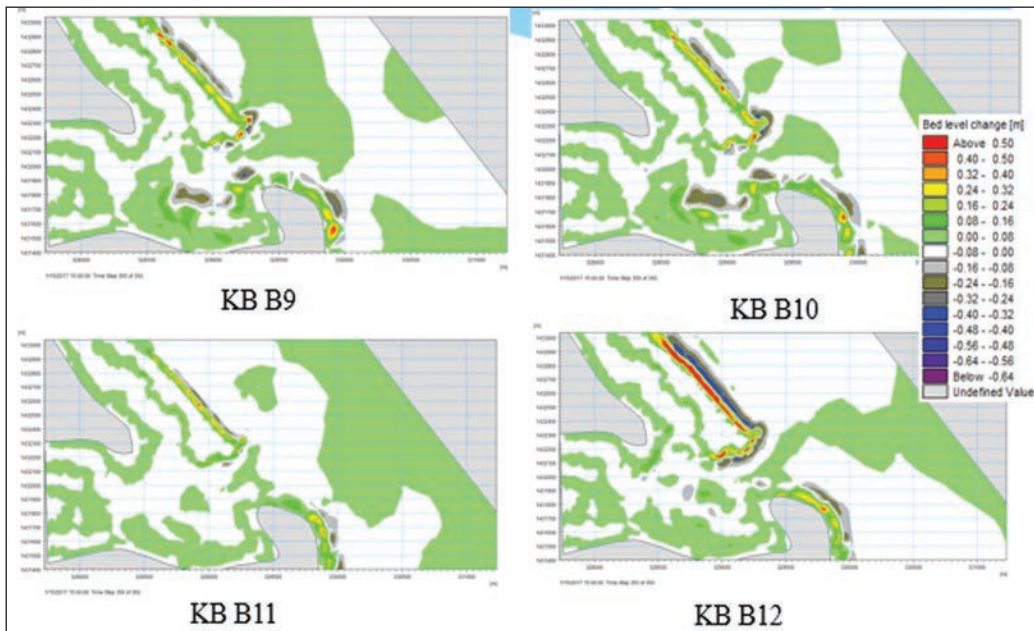
hướng Tây Bắc - Đông Nam nên sóng hướng Nam, Tây Nam, Tây và Tây Bắc không tác động đến khu vực đường bờ, bởi vậy trong nhóm kịch bản 1 chỉ xem xét 4 hướng sóng gồm: Hướng Bắc (KB B1, KB B5, KB B9); Đông Bắc (KB B2, KB B6, KB B10); Đông (KB B3, KB B7, KB B11) và Đông Nam (KB B4, KB B8, KB B12). Kết quả mô phỏng chế độ thủy động lực khu vực cửa sông Đà Nông theo nhóm kịch bản 1 được trình bày trong Hình 19, 20, 21.



Hình 19. Biến động địa hình đáy khu vực cửa Đà Nông theo các hướng sóng thời kỳ từ tháng I đến tháng IV



Hình 20. Biến động địa hình đáy khu vực cửa Đà Nông theo các hướng sóng thời kỳ từ tháng V đến tháng IX



Hình 21. Biến động địa hình đáy khu vực cửa Đà Nông theo các hướng sóng thời kỳ từ tháng X đến tháng XII

Kết quả phân tích tính toán cho thấy:

- Chế độ dòng chảy khu vực cửa sông Đà Nông ít bị ảnh hưởng của chế độ dòng chảy trong sông, vận tốc dòng chảy phía trong cửa sông ở các thời kỳ đều dưới 0,05m/s;

- Khi sóng ở khu vực cửa sông Đà Nông có hướng Bắc, Đông Bắc và hướng Đông thì dòng chảy khu vực ven biển có hướng từ Bắc xuống Nam, khi sóng ở khu vực cửa sông Đà Nông có hướng Đông Nam thì dòng chảy ven biển có hướng từ Nam lên Bắc;

- Khi xuất hiện sóng hướng Bắc, Đông Bắc và Đông Nam dòng chảy phía Bắc và dòng chảy phía Nam cửa sông hình thành các điểm có vận tốc dòng chảy từ 0,15-0,40m/s trong thời kỳ từ tháng I đến tháng IV, từ 0,20 đến trên 0,55m/s trong thời kỳ từ tháng X đến tháng XII và dưới 0,15m/s trong thời kỳ từ tháng V đến tháng IX. Như vậy, vận tốc dòng chảy ven bờ trong mùa gió Đông Bắc lớn hơn dòng chảy ven bờ trong mùa gió Tây Nam;

- Địa hình khu vực cửa sông luôn bị biến đổi theo các hướng sóng và hướng dòng chảy, mức độ bồi xói ở các khu vực là khác nhau, cụ thể:

- + Khu vực phía Bắc, phía Nam cửa sông và xung quanh bờ kè: Bồi xói đồng thời xảy ra, hiện tượng bồi xảy ra trong phạm vi 50m, mức độ

bồi lấp từ 0,16 đến trên 0,55m, hiện tượng xói xảy ra trong phạm vi từ 50-200m, mức độ xói từ 0,24-0,4m.

Khi xuất hiện sóng hướng Bắc, Đông Bắc và hướng Đông, dòng chảy ven bờ có hướng từ Bắc xuống Nam đem bùn cát vận chuyển dọc bờ từ Bắc xuống Nam gây bồi lấp ở khu vực ven bờ trong phạm vi từ 50m và xung quanh bờ kè. Ngoài ra, sóng từ biển hướng Bắc, Đông Bắc và hướng Đông xói (đẩy) bùn cát ở khu vực cách bờ từ 50 đến 200m vào bồi lấp.

Khi xuất hiện sóng hướng Đông Nam, dòng chảy ven bờ có hướng từ Nam lên Bắc, do ảnh hưởng của bãi đá gốc và cửa sông và bờ kè nên bùn cát bị ngăn giữ lại ở phía Nam, hoặc bị đưa vào trong sông bởi vận dòng chảy từ Nam lên Bắc không đem theo bùn cát để bồi lấp. Trong thời điểm này, sóng hướng Đông Nam xói (đẩy) bùn cát ở khu vực cách bờ 50 đến 200m vào bồi lấp phía trong khu vực gần bờ.

- + Khu vực hòng sông: Ở giữa hòng sông luôn hình thành 1 cồn cát, cồn cát này có kích thước khác nhau và có độ dày dưới 0,08m, kích thước của cồn cát tùy thuộc vào hướng sóng, dòng chảy ven bờ và đặc biệt khi có bão đổ bộ.

- + Khu vực phía trong cửa sông: Bồi xói xảy ra chủ yếu trong mùa lũ từ tháng X đến tháng XII

nhất là trong mùa gió Bắc, Đông Bắc. Ở đây hình thành những điểm bồi xói cục bộ, mức độ bồi từ 0,08-0,24m, mức độ xói từ 0,16-0,24m, nguyên nhân chính là do tương tác giữa dòng chảy ven bờ, sóng từ biển vào và dòng chảy từ sông ra.

Trong các tháng mùa cạn (từ tháng I đến tháng IX), địa hình ở khu vực này cũng biến đổi khác nhau theo các hướng sóng khác nhau, song mức độ bồi, xói ở khu vực này khá nhỏ (dưới 0,08m).

### 3.2.4. Kết quả mô phỏng chế độ thủy động lực theo nhóm kịch bản 2

Khi có bão đổ bộ, tốc độ gió vùng gần tâm bão rất lớn. Đường đi của bão có thể làm gia tăng vận tốc dòng chảy và độ cao sóng đổ bộ vào khu vực cửa sông làm cho chế độ thủy động lực vùng cửa sông bị thay đổi.

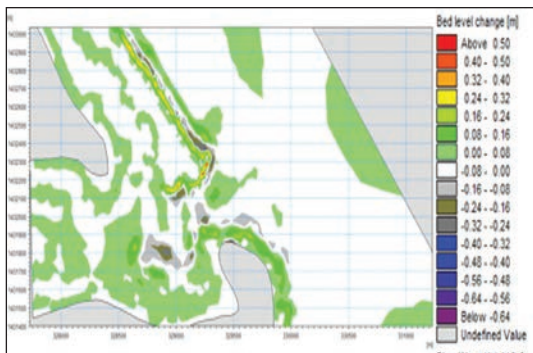
Để đánh giá mức độ ảnh hưởng của các trận bão đến quá trình bồi lấp, sạt lở cửa sông, trong nhóm kịch bản 2, tác giả chọn 3 trận bão điển hình đã từng xảy ra và tác động vào khu vực phía Bắc cửa sông (bão số 8 năm 2001), phía Nam cửa sông (bão số 10 năm 2008) và khu vực cửa

sông (bão số 12 năm 2017) để mô phỏng. Kết quả mô phỏng chế độ thủy động lực khu vực cửa sông Đà Nông theo nhóm kịch bản 2 (Hình 22, 23, 24) cho thấy:

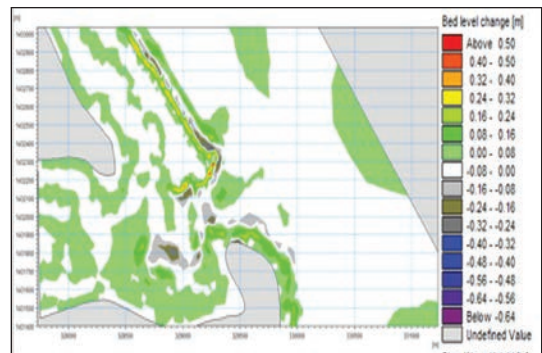
- Sóng ở khu vực cửa sông Đà Nông khá lớn, sóng tác động mạnh vào khu vực ven bờ và lấn sâu vào phía trong cửa sông.

- Các trận bão này đều xuất hiện trong tháng XI, đây là thời kỳ mùa lũ trong sông, nên khi có bão đổ bộ, dòng chảy do sóng bão tương tác với dòng chảy trong sông hình thành một số điểm xoáy ở phía trong cửa sông, tại các điểm này thường có vận tốc dòng chảy lớn hơn các vị trí khác.

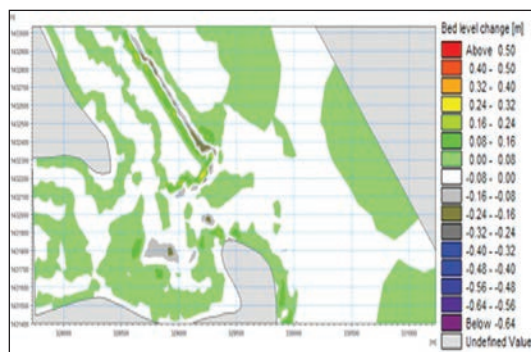
- Biến động địa hình có cơ chế cùng với nhóm kịch bản 1, tuy nhiên do cường độ của các trận bão khác nhau, vị trí đổ bộ cũng khác nhau nên độ cao sóng, tốc độ dòng chảy và mức độ bồi xói khu vực cửa sông sẽ khác nhau. Ở khu vực hạ lưu sông và phía trong cửa sông tương tác dòng chảy ven bờ, sóng từ biển vào thẳng thế dòng chảy trong sông, các cồn cát bị dịch chuyển vào phía trong cửa sông.



Hình 22. Biến đổi đáy theo kịch bản bão đổ bộ phía Bắc cửa sông (bão số 8 năm 2001)



Hình 23. Biến đổi đáy sóng theo kịch bản bão đổ bộ cửa sông (bão số 12 năm 2017)



Hình 24. Biến đổi đáy theo kịch bản bão đổ bộ phía Nam cửa sông (bão số 10 năm 2008)

**3.2.4. Kết quả mô phỏng chế độ thủy động lực theo nhóm kịch bản 3**

Để mô phỏng chế độ thủy động lực liên tục trong năm, tác giả chọn năm 2016 là năm điển hình vì năm này có nhiều nguồn số liệu đáp ứng nhu cầu tính toán. Các điều kiện biên của mô hình gồm: Biên sóng được trích từ mô hình sóng toán cầu trong thời gian tính toán (nguồn số liệu từ ECMWF); biên sông được tính toán từ mô hình thủy lực 1 chiều tại cầu Đà Nông; địa hình tháng 11/2015 [1].

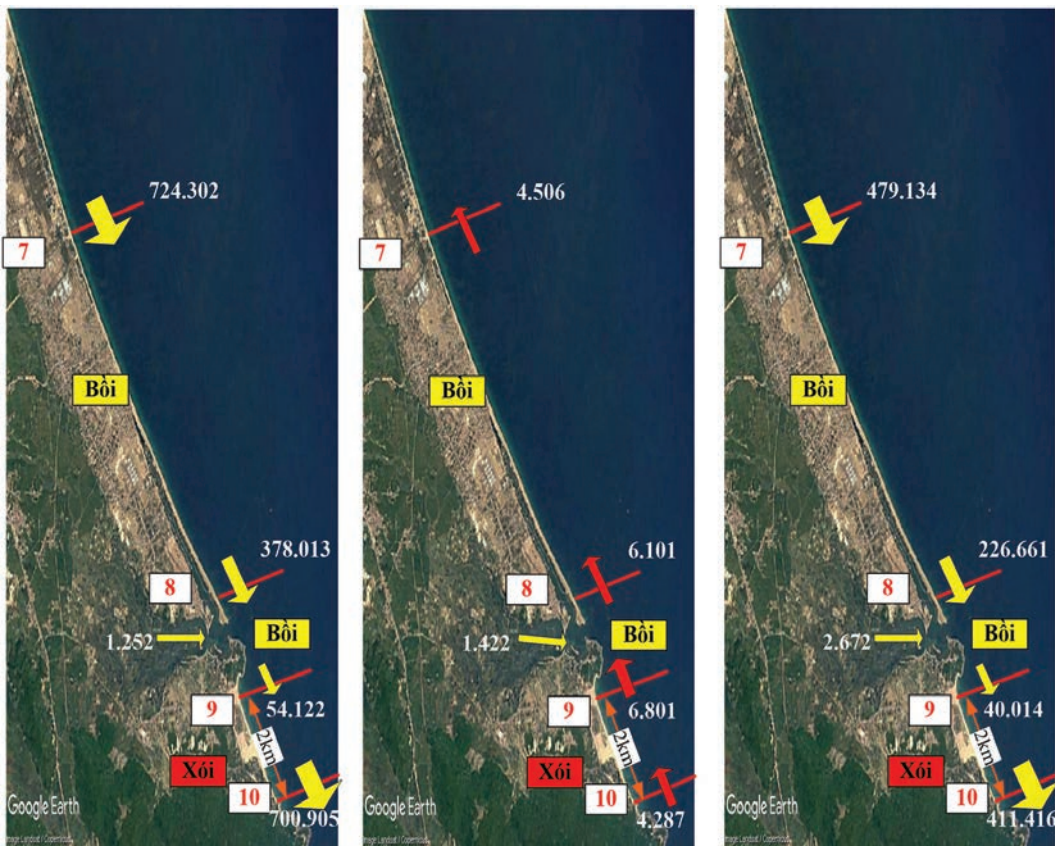
Kết quả mô phỏng chế độ thủy động lực liên tục trong năm 2016 cho thấy: Chế độ thủy động lực khu vực cửa sông trong năm 2016 biến đổi mạnh trong mùa gió Đông Bắc, ít biến đổi trong mùa gió Tây Nam; chế độ sóng, chế độ dòng chảy và biến động địa hình đáy về cơ bản có cùng cơ chế với nhóm kịch bản 1, song kết quả mô phỏng được chi tiết hóa cho từng tháng trong năm.

Từ kết quả mô phỏng chế độ thủy động lực

cho từng tháng trong năm, tiến hành tính toán lượng bùn cát vận chuyển qua một số mặt cắt khu vực cửa sông. Kết quả được trình bày trong Hình 25, Bảng 2.

- Giá trị dương là bùn cát đi từ phía Bắc xuống phía Nam; giá trị âm là bùn cát đi từ phía Nam lên phía Bắc.

Kết quả tính toán cho thấy: Trong thời đoạn từ tháng I-III và X-XII bùn cát có xu thế vận chuyển từ phía Bắc xuống phía Nam; trong thời kỳ từ tháng IV đến tháng IX lại có xu thế ngược lại (từ phía Nam lên phía Bắc). Xét phạm vi cửa Đà Nông được giới hạn bởi mặt cắt MC8, MC9 và cầu Đà Nông, hiện tượng bồi tại cửa sông xảy ra trong cả 1 năm trung bình khoảng 517.000m<sup>3</sup>, chủ yếu trong tháng I-II và XI-XII chiếm khoảng 91%. Trong đó, nguồn từ sông ra khoảng 6.500m<sup>3</sup>, lượng bùn cát vận chuyển xuống phía Nam khoảng 87.000m<sup>3</sup>, trong khi đó lượng bùn cát lượng bùn cát từ Bắc cửa Đà Nông đi xuống khoảng 598.000m<sup>3</sup>.



Hình 25. Biểu diễn khối lượng bồi xói tại khu vực cửa Đà Nông trong các giai đoạn năm 2016

Bảng 2. Khối lượng bùn cát vận chuyển qua các mặt cắt (m<sup>3</sup>)

	Tháng I	Tháng II	Tháng III	Tháng IV	Tháng V	Tháng VI	Tháng VII	Tháng VIII	Tháng IX	Tháng X	Tháng XI	Tháng XII	Tổng
MC7	420.645	284.189	19.968	-1.655	-473	-743	-774	-1.322	-18	10.831	122.044	346.259	1.198.950
MC8	128.334	205.838	43.843	-1.792	-972	-498	-572	-987	-1.280	6.034	96.047	124.580	598.575
MC9	12.261	35.708	6.165	-2.306	-1.120	-482	-510	-1.191	-1.201	2.462	15.827	21.746	87.357
MC10	283.729	376.569	40.657	-1.218	-684	-572	-586	-814	-414	8.725	173.222	301.539	1.180.154
Sông	648	380	324	260	257	234	191	188	353	1.062	1.431	1.179	6.506
Bồi-Xói	116.721	170.510	38.003	774	405	218	129	392	273	4.634	81.651	104.013	517.723

#### 4. Kết luận

Từ các kịch bản mô phỏng chế độ thủy động lực khu vực cửa sông Đà Nông, có kết luận sau:

Chế độ thủy động lực vùng cửa sông Đà Nông diễn biến rất phức tạp, biến động mạnh trong mùa gió Đông Bắc, ít biến động hơn trong mùa gió Tây Nam. Tốc độ dòng chảy trong mùa gió Đông Bắc lớn hơn trong mùa gió Tây Nam. Sóng trong mùa gió Tây Nam ở phía trong cửa sông rất nhỏ;

Chế độ sóng khu vực cửa sông Đà Nông chịu ảnh hưởng của chế độ gió tại khu vực này. Vào mùa gió Đông Bắc, hướng sóng chủ đạo là hướng Đông Bắc và hướng Đông. Do bờ biển khu vực cửa sông Đà Nông chạy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam nên vào mùa gió Đông Bắc, từ tháng X đến tháng IV năm sau, sóng lấn sâu vào trong sông gây bồi, xói lở vùng cửa sông, đặc biệt là khi có bão đổ bộ.

Do ảnh hưởng của hướng sóng, dòng chảy ven bờ và dòng chảy trong sông, địa hình khu vực cửa sông luôn bị biến đổi, mức độ bồi xói ở các khu vực là khác nhau. Ở khu vực phía Bắc cửa sông và xung quanh bờ kè, hiện tượng bồi xảy ra ở trong phạm vi từ đường bờ ra biển khoảng 50m, hiện tượng xói xảy ra trong phạm vi cách đường bờ khoảng từ 50 đến 200m. Ở khu vực hòng sông luôn hình thành 1 cồn cát, cồn cát này có kích thước khác nhau, kích thước của cồn cát tùy thuộc vào hướng sóng và dòng chảy ven bờ, đặc biệt cồn cát này bị đẩy vào phía trong cửa sông khi có bão đổ bộ. Ở phía trong cửa sông, hiện tượng bồi, xói xảy ra chủ yếu trong mùa lũ từ tháng X đến tháng XII, ở khu vực này hình thành những điểm bồi xói cục bộ do tương tác giữa dòng chảy ven bờ, sóng từ biển và dòng chảy từ sông ra.

**Lời cảm ơn:** Tác giả xin gửi lời cảm ơn sự hỗ trợ của Đề tài cấp Nhà nước “Nghiên cứu cơ sở khoa học để xác định cơ chế bồi lấp, sạt lở và đề xuất các giải pháp ổn định các cửa sông Đà Diễn và Đà Nông tỉnh Phú Yên phục vụ phát triển bền vững cơ sở hạ tầng và kinh tế - xã hội”, Mã số ĐTĐL.CN.15/15 và Đề tài cấp Bộ “Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn để cảnh báo và đề xuất giải pháp kiểm soát ngập lụt ở lưu vực sông Bàn Thạch”, Mã số TNMT.2018.05.36. Tác giả cũng xin cảm ơn các phản biện về những góp ý để bài báo hoàn thiện hơn.

#### Tài liệu tham khảo

##### Tài liệu tiếng Việt

1. Tài liệu khảo sát Đề tài cấp Nhà nước: “Nghiên cứu cơ sở khoa học để xác định cơ chế bồi lấp, sạt lở và đề xuất các giải pháp ổn định các cửa sông Đà Diễn và Đà Nông tỉnh Phú Yên phục vụ phát triển bền vững cơ sở hạ tầng và kinh tế xã hội”, Mã số ĐTĐL.CN.15/15, 2019.
2. Tài liệu khảo sát Đề tài cấp Bộ: “Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn để cảnh báo và đề xuất giải pháp kiểm soát ngập lụt ở lưu vực sông Bàn Thạch”, Mã số TNMT.2018.05.36, 2019.
3. Ủy ban nhân dân tỉnh Phú Yên, Báo cáo Dự án Nạo vét khai thông hạ lưu và cửa biển sông Bàn Thạch, xã Hòa Hiệp Nam và xã Hòa Tâm, huyện Đông Hòa, Tổ giám sát dự án nạo vét, khai thông

hạ lưu, tháng 5/2016.

- Ủy ban nhân dân tỉnh Phú Yên, *Dự án Nạo vét khai thông hạ lưu và cửa biển sông Bàn Thạch*, 2009 và 2013.
- Ủy ban nhân dân tỉnh Phú Yên, *Dự án xây dựng kè Đà Nông*, 2001 và 2004.

#### Tài liệu tiếng Anh

- DHI-MIKE Introduction and tutorial, User manual and Reference manual*, 2008.

## APPLICATION OF MIKE 21/3 FM COUPLE TO SIMULATE THE HYDRAULIC OF DA NONG ESTUARY OF PHU YEN PROVINCE

Phung Duc Chinh<sup>(1)</sup>, Dang Dinh Kha<sup>(2)</sup>, Nguyen Tho Sao<sup>(2)</sup>,  
Nguyen Tien Giang<sup>(2)</sup>, Dang Thi Lan Phuong<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change

<sup>(2)</sup>VNU University of Science

Received: 2/11/2019; Accepted: 2/1/2020

**Abstract:** *The paper presents the results of applying the model MIKE 21/3 FM Couple to simulate the hydrodynamic regime of Da Nong estuary. The data series of 2 surveys from 13 to 23 November 2015 and from May 18 to June 1, 2016 were used to calibrate and verify the model. After selecting the model parameters, hydrodynamic mode simulation with 3 different scenario groups to find the causes of sedimentation and erosion. The simulation results show that: During the northeast monsoon season, the hydrodynamic regime in the Da Nong estuary area is more changed than during the southwest monsoon. The flow velocity in the northeast monsoon season is greater than in the southwest monsoon. Velocity and height of waves during the southwest monsoon in the estuary are very small; Due to the influence of wave directions, coastal currents and currents in the river, the topography of the estuary area is always changing. In the northern part of the river mouth and around the embankment, sediments occur within a distance of about 50m from the shoreline to the sea, erosion occurs within a distance of 50 to 200m from the shoreline. In the river mouth area is always formed a sand dune, this sand dunes have different sizes depending on the wave direction and coastal currents. In the area inside the estuary, there are erosion accretion points due to the interaction between the coastal currents, the waves from the sea and the flows from the rivers.*

**Key words:** *Da Nong estuary, simulations, hydrodynamics, MIKE 21/3 FM Couple.*

# TÍNH TOÁN CÂN BẰNG NƯỚC HIỆN TRẠNG VÀ THEO CÁC KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU CHO TỈNH QUẢNG NAM

Nguyễn Kim Ngọc Anh, Trần Ngọc Anh

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Ngày nhận bài 8/11/2019; ngày chuyển phản biện 9/11/2019; ngày chấp nhận đăng 10/1/2020

**Tóm tắt:** Bài báo giới thiệu kết quả tính toán cân bằng nước cho tỉnh Quảng Nam. Trường hợp hiện trạng (năm 2015 và giai đoạn 1986-2005), số liệu dòng chảy đầu vào khôi phục bằng mô hình MIKE NAM đã được hiệu chỉnh, kiểm nghiệm bộ thông số khá tốt (tại trạm Thành Mỹ giá trị hiệu chỉnh, kiểm định độ phù hợp R2 lần lượt là 80,3% và 83,5%, tại trạm Nông Sơn là 86,2% và 86,7%), số liệu sử dụng nước của các hộ sử dụng nước tính dựa trên Niên giám thống kê 2015 của các huyện thuộc tỉnh Quảng Nam. Qua tính toán tổng nhu cầu sử dụng nước các hộ năm 2015 là 1.100,545 triệu m<sup>3</sup>. Từ đó tính toán cân bằng nước cho năm 2015, giai đoạn 1986-2005 và kịch bản phát triển kinh tế - xã hội đến năm 2025, tầm nhìn 2030 dưới tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng, nhận thấy tình trạng thiếu nước tập trung vào các tháng mùa kiệt và ngày càng gia tăng. Theo kết quả tính toán, trung bình giai đoạn 1986-2005 lượng nước thiếu là 141,237 triệu m<sup>3</sup>, dưới tác động của biến đổi khí hậu, lượng nước thiếu theo các kịch bản gia tăng 6% đến 34%.

**Từ khóa:** Quảng Nam, MIKE BASIN, cân bằng nước.

## 1. Giới thiệu vùng nghiên cứu

Quảng Nam là tỉnh thuộc vùng kinh tế trọng điểm miền Trung, với tọa độ địa lý: từ 14°57'10" đến 16°03'50" vĩ độ Bắc và từ 107°12'40" đến 108°44'20" kinh độ Đông. Quảng Nam có 03 hệ thống sông chính là sông Vu Gia, sông Thu Bồn và sông Tam Kỳ. Ngoài các sông chính này, dọc theo bờ biển còn có sông Trường Giang, đây là sông tiêu thoát lũ ở khu vực vùng đồng bằng, nối liền sông Thu Bồn và sông Tam Kỳ với chiều dài khoảng 70km [1]. Bên cạnh đó, Quảng Nam còn có nhiều hồ lớn như: Phú Ninh, Khe Tân, Việt An, Hồ Hoàng, Thái Xuân, Thạch Bàn, Phú Lộc, Vĩnh Trinh, Phước Hà, Đông Tiễn,...

Tỷ lệ tăng dân số bình quân năm 2016 là 10,11%. Sự phân bố dân cư giữa các vùng miền có sự chênh lệch lớn: Hơn 73% dân cư tập trung sinh sống ở vùng đồng bằng ven biển, mặc dù diện tích chỉ chiếm 25% tổng diện tích đất tự nhiên. Trong những năm gần đây kinh tế của tỉnh phát triển khá nhanh, nhịp độ tăng trưởng kinh tế bình quân năm 2016 đạt 119,55% [2].

Bên cạnh đó, vào mùa khô tình trạng thiếu nước sản xuất trên địa bàn tỉnh ngày một gia tăng. Không chỉ vậy, biến đổi khí hậu (BĐKH) tác động đến cán cân cân bằng nước tỉnh Quảng Nam.

Chính vì vậy cần tính toán cân bằng nước hệ thống để có thể đưa ra các đánh giá, phương án, biện pháp khai thác tài nguyên nước hiệu quả và bền vững. Mô hình MIKE BASIN làm việc trong môi trường ArcGIS là công cụ khá tốt để áp dụng giúp giải quyết bài toán cân bằng nước hệ thống.



Hình 1. Bản đồ hành chính tỉnh Quảng Nam [1]

Liên hệ tác giả: Nguyễn Kim Ngọc Anh  
Email: ngocanhnk@hus.edu.vn

## 2. Phương pháp, kỹ thuật sử dụng

Phương pháp sử dụng là dùng mô hình toán để mô phỏng.

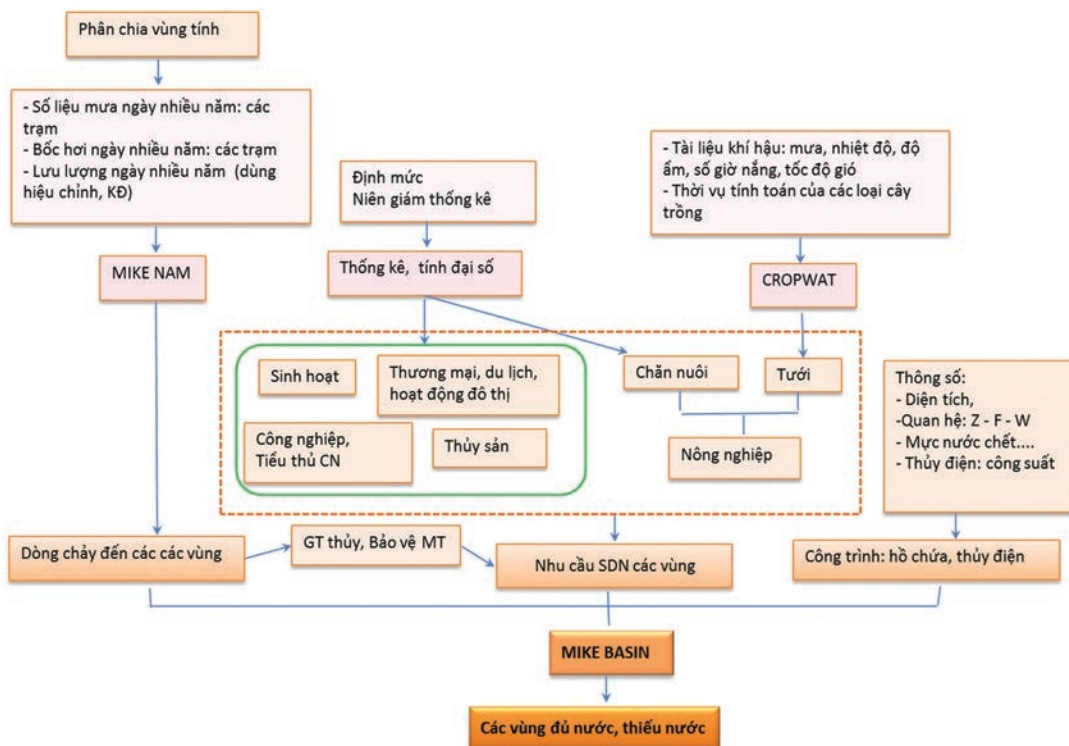
Nghiên cứu sử dụng mô hình MIKE BASIN để tính toán cân bằng nước cho tỉnh Quảng Nam.

Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI) xây dựng các phần mềm để đánh giá và phân tích các vấn đề về chất lượng và số lượng nước, đây là các phần mềm hữu ích trong công tác lập kế hoạch phát triển và quản lý nguồn nước theo quan điểm bền vững. Phần mềm MIKE BASIN với giao diện ArcGIS GIS là một mô hình mô phỏng nguồn nước lưu vực sông. MIKE BASIN là một mô hình tính toán phân phối nước theo không gian và thời gian. Về kỹ thuật, nó là mô hình mạng lưới mà các sông và các nhánh chính được đặc trưng bởi mạng lưới của các nhánh và các nút. Các nhánh đặc trưng cho các phần dòng chảy riêng trong khi

các nút thể hiện chỗ hợp dòng, tách dòng, hoặc những nơi mà mô hình yêu cầu tính toán [9, 10].

Do tình hình số liệu quan trắc lưu lượng trong khu vực nghiên cứu rất hạn chế (2 trạm đo lưu lượng: Trạm Nông Sơn, Thành Mỹ), do vậy cách tiếp cận phù hợp nhất là mô phỏng và khôi phục số liệu lưu lượng từ mưa bằng mô hình mưa - dòng chảy (mô hình thủy văn) cho các vùng tính cân bằng nước. Trên thực tế hiện nay có rất nhiều các mô hình khác nhau diễn toán dòng chảy cửa ra lưu vực từ mưa như TANK, SSARR, WETSPA, mô hình sóng động học,... Tuy nhiên, nghiên cứu sử dụng mô hình NAM do cấu trúc đơn giản, dễ sử dụng, và đã có nhiều ứng dụng thành công tại Việt Nam, đã được tích hợp như là một môđun trong bộ mô hình MIKE.

Các bước tính toán được mô tả như trong Hình 2.



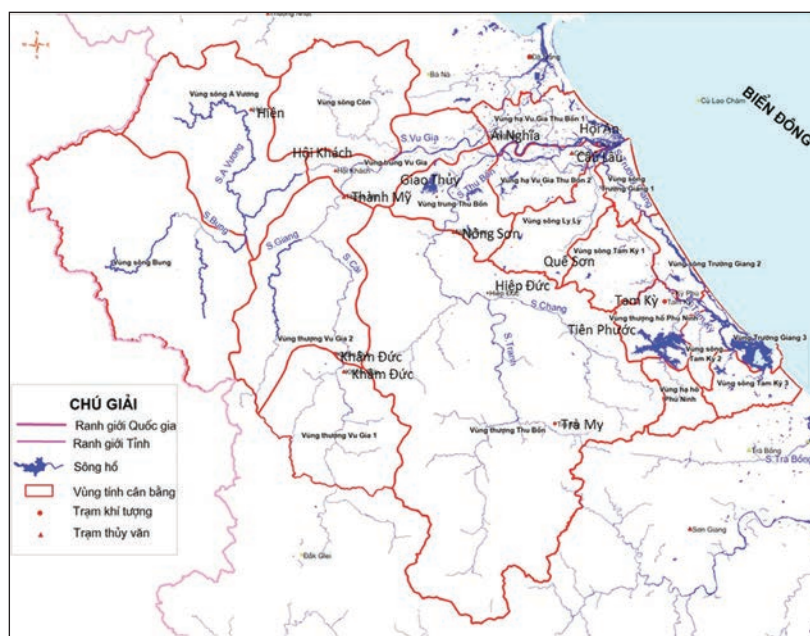
Hình 2. Sơ đồ khối áp dụng mô hình trong tính toán cân bằng nước

## 3. Dữ liệu phục vụ tính toán cân bằng nước tỉnh Quảng Nam

### 3.1. Phân vùng tính cân bằng nước

Trên cơ sở các quan điểm, nguyên tắc phân

vùng tính cân bằng nước như đặc điểm tự nhiên, sự phân cắt của địa hình, phân khu thủy lợi, bản đồ phân vùng thủy lợi [3], hệ thống hồ chứa đã chia toàn tỉnh thành 19 vùng cân bằng nước (Bảng 1 và Hình 3).



Hình 3. Sơ đồ phân vùng tính cân bằng nước  
 Bảng 1. Tổng hợp các vùng tính cân bằng nước

TT	Tên	Kí hiệu	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Nguồn nước chính	TT	Tên	Kí hiệu	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Nguồn nước chính
1	Vùng sông Bung	QN1	1455,39	Sông Bung	11	Vùng Trường Giang 1	QN11	153,298	Sông Trường Giang
2	Vùng sông A Vương	QN2	923,606	Sông A Vương	12	Vùng Trường Giang 2	QN12	120,064	Sông Trường Giang
3	Vùng sông Côn	QN3	623,489	Sông Vu Gia	13	Vùng Trường Giang 3	QN13	983,704	Sông Trường Giang
4	Vùng thượng Vu Gia 2	QN4	868,235	Sông Thu Bồn	14	Vùng thượng hồ Phú Ninh	QN14	222,13	Hồ Phú Ninh
5	Vùng thượng Thu Bồn	QN5	3258,8	Sông Thu Bồn	15	Vùng hạ hồ Phú Ninh	QN15	144,659	Hồ Phú Ninh
6	Vùng trung Thu Bồn	QN6	356,251	Sông Thu Bồn	16	Vùng sông Tam Kỳ 1	QN16	260,741	Sông Tam Kỳ
7	Vùng trung Vu Gia	QN7	355,226	Sông Vu Gia	17	Vùng sông Tam Kỳ 2	QN17	973,882	Sông Tam Kỳ
8	Vùng hạ Vu Gia Thu Bồn 1	QN8	256,75	Sông Thu Bồn	18	Vùng sông Tam Kỳ 3	QN18	173,187	Sông Tam Kỳ
9	Vùng hạ Vu Gia Thu Bồn 2	QN9	218,981	Sông Thu Bồn	19	Vùng thượng Vu Gia 1	QN19	644,2	Sông Vu Gia
10	Vùng sông Ly Ly	QN10	305,03	Sông Ly Ly					

**3.2. Khôi phục số liệu dòng chảy đến sử dụng mô hình MIKE NAM**

Thông qua hiệu chỉnh, kiểm định mô hình MIKE NAM cho lưu vực sông Vu Gia khống chế đến trạm Thành Mỹ và lưu vực sông Thu Bồn khống chế đến trạm Nông Sơn với kết quả đánh giá như Bảng 2, nghiên cứu đã tìm được bộ thông số của mô hình NAM phù hợp (Bảng 3), bộ thông số này được sử dụng để tính toán dòng đến cho các vùng tính cân bằng nước.

Dữ liệu phục vụ hiệu chỉnh và kiểm định mô hình:

Số liệu mưa ngày (giai đoạn 1980-2010) tại các trạm: Trà My, Tam Kỳ, Quế Sơn, Hiên, Nông Sơn, Thành Mỹ, Ái Nghĩa, Cẩm Lệ, Câu Lâu, Vĩnh Diện, Hội An, Hội Khách, Khâm Đức, Giao Thủy, Hiệp Đức, Tiên Phước.

Số liệu bốc hơi ngày tại các trạm: Trà My (giai đoạn 1980-2010), Tam Kỳ (giai đoạn 1980-2010).

Số liệu lưu lượng ngày tại các trạm: Nông Sơn (giai đoạn 1980-2010), Thành Mỹ (giai đoạn 1980-2010).

Kết quả hiệu chỉnh (giai đoạn 1980-1995), kiểm định (giai đoạn 1996-2010) mô hình MIKE NAM cho lưu vực sông Vu Gia (trạm Thành Mỹ) và lưu vực sông Thu Bồn (trạm Nông Sơn) cho thấy độ phù hợp khá tốt giữa lưu lượng và tổng lượng dòng chảy quan trắc và tính toán (Bảng 2 và các Hình 3-6). Kết quả bộ thông số mô hình (Bảng 3) có thể sử dụng để khôi phục số liệu lưu lượng.

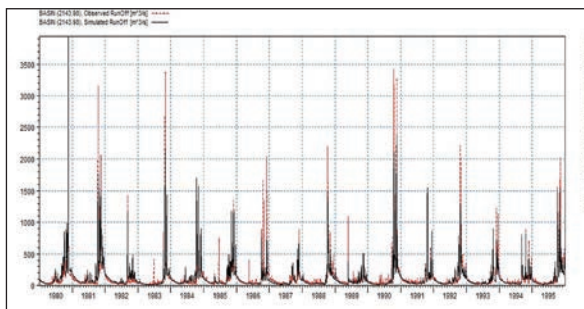
Sử dụng bộ thông số thu được, tính toán số liệu lưu lượng cân bằng nước cho các vùng. Kết quả khôi phục số liệu dòng chảy cho các vùng giai đoạn 1986-2005 trình bày trong Hình 8.

Bảng 2. Đánh giá kết quả

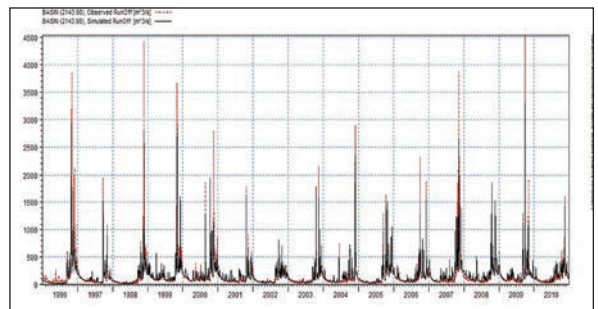
Lưu vực	Trạm	Độ phù hợp R <sup>2</sup> (%)		Sai số tổng lượng WBL (%)	
		Hiệu chỉnh	Kiểm định	Hiệu chỉnh	Kiểm định
Sông Vu Gia tính đến trạm Thành Mỹ	Thành Mỹ	80,3	83,5	-6,9	-3,2
Sông Thu Bồn tính đến trạm Nông Sơn	Nông Sơn	86,2	86,7	9,6	11,3

Bảng 3. Bộ thông số mô hình NAM

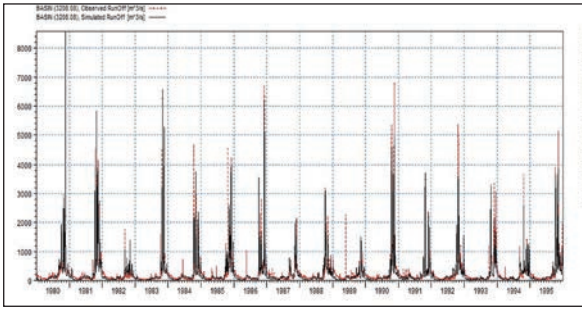
TT	Tên	U <sub>max</sub>	L <sub>max</sub>	CQOF	CKIF	CK1,2	TOF	TIF	TG	CKBF
1	Thành Mỹ	17,8	294	0,512	574,2	23,7	0,795	0,058	0,469	1819
2	Nông Sơn	18,6	291	0,993	234,7	31,5	0,852	0,217	0,122	1134



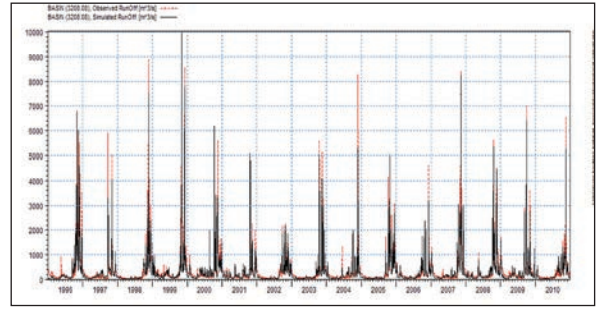
Hình 4. Đường quá trình thực đo và mô phỏng dòng chảy tại trạm Thành Mỹ giai đoạn 1980-1995



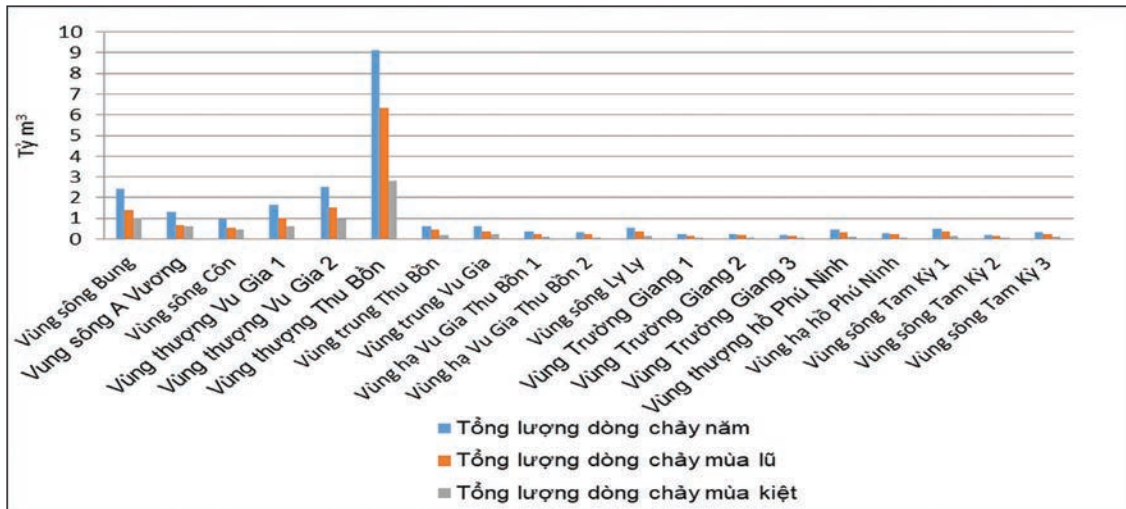
Hình 5. Đường quá trình thực đo và mô phỏng dòng chảy tại trạm Thành Mỹ giai đoạn 1996-2010



Hình 6. Đường quá trình thực đo và mô phỏng dòng chảy tại trạm Nông Sơn giai đoạn 1980 -1995



Hình 7. Đường quá trình thực đo và mô phỏng dòng chảy tại trạm Nông Sơn giai đoạn 1996 - 2010



Hình 8. Tổng lượng dòng chảy đến các vùng trung bình giai đoạn 1986-2005

Với mục đích đánh giá trữ lượng dòng chảy mặt đến các tiểu lưu vực trong tương lai, nghiên cứu tiến hành mô phỏng dòng chảy bằng mô hình NAM với các điều kiện theo kịch bản biến đổi khí hậu tính đến năm 2025, 2030. Tính toán sử dụng 2 kịch bản biến đổi khí hậu RCP 4.5 (kịch bản nồng độ khí nhà kính trung bình thấp) và RCP 8.5 (kịch bản nồng độ khí nhà kính cao)

[4] với lượng mưa đến năm 2025 và 2030 thay đổi so với giai đoạn nền như trong Bảng 4, dữ liệu bốc hơi tạm lấy bằng giai đoạn nền. So với thời kì nền, nhiệt độ trung bình năm giai đoạn 2016-2035 tăng khoảng 0,7°C (kịch bản RCP4.5), 0,8°C (kịch bản RCP8.5), lượng mưa trung bình năm đoạn 2016-2035 tăng khoảng 18,2% (kịch bản RCP4.5), 17,5% (kịch bản RCP8.5).

Bảng 4. Kịch bản biến đổi khí hậu đối với lượng mưa tỉnh Quảng Nam [4]

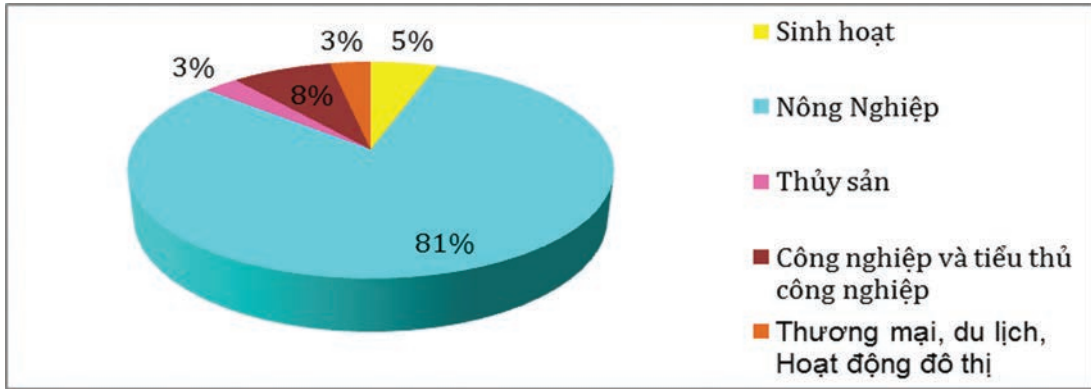
STT	Tiêu chí	2025		2030	
		Kịch bản RCP4.5	Kịch bản RCP8.5	Kịch bản RCP4.5	Kịch bản RCP8.5
1	Lượng mưa mùa xuân (%)	0,2	-7,6	5,4	-3,7
2	Lượng mưa mùa hè (%)	-1,9	24,4	2,9	34,4
3	Lượng mưa mùa thu (%)	28,9	22,7	30,8	26,0
4	Lượng mưa mùa đông (%)	5,9	6,1	9,7	11,4

### 3.3 Tính toán nhu cầu dùng nước tại các tiểu vùng

Các hộ ngành sử dụng nước chính trên lưu vực gồm có: Sinh hoạt, công nghiệp và tiểu thủ công nghiệp, thương mại, du lịch và hoạt động đô thị, nông nghiệp, thủy sản và nước dùng bảo vệ môi trường.

Theo các định mức sử dụng nước [5] và niên

giám thống kê tỉnh Quảng Nam 2015 [2], niên giám các thành phố, thị xã, huyện thuộc Quảng Nam năm 2015 [6] tính nhu cầu sử dụng nước hiện trạng của các hộ sử dụng nước, riêng nhu cầu tưới sử dụng công cụ Cropwat tính toán [11]. Tổng nhu cầu sử dụng nước năm 2015 của tỉnh Quảng Nam là 1.100,545 triệu m<sup>3</sup>.



Hình 9. Cơ cấu nhu cầu nước của các hộ dùng nước chủ yếu năm 2015

Trên toàn bộ lưu vực, cơ cấu nhu cầu nước của các hộ dùng nước chính hiện nay, nhu cầu nước cho nông nghiệp là chủ yếu, chiếm 81% tổng nhu cầu, nhu cầu nước cho công nghiệp và tiểu thủ công nghiệp là 8%, nhu cầu nước cho sinh hoạt là 5%, nhu cầu nước cho nuôi trồng thủy sản là 3%, thương mại và du lịch và hoạt động đô thị 3% chiếm tỉ trọng nhỏ nhất (Hình 9).

Dự báo nhu cầu sử dụng nước phục vụ tính theo các kịch bản BĐKH: Lượng nước sử dụng dự báo dựa trên “*Báo cáo tổng hợp Quy hoạch tổng thể Phát triển kinh tế - xã hội tỉnh Quảng Nam giai đoạn đến năm 2025, tầm nhìn 2030*” của Ủy ban nhân dân tỉnh Quảng Nam (2014), trong đó dự báo dân số dựa vào nhịp độ tăng dân số, trồng trọt tăng diện tích cây trồng một số vùng, chăn nuôi dựa vào phần đầu tốc độ tăng trưởng bình quân, thủy sản dựa trên kế hoạch mở rộng diện tích nuôi trồng, công nghiệp dựa trên mở rộng các khu/cụm công nghiệp. Nhu cầu sử dụng nước tăng lên so với hiện trạng, cụ thể nhu cầu sử dụng nước theo phương án quy hoạch đến năm 2025 và kịch bản RCP 4.5 là 1.289,551 triệu m<sup>3</sup> (tăng thêm 22% so với hiện trạng), nhu cầu sử dụng nước các vùng theo phương án quy hoạch đến năm 2030 và KB RCP 8.5 là 1.523,354 triệu m<sup>3</sup> (tăng

thêm 30% so với hiện trạng).

### 3.3. Công trình hồ chứa

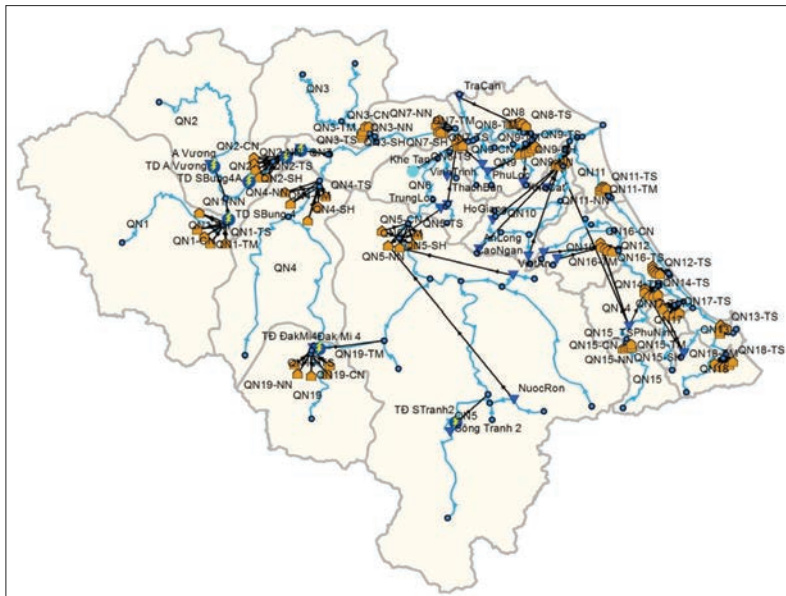
Hồ thủy điện: Trong nghiên cứu đưa 7 hồ thủy điện vào tính toán, bao gồm: A Vương, Đăk Mi 4, sông Tranh 2, sông Bung 4, sông Bung 4A, sông Bung 5, sông Bung 6; hồ thủy lợi: Toàn tỉnh có 73 hồ chứa nước [3]. Trong nghiên cứu này do điều kiện thu thập dữ liệu, đưa 18 hồ thủy lợi có dung tích hữu ích trên một triệu mét khối vào tính toán.

## 4. Kết quả

Sơ đồ mô hình hóa tính toán cân bằng nước hiện trạng cho tỉnh Quảng Nam trong mô hình MIKE BASIN với các nút cân bằng, các hộ sử dụng nước (Hình 8) gồm: 90 nút sử dụng nước thuộc các nhu cầu: Sinh hoạt (19), công nghiệp và tiểu thủ công nghiệp (19), thương mại, du lịch và hoạt động đô thị (19), nông nghiệp (19), thủy sản (19), 7 nút hồ thủy điện, thủy điện và 18 nút hồ thủy lợi.

Theo Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng [4] (kịch bản RCP4.5 và RCP 8.5) tính các kịch bản nước đến các vùng.

Theo tính toán cân bằng nước cho tỉnh Quảng Nam, khả năng đáp ứng nhu cầu sử dụng nước của các vùng được tổng hợp trong Bảng 5 và trong các Hình 11 đến 16.



Hình 10. Sơ đồ thiết lập tính toán trong MIKE BASIN cho Quảng Nam

Bảng 5. Khả năng đáp ứng nhu cầu sử dụng nước tại các vùng  
("0": đáp ứng đủ, "-": thiếu nước)

Đơn vị:  $10^6 m^3$

TT	Vùng	2015	Trung bình giai đoạn 1986-2005	2025 RCP 4.5	2025 RCP 8.5	2030 RCP 4.5	2030 RCP 8.5
1	Vùng sông Bung	0,000	-1,408	-13,549	-12,138	-14,253	-7,324
2	Vùng sông A Vương	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	Vùng sông Côn	0,009	-2,957	-5,543	-0,160	-5,684	-0,068
4	Vùng thượng Vu Gia 1	0,000	0,000	-4,448	-4,705	-4,559	-4,792
5	Vùng thượng Vu Gia 2	0,000	0,000	-5,774	-6,109	-6,040	-5,421
6	Vùng thượng Thu Bồn	0,000	0,000	-28,498	-24,417	-30,906	-27,131
7	Vùng trung Thu Bồn	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
8	Vùng trung Vu Gia	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	Vùng hạ Vu Gia Thu Bồn 1	0,000	0,000	-2,538	-4,493	-3,161	-5,576
10	Vùng hạ Vu Gia Thu Bồn 2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11	Vùng sông Ly Ly	-3,373	-15,707	-12,509	-4,877	-16,368	-5,882
12	Vùng Trường Giang 1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13	Vùng Trường Giang 2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14	Vùng Trường Giang 3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15	Vùng thượng hồ Phú Ninh	-18,749	-29,415	-47,991	-53,920	-53,930	-59,180
16	Vùng hạ hồ Phú Ninh	-0,655	-4,264	-15,198	-14,485	-19,930	-17,488
17	Vùng sông Tam Kỳ 1	-28,916	-84,673	-1,629	-1,516	-3,403	-1,483
18	Vùng sông Tam Kỳ 2	-4,050	-2,254	-9,144	-9,126	-12,505	-11,799
19	Vùng sông Tam Kỳ 3	-4,074	-0,560	-15,328	-13,604	-19,448	-17,757
Tổng		-59,827	-141,237	-162,149	-149,551	-190,186	-163,901

Nhận xét:

Giai đoạn 1986-2005

Lượng nước thiếu tập trung vào các tháng cuối mùa kiệt: 6, 7, 8 trong đó tháng 7 lượng thiếu hụt lớn nhất (61,352 triệu m<sup>3</sup>).

Các vùng thiếu nước: QN1 (vùng sông Bung), QN3 (vùng sông Côn), Q15 (vùng hạ hồ Phú Ninh), QN17 (vùng sông Tam Kỳ 2), QN18 (vùng sông Tam Kỳ 3) thiếu lượng nhỏ, QN10 (vùng sông Ly Ly), QN14 (vùng thượng hồ Phú Ninh), và QN16 (vùng sông Tam Kỳ 1) thiếu nước nhiều nhất trong các vùng.

Theo kịch bản phát triển kinh tế - xã hội đến năm 2025, tầm nhìn 2030 dưới tác động của BĐKH&NBD

Lượng nước thiếu tập trung vào các tháng: 3, 4, 5, 6, 7, 8 trong đó tháng 7, tháng 8 lượng thiếu hụt lớn nhất.

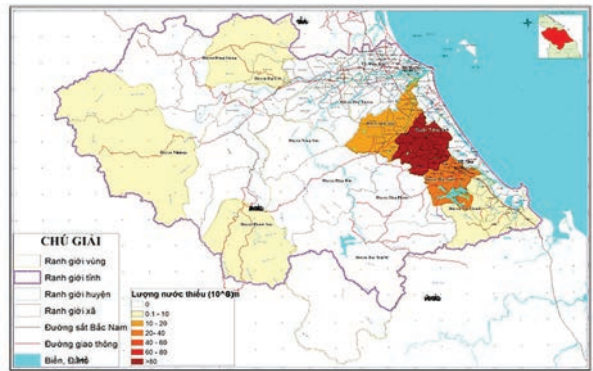
Các vùng thiếu nước (Hình 16): QN1 (vùng sông Bung), QN4 (vùng thượng Vu Gia Thu Bồn 2), QN8 (vùng hạ Vu Gia Thu Bồn 1), QN16 (vùng

sông Tam Kỳ 1), QN17 (vùng sông Tam Kỳ 2), QN19 (vùng thượng Vu Gia 2) thiếu lượng nhỏ, trong khi QN5 (vùng Thượng Thu Bồn), QN15 (vùng hạ hồ Phú Ninh), QN18 (vùng sông Tam Kỳ 3), và QN14 (vùng thượng hồ Phú Ninh) thiếu nước nhiều nhất trong các vùng.

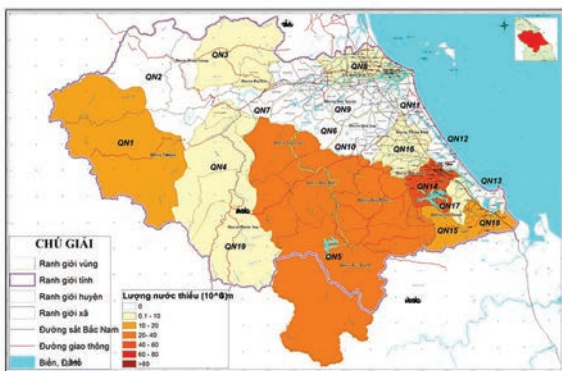
Các vùng: Vùng sông A Vương, vùng trung Vu Gia, Thu Bồn, vùng hạ Vu Gia Thu Bồn 2, vùng ven biển dọc sông Trường Giang có khả năng đáp ứng ổn định cho các nhu cầu sử dụng nước trong tất cả các trường hợp tính toán. Các vùng thượng Vu Gia, Thu Bồn và hạ Vu Gia Thu Bồn 1 hiện trạng có khả năng đáp ứng ổn định cho các nhu cầu sử dụng nước, tuy nhiên theo các kịch bản phát triển kinh tế - xã hội đến năm 2025, tầm nhìn 2030 dưới tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng thì không còn khả năng đáp ứng đủ. Các vùng ngày càng gia tăng lượng nước thiếu hụt gồm: Vùng sông Côn, vùng sông Ly Ly, vùng thượng hồ Phú Ninh, vùng hạ hồ Phú Ninh, vùng sông Tam Kỳ.



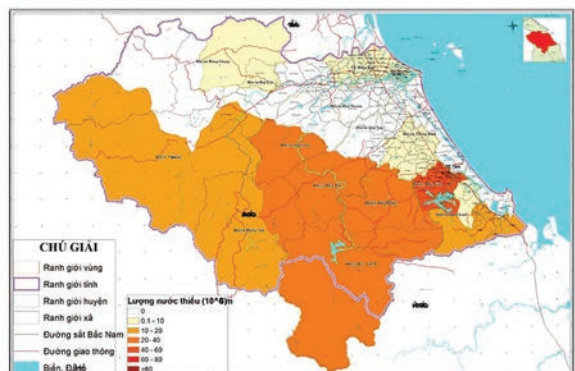
Hình 11. Các vùng thiếu nước năm 2015



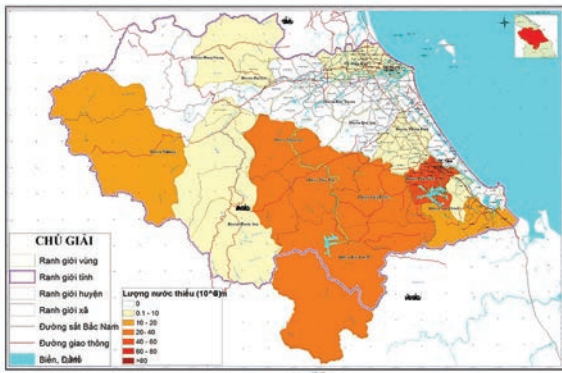
Hình 12. Các vùng thiếu nước trung bình thời kỳ 1986-2005



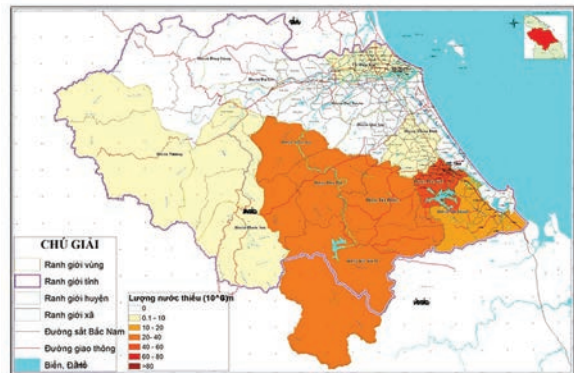
Hình 13. Các vùng thiếu nước đến năm 2025 kịch bản RCP 4.5



Hình 14. Các vùng thiếu nước đến năm 2025 kịch bản RCP 8.5



Hình 15. Các vùng thiếu nước đến năm 2030  
kịch bản RCP 4.5



Hình 16. Các vùng thiếu nước đến năm 2030  
kịch bản RCP 8.5

## 5. Kết luận

Từ kết quả tính toán cân bằng nước hiện trạng và theo kịch bản phát triển kinh tế - xã hội đến năm 2025, tầm nhìn 2030 dưới tác động của BĐKH, nhận thấy các tháng thiếu nước chủ yếu rơi vào tháng 3, 4, 5, 6, 7, 8 (chủ yếu các tháng mùa kiệt) và ngày càng gia tăng. Trung bình giai đoạn 1986-2005 lượng nước thiếu là 141,237 triệu m<sup>3</sup>, BĐKH có thể làm

lượng nước thiếu gia tăng 6% đến 34%. Vì vậy, cần có các giải pháp công trình như bổ sung, nâng cấp các hồ chứa hay thiết lập hệ thống thu gom nước mưa,..., bên cạnh đó là các giải pháp phi công trình như: Nâng cao nhận thức của người dân, trồng rừng đầu nguồn, thay đổi cơ cấu mùa vụ,... Nghiên cứu là bước đầu giúp cho các định hướng quy hoạch tại Quảng Nam trong thời gian tới.

**Lời cảm ơn:** Nhóm tác giả xin cảm ơn Dự án “Khoanh định vùng cấm, vùng hạn chế, vùng phải đăng ký khai thác, sử dụng nước dưới đất trên địa bàn tỉnh Quảng Nam”; cảm ơn sự hỗ trợ về số liệu, hệ thống tính toán hiệu năng cao của Trung tâm Động lực học thủy khí môi trường - Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội và Phòng Nước - Khí tượng Thủy văn, Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Nam để hoàn thành nghiên cứu này.

## Tài liệu tham khảo

### Tài liệu tiếng Việt

1. Ủy ban nhân dân tỉnh Quảng Nam (2017), “Báo cáo tổng hợp tài liệu, số liệu kinh tế - xã hội, khí tượng thủy văn và tình hình khai thác, sử dụng nước dưới đất”.
2. Cục Thống kê tỉnh Quảng Nam (2017), *Niên giám Thống kê tỉnh Quảng Nam 2016*, Nhà xuất bản Thống kê, Hà Nội.
3. Viện Quy hoạch thủy lợi (2016), “Báo cáo tổng hợp Quy hoạch thủy lợi tỉnh Quảng Nam đến năm 2025 và định hướng đến năm 2030”.
4. Bộ Tài nguyên Môi trường (2016), *Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng*.
5. Quy chuẩn kỹ thuật QCVN: 01/2008/BXD Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về Quy hoạch Xây dựng.
6. Cục Thống kê tỉnh Quảng Nam, Chi cục thống kê 18 thành phố/thị xã/huyện (2016), *Niên giám thống kê 18 thành phố/thị xã/huyện năm 2015*.
7. Viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2010), *Các kịch bản nước biển dâng và khả năng giảm thiểu rủi ro do thiên tai ở Việt Nam*.
8. Viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2010), *Tác động của biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước và các biện pháp thích nghi*.

## Tài liệu tiếng Anh

9. DHI (2011), *User's Guide MIKE BASIN*.
10. DHI (2011), *Uses Manual MIKE BASIN*.
11. Martin Smith (1992), *CROPWAT: A Computer Program for Irrigation Planning and Management*.  
FAO.

# WATER BALANCE CALCULATION IN CURRENT STATUS AND THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE IN QUANG NAM PROVINCE

Nguyen Kim Ngoc Anh, Tran Ngoc Anh  
Ha Noi University of Science, VNU

Received: 8/11/2019; Accepted: 10/1/2020

**Abstract:** *This paper deals for water balance calculation in Quang Nam province. Present (2015 and 1986-2005) in case, discharge input data that restored by MIKE NAM model was calibrated and tested model parameters quite well, water use of households data were based on Statistical Yearbook Quang Nam province in 2015. From which, applied the model parameters to the water balance calculations in 2015, 1986-2005 and Socio-economic development scenario until 2025, vision 2030 affected by climate change, the result show that water shortage focus on dry season month and increasing day by day. According to the calculation results, the average period of 1986-2005 the amount of water shortage was 141,237 million m<sup>3</sup>; the impact of climate change, the amount of water shortage increased by 6% to 34%.*

**Keywords:** *Quang Nam, MIKE BASIN, water balance.*

# ẢNH HƯỞNG CỦA ĐIỀU KIỆN KHÍ HẬU VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN THĂM DÒ, KHAI THÁC, CHẾ BIẾN VÀ SỬ DỤNG QUẶNG BAUXIT TRÊN CÁC MỎ Ở VIỆT NAM

Trương Thị Thanh Thủy<sup>(1)</sup>, Vũ Văn Thăng<sup>(1)</sup>,  
Nguyễn Hữu Quyền<sup>(1)</sup>, Nguyễn Trọng Hiệu<sup>(2)</sup>, Trần Duy Hiền<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

<sup>(2)</sup>Trung tâm Khoa học công nghệ Khí tượng Thủy văn và Môi trường

<sup>(3)</sup>Vụ Khoa học và Công nghệ, Bộ Tài nguyên và Môi trường

Ngày nhận bài 6/2/2020; ngày chuyển phản biện 7/2/2020; ngày chấp nhận đăng 1/3/2020

**Tóm tắt:** Trong bài báo này, số liệu khí hậu tại 25 trạm quan trắc trong giai đoạn 1981-2018 và số liệu kích bản biến đổi khí hậu được sử dụng cho mục đích nghiên cứu. Kết quả cho thấy: Biến đổi khí hậu đã và đang ảnh hưởng đến hoạt động khai thác khoáng sản ở Việt Nam. Đặc biệt, tác động của nắng, nhiệt độ, lượng mưa là đáng kể ở các mỏ phía Nam. Trong giai đoạn đầu thế kỷ 21, trên các khu vực mỏ bauxit, nhiệt độ và lượng mưa đều có xu thế tăng lên; số tháng lạnh có xu thế giảm; số tháng nóng; số tháng mưa rất nhiều ở các mỏ phía Bắc và số tháng mưa đặc biệt nhiều ở các mỏ phía Nam cũng có xu thế gia tăng gây ảnh hưởng đến khai thác, chế biến và sử dụng quặng bauxit.

**Từ khóa:** Khí hậu, biến đổi khí hậu, bauxit.

## 1. Giới thiệu

Bauxit là một trong những khoáng sản có tài nguyên rất lớn của Việt Nam và được sử dụng để chế biến thành nhôm kim loại, được ứng dụng nhiều trong mọi mặt của đời sống về số lượng và giá trị [5, 12]. Do đó, bauxit là một trong các nguồn lực quan trọng trong quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, cần được nghiên cứu khai thác và sử dụng hợp lý. Gần đây nhất, theo công bố của cục khảo sát Địa chất Mỹ vào tháng 1/2020, Việt Nam là một trong các nước có tiềm năng lớn nhất về bauxit trên thế giới [15].

Bauxit phân bố từ Bắc đến Nam, chủ yếu ở Tây Nguyên [5, 12]. Theo Quy hoạch phân vùng thăm dò, khai thác, chế biến, sử dụng quặng bauxit giai đoạn 2007-2015, có xét đến năm 2025 được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 167/2007/QĐ-TTg, ngày 01/11/2007 quặng bauxit ở nước ta ước tính khoảng 5,5 tỷ tấn, trong đó khu vực miền Bắc khoảng 91 triệu

tấn, khu vực miền Nam và Tây Nguyên khoảng 5,4 tỷ tấn [7]. Cũng theo quy hoạch này, giai đoạn 2016-2025 sẽ đầu tư gia tăng công suất khai thác bauxit và sản xuất nhôm để đáp ứng nhu cầu xuất khẩu và cung cấp nguyên liệu cho điện phân nhôm trong nước.

Ngành công nghiệp bauxit - nhôm đang là một trong các động lực quan trọng thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội nước ta, đặc biệt vùng Tây Nguyên [7, 14]. Tuy nhiên, việc khai thác và sử dụng cần phải hợp lý, đảm bảo các vấn đề về môi trường. Thực tế, trong những năm gần đây cho thấy, ảnh hưởng của điều kiện khí hậu và biến đổi khí hậu đến nhiều ngành nghề, lĩnh vực khác nhau như nông nghiệp, lâm nghiệp, công nghiệp, tài nguyên nước, du lịch,... [2, 3, 9, 13] trong đó có hoạt động thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng khoáng sản nói chung và bauxit nói riêng [4, 10].

Biến đổi khí hậu làm gia tăng tần suất và cường độ của các cực đoan khí hậu như nắng nóng, hạn hán, mưa lớn, bão,... làm ảnh hưởng tiêu cực đến việc thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng bauxit [8]. Bài báo trình bày ảnh hưởng của khí hậu và

Liên hệ tác giả: Trương Thị Thanh Thủy  
Email: thuytruong021088@gmail.com

biến đổi khí hậu đến thăm dò, khai thác, chế biến tại các mỏ quặng bauxit ở Việt Nam nhằm làm cơ sở cho việc thực hiện quy hoạch phát triển công nghiệp bauxit cũng như khai thác sử dụng hợp lý, có hiệu quả nguồn tài nguyên khoáng sản, bảo vệ môi trường và tránh được những rủi ro trong các hoạt động khai khoáng.

## 2. Phương pháp và số liệu nghiên cứu

### 2.1. Phương pháp phân cấp các trị số khí hậu

Sự phân cấp trị số của các yếu tố khí hậu chủ yếu dựa trên các tài liệu nghiên cứu về sinh khí hậu người, về ảnh hưởng của điều kiện thời tiết, khí hậu đến người hoạt động trong lĩnh vực du lịch, điều dưỡng cũng như các hoạt động sản xuất, lao

động ngoài trời, kết hợp với phương pháp chuyên gia [2, 3, 6, 11, 13]. Dưới đây là kết quả phân cấp đối với các yếu tố khí hậu đã được xác định là có tác động đến hoạt động khai thác bauxit.

#### a. Phân cấp trị số năm của các yếu tố khí hậu

Phân cấp trị số năm nhằm xác định độ lớn của các yếu tố khí hậu được lựa chọn.

Dựa trên các phân tích ở trên và bằng phương pháp chuyên gia, nhóm tác giả phân chia trị số của nhiệt độ trung bình năm (T2m năm) thành 11 cấp; số giờ nắng trung bình năm (S năm), lượng mưa trung bình năm (R năm) thành 10 cấp; nhiệt độ tối cao tuyệt đối năm (Tx năm) và lượng mưa ngày lớn nhất năm (Rx1day năm) thành 6 cấp (Bảng 1, 2, 3).

Bảng 1. Phân cấp T2m năm

T2m năm (°C)	Cấp
< 18	1
18,0-19,0	2
19,1- 20,0	3
20,1-21,0	4
21,0- 22,0	5
22,1-23,0	6
23,1-24,0	7
24,1-25,0	8
25,1-26	9
26-27	10
> 27	11

Bảng 2. Phân cấp S năm và R năm

S năm (giờ)		R năm (mm)	
Khoảng giá trị	Cấp	Khoảng giá trị	Cấp
1.500	1	< 1.400	1
1.501-1.650	2	1.401- 1.800	2
1.651-1.800	3	1.801- 2.200	3
1.801-1.950	4	2.201-2.600	4
1.951-2.100	5	2.601-3.000	5
2.101- 2.250	6	3.001-3.400	6
2.251- 2.400	7	3.401-3.800	7
2.401-2.550	8	3.801-4.200	8
2.550-2.700	9	4.201-4.600	9
>2.700	10	> 4.600	10

Bảng 3. Phân cấp TXx năm và Rx1day năm

TXx năm (°C)		Rx1day năm (mm)		
Khoảng giá trị	Cấp	Khoảng giá trị	Cấp	Ý nghĩa
< 38	1	< 100	1	Rất nhỏ
38-39	2	100-200	2	Nhỏ
39-40	3	200-300	3	Vừa phải
40-41	4	300-400	4	Lớn
41-42	5	400-500	5	Rất lớn
> 42	6	> 500	6	Đặc biệt lớn

**b. Phân cấp trị số tháng của các yếu tố khí hậu**

Phân cấp trị số tháng nhằm xác định mức độ tác động trực tiếp và gián tiếp đến con người và công cụ trong hoạt động thăm dò, khai thác, chế

Bảng 4. Phân cấp trị số tháng các đặc trưng khí hậu

S tháng (giờ)		T2m tháng (°C)		R tháng (mm)	
Giá trị	Ý nghĩa	Giá trị	Ý nghĩa	Giá trị	Ý nghĩa
< 50	Rất ít	< 18	Lạnh	< 50	Khô hạn
50-100	Ít	18-20	Hơi lạnh	50-100	Ít mưa
100-150	Vừa phải	20-22	Vừa phải	100-200	Vừa phải
150-200	Nhiều	22-24	Dễ chịu	200-300	Nhiều
200-250	Rất nhiều	24-26	Hơi nóng	300-400	Rất nhiều
> 250	Đặc biệt nhiều	> 26	Nóng	> 400	Đặc biệt nhiều

**c. Thuyết minh về các cấp kiến nghị và tiêu chuẩn**

• **Năng**

- Có biện pháp phòng chống nắng trong mùa nắng: S năm  $\geq$  cấp 3 (1.650-1.800 giờ) và 3-6 tháng có S tháng  $\geq$  cấp 4 (150-200 giờ).

- Có biện pháp phòng chống nắng trong mùa nắng và các tháng kế cận: S năm  $\geq$  cấp 3 và 7-10 tháng có S tháng  $\geq$  cấp 4.

- Có biện pháp phòng chống nắng quanh năm: S năm  $\geq$  cấp 3 và 11-12 tháng có S tháng  $\geq$  cấp 4.

• **Nhiệt độ**

- Có biện pháp phòng chống lạnh trong các tháng mùa lạnh: T2m năm  $\leq$  cấp 2.

- Có biện pháp phòng chống nóng trong mùa nóng: T2m năm  $\geq$  cấp 8 (24-25°C) và 3-6 tháng có Ttb  $\geq$  cấp 5 (24-26°C).

- Có biện pháp phòng chống nóng trong mùa nóng và các tháng kế cận: T2m năm  $\geq$  cấp 8 (24-

biến bauxit vào các thời điểm trong năm của các yếu tố khí hậu.

Nhóm tác giả đề xuất phân chia trị số tháng của các yếu tố khí hậu được lựa chọn thành 6 cấp với các ý nghĩa khác nhau (Bảng 4).

25°C) và 7-10 tháng có Ttb  $\geq$  cấp 5 (24-26°C).

- Có biện pháp phòng chống nóng quanh năm: T2m  $\geq$  cấp 8 và 11-12 tháng có Ttb  $\geq$  cấp 5 (24-26°C).

• **Lượng mưa**

- Có biện pháp phòng chống mưa lớn trong mùa mưa: R năm  $\geq$  cấp 3 (1.800-2.200mm) và 3-6 tháng có R tháng  $\geq$  cấp 4 (200-300mm).

- Có biện pháp phòng chống mưa lớn trong mùa mưa và các tháng kế cận: R năm  $\geq$  cấp 3 và 7-10 tháng có R tháng  $\geq$  cấp 4.

- Có biện pháp phòng chống mưa lớn quanh năm: R năm  $\geq$  cấp 3 và 11-12 tháng có R tháng  $\geq$  cấp 4.

**2.2. Số liệu**

**2.2.1. Số liệu quan trắc**

Số liệu quan trắc các yếu tố khí tượng bao gồm: Số giờ nắng, nhiệt độ trung bình, nhiệt độ tối cao, nhiệt độ tối thấp, lượng mưa tại

25 trạm quan trắc đại diện cho các khu vực mỏ bauxit: Hà Giang, Cao Bằng, Lạng Sơn, Konphong - Ka Nak, Đắc Nông, Bảo Lộc, Di

Linh, Quảng Ngãi, Vân Hòa, Bình Phước được sử dụng (Bảng 5). Độ dài chuỗi số liệu từ năm 1981-2018.

Bảng 5. Danh sách các trạm khí tượng được sử dụng

Khu mỏ	Trạm đại diện	Kinh độ	Vĩ độ	Khu mỏ	Trạm đại diện	Kinh độ	Vĩ độ
Hà Giang	Hà Giang	105,0	22,8	Konphong - Ka Nak	Đắc Tô	107,8	14,7
	Hoàng Su Phì	104,7	22,8		Kon Tum	108,0	14,3
	Bắc Mê	105,4	22,7		Pleiku	108,0	14,0
	Bắc Quang	104,9	22,5		An Khê	108,7	14,0
Cao Bằng	Bảo Lạc	105,7	23,0	Đắc Nông	Đắc Nông	107,7	12,0
	Trùng Khánh	106,5	22,8	Bảo Lộc - Di Linh	Liên Khương	108,4	11,8
	Cao Bằng	106,3	22,7		Bảo Lộc	107,8	11,5
	Nguyễn Bình	106,0	22,7	Quảng Ngãi	Quảng Ngãi	108,8	15,1
Lạng Sơn	Thất Khê	106,5	22,3	Vân Hòa	Ba Tư	108,7	14,8
	Bắc Sơn	106,3	21,9		Sơn Hòa	109,0	13,1
	Lạng Sơn	106,8	21,8	Tuy Hòa	109,3	13,1	
	Đình Lập	107,1	21,5	Bình Phước	Đồng Phú	106,9	11,5
	Hữu Lũng	106,4	21,5				

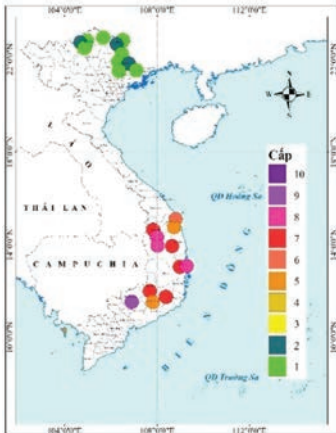
### 2.2.2. Số liệu kịch bản biến đổi khí hậu

Số liệu dự tính nhiệt độ và lượng mưa trong tương lai theo các kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 được lấy từ “Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam” do Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố năm 2016 [1].

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1 Phân bố cấp độ của các yếu tố khí hậu tại các mỏ

#### 3.1.1. Năng



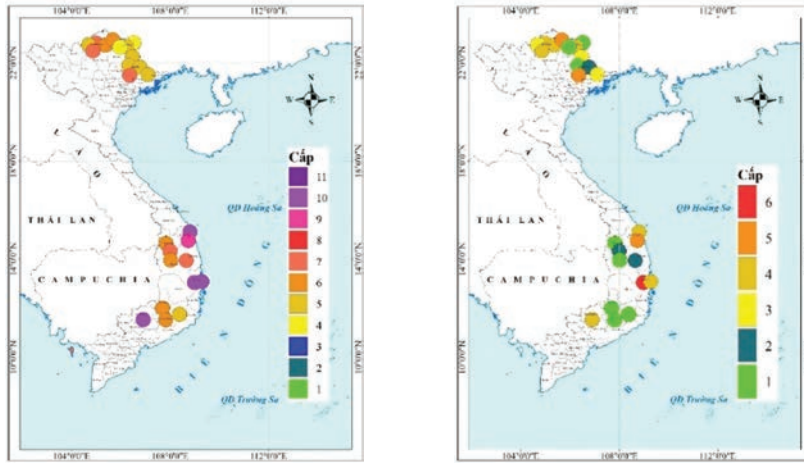
Hình 1. Phân cấp năng tại các mỏ bauxit ở Việt Nam trong thời kỳ 1981-2018

Nhìn chung, số giờ nắng ở các mỏ phía Nam cao hơn nhiều so với các mỏ ở khu vực phía Bắc (Hình 1). Trong khi số giờ nắng chỉ đạt cấp 1-2 ở các mỏ phía Bắc thì số giờ nắng đạt cấp 7-8 ở các mỏ Konphong - Ka Nak, Vân Hòa, cấp 5-7 ở mỏ Bảo Lộc - Di Linh, cấp 7 ở mỏ Đắc Nông, cấp 5-6 ở mỏ Quảng Ngãi và cấp 9 ở mỏ Bình Phước.

#### 3.1.2. Nhiệt độ

Từ Hình 2 cho thấy, nhiệt độ trung bình năm đạt cấp 5-7 ở mỏ quặng Hà Giang, cấp 4-6 ở mỏ Cao Bằng, cấp 5-7 ở mỏ Lạng Sơn, cấp 6-7 ở mỏ Konphong - Ka Nak, cấp 6 ở mỏ Đắc Nông, cấp 5-6 ở mỏ Bảo Lộc - Di Linh, cấp 9-10 ở mỏ Quảng Ngãi, cấp 10 ở các mỏ Vân Hòa, Bình Phước. Như vậy, nền nhiệt ở các mỏ bauxit phía Nam cao hơn so với phía Bắc, đặc biệt các mỏ Quảng Ngãi, Vân Hòa và Bình Phước.

Nhiệt độ cao nhất tuyệt đối năm (Hình 2) đạt cấp 3-4 ở mỏ Hà Giang, cấp 1-5 ở các mỏ Cao Bằng, Lạng Sơn, cấp 1-2 ở mỏ Konphong - Ka Nak, cấp 1 ở các mỏ Đắc Nông, Bảo Lộc - Di Linh, cấp 4-5 ở mỏ Quảng Ngãi, cấp 4-6 ở Vân Hòa và đạt cấp 4 ở mỏ Bình Phước.



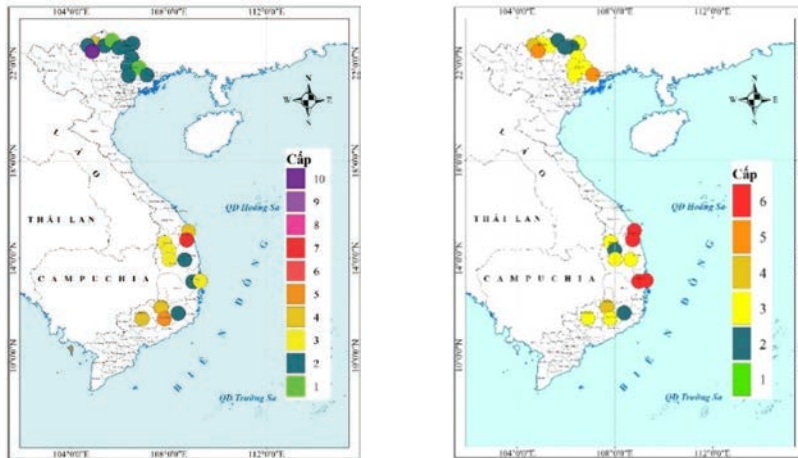
Hình 2. Phân cấp T2m (trái), Txx (phải) tại mỏ quặng bauxit trong thời kỳ 1981-2018

### 3.1.3. Lượng mưa

Lượng mưa năm ở các mỏ phía Nam cao hơn so với phía Bắc (Hình 3): Lượng mưa đạt cấp 2-3 ở phía Bắc và cấp 10 ở phía Nam mỏ Hà Giang; cấp 1-2 ở các mỏ Cao Bằng, Lạng Sơn; cấp 2-3 ở các mỏ Konphong - Ka Nak và Vân Hòa; cấp 4 ở mỏ Đắc Nông; cấp 2-5 ở mỏ Bảo Lộc - Di Linh;

cấp 4-7 ở mỏ Quảng Ngãi; và cấp 4 ở mỏ Bình Phước.

Rx1day năm đạt cấp 6 ở các mỏ Quảng Ngãi, Vân Hòa, cấp 3-5 ở mỏ Hà Giang, cấp 2-3 ở mỏ Cao Bằng, cấp 3-5 ở mỏ Lạng Sơn, cấp 2-3 ở các mỏ Konphong - Ka Nak và Bảo Lộc - Di Linh, cấp 4 ở mỏ Đắc Nông và cấp 3 ở mỏ Bình Phước (Hình 3).



Hình 3. Phân cấp R năm (trái), Rx1day năm (phải) tại các mỏ bauxit thời kỳ 1981-2018

## 3.2. Ảnh hưởng của các yếu tố khí hậu đến thăm dò, khai thác quặng bauxit

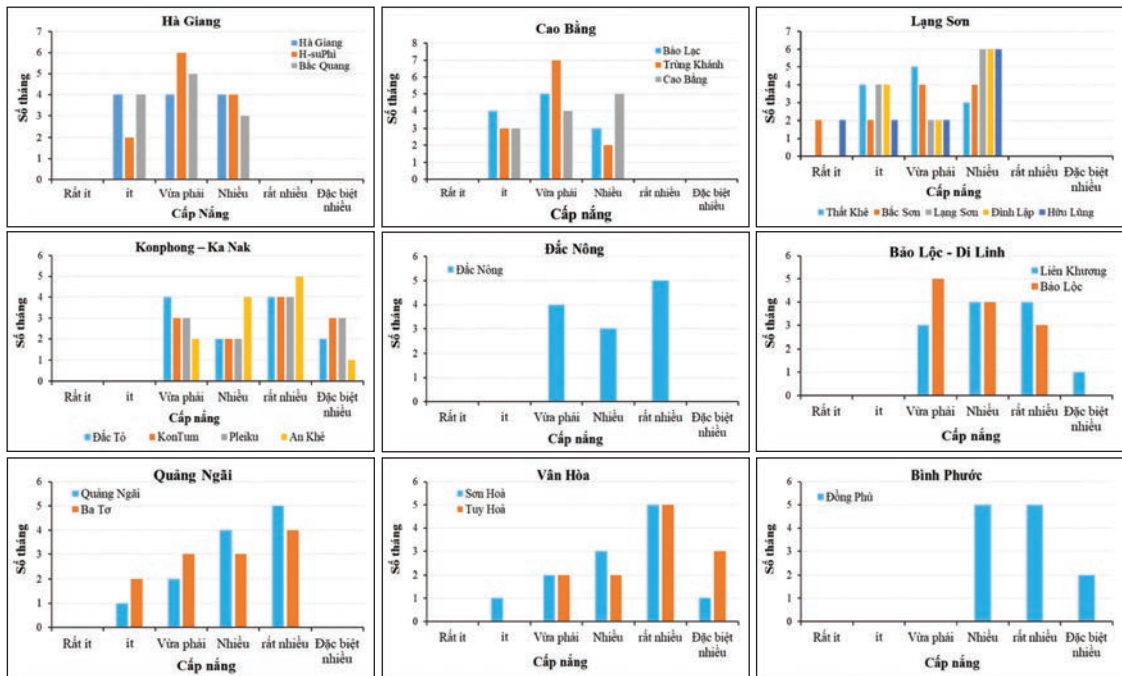
### 3.2.1. Nắng

Hình 4 thể hiện kết quả phân cấp ảnh hưởng của nắng trên các khu vực mỏ bauxit ở Việt Nam. Nhìn chung, ảnh hưởng của nắng trên các mỏ phía Bắc đồng đều hơn so với các mỏ phía Nam.

Ở các mỏ phía Bắc, nắng ảnh hưởng ở cấp ít đến nhiều trên các khu mỏ Hà Giang, Cao Bằng và cấp rất ít đến nhiều trên khu mỏ Lạng Sơn.

Phần lớn thời gian trong năm (3 đến 6 tháng), nắng tác động ở cấp vừa phải, riêng khu mỏ Lạng Sơn ở cấp nhiều.

Ở các mỏ phía Nam, nắng tác động ở cấp ít đến rất nhiều trên các mỏ ven biển miền Trung, cấp vừa phải đến đặc biệt nhiều trên khu mỏ Bảo Lộc - Di Linh, cấp nhiều đến đặc biệt nhiều trên các khu mỏ Konphong - Ka Nak, Đắc Nông và Bình Phước. Trong năm có khoảng 2 đến 5 tháng nắng nhiều, 3 đến 5 tháng nắng rất nhiều và 1 đến 3 tháng nắng đặc biệt nhiều.



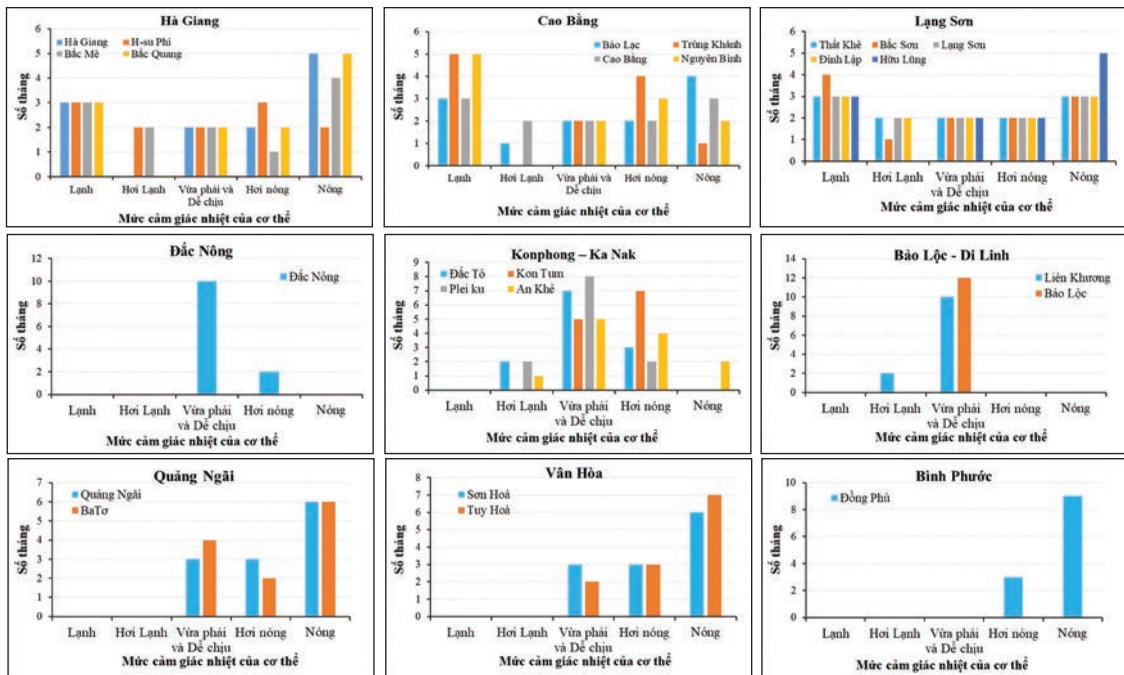
Hình 4. Phân cấp ảnh hưởng của nắng tại các khu mỏ bauxit ở Việt Nam

### 3.2.2. Nhiệt độ

Về ảnh hưởng của nhiệt độ đối với cơ thể con người tại các khu mỏ bauxit ở Việt Nam (Hình 5) có thể nhận xét như sau:

Ở các mỏ khu vực phía Bắc, việc khai thác

thăm dò của con người vừa chịu tác động của lạnh trong mùa đông, vừa chịu tác động của nóng trong mùa hè. Trong năm phổ biến có khoảng 3-5 tháng lạnh, 1-2 tháng hơi lạnh, 2 tháng vừa phải và dễ chịu, 2-3 tháng hơi nóng và 2-5 tháng nóng.



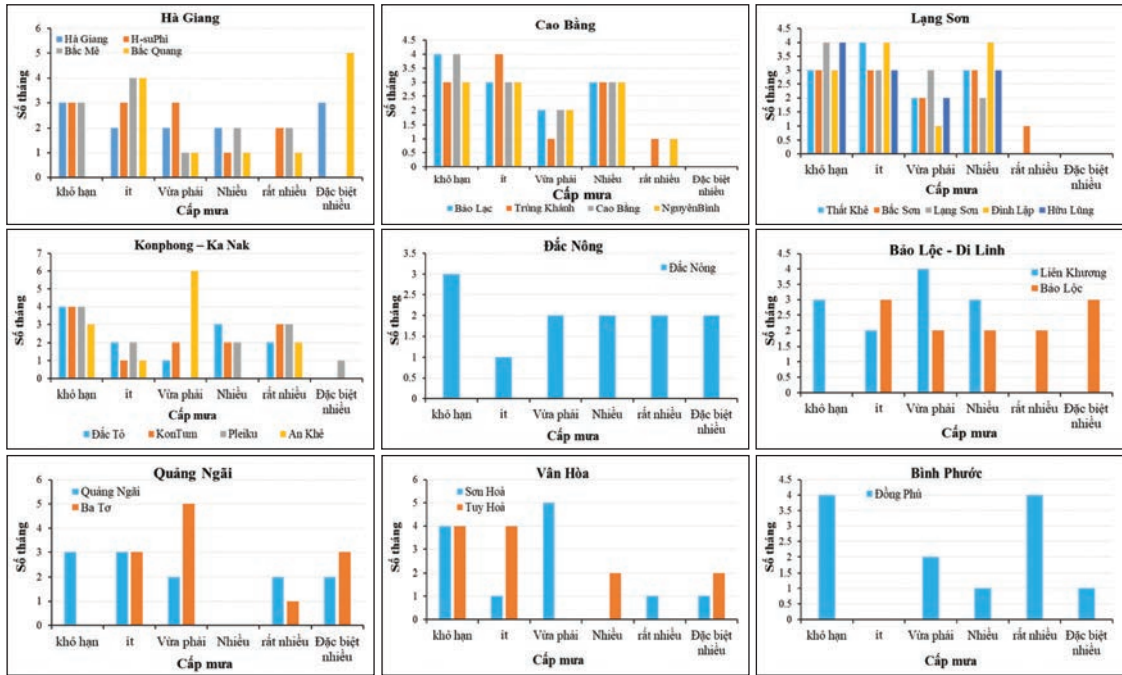
Hình 5. Phân cấp mức độ ảnh hưởng của nhiệt độ đối với cơ thể con người tại các khu mỏ bauxit ở Việt Nam

Ở các khu mỏ phía Nam, việc khai thác, thăm dò của con người chịu tác động phổ biến ở mức vừa phải đến hơi nóng trên các khu mỏ Konphong - Ka Nak (5-8 tháng vừa phải và dễ chịu, 2-7 tháng hơi nóng), Đắc Nông (10 tháng dễ chịu và vừa phải, 2 tháng hơi nóng); mức vừa phải và dễ chịu trên khu mỏ Bảo Lộc - Di Linh (10-12 tháng); mức vừa phải đến nóng trên các khu mỏ Quảng Ngãi (3-4 tháng vừa phải và dễ chịu, 2-3 tháng hơi nóng, 6 tháng nóng), Vân Hòa (2-3 tháng vừa phải và dễ chịu, 3 tháng nóng, 6-7

tháng hơi nóng); mức hơi nóng và nóng trên khu mỏ Bình Phước (3 tháng hơi nóng, 9 tháng nóng). Như vậy, trong năm, tác động của nóng xảy ra phần lớn thời gian ở các khu mỏ ven biển miền Trung, toàn bộ thời gian ở khu mỏ Bình Phước và không xảy ra ở khu mỏ Bảo Lộc - Di Linh.

### 3.2.3. Lượng mưa

Hình 6 thể hiện phân cấp mức độ ảnh hưởng của lượng mưa trên các khu vực mỏ bauxit ở Việt Nam.



Hình 6. Phân cấp mức độ ảnh hưởng của lượng mưa tại các khu vực mỏ Bauxit ở Việt Nam

Ở các khu mỏ phía Bắc, tác động của lượng mưa trong năm phổ biến ở cấp khô hạn đến mưa nhiều; cấp mưa rất nhiều chỉ xảy ra khoảng 1-2 tháng ở khu mỏ Hà Giang và 1 tháng ở một vài nơi thuộc các khu mỏ Cao Bằng, Lạng Sơn; cấp mưa đặc biệt nhiều chỉ xảy ra ở khu mỏ Hà Giang nhưng lên tới 3-5 tháng ở một vài nơi thuộc khu mỏ.

Ở các khu vực mỏ phía Nam, lượng mưa tác động ở cấp khô hạn đến cấp đặc biệt nhiều, riêng khu mỏ Quảng Ngãi không xảy ra cấp độ mưa nhiều, khu mỏ Bình Phước không xảy ra cấp ít mưa. Trên các trạm đại diện, trong năm phổ biến có khoảng 3-4 tháng khô hạn, 1-4 tháng mưa ít, 1-6 tháng mưa vừa phải, 0-3 tháng mưa nhiều, 1-4 tháng mưa rất nhiều và 0-3 tháng

mưa đặc biệt nhiều. Trong đó, các khu mỏ có thời gian khô hạn nhiều nhất là Konphong - Ka Nak, Vân Hòa, Bình Phước (4 tháng).

Qua phân tích ở trên có thể thấy rằng, các yếu tố khí hậu đã và đang tác động đến các mỏ bauxit ở Việt Nam. Do đó, cần có các giải pháp cụ thể phù hợp trong hoạt động khai thác sản xuất bauxit, đảm bảo sức khỏe con người, trang thiết bị, máy móc,... Bảng 6 thể hiện chi tiết kết quả tổng hợp cấp độ các yếu tố khí hậu được xem là sẽ có ảnh hưởng bất lợi đến hoạt động tổ chức khai thác bauxit, đây chính là cơ sở khoa học quan trọng để đưa ra kiến nghị các biện pháp phòng chống trong hoạt động thăm dò, khai thác, chế biến và sản xuất bauxit trên mỗi khu mỏ.

Bảng 6. Cấp độ các yếu tố khí hậu ảnh hưởng đến tổ chức khai thác khoáng sản bauxit và các biện pháp phòng chống

Khu vực mỏ	Trạm	Nhiệt độ			Lượng mưa			Số giờ nắng		Biện pháp phòng chống kiến nghị
		T2m năm (Cấp)	Tx (Cấp)	Số tháng có T2m $\geq$ cấp 5	R Năm (Cấp)	Rx (Cấp)	Số tháng có R $\geq$ cấp 4	S năm (Cấp)	Số tháng có S $\geq$ cấp 4	
Hà Giang	Hà Giang	7	4	7	4	3	5	1	4	Phòng chống mưa lớn trong mùa mưa; và các tháng kế cận ở phía Nam khu mỏ
	H. S. Phi	5	3	5	2	4	3	2	4	
	Bắc Mê	6	4	5	2	3	4	x	x	
	Bắc Quang	7	4	7	10	5	7	1	3	
Cao Bằng	Bảo Lạc	6	5	6	1	2	3	1	3	Điều kiện khí hậu thuận lợi
	Trùng Khánh	4	1	5	2	3	4	1	2	
	Cao Bằng	5	4	5	2	2	3	2	5	
	Nguyên Bình	4	1	5	2	2	4	x	x	
Lạng Sơn	Thất Khê	5	3	5	2	3	3	1	3	Điều kiện khí hậu thuận lợi
	Bắc Sơn	5	1	5	2	3	4	1	4	
	Lạng Sơn	5	2	5	1	3	2	2	6	
	Đình Lập	5	3	5	2	5	4	1	6	
	Hữu Lũng	7	5	7	2	3	3	1	6	
Kon- phong – Ka Nak	Đắc Tô	6	1	3	3	3	5	7	8	Phòng chống nắng trong các tháng mùa nắng và các tháng kế cận; phòng chống mưa lớn trong mùa mưa.
	Kon Tum	7	2	7	3	2	5	8	9	
	Pleiku	6	1	2	3	3	6	8	9	
	An Khê	7	2	6	2	3	2	7	10	
Đắc Nông	Đắc Nông	6	1	2	4	4	6	7	8	Phòng chống nắng trong mùa nắng và các tháng kế cận; phòng chống mưa lớn trong mùa mưa
Bảo Lộc – Di Linh	Liên Khương	5	1	0	2	2	3	7	9	Phòng chống nắng trong mùa nắng và các tháng kế cận; phòng chống mưa lớn trong mùa mưa và các tháng kế cận ở phía Nam
	Bảo Lộc	6	1	0	5	3	7	5	7	
Quảng Ngãi	Quảng Ngãi	10	4	9	4	6	4	6	9	Phòng chống nắng trong mùa nắng và các tháng kế cận; phòng chống nóng trong mùa nóng và các tháng kế cận; phòng chống mưa lớn trong mùa mưa
	Ba Tơ	9	5	8	7	6	4	5	7	
Vân Hòa	Sơn Hòa	10	6	9	2	6	2	7	9	Phòng chống nắng và nóng quanh năm; phòng chống mưa lớn trong mùa mưa
	Tuy Hòa	10	4	10	3	6	4	8	10	
Bình Phước	Đồng Phú	10	4	12	4	3	6	9	12	Phòng chống nắng và nóng quanh năm; phòng chống mưa lớn trong mùa mưa

### 3.3. Biến đổi khí hậu trên các mỏ quặng bauxit

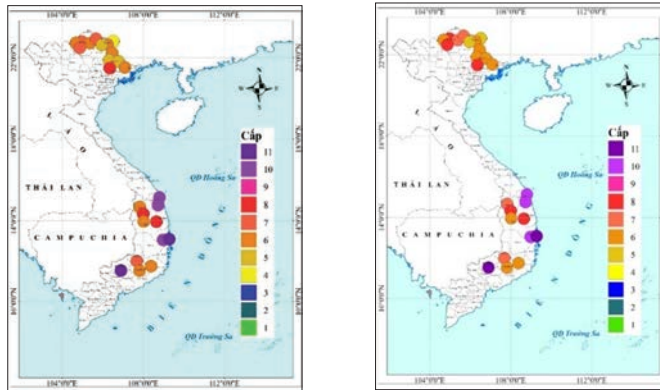
#### 3.3.1. Nhiệt độ

Theo kịch bản RCP4.5, nhiệt độ trung bình năm trong giai đoạn 2016-2035 được dự tính giữ nguyên hoặc tăng lên 1 cấp so với thời kỳ cơ sở trên các khu mỏ phía Bắc, đạt tới các cấp: 4-7 ở mỏ Cao Bằng, 6-7 ở mỏ Hà Giang, 5-8 ở mỏ Lạng Sơn và tăng lên 1 cấp trên các vùng mỏ phía nam, đạt tới các cấp: 6-8 ở mỏ Konphong - KaNak, 7 ở mỏ Đắc Nông, 6 ở mỏ Bảo Lộc - Di Linh, 10 ở mỏ Quảng Ngãi, 10-11 ở mỏ Vân Hòa và 11 ở mỏ Bình Phước (Hình 7).

Theo kịch bản RCP8.5, nhiệt độ trung bình

năm ở hầu hết các khu mỏ bauxit (trừ phía Đông mỏ Vân Hòa) trong giai đoạn 2016-2035 được dự tính tăng lên 1 cấp so với thời kỳ cơ sở, đạt tới các cấp: 6-8 ở mỏ Hà Giang, 5-7 ở mỏ Cao Bằng, 6-8 ở các mỏ Lạng Sơn, Konphong - KaNak, 7 ở mỏ Đắc Nông, 6 ở mỏ Bảo Lộc - Di Linh, 10 ở mỏ Quảng Ngãi, 10-11 ở mỏ Vân Hòa và cấp 11 ở mỏ Bình Phước (Hình 7).

Về mức độ tác động trực tiếp của nhiệt độ theo từng tháng trong năm tại các mỏ bauxit, các kết quả dự tính cũng cho thấy số tháng lạnh giữ nguyên hoặc giảm đi, số tháng nóng giữ nguyên hoặc tăng lên 1 đến 3 tháng theo cả hai kịch bản.

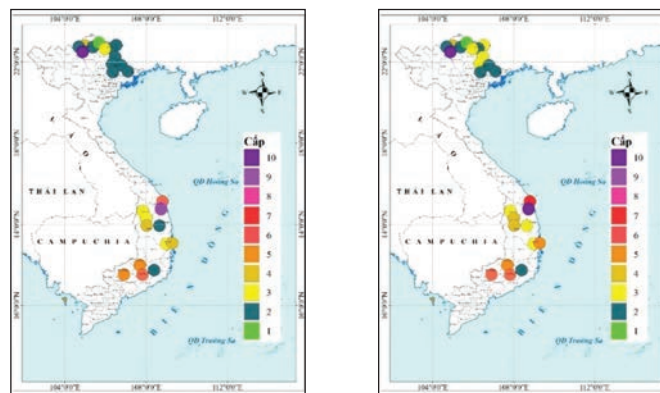


Hình 7. Dự tính nhiệt độ trung bình năm giai đoạn 2016-2035 theo kịch bản RCP4.5 (trái) và RCP8.5 (phải)

#### 3.3.2. Lượng mưa

Theo kịch bản RCP4.5, so với thời kỳ cơ sở, lượng mưa năm trong giai đoạn 2016-2035 được dự tính giữ nguyên hoặc tăng lên 1 cấp ở các mỏ phía Bắc và giữ nguyên hoặc tăng lên 1 đến 2 cấp ở các mỏ phía Nam. Lượng mưa năm sẽ đạt cấp 2-4 ở phía Bắc mỏ Hà Giang, cấp 10 ở

phía Nam mỏ Hà Giang, cấp 1-3 ở mỏ Cao Bằng, cấp 2 ở mỏ Lạng Sơn, cấp 3-4 ở mỏ Konphong - KaNak, cấp 5 ở mỏ Đắc Nông, cấp 2 ở phía Bắc mỏ Bảo Lộc - Di Linh, cấp 6 ở phía Nam mỏ Bảo Lộc - Di Linh, cấp 6 đến 9 ở mỏ Quảng Ngãi, cấp 3-4 ở mỏ Vân Hòa và cấp 5 ở mỏ Bình Phước (Hình 8).



Hình 8. Dự tính lượng mưa năm giai đoạn 2016-2035 theo kịch bản RCP4.5 (trái) và RCP8.5 (phải)

Theo kịch bản RCP8.5, so với thời kỳ cơ sở, lượng mưa năm trong giai đoạn 2016-2035 được dự tính giữ nguyên hoặc tăng lên 1 cấp ở các mỏ phía Bắc và giữ nguyên hoặc tăng lên 1 đến 3 cấp ở các mỏ phía Nam. Lượng mưa năm được dự tính đạt cấp 2-4 ở phía Bắc mỏ Hà Giang, cấp 10 ở phía Nam mỏ Hà Giang, cấp 1-3 ở mỏ Cao Bằng, cấp 2-3 ở mỏ Lạng Sơn, cấp 3-4 ở mỏ Konphong - KaNak, cấp 5 ở mỏ Đắc Nông, cấp 2 ở phía Bắc mỏ Bảo Lộc - Di Linh, cấp 6 ở phía nam mỏ Bảo Lộc - Di Linh, cấp 7-10 ở mỏ Quảng Ngãi, cấp 3-5 ở mỏ Vân Hòa và cấp 6 ở mỏ Bình Phước (Hình 8).

Về mức độ tác động trực tiếp của lượng mưa đến thời gian trong năm tại các khu mỏ bauxit, các kết quả dự tính cho thấy: Trong tương lai, giảm đi về số tháng khô hạn, giữ nguyên hoặc tăng lên 1 tháng so với thời kỳ cơ sở về số tháng mưa rất nhiều ở các khu mỏ phía Bắc và số tháng mưa đặc biệt nhiều ở các khu mỏ phía Nam theo cả hai kịch bản.

#### 4. Kết luận

1) Các yếu tố khí hậu đã và đang tác động đến

toàn bộ các mỏ khai thác bauxit tại Việt Nam, trong đó đáng chú ý nhất là nắng nhiều gần như quanh năm ở các mỏ phía Nam; mưa nhiều ở mỏ Nam Hà Giang thuộc phía Bắc và các mỏ phía Nam (trừ Konphong); nóng nhiều ở các mỏ Quảng Ngãi và Bình Phước; lượng mưa 1 ngày lớn nhất ở các mỏ Nam Hà Giang và các mỏ duyên hải miền Trung; nhiệt độ cao nhất tuyệt đối ở các mỏ phía Bắc, Quảng Ngãi và Bình Phước.

2) Theo cả hai kịch bản RCP4.5 và RCP8.5, nhiệt độ và lượng mưa trên các khu vực mỏ bauxit đều có xu thế tăng lên so với thời kỳ cơ sở trong giai đoạn 2016-2035:

- Nhiệt độ trung bình năm ở các khu vực mỏ được dự tính giữ nguyên hoặc tăng lên 1 cấp theo kịch bản RCP4.5 và tăng lên 1 cấp ở hầu hết các khu vực mỏ theo kịch bản RCP8.5.

- Lượng mưa năm được dự tính giữ nguyên hoặc tăng lên 1 cấp ở các mỏ phía Bắc và giữ nguyên hoặc tăng lên 1 đến 2 cấp ở các mỏ phía Nam theo kịch bản RCP4.5; giữ nguyên hoặc tăng lên 1 cấp ở các mỏ phía bắc và giữ nguyên hoặc tăng lên 1 đến 3 cấp ở các mỏ phía Nam.

*Lời cảm ơn:* Bài báo là một phần kết quả của đề tài “Nghiên cứu xây dựng mô hình khai thác một số khoáng sản chủ yếu đảm bảo sử dụng hiệu quả, bền vững tài nguyên, bảo vệ môi trường và thích ứng biến đổi khí hậu, Mã số BĐKH”, Mã số: BĐKH.36/16-20.

#### Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), *Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*, Nhà xuất bản Tài Nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam.
2. Tô Hoàng Kìa (2012), *Đánh giá điều kiện sinh khí hậu phục vụ cho du lịch nghỉ dưỡng và du lịch chữa bệnh ở Á vùng Nam Bộ*, Luận văn thạc sỹ địa lý học, Bộ Giáo dục và Đào tạo - Trường Đại học Sư phạm TP. Hồ Chí Minh.
3. Mai Văn Khiêm và cộng sự (2017), “Nghiên cứu ứng dụng thông tin khí hậu phục vụ du lịch ở Việt Nam dựa vào chỉ số căng thẳng tương đối (RSI)”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số tháng 6/2017.
4. Ngô Thế Lý (2015), “Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến môi trường địa chất, hoạt động khai thác khoáng sản ở Quảng Bình và giải pháp chế ngự giảm thiểu”, *Tạp chí thông tin Khoa học và Công nghệ Quảng Bình*, số 1/2015.
5. Nguyễn Cảnh Nhã (2005), “Tài nguyên bauxit Việt Nam và một số kết quả ban đầu về khả năng tuyển nâng cao chất lượng bauxit laterit miền Nam Việt Nam”, *Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học công nghệ tuyển khoáng toàn quốc lần thứ II*, Hà Nội.
6. Nguyễn Đức Ngữ và Nguyễn Trọng Hiệu (2004), *Khí hậu và tài nguyên khí hậu*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
7. Quyết định số 167/2007/QĐ-TTg của Thủ tướng chính phủ về “Phê duyệt Quy hoạch phân vùng thăm dò, khai thác, chế biến, sử dụng quặng bauxit giai đoạn 2007-2015, có xét đến năm 2025”.

8. Lại Hồng Thanh và cộng sự (2018), *Đánh giá thực trạng khai thác từng loại khoáng sản chủ yếu hiện nay ở Việt Nam, thuộc Đề tài: “Nghiên cứu xây dựng mô hình khai thác một số khoáng sản chủ yếu đảm bảo sử dụng hiệu quả, bền vững tài nguyên, bảo vệ môi trường và thích ứng với biến đổi khí hậu, Chương trình Khoa học và Công nghệ ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và môi trường giai đoạn 2016-2020, mã số BĐKH.36/16-20.*
9. Nguyễn Văn Thắng, Nguyễn Trọng Hiệu, Trần Thục (2010), *Biến đổi Khí hậu và tác động ở Việt Nam*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
10. Phạm Đình Thọ, *Một số ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến hoạt động khoáng sản và hướng khắc phục*, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản.
11. Nguyễn Khanh Vân (2006), *Giáo trình Cơ sở sinh khí hậu*, Nhà xuất bản Đại học Sư phạm.
12. Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, *Báo cáo thường niên địa chất và khoáng sản (từ 1999 đến 2014)*, Lưu trữ Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.
13. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2011), *Tài liệu hướng dẫn Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và xác định các giải pháp thích ứng*, Nhà xuất bản Tài nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam.
14. Viện CODE (2010), *Khai thác bauxit và phát triển bền vững Tây Nguyên*, Nhà xuất bản Tri thức, Hà Nội.
15. U.S.Geological Survey, 2020, Mineral commodity summaries 2020: U.S. Geological Survey, 200p., <https://doi.org/10.3133/mcs2020>.

## THE IMPACT OF CLIMATIC CONDITIONS AND CLIMATE CHANGE ON THE EXPLORATION, MINING, PROCESSING, AND USE OF BAUXITE ORE IN VIET NAM

Truong Thi Thanh Thuy<sup>(1)</sup>, Vu Van Thang<sup>(1)</sup>,

Nguyen Huu Quyen<sup>(1)</sup>, Nguyen Trong Hieu<sup>(2)</sup>, Tran Duy Hien<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change, MONRE

<sup>(2)</sup>Center for Center for Hydro-Meteorological, Environmental Science and Technology, VUSTA

<sup>(3)</sup>Department of Science and Technology, MONRE

Received: 6/2/2020; Accepted: 1/3/2020

**Abstract:** *In this paper, the climatic data of 25 observation stations in the 1981-2018 period were used to access the impact of climatic conditions and climate change on the exploration, mining, processing, and use of bauxite ore in Viet Nam. These impacts have been affecting strongly on the bauxite mining in Viet Nam. Particularly, the impact of sunshine, temperature, and rainfall show significantly in the southern mines. By the early 21<sup>st</sup> century, the temperature and precipitation are likely to increase across all bauxite mines; the number of warm months is projected to increase meanwhile the number of cold months is projected in vice versa; the number of high rainfall months in the northern mines and the number of extremely high rainfall months in the southern mines also tend to increase that taking a toll on the bauxite industry in Viet Nam.*

**Keywords:** *Climate, climate change, bauxite.*

# NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG ẢNH VỆ TINH LANDSAT TRONG ĐÁNH GIÁ DIỄN BIẾN TÀI NGUYÊN VÙNG BỜ CÀ MAU - KIÊN GIANG

Lê Đức Dũng<sup>(1)</sup>, Nguyễn Hoàng Anh<sup>(1)</sup>, Trần Đăng Hùng<sup>(2)</sup>, Hà Thị Hiền<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Viện Nghiên cứu biển và hải đảo

<sup>(2)</sup>Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

<sup>(3)</sup>Viện Vật lý, Viện Khoa học Công nghệ Việt Nam

Ngày nhận bài 5/3/2020; ngày chuyển phản biện 6/3/2020; ngày chấp nhận đăng 20/3/2020

**Tóm tắt:** Ảnh vệ tinh Landsat đã và đang được sử dụng hiệu quả trong giám sát và đánh giá diễn biến tài nguyên và môi trường trong đó có đánh giá diễn biến tài nguyên vùng bờ. Việc giám sát và đánh giá nhằm quy hoạch tổng thể khai thác, sử dụng tài nguyên vùng bờ và đây cũng là nhiệm vụ rất quan trọng để thực hiện thành công Quyết định số 798/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ ngày 11/5/2016 về ban hành kế hoạch thực hiện chiến lược khai thác, sử dụng bền vững tài nguyên và bảo vệ môi trường biển đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030. Bài báo tập trung nghiên cứu ứng dụng ảnh vệ tinh Landsat để đánh giá diễn biến tài nguyên vùng bờ Cà Mau - Kiên Giang. Kết quả của nghiên cứu là cơ sở phục vụ quy hoạch tổng thể khai thác, sử dụng bền vững tài nguyên vùng bờ Cà Mau - Kiên Giang.

**Từ khóa:** Ảnh Landsat, rừng ngập mặn, nuôi trồng thủy sản, vùng bờ.

## 1. Đặt vấn đề

Vùng bờ Cà Mau - Kiên Giang là nơi tập trung phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh, đồng thời đây cũng là khu vực có hệ sinh thái đa dạng. Tuy nhiên hiện nay khu vực này đang phải đối mặt với các vấn đề như: Xói lở bờ biển, suy thoái hệ thống rừng ngập mặn, xung đột lợi ích giữa các ngành trong khai thác, sử dụng tài nguyên vùng bờ. Do đó, cần có những đánh giá cụ thể về diễn biến tài nguyên vùng bờ tại khu vực này làm cơ sở phục vụ quy hoạch tổng thể khai thác, sử dụng bền vững tài nguyên vùng bờ Cà Mau - Kiên Giang. Ảnh vệ tinh Landsat là một công cụ hữu hiệu để thực hiện và đánh giá diễn biến tài nguyên vùng bờ, cụ thể là việc đánh giá diễn biến hai dạng tài nguyên chính tại khu vực này: Diễn biến rừng ngập mặn và diễn biến đất nuôi trồng thủy sản.

### 2.1 Dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat

Dữ liệu để phục vụ trong nghiên cứu này là ảnh Landsat được tải miễn phí tại trang [https://](https://landsatlook.usgs.gov/)

[landsatlook.usgs.gov/](https://landsatlook.usgs.gov/). Trang web của Cục khảo sát địa chất Hoa Kỳ cung cấp. Thời gian thu thập là các năm 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 và 2019 với độ phân giải không gian 30m x 30m, định dạng ảnh Geo TIFF. Ngoài ra, dữ liệu thực địa bao gồm 54 điểm khảo sát do nghiên cứu thực hiện được sử dụng để xây dựng khóa giải đoán và đánh giá độ chính xác kết quả phân loại.

### 2.2. Dữ liệu khảo sát thực địa

Trên cơ sở phạm vi thực hiện nghiên cứu và đối tượng nghiên cứu tiến hành điều tra, khảo sát để thu thập các tài liệu để làm cơ sở cho việc xây dựng CSDL tài nguyên vùng bờ Cà Mau - Kiên Giang và chụp ảnh, định vị tọa độ, mô tả hiện trạng khu vực xung quanh để phân tích và kiểm chứng các kết quả phân tích từ dữ liệu ảnh viễn thám. Dữ liệu khảo sát chi tiết tại Hình 1.

### 2.3. Phương pháp xử lý ảnh vệ tinh Landsat

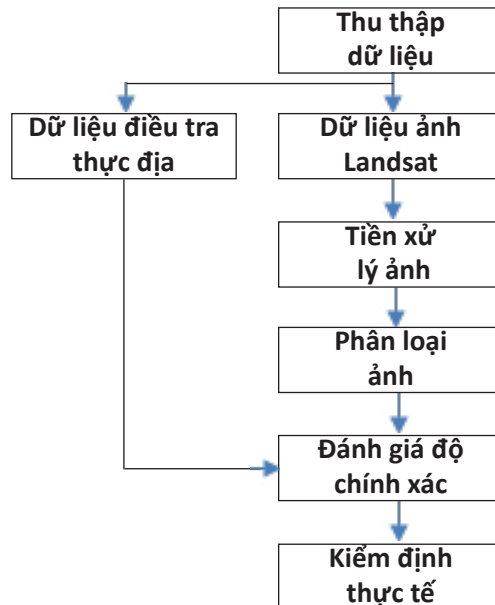
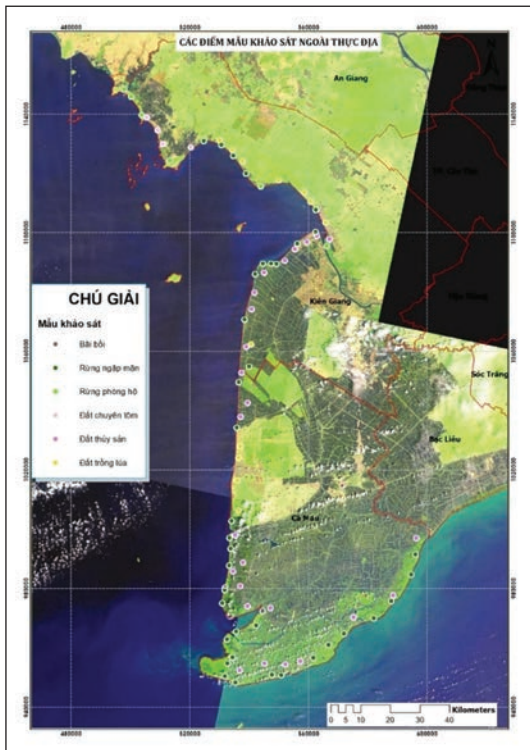
Trong nghiên cứu này nhóm tác giả sử dụng nguồn dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat đa thời gian để đánh giá diễn biến tài nguyên vùng bờ Cà Mau - Kiên Giang, phương pháp xử lý ảnh vệ tinh Landsat bao gồm các bước như Hình 1.

Liên hệ tác giả: Lê Đức Dũng

Email: [dung.ld.visi@gmail.com](mailto:dung.ld.visi@gmail.com)

Bảng 1: Dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat sử dụng trong nghiên cứu

Số hiệu ảnh	Bộ cảm	Path	Row	Thời gian	Mảnh
L71EDC1112152050200	Bộ cảm ETM+	125	54	31/5/2012	1
L72PFS1112111070100		126	53	20/4/2012	2
L72EDC1112143050200		126	54	22/5/2012	3
LC81240532013363LGN01	Bộ cảm OLI và TIRS	125	54	29/12/2013	1
LC81250532013322LGN01		126	53	18/11/2013	2
LC81250542013322LGN01		126	54	18/11/2013	3
LC81250542014037LGN01		125	54	06/2/2014	1
LC81260532014028LGN01		126	53	28/1/2014	2
LC81260542014012LGN01		126	54	12/1/2014	3
LC81250542015008LGN01		125	54	08/1/2015	1
LC81260532015079LGN01		126	53	20/3/2015	2
LC81260542015079LGN01		126	54	20/3/2015	3
LC81250542016059LGN02		125	54	28/2/2016	1
LC81260532016050LGN01		126	53	19/2/2016	2
LC81260542016002LGN02		126	54	02/1/2016	3
LC81250542219054LGN01		125	54	31/1/2019	1
LC81260532019050LGN01		126	53	31/1/2019	2
LC81260542019002LGN02		126	54	6/2/2019	3

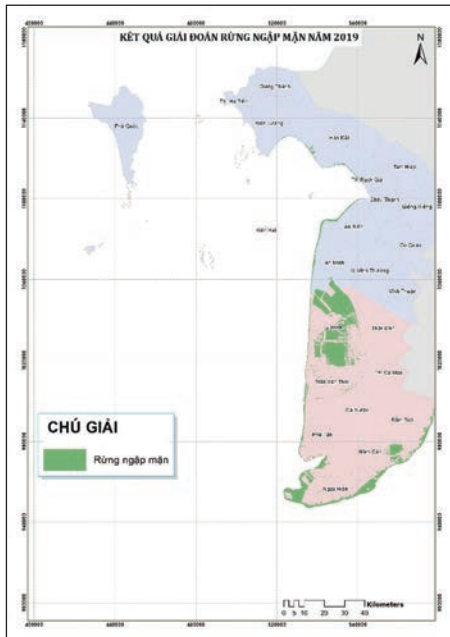


Hình 1. Các điểm mẫu khảo sát ngoài thực địa và các bước xử lý ảnh vệ tinh Landsat

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Kết quả đánh giá độ chính xác và kiểm định thực tế

Nghiên cứu tiến hành đánh giá kết quả phân loại mẫu cho năm 2016 bằng cách lấy 54 mẫu theo phương pháp creat random point cho từng đối tượng sử dụng đất. Các điểm tham chiếu sử dụng ảnh chụp thực địa để kiểm định độ chính xác. Sau khi phân loại, kết quả phân loại được đánh giá bằng chỉ số



Hình 2. Kết quả giải đoán rừng ngập mặn năm 2019

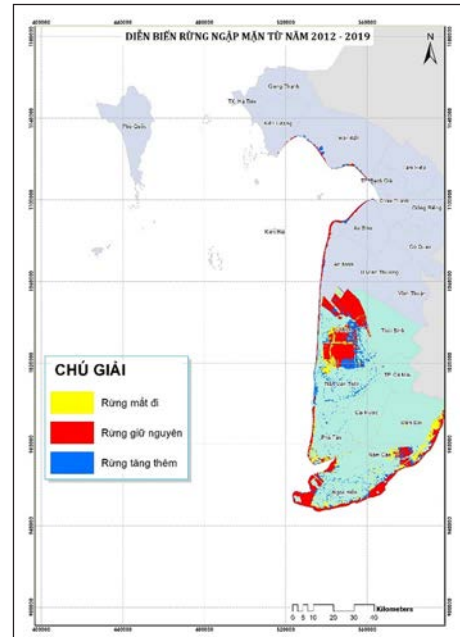
Tại khu vực tỉnh Cà Mau diện tích rừng ngập mặn phân bố tại các huyện ven biển gồm: Đầm Dơi, Năm Căn, Ngọc Hiển, Phú Tân, Trần Văn Thời và U Minh. Trong đó, diện tích rừng ngập mặn lớn nhất phân bố ở huyện U Minh và huyện Ngọc Hiển, khu vực có ít diện tích rừng ngập mặn nhất là huyện Phú Tân. Trong giai đoạn 2012-2019 về tổng thể diện tích rừng ngập mặn tại tỉnh Cà Mau có xu thế tăng từ 69.935,74ha năm 2012 lên 74.397,85ha năm 2019.

Tuy nhiên, cục bộ tại một số huyện diện tích rừng ngập mặn bị giảm đi, cụ thể tại huyện Đầm Dơi diện tích rừng ngập mặn giảm từ 5.466,47ha năm 2012 xuống còn 2711,07ha năm 2019 và tại huyện Phú Tân diện tích rừng ngập mặn giảm từ 2.518,08ha năm 2012 xuống còn 1.524,39ha năm 2019. Theo kết quả điều tra thực địa của đề tài,

Kappa dựa trên 54 điểm khảo sát thực địa. Kết quả đánh giá cho thấy độ chính xác toàn cục đạt 83,33%, chỉ số Kappa có giá trị là 0,8. Như vậy, kết quả phân loại và kiểm định đảm bảo độ chính xác cho phép.

#### 3.2. Kết quả giải đoán rừng ngập mặn khu vực Cà Mau - Kiên Giang (2012-2019)

Kết quả sau giải đoán rừng ngập mặn bằng ảnh vệ tinh Landsat tại khu vực Cà Mau - Kiên Giang trong 5 năm (2012-2019):



Hình 3. Biến động rừng ngập mặn 2012-2019

việc chuyển đổi mục đích đất canh tác cũng như phá rừng để nuôi thủy sản đã diễn ra trong nhiều năm qua tại huyện Đầm Dơi và huyện Phú Tân.

Kết quả phân tích ảnh vệ tinh từ năm 2012 đến năm 2019 cũng cho phép đánh giá một cách cụ thể về biến động diện tích rừng ngập mặn trong giai đoạn này gồm diện tích rừng giữ nguyên, diện tích rừng mất đi và diện tích rừng tăng thêm. Về tổng thể từ năm 2012 đến 2019 diện tích rừng ngập mặn tăng thêm khoảng 25% so với diện tích rừng mất đi tương ứng là 22.487,96ha tăng thêm còn 18.025,86ha mất đi. Huyện có diện tích rừng ngập mặn bị mất đi nhiều nhất là huyện U Minh với 6.319,59ha bị mất đi và đây cũng là huyện có diện tích rừng tăng thêm nhiều nhất với 9.944,11ha tăng thêm trong giai đoạn 2012-2019.

Tại khu vực bờ biển tỉnh Kiên Giang rừng ngập mặn tập trung chủ yếu ở các huyện An Minh, An Biên, thành phố Rạch Giá, huyện Hòn Đất và huyện Kiên Lương. Trong giai đoạn 2012-2019 tổng diện tích rừng ngập mặn trên toàn tỉnh Kiên Giang tăng khoảng 56% so với năm 2012, tương ứng năm 2012 diện tích rừng trên toàn tỉnh chỉ 3.232,34ha đến năm 2019 đã tăng lên 5.037,55ha. Khu vực có diện tích rừng ngập mặn lớn nhất là tại huyện An Minh với 2.166,81ha năm 2019 và khu vực có diện tích rừng ít nhất là

huyện Kiên Lương với 36,94ha năm 2019. Mặc dù, về tổng thể diện tích rừng ngập mặn tăng, tuy nhiên, huyện Kiên Lương diện tích rừng ngập mặn bị giảm đi từ 49,85ha năm 2012 xuống còn 36,94ha năm 2019.

Biến động rừng ngập mặn tại các huyện ven biển tỉnh Kiên Giang từ 2012-2019 cho thấy tổng diện tích rừng giữ nguyên trên toàn tỉnh là 2.920,47ha, mất đi 311,88ha và tăng thêm 2.117,9ha. Biến động rừng ngập mặn tại các huyện ven biển tỉnh Kiên Giang được thể hiện trên Hình 3.

*Bảng 2. Diễn biến rừng ngập mặn khu vực Cà Mau (ha)*

Năm	2012	2013	2014	2015	2016	2019
<b>Tên huyện</b>						
Huyện Đầm Dơi	5.466,47	5.450,7	4.510	3.725	3.058	2.711,07
Huyện Năm Căn	7.072,08	7.102	7.235	7.295	7.320	7.357,54
Huyện Ngọc Hiển	15.327,03	15.216	15.495	16.250	17.019	17.309,53
Huyện Phú Tân	2.518,80	2.530	2.327	2.109	1.854	1.524,39
Huyện Trần Văn Thời	7.011,06	7.512	8.003	8.566	9.210	9.330,50
Huyện U Minh	32.540,30	33.670	33.765	34.502	35.788	36.164,82
<b>Tổng</b>	<b>69.935,74</b>	<b>71.481</b>	<b>71.335</b>	<b>72.447</b>	<b>74.249</b>	<b>74.397,85</b>

*Bảng 3. Diễn biến rừng ngập mặn khu vực Kiên Giang (ha)*

Năm	2012	2013	2014	2015	2016	2019
<b>Tên huyện</b>						
Huyện An Minh	1.760,13	1.735	1.853	1.937	2.106	2.166,81
Huyện An Biên	708,02	835	917	1.037	1.125	1.290,35
Thành phố Rạch Giá	26,83	37,53	68,16	75,25	98,71	126,04
Huyện Hòn Đất	687,51	688,73	758,18	913,12	1.207,54	1.417,41
Huyện Kiên Lương	49,85	50,12	45,28	37,4	37,17	36,94
<b>Tổng</b>	<b>3.232,34</b>	<b>3.346,38</b>	<b>3.641,62</b>	<b>3.999,77</b>	<b>4.574,42</b>	<b>5.037,55</b>

### **3.3. Kết quả giải đoán đất nuôi trồng thủy sản khu vực Cà Mau - Kiên Giang (2012-2019)**

Bảng 4 thể hiện diện tích nuôi trồng thủy sản tại các huyện ven biển tỉnh Cà Mau từ năm 2012 đến năm 2019. Về tổng thể tại khu vực Cà Mau diện tích nuôi trồng thủy sản có xu thế tăng từ 203.493,8ha năm 2012 lên 234.087,8ha năm 2019, tương đương 15% so với năm 2012. Khu vực có diện tích nuôi trồng thủy sản lớn nhất là huyện Đầm Dơi với diện tích là 72.849,21ha, tiếp theo là huyện Ngọc Hiển có diện tích nuôi trồng thủy sản là 42.999,01ha năm 2019.

Trên cơ sở dữ liệu phân tích về diện tích

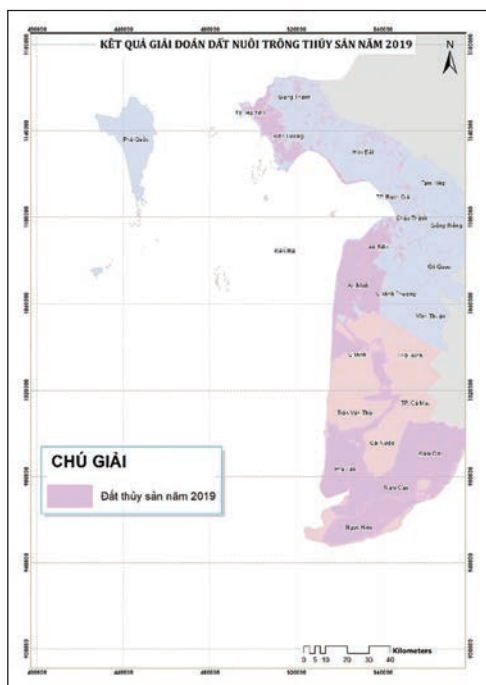
nuôi trồng thủy sản tiến hành đánh giá để xác định các khu vực có diện tích nuôi trồng thủy sản không đổi, diện tích nuôi trồng thủy sản mất đi và diện tích nuôi thủy sản tăng thêm. Từ năm 2012 đến 2019 tổng diện tích nuôi trồng thủy sản tăng thêm 47.469,54ha, trong khi đó diện tích mất đi là 16.875,49ha. Diện tích nuôi trồng thủy sản mất đi nhiều nhất tại huyện Ngọc Hiển với 4.168,21ha và huyện U Minh là huyện có diện tích nuôi trồng thủy sản tăng lên nhiều nhất với 12.213,62ha. Biến động diện tích nuôi trồng thủy sản được thể hiện chi tiết tại Hình 5.

Bảng 4. Diễn biến nuôi trồng thủy sản khu vực Cà Mau (ha)

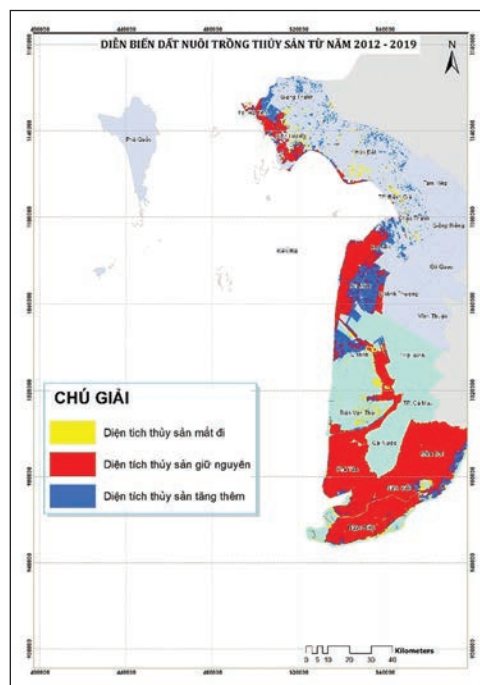
Năm	2012	2013	2014	2015	2016	2019
Huyện Đầm Dơi	66.750,12	67.550	68.753,2	70.105,4	71.553,6	72.849,21
Huyện Ngọc Hiển	36.667,31	37.235,3	38.217,5	39.068,2	41.788,1	42.999,01
Huyện Năm Căn	29.722,67	32.753,2	33.861,5	34.192,4	34.244,7	35.901,05
Huyện Phú Tân	36.101,67	37.088,1	37.753,3	38.261,6	39.433,4	39.991,55
Huyện Trần Văn Thời	18.529,37	18.233,3	18.190	17.856,3	17.874,4	18.175,15
Huyện U Minh	15.722,64	16.833,5	18.557,4	19.786,5	21.871,2	24.171,85
Tổng	203.493,8	209.693	215.333	219.270	226.765	234.087,8

Bảng 5. Diễn biến nuôi trồng thủy sản khu vực Kiên Giang (ha)

Năm	2012	2013	2014	2015	2016	2019
Huyện An Minh	19.988,57	24.107,5	32.356,3	37.278,8	43.755,6	47.535,02
Huyện An Biên	8.179,47	9.715,3	11.766,4	14.012,1	15.285,7	15.740,58
Huyện Châu Thành	495,12	590	655	743	826	866,48
Thành phố Rạch Giá	355,84	350	365	345	320	323,64
Huyện Hòn Đất	2.461,67	2.746,2	3.102,2	3.580	3.756	3.789,61
Huyện Kiên Lương	9.214,05	9.827,4	10.527,7	11.233,5	11.785,5	11.930,02
Thị xã Hà Tiên	2.876,58	2.954	3.570	4125	4.773	4.957,65
Tổng	43.571,3	50.290,4	62.342,6	71.317,4	80.501,8	85.143



Hình 4. Kết quả giải đoán đất nuôi trồng thủy sản năm 2019



Hình 5. Diễn biến đất nuôi trồng thủy sản 2012-2019

Kết quả phân tích ảnh qua các năm từ 2012 đến 2019 về diện tích nuôi trồng thủy sản chi tiết tại từng huyện của tỉnh Kiên Giang cho thấy trong giai đoạn này khu vực tỉnh Kiên Giang có sự bùng nổ về diện tích nuôi thủy sản với diện tích tăng từ 43.571,3ha năm 2012 lên 85.143ha năm 2019. Huyện An Minh là khu vực có diện tích nuôi thủy sản lớn nhất trên toàn vùng bờ biển tỉnh Kiên Giang với diện tích năm 2019 là 47.535,02ha và huyện An Biên với diện tích là 15.740,58ha.

Biến động diện tích nuôi trồng thủy sản ven biển tỉnh Kiên Giang từ 2012-2019 cho thấy toàn bộ các huyện ven biển tỉnh Kiên Giang đều có biến động về diện tích nuôi trồng thủy sản, về tổng thể trong giai đoạn này có 5.900,18ha diện tích nuôi trồng thủy sản bị mất đi và diện tích nuôi trồng thủy sản bị mất đi nhiều nhất tại huyện Kiên Lương với diện tích 2.185,97ha và huyện Hòn Đất với diện tích là 1.686,82ha. Trong khi đó diện tích nuôi trồng thủy sản tăng thêm trên toàn tỉnh giai đoạn 2012-2019 là 47.471,87ha và diện tích tăng lên lớn nhất tại huyện An Minh với diện tích là 28.162,89ha và huyện An Biên là 7.729,62ha.

#### 4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu đã đánh giá được diễn biến hai dạng tài nguyên chính khu vực Cà Mau - Kiên Giang giai đoạn 2012-2019 là diễn biến diện tích rừng ngập mặn và diễn biến diện tích nuôi trồng thủy sản trên cơ sở dữ liệu ảnh vệ

ting Landsat. Sau đó, đánh giá độ tin cậy bằng chỉ số Kappa, kết quả độ chính xác toàn cục đạt 83,33%, chỉ số Kappa có giá trị là 0,8 đã cho thấy kết quả phân loại có độ chính xác cao.

Về tổng thể diện tích rừng ngập mặn trên địa bàn hai tỉnh có xu thế tăng trong giai đoạn 2012-2019. Tại Cà Mau diện tích rừng ngập mặn tăng từ 69.935,74ha lên 74.397,85ha còn tại Kiên Giang diện tích rừng ngập mặn tăng từ 3.232,34ha lên 5.037,55ha. Trong đó huyện có diện tích rừng ngập mặn lớn nhất tại Cà Mau là huyện U Minh, với diện tích là 42.484,41ha năm 2019 và huyện An Minh tại Kiên Giang, với diện tích là 2.166,81ha.

Trong giai đoạn 2012-2019 diện tích nuôi trồng thủy sản tại Cà Mau - Kiên Giang đều có xu thế tăng. Tại Cà Mau diện tích nuôi trồng thủy sản năm 2019 tăng 15% so với diện tích năm 2012, tại Kiên Giang diện tích nuôi trồng thủy sản năm 2019 tăng 95% diện tích so với năm 2012.

Trên cơ sở kết quả đánh giá chi tiết về diễn biến diện tích rừng ngập mặn và diện tích nuôi trồng thủy sản qua từng năm bằng ảnh vệ tinh Landsat (2012-2019), đưa ra được bức tranh tổng thể và số liệu định lượng về diện tích rừng ngập mặn và diện tích nuôi trồng thủy sản của từng huyện ven biển khu vực Cà Mau - Kiên Giang, từ đó cho phép các cơ quan quản lý giám sát, đánh giá quá trình biến động theo không gian và thời gian của yếu tố này, đồng thời làm cơ sở cho việc quản lý và quy hoạch sử dụng đất hợp lý cho từng huyện ven biển Cà Mau - Kiên Giang.

**Lời cảm ơn:** Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn sự hỗ trợ của Đề tài khoa học và công nghệ "Nghiên cứu ứng dụng công nghệ GIS và viễn thám phục vụ quy hoạch tổng thể khai thác, sử dụng bền vững tài nguyên vùng bờ Cà Mau - Kiên Giang", Mã số TNMT.2016.06.11.

#### Tài liệu tham khảo

##### Tài liệu tiếng Việt

1. Trần Anh Tuấn, ntk (2018), "Nghiên cứu biến động rừng ngập mặn khu vực dải ven biển Tây Nam Việt Nam sử dụng dữ liệu viễn thám và GIS", Hội nghị toàn quốc khoa học trái đất và tài nguyên với phát triển bền vững.
2. Thủ tướng chính phủ (2016), "Quyết định về việc ban hành kế hoạch thực hiện chiến lược khai thác, sử dụng bền vững tài nguyên và bảo vệ môi trường biển đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030".
3. Trần Văn Tình, Doãn Hà Phong (2017), "Sử dụng ảnh viễn thám và GIS nghiên cứu biến động đường bờ biển khu vực mũi Cà Mau", Tạp chí Khí tượng thủy văn, số 35-2017.

4. Vũ Thị Thìn, nnk (2015), “Nghiên cứu xây dựng quy trình xử lý ảnh vệ tinh Landsat8 trong ArcGIS”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp* số 1-2015.

**Tài liệu tiếng Anh**

5. Cohen, J., (1960), *A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. Educational and Psychological Measurement*, 20, 37-46.

## **APPLICATION LANDSAT IMAGERY FOR ASSESSING CHANGES OF COASTAL RESOURCES IN CA MAU - KIEN GIANG**

**Le Duc Dung<sup>(1)</sup>, Nguyen Hoang Anh<sup>(1)</sup>, Tran Dang Hung<sup>(2)</sup>, Ha Thi Hien<sup>(3)</sup>**

*<sup>(1)</sup>Research Institute of The Sea and Islands*

*<sup>(2)</sup>Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change*

*<sup>(3)</sup>Institute of Physics*

*Received: 5/3/2020; Accepted: 20/3/2020*

**Abstract:** *Landsat imagery has been used effectively in monitoring and assessin changes in natural resources and environment, including assessing changes in coastal resources. The monitoring and evaluation for the overall planning of exploitation and use of natural resources in coastal zones and this is also a very important task to successfully implement the Prime Minister’s Decision No. 798/QĐ-TTg of May 11, 2016. The paper focuses on the application of Landsat imagery to assess the changes of coastal resources in Ca Mau - Kien Giang. The results of the study are the basis for overall plan of exploitation and sustainable use of coastal resources in Ca Mau - Kien Giang.*

**Keywords:** *Landsat imagery, mangrove forest, aquaculture, coastal zone.*

# ÁP DỤNG BỘ MÔ HÌNH MIKE ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG HỒ CHỨA TỚI NGẬP LỤT HẠ DU LƯU VỰC SÔNG CẢ

Nguyễn Xuân Tiến<sup>(1)</sup>, Nguyễn Thanh Sơn<sup>(2)</sup>, Nguyễn Văn Linh<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Bắc Trung Bộ

<sup>(2)</sup>Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

<sup>(3)</sup>Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn quốc gia

Ngày nhận bài 27/2/2020; ngày chuyển phản biện 28/2/2020; ngày chấp nhận đăng 21/3/2020

**Tóm tắt:** Dưới tác động của biến đổi khí hậu, các hiện tượng khí tượng thủy văn nguy hiểm như: Bão, áp thấp nhiệt đới, mưa lớn, lũ,... có xu hướng xảy ra cực đoan và ác liệt. Tác động của hệ thống hồ chứa thủy lợi, thủy điện ở thượng nguồn đến vấn đề ngập lụt ở hạ du lưu vực sông Cả ngày càng rõ rệt. Nghiên cứu xác định nguyên nhân gây ngập lụt để đưa ra các giải pháp phù hợp nhằm giảm nhẹ thiệt hại là vấn đề cấp thiết hiện nay. Bài báo này trình bày việc áp dụng bộ mô hình MIKE (MIKE NAM, MIKE 11 và MIKE 21) để đánh giá tác động của hệ thống hồ chứa tới ngập lụt hạ lưu du lưu vực sông Cả. Nghiên cứu đã sử dụng kết quả về việc xây dựng mô hình mô phỏng ngập lụt trên sông Cả; xây dựng kịch bản xả lũ của hệ thống hồ chứa: Bản Vẽ, Bản Ang, Bản Mông, Hồ Hồ và Ngàn Trươi; đánh giá tác động gây ngập lụt của hệ thống hồ chứa tới hạ lưu vực sông Cả.

**Từ khóa:** Sông Cả, mô hình MIKE NAM, MIKE 11, MIKE 21, ngập lụt.

## 1. Đặt vấn đề

Ngập lụt, ngập úng có thể phân thành 3 dạng chính: Ngập úng do mưa lớn làm cho nước không thể thoát kịp (loại ngập úng này xảy ra ở mọi nơi); ngập úng do lũ chồng lên lũ (lũ trên sông, lũ do xả lũ của thủy điện) và hành lang thoát lũ kém; ngập úng do quá trình đô thị hóa nhanh chóng, hệ thống tiêu thoát nước kém do quy hoạch không hợp lý kết hợp tác động của biến đổi khí hậu làm gia tăng lượng mưa cực đoan và triều cường. Trong bài báo này, tác giả tập trung vào dạng ngập lụt, ngập úng do tác động của xả lũ của hệ thống thủy điện gây ra.

Ngày 13/11/2019, Thủ tướng Chính phủ quyết định việc ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Cả [7]. Một loạt hồ chứa được đưa vào Quy trình gồm: Trên dòng chính sông Cả: Bản Vẽ, Nậm Nơn, Khe Bó, Chi Khê; trên sông Nậm Mô: Nậm Mô, Bản Ang; trên sông Hiếu: Nhận Hạc A, Châu Thắng, Bản

Mông; trên sông Ngàn Sâu: Hồ Hồ, Ngàn Trươi.

Trong những năm gần đây liên tục xảy ra các trận lũ gây ngập lụt hạ du sông Cả, đặc biệt năm 2002, 2007, 2010, 2013, 2018. Ngập lụt đã gây nhiều thiệt hại về người và của cho nhân dân. Đồng thời, hệ thống hồ chứa thủy điện ngày càng đóng một vai trò rất quan trọng đến việc kiểm soát ngập lụt ở hạ du lưu vực sông Cả. Nghiên cứu những ảnh hưởng đó để đưa ra các giải pháp hữu hiệu cho việc giảm nhẹ thiệt hại do ngập lụt gây ra là một yêu cầu cấp bách.

Đã có nhiều nghiên cứu mô phỏng lũ, ngập lụt trên các hệ thống sông có sự tác động của hệ thống hồ chứa thủy điện [1, 2, 3, 5, 8, 9], tuy nhiên ở mỗi lưu vực sông đều có một đặc điểm khí hậu thủy văn, địa hình, địa chất, thảm phủ thực vật, hệ thống công trình thủy lợi, thủy điện, giao thông,... khác biệt nhau. Vì vậy, nghiên cứu sự tác động của hệ thống hồ chứa trên hệ thống sông Cả vừa mang ý nghĩa khoa học, vừa mang ý nghĩa thực tiễn cao. Trong nghiên cứu này, tác giả đã sử dụng bộ mô hình MIKE mô phỏng ngập lụt cho hạ du sông Cả [4], xây dựng các kịch bản xả lũ của hệ thống hồ chứa trên thượng nguồn,

Liên hệ tác giả: Nguyễn Xuân Tiến  
Email: tien1967@gmail.com

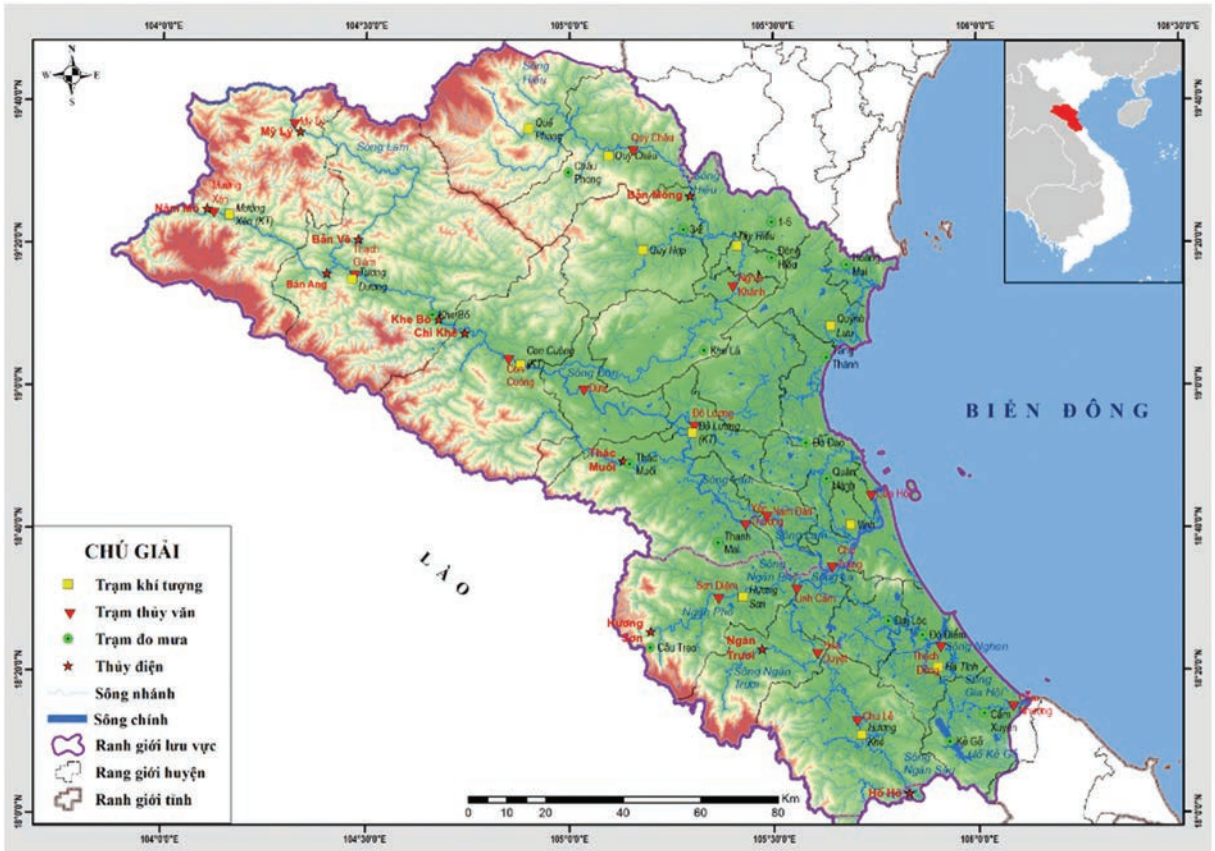
tính toán mức độ ngập lụt, đưa ra các đánh giá tác động của từng hồ chứa riêng rẽ và kết hợp các hồ chứa đến khả năng ngập lụt ở hạ du.

**2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập dữ liệu**

**2.1. Tổng quan về khu vực nghiên cứu và hệ thống hồ chứa**

Lưu vực sông Cả trải dài từ 18°15'50" đến 20°10'30" vĩ độ Bắc, từ 103°45'10" đến 105°15'20" kinh độ Đông. Phía Bắc giáp lưu

vực sông Chu, phía Tây giáp lưu vực sông Mê Công, phía Nam giáp lưu vực sông Gianh và phía Đông giáp Biển Đông. Tổng diện tích lưu vực là 27.200km<sup>2</sup>, phần diện tích ở Việt Nam là 17.730km<sup>2</sup>, chiếm 65,2% diện tích lưu vực. Diện tích thuộc Lào là 9.470km<sup>2</sup> chiếm 34,8% diện tích lưu vực. Dòng chính sông Cả có chiều dài 531km, trong đó 170km chảy qua lãnh thổ Lào và qua địa phận Nghệ An - Hà Tĩnh là 361km (Hình 1).



Hình 1. Bản đồ lưu vực sông Cả trên lãnh thổ Việt Nam [4]

Các sông suối đổ vào dòng chính đều ngắn và dốc bắt nguồn từ vùng núi cao thuộc các tỉnh Xiêng Khoảng (Lào), Nghệ An, Hà Tĩnh. Tổng số có 44 sông nhánh cấp I. Những sông nhánh lớn của sông Cả là Nậm Mô, Huổi Nguyên, sông Hiếu, sông Giăng và sông La.

Trên lưu vực sông Cả có rất nhiều, trong đó có 11 hồ chứa được đưa vào Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Cả [7], nghiên cứu chọn các hồ chứa sau để đưa vào tính toán gồm: Bản Ang (trên sông Nậm Mô), Bản Vẽ (sông Nậm Nơn), Bản Mông (sông Hiếu), Hồ Hồ (sông

Ngàn Sâu), Ngàn Trươi (sông Ngàn Trươi). Một số thông số của các hồ chứa trên sông Cả được lập tại Bảng 1.

**3. Tính toán ngập lụt vùng hạ du lưu vực sông Cả**

Trong nghiên cứu này, ngập lụt ở hạ du lưu vực sông Cả được tính toán khi từng hồ chứa xả và kết hợp giữa các hồ chứa, trong điều kiện trước khi xả hạ du đang ở các mức báo động 1, 2, 3 và trên cấp báo động 3 (Bảng 4). Lưu lượng xả lũ thiết kế tại các hồ chứa được lập tại Bảng 5.

Bảng 1. Các thông số một số hồ chứa trên lưu vực sông Cả [7]

TT	Thông số	Đơn vị	Hồ chứa				
			Bản Vẽ	Bản Ang	Bản Mồng	Hố Hồ	Ngàn Trươi
1	Diện tích lưu vực	km <sup>2</sup>	8.700	3.829	2.800	278,6	408
2	Lưu lượng trung bình nhiều năm	m <sup>3</sup> /s	134	101	95,90	19,6	31,2
3	Lưu lượng lũ kiểm tra	m <sup>3</sup> /s	10.500	6.279	7.750	3.549	7.077
4	Lưu lượng lũ thiết kế	m <sup>3</sup> /s	7.770	3.945	6.180	2.758	5.312
5	Hình thức điều tiết		Nhiều năm	Ngày	Năm	Ngày	Nhiều năm
6	Mức nước dâng bình thường	m	200	85,0	76,40	70,00	52,00
7	Mức nước chết	m	155	83,0	65,00	67,50	25,00
8	Mức nước lũ kiểm tra	m	204,76	90,2	77,37	71,49	55,86
9	Mức nước lũ thiết kế	m	202,23	86,05	76,40	70,00	54,64
10	Dung tích toàn bộ ( $W_{tb}$ )	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	1.834,6	2,977	224,78	38,0	775,7
11	Dung tích hữu ích ( $W_{hi}$ )	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	1.383	0,865	170,45	6,00	704,0
12	Dung tích chết ( $W_c$ )	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	451,6	2,112	54,33	32,0	71,7

Bảng 2. Các mức báo động lũ tại trạm thủy văn Chợ Tràng [6]

Cấp báo động	Mức nước tại Chợ Tràng (m)
1	3,00
2	4,00
3	5,00

Bảng 3. Lưu lượng xả ứng với lũ thiết kế tại các hồ chứa trên sông Cả [7]

Hồ chứa	Q xả thiết kế (m <sup>3</sup> /s)
Bản Vẽ	5.981
Bản Ang	3.945
Bản Mồng	6.180
Hố Hồ	2.758
Ngàn Trươi	2.464

### 3.1. Khi các hồ chứa xả lũ từng hồ riêng rẽ

Khi các hồ chứa trên lưu vực sông Cả xả riêng rẽ với lưu lượng xả thiết kế (Bảng 3) và hiện trạng ở hạ du sông Cả ở các cấp báo động 1, 2, 3 và trên cấp báo động 3 là 1,0m thì mực nước lớn nhất tại trạm thủy văn Chợ Tràng đạt được

như ở Bảng 4.

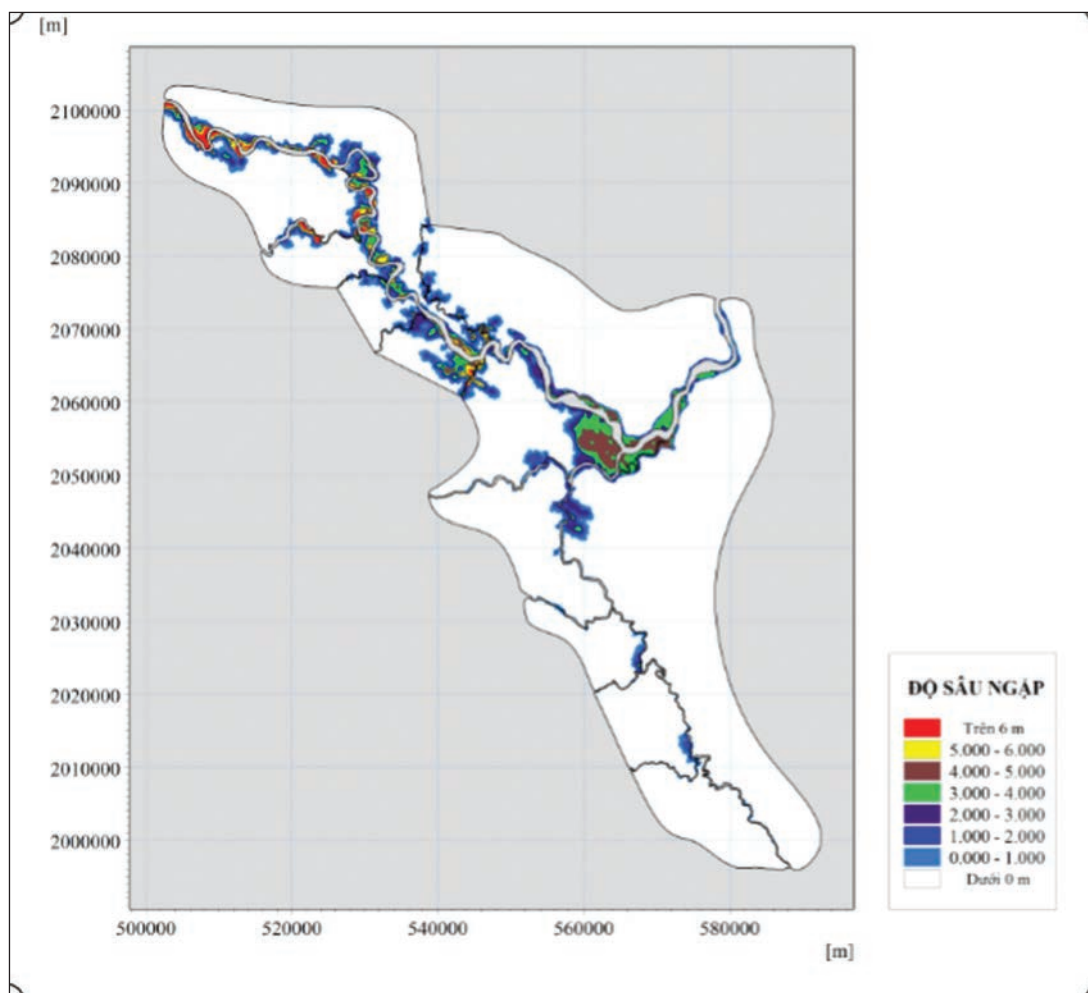
*Nhận xét:* Khi xả riêng rẽ từng hồ chứa, hồ Bản Mồng có ảnh hưởng lớn nhất tới ngập lụt ở hạ du lưu vực sông Cả (mức nước gia tăng 1,2-1,8m), hồ Ngàn Trươi có ảnh hưởng ít nhất (mức nước gia tăng 0,2-0,6m).

Bảng 4. Mức nước tại Chợ Tràng sau khi từng hồ chứa xả lũ thiết kế (m)

Hiện trạng lũ tại Chợ Tràng	Bản Vẽ	Bản Ang	Bản Mông	Hố Hô	Ngàn Trươi
BĐ1	5,3	4,2	4,8	3,7	3,5
BĐ2	5,6	5,1	5,7	4,7	4,6
BĐ3	6,2	5,6	6,2	5,3	5,2
BĐ3+1m	7,5	6,9	7,5	6,6	6,5

Bảng 5. Mức nước gia tăng tại Chợ Tràng sau khi từng hồ chứa xả lũ thiết kế (m)

Hiện trạng lũ tại Chợ Tràng	Bản Vẽ	Bản Ang	Bản Mông	Hố Hô	Ngàn Trươi
BĐ1	2,3	1,2	1,8	0,7	0,5
BĐ2	1,6	1,1	1,7	0,7	0,6
BĐ3	1,2	0,6	1,2	0,3	0,2
BĐ3+1m	1,5	0,9	1,5	0,6	0,5



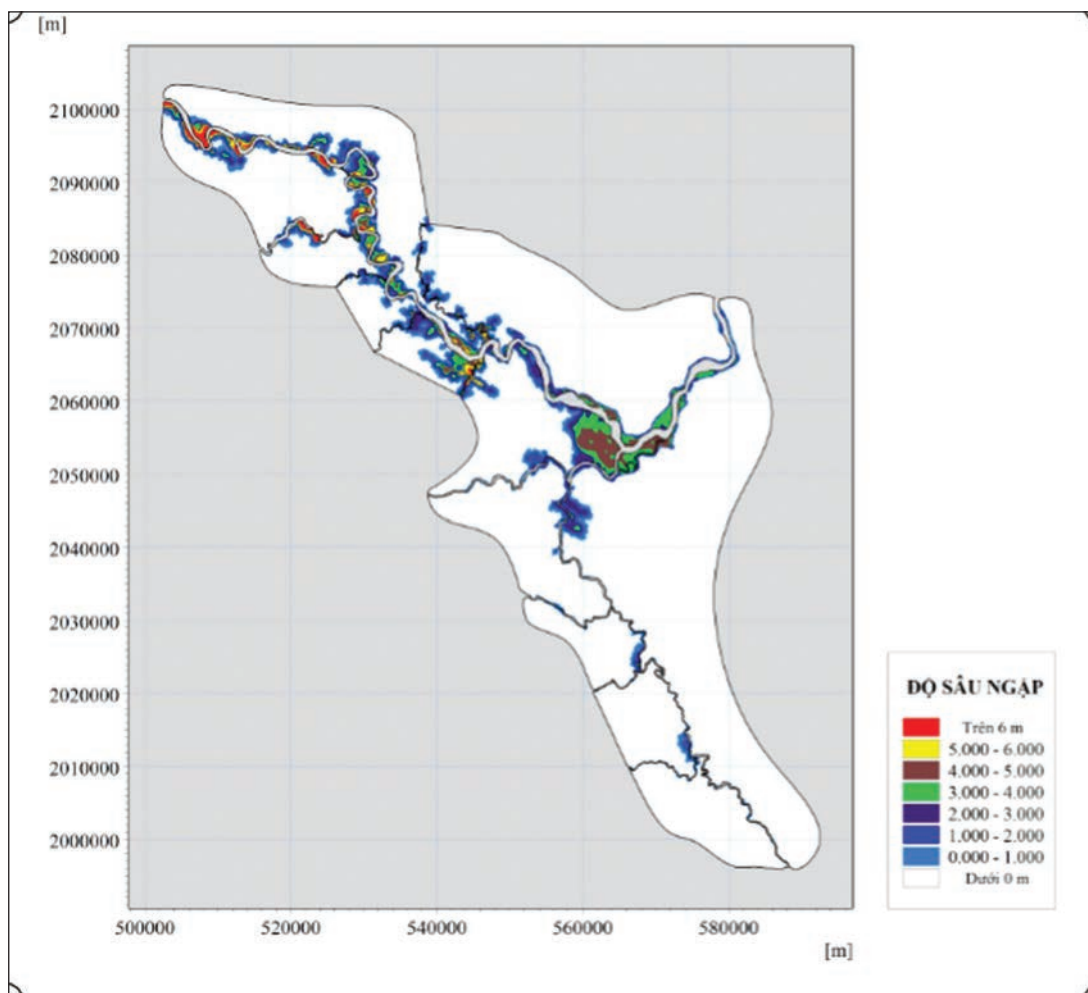
Hình 2. Kết quả ngập lụt lớn nhất khi hồ chứa Bản Vẽ xả lưu lượng thiết kế và hiện trạng lũ ở hạ du sông Cả ở mức báo động 3

Bảng 6. Mực nước tại Chợ Tràng sau khi một số hồ chứa kết hợp xả lũ thiết kế (m)

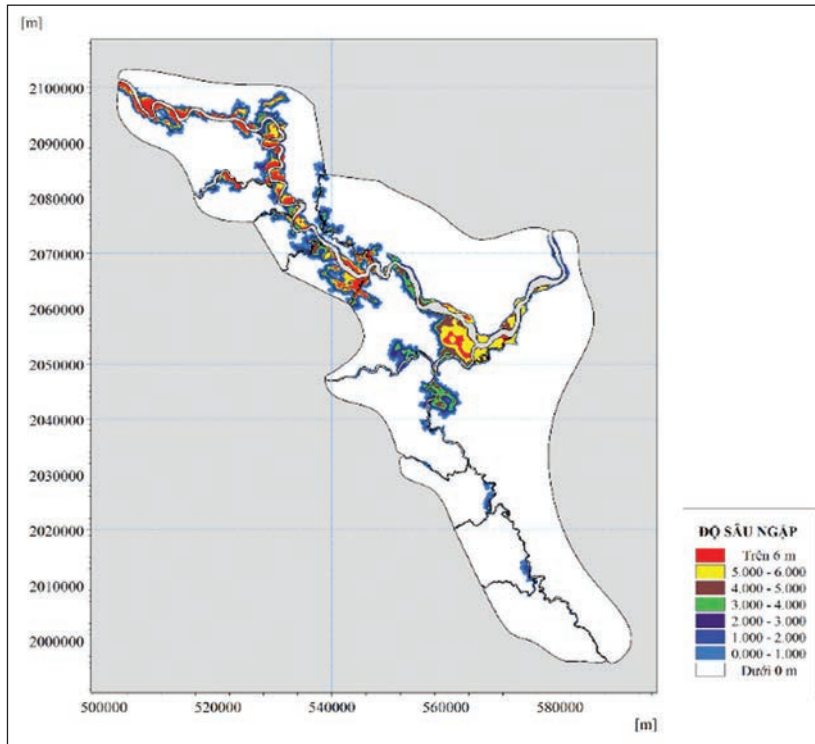
Hiện trạng lũ tại Chợ Tràng	Bản Vẽ + Bản Ang	Bản Vẽ + Bản Ang + Bản Mông	Ngàn Trươi + Hồ Hô	Bản Vẽ + Bản Mông	Ngàn Trươi
BĐ1	5,7	7,1	4,5	6,4	0,5
BĐ2	6,7	7,8	5,5	7,3	0,6
BĐ3	7,2	8,3	5,9	7,7	0,2
BĐ3+1m	8,0	9,1	7,2	8,5	0,5

Bảng 7. Mực nước gia tăng tại Chợ Tràng sau khi một số hồ chứa kết hợp xả lũ thiết kế (m)

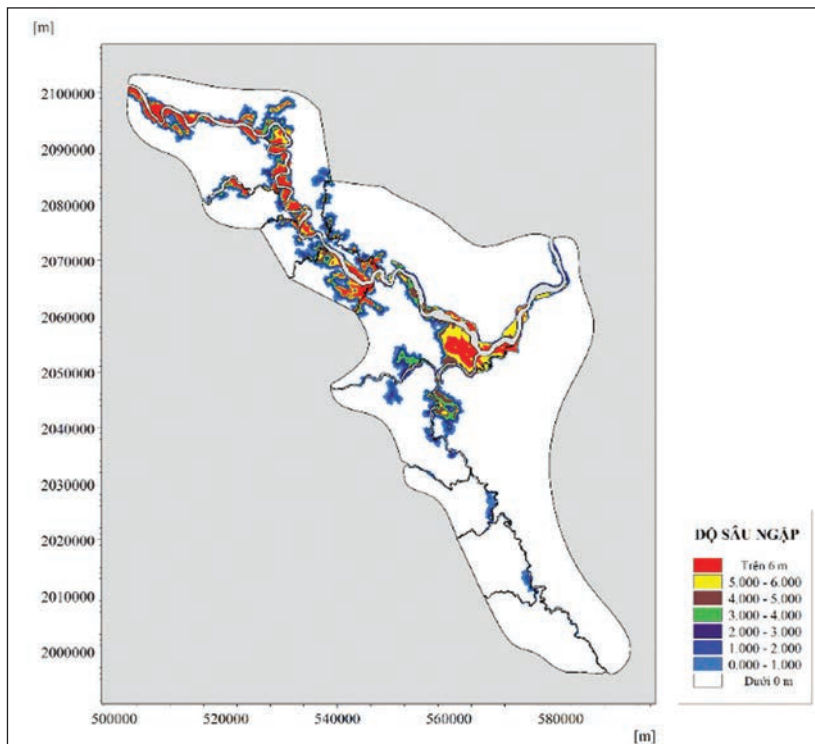
Hiện trạng lũ tại Chợ Tràng	Bản Vẽ + Bản Ang	Bản Vẽ + Bản Ang + Bản Mông	Ngàn Trươi + Hồ Hô	Bản Vẽ + Bản Mông	Ngàn Trươi
BĐ1	2,7	4,1	1,5	3,4	0,5
BĐ2	2,7	3,8	1,5	3,3	0,6
BĐ3	2,2	3,3	0,9	2,7	0,2
BĐ3+1m	2,0	3,1	1,2	2,5	0,5



Hình 3. Kết quả ngập lụt lớn nhất khi 02 hồ chứa Bản Vẽ và Bản Ang xả lưu lượng thiết kế và hiện trạng lũ ở hạ du sông Cả ở mức báo động 3



Hình 4. Kết quả ngập lụt lớn nhất khi O2 hồ chứa Bản Vẽ và Bản Mồng xả lưu lượng thiết kế và hiện trạng lũ ở hạ du sông Cả ở mức báo động 3



Hình 5. Kết quả ngập lụt lớn nhất khi O3 hồ chứa Bản Vẽ, Bản Ang và Bản Mồng xả lưu lượng thiết kế và hiện trạng lũ ở hạ du sông Cả ở mức báo động 3

### 3.2. Khi các hồ chứa kết hợp xả lũ đồng thời

Khi một số hồ chứa trên lưu vực sông Cả xả đồng thời với lưu lượng xả thiết kế (Bảng 3) và hiện trạng ở hạ du sông Cả ở các cấp báo động 1, 2, 3 và trên cấp báo động 3 là 1,0m thì mực nước lớn nhất tại trạm thủy văn Chợ Tràng đạt được như ở Bảng 6.

*Nhận xét:* Khi xả kết hợp 02 hồ chứa với nhau, hồ Bản Vẽ + Bản Mông có ảnh hưởng lớn nhất (mực nước gia tăng 2,5-3,4m), hồ Hồ Hồ + Ngàn Trươi có ảnh hưởng ít nhất (mực nước gia tăng 0,9-1,5m). Khi xả kết hợp lũ thiết kế hồ chứa Bản Vẽ + Bản Mông khi hiện trạng lũ ở hạ du ở mức

BĐ3 +1m trở lên hoặc khi xả kết hợp lũ thiết kế hồ chứa Bản Vẽ + Bản Ang + Bản Mông khi hiện trạng lũ ở hạ du ở mức BĐ3 trở lên thì khả năng mực nước lũ tràn đê ở hạ du lưu vực sông Cả (tại Chợ Tràng, đê cao là 8,5m).

### 4. Kết luận

Nghiên cứu đã xác định mức độ ngập lụt ở hạ du lưu vực sông Cả khi từng hồ chứa riêng rẽ và kết hợp xả lũ, trong điều kiện mực nước tại hạ du đang ở mức báo động 1, 2, 3 và trên báo động 3 là 1m. Kết quả của nghiên cứu có thể sử dụng trong công tác phòng chống thiên tai và giảm nhẹ thiệt hại do ngập lụt gây ra ở hạ du lưu vực sông Cả.

*Lời cảm ơn:* Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi Đề tài cấp Bộ số TNMT.2018.05.32 (Mô hình mô phỏng ngập lụt hạ du lưu vực sông Cả và số liệu). Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn.

### Tài liệu tham khảo

1. Lê Hùng, Tô Thúy Nga (2007), *Áp dụng mô hình HEC-RESSIM mô phỏng hệ thống hồ chứa thủy điện trên lưu vực Gia Vu - Thu Bồn*.
2. Lê Hùng, Tô Thúy Nga (2013), *Áp dụng mô hình HEC-RESSIM mô phỏng hệ thống hồ chứa thủy điện trên lưu vực Vu Gia - Thu Bồn*.
3. Long, N.L, Madsen, H., and Rosbjerg, D. (2007), "Simulation and optimisation modelling approach for operation of the Hoa Binh reservoir, Viet Nam", *Journal of Hydrology (2007) Volume 336*, Pages 269-281.
4. Nguyễn Xuân Tiến, Nguyễn Thanh Sơn, Nguyễn Văn Linh (2020), "Áp dụng mô hình thủy văn, thủy lực mô phỏng ngập lụt hạ du sông Cả", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn số 687*, tr.23-31.
5. Nguyễn Xuân Tiến, Lê Hữu Huấn, Phan Thị Toàn, Nguyễn Văn Linh (2018), "Xây dựng mô hình mô phỏng lũ và tính toán tối ưu xả lũ cho hệ thống hồ chứa ở vùng sông không ảnh hưởng triều", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn số 687*, tr.23-31.
6. Quy định mực nước ứng với cấp báo động lũ, Bộ TNMT, Quyết định số 05/2020/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ, ngày 31/1/2020.
7. Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Cả, Quyết định số 1605/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ, ngày 13/11/2019.
8. Trần Thiết Hùng, Trần Ngọc Vĩnh, Nguyễn Việt, Nguyễn Tiền Giang (2015), "Đề xuất phương pháp lựa chọn hệ thống hồ chứa trong mô phỏng ảnh hưởng của các công trình thủy điện, thủy lợi tới lũ lụt hạ du các lưu vực sông miền Trung", *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, tập 31, Số 1S, tr.112-118.
9. Dang Dinh Kha, Nguyen Y Nhu, Tran Ngoc Anh (2018), "An Approach for Flow Forecasting in Ungauged Catchments. A Case Study for Ho Ho reservoir catchment, Ngan Sau River, Central Viet Nam", *Journal of Ecological Engineering, Journal of Ecological Engineering*, Volume 19, Issue 3, May 2018, pages 74-79.

# AN APPLICATION OF HYDROLOGIC- HYDRAULIC MODELLING FOR ASSESSING TO THE IMPACT OF THE RESERVOIR SYSTEM FOR INUNDATION SIMULATION ON THE DOWNSTREAM CA RIVER

Nguyen Xuan Tien<sup>(1)</sup>, Nguyen Thanh Son<sup>(2)</sup>, Nguyen Van Linh<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Northern Central Regional Hydro-meteorological Center

<sup>(2)</sup>Faculty of Meteorology, Hydrology and Oceanography - VNU University of Science

<sup>(3)</sup>National Center for Hydro-meteorological Forecasting

Received: 27/2/2020; Accepted: 21/3/2020

**Abstract:** Under the impact of climate change, dangerous hydro-meteorological phenomena such as storms, tropical depressions, heavy rain, flood,... tend to be extreme and fierce. The impact of the upstream irrigation-hydropower reservoirs on the flooding problem in the downstream of Ca river basin is increasingly clear. As a result, a finding of the causes of flooding in this paper to provide appropriate solutions to reduce damage is urgent nowadays. This article presents the apply of MIKE model( including MIKE NAM, MIKE 11 and MIKE 21) to access to the impact of reservoir system in the downstream of the Ca basin river. The study used results that published in the Hydro-meteorological Journal [1]; creating flood discharge scenarios of the reservoir system: Ban Ve, Ban Ang, Ban Mong, Ho Ho and Ngan Truoi; assessing the factor that caused inundation from reservoir system on downstream of Ca river basin.

**Keywords:** Ca River, Mike NAM, MIKE 11, MIKE 21, Inundation.

# NGUYÊN NHÂN, CƠ CHẾ GÂY MƯA LỚN KHU VỰC THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH NGÀY 24-26 THÁNG 10 NĂM 2016

Trương Bá Kiên, Trần Duy Thức, Lã Thị Tuyết  
Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài 15/11/2019; ngày chuyển phản biện 16/11/2019; ngày chấp nhận đăng 16/12/2019

**Tóm tắt:** Trong bài báo này, trên cơ sở các bản đồ synopt và tái phân tích JRA55 của cơ quan khí tượng Nhật Bản kết hợp với kết quả mô phỏng số bằng mô hình WRF độ phân giải cao (3km) với đầu vào FNL sẽ phân tích nguyên nhân, cơ chế gây đợt mưa từ 24-26/10/2016 ở khu vực Nam Bộ. Kết quả nghiên cứu cho thấy, do rãnh thấp xích đạo tồn tại trên khu vực bán đảo Cà Mau kết hợp với hoạt động của một xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ) trên khu vực vịnh Bengal. Khi XTNĐ ở vịnh Bengal chưa di chuyển lên phía Bắc thì trường gió ở Nam Bộ chủ yếu hướng Tây Bắc, tuy nhiên khi XTNĐ di chuyển theo hướng Tây Bắc (xa Nam Bộ) thì gió Đông, Đông Nam đã mạnh trở lại và chi phối toàn bộ khu vực. Các quá trình tương tác này đã gây nên sự nhiễu động trong đới gió Đông mực thấp, đồng thời mang hơi ẩm từ ngoài khơi vào khu vực Nam Bộ và gây đợt mưa trên khu vực từ ngày 24-16/10/2016.

**Từ khóa:** Phân tích synopt, WRF, cơ chế mưa lớn, Thành phố Hồ Chí Minh.

## 1. Mở đầu

Dự báo chính xác mưa định lượng hiện nay không chỉ là vấn đề ở Việt Nam mà còn là bài toán khó chung của thế giới. Để nâng cao chất lượng dự báo mưa thì việc nghiên cứu nguyên nhân, đặc điểm và cơ chế gây mưa cho một địa phương cụ thể luôn là rất quan trọng và được các nhà khoa học dự báo trong và ngoài nước quan tâm.

Các nghiên cứu của Chang và cộng sự (1993) [9], Wu và cộng sự (2001) [18] đều nhấn mạnh rằng hiệu ứng địa hình phức tạp trên khu vực Đài Loan có ảnh hưởng rất lớn đến các đặc trưng bão, hoàn lưu và các hệ thống thời tiết ảnh hưởng đến khu vực.

Colle (2003) [10] đã nghiên cứu về cơ chế gây ra trận mưa lớn ở khu vực phía Bắc Jersey và Đông Nam New York dựa trên những đặc trưng cơ bản trong quá trình tiến triển của cơn bão Floyd, cơn bão được cho là có liên quan mật thiết đến trận mưa lớn này. Kumar và các cộng sự (2008) [12] cho rằng, sự kết hợp đồng thời của

nhiều yếu tố: Phát triển của vùng áp thấp trên khu vực Tây Bắc vịnh Bengal; hội tụ ẩm mực thấp ở phía Bắc và gió Tây Bắc, hoàn lưu từ hướng Đông Bắc trên khu vực Mumbai; dị thường mạnh của gradient nhiệt độ theo hướng Bắc - Nam; hoạt động của xoáy ngoài khơi gần Mumbai, địa hình và ẩn nhiệt từ bề mặt đã tạo nên điều kiện thuận lợi nhất gây nên trận mưa lớn lịch sử ngày 26/7/2005 tại Mumbai, Ấn Độ. Yokoi, Matsumoto (2008) [19] đã nghiên cứu về trường hợp mưa lớn kỷ lục ở miền Trung Việt Nam xảy ra vào ngày 2-3/11/2009 và nhận định sóng lạnh và áp thấp nhiệt đới là hai nhiễu động khí quyển đóng vai trò quan trọng trong đợt mưa lớn này. Gao và cs (2009) [11] đã sử dụng mô hình WRF để phân tích cơ chế gây mưa lớn do cơn bão Bilis (2006) sau khi đổ bộ vào đất liền Trung Quốc chỉ ra vai trò của địa hình. Wang (2009) [17] cho rằng bão Songda đóng vai trò lớn trong trận mưa lớn ở Nhật Bản từ ngày 2-5/9/2004. Các tác giả nhận định mưa lớn trong trường hợp này là do có sự tồn tại đồng thời và kết hợp các hình thế đã làm tăng hội tụ mực thấp giữa hai hoàn lưu xoáy nghịch, tạo điều kiện thuận lợi cho dòng thăng phát triển và hội tụ ẩm mạnh gây mưa lớn. Nguyễn Văn Hiệp và cộng sự (2011) [13] cho

Liên hệ tác giả: Trương Bá Kiên  
Email: kien.cbg@gmail.com

rằng sự kết hợp của không khí ẩm được thăng lên nhờ hiệu ứng địa hình từ hoàn lưu bão Morakot là những nhân tố quan trọng gây nên đợt mưa lớn kỷ lục hơn 3.000mm từ ngày 6-13/8/2009 ở phía Nam Đài Loan. Van der Linden và cộng sự (2017) [14] nghiên cứu về đợt mưa kỷ lục tại Quảng Ninh cuối tháng 7/2015 đã chỉ ra nguyên nhân do sự dịch chuyển chậm của lưỡi áp cao trên cao kết hợp với vùng thấp bề mặt trên vịnh Bắc Bộ đã cung cấp ẩm ổn định cho quá trình hội tụ và phát triển đối lưu sâu cho khu vực Đông Bắc, ngoài ra, hơi ẩm từ vịnh Bengal được vận chuyển đến. Van der Linden và cộng sự, 2018 [15] đã chỉ ra hai nguyên nhân chính gây ra đợt mưa 26-28/9/2016 tại Thành phố Hồ Chí Minh (TP.HCM) là do hoạt động của gió mùa và ảnh hưởng của hoàn lưu bão Megi.

Nghiên cứu về các hình thế gây mưa lớn từ góc nhìn synopt ở Việt Nam đã có nhiều công trình như: Phạm Thị Thanh Hương (2009) nghiên cứu cho Bắc Bộ [3]; Vũ Anh Tuấn (2012), Bùi Minh Tăng (2014) nghiên cứu cho miền Trung, Tây Nguyên [1, 4, 5]; Nguyễn Khanh Vân (2013) nghiên cứu cho duyên hải miền Trung [2]; gần đây, Vũ Văn Thăng (2016, 2019) đã có nghiên cứu về cơ chế nhiệt động lực gây mưa lớn cho Nam Bộ và Nam Tây Nguyên do tương tác gió mùa Tây Nam và bão trên Biển Đông. Kết quả nghiên cứu đã phân tích chi tiết về cơ chế, đồng thời tổng quát lại dưới dạng các sơ đồ [6, 7, 8].

Nhìn chung có nhiều nghiên cứu ở nước ta đã bước đầu tìm hiểu cơ chế, nguyên nhân gây ra các đợt mưa lớn cho các khu vực trong cả nước, tuy nhiên hầu hết các nghiên cứu mới chỉ dừng ở

việc phân tích quy mô lớn, hoàn lưu chung, chưa đi sâu phân tích về cơ chế động lực học.

Từ ngày 24-26/10/2016, ở khu vực TP.HCM và các tỉnh Nam Bộ đã xảy ra một đợt mưa vừa, mưa to trên diện rộng với tổng lượng mưa của cả đợt phổ biến trong khoảng 50-100mm. Bài báo này sẽ tìm hiểu nguyên nhân, cơ chế gây nên đợt mưa này trên cơ sở tiếp cận phân tích synopt kết hợp mô phỏng động lực độ phân giải cao.

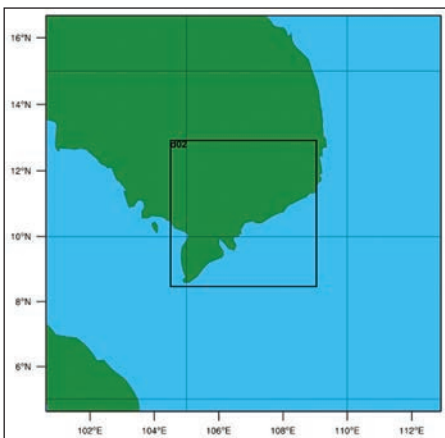
## 2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Số liệu

Số liệu tái phân tích toàn cầu (FNL) của Trung tâm dự báo môi trường Hoa Kỳ (NCEP) với độ phân giải 0,5x0,5 độ được sử dụng làm đầu vào cho mô hình WRF. Ngoài ra, bộ số liệu tái phân tích (JRA55) của cơ quan khí tượng Nhật Bản (JMA), bản đồ synopt của cơ quan khí tượng Thái Lan (TMD), số liệu mưa tích lũy nội suy trên lưới trạm khu vực Nam Bộ cũng được sử dụng nhằm nghiên cứu nguyên nhân, cơ chế gây mưa.

### 2.2. Thiết kế thí nghiệm

Trong nghiên cứu này mô hình WRF phiên bản V3.9 với 2 lưới lồng tương tác hai chiều, độ phân giải tương ứng là: 9km, 3km (Hình 1). Miền 1 gồm 100x97 điểm lưới với tọa độ tâm là 10,0°N; 106,0°E; miền 2 gồm 106x100 điểm lưới với 52 mực thẳng đứng. Miền 1 được thiết kế đủ rộng để mô hình có thể nắm bắt được các quá trình hoàn lưu quy mô lớn ảnh hưởng đến Nam Bộ, các miền con được thu hẹp phạm vi bao trọn khu vực TP.HCM. Bảng 1 là bộ tham số vật lý của mô hình WRF được lựa chọn để mô phỏng mưa khu vực TP.HCM.



Hình 1. Các miền tính của mô hình

Bảng 1. Sơ đồ vật lý của WRF sử dụng trong nghiên cứu

Lớp biên hành tinh	Mellor-Yamada-Janjic
Tham số hóa đối lưu (chỉ cho miền 1)	Grell-Devenyi
Sơ đồ vi vật lý mây	WSM 6-class
Bức xạ sóng ngắn	Dudhia
Bức xạ sóng dài	RRTM
Sơ đồ đất	Noah-MP

### 2.3. Phương pháp

Trong bài báo sẽ sử dụng mô hình WRF để mô phỏng, kết hợp phân tích synopt. Cụ thể:

+ Sử dụng mô hình WRF dự báo mưa hạn 60 giờ, trong đó 12 giờ tích phân đầu không được sử dụng với hai lý do: (1) Loại bỏ số liệu trong khoảng thời gian cân bằng mô hình (spin-up time); (2) Để lượng mưa mô hình được lấy cùng thời gian với mưa quan trắc từ 12 giờ ngày hôm trước đến 12 giờ ngày hôm sau (giờ GMT), tương ứng với mưa quan trắc tại trạm ở Việt Nam được tính từ 19 giờ ngày hôm trước đến 19 giờ ngày hôm sau.

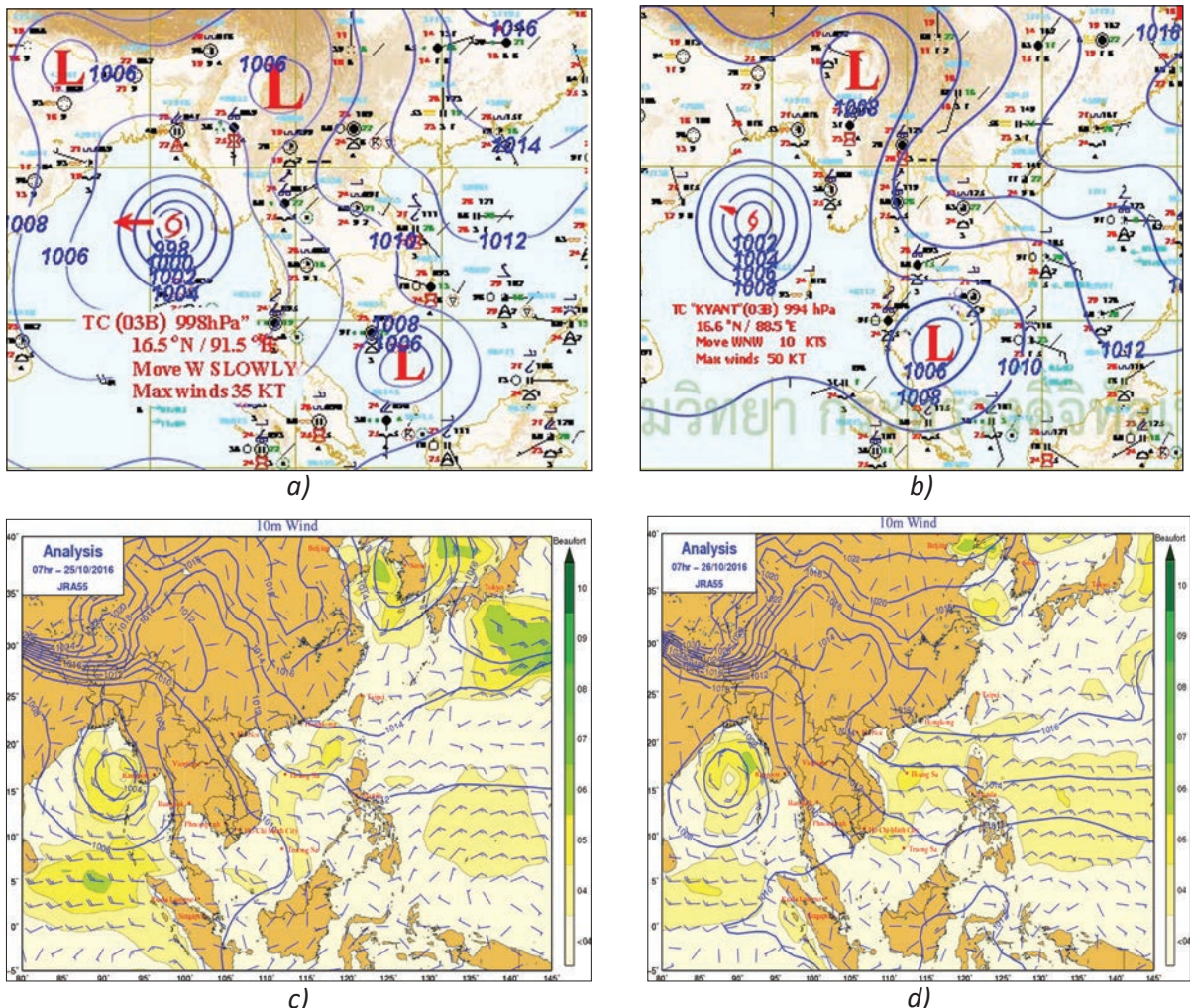
+ Phân tích các bản đồ synopt, biểu diễn các

trường nhiệt động lực học từ mô phỏng của mô hình WRF để chỉ ra nguyên nhân, cơ chế gây nên đợt mưa 24-26/10/2016 cho Nam Bộ, trong đó có TP.HCM.

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Hình thế, hoàn lưu

Trên bản đồ synopt và tái phân tích trường khí áp và trường gió mực bề mặt thời điểm 07 giờ ngày 25/10 và 26/10/2016 cho thấy: Ngày 25/10 (a, c) có một rãnh áp thấp có trục đi qua bán đảo Cà Mau và nối với xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ) trên khu vực vịnh Bengal; sang ngày 26/10 (b, d), rãnh áp thấp bị đẩy sâu xuống phía Nam (Hình 2).

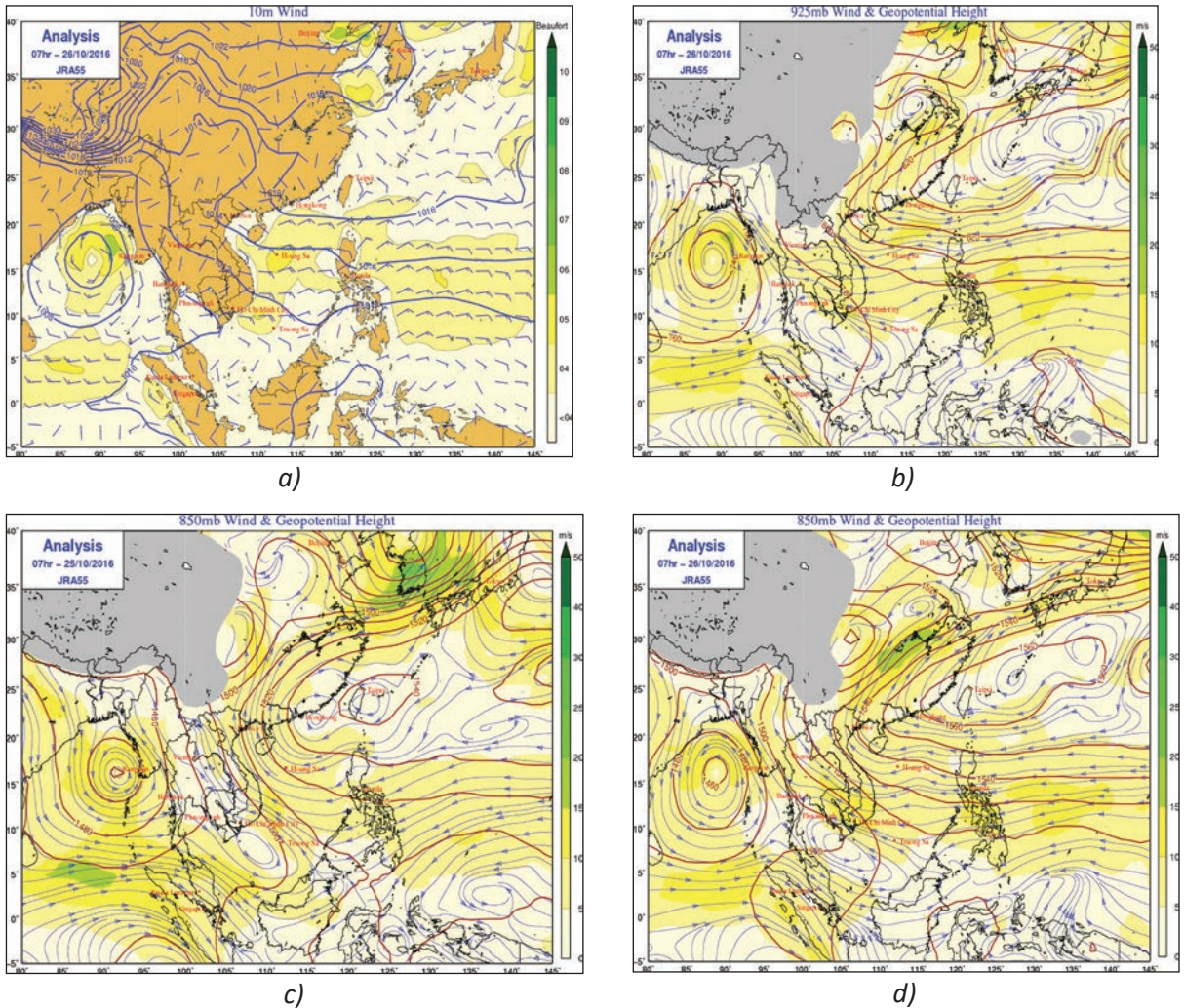


Hình 2. Bản đồ synopt và tái phân tích trường khí áp, gió mực bề mặt thời điểm 00 giờ ngày 25/10 và 26/10/2016 [Nguồn TMD, JRA55]

Trên bản đồ tái phân tích mực 925mb cho thấy rất rõ hoạt động của một xoáy thấp trên khu vực ngoài khơi phía Đông Nam của Nam Bộ, tương tự cũng có thể thấy trên bản đồ mực 850mb (Hình 3 a, b). Bên cạnh đó, trên bản đồ tái phân tích mực 850mb còn thấy một lưỡi áp cao cận nhiệt đới đang trải dài về phía Tây (Hình 3 c, d).

Như vậy, qua các bản đồ synopt và tái phân tích có thể thấy rãnh thấp xích đạo đi qua khu vực bán đảo Cà Mau kết hợp với hoạt động của XTNĐ

trên khu vực vịnh Bengal là nguyên nhân chính gây nên đợt mưa lớn diện rộng này ở Nam Bộ. Quá trình di chuyển của XTNĐ theo hướng Tây Bắc, hoàn lưu xoáy thuận này tương tác với rãnh thấp xích đạo trên gây nên quá trình hội tụ và gây mưa trên khu vực Nam Bộ trong ngày 24, 25 tháng 10 năm 2016. Quá trình lấn về phía Tây của khối áp cao cận nhiệt đới trong ngày 26/10 làm giảm đi hội tụ gió trên khu vực Nam Bộ là nguyên nhân khiến mưa giảm nhanh trên khu vực.



Hình 3. Bản đồ tái phân tích trường gió và độ cao thế vị mực 925mb (a, b) và 850mb (c, d) thời điểm 07 giờ ngày 25/10 và ngày 26/10/2016 [Nguồn JRA55]

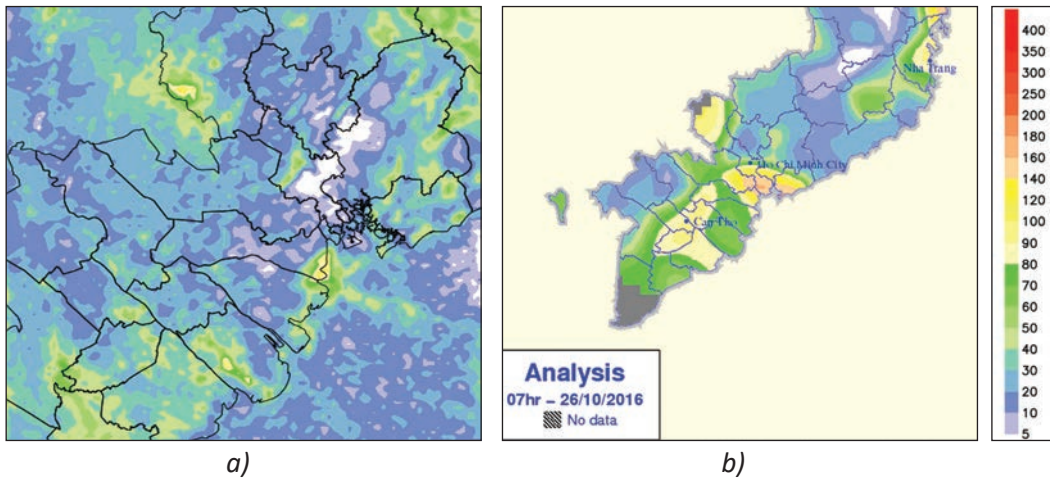
### 3.2. Đánh giá kết quả mô phỏng trường mưa

Hình 3 biểu thị lượng mưa tích lũy mô phỏng 48 giờ (từ 00 giờ ngày 24/10 đến 00 giờ ngày 26/10) và lượng mưa quan trắc, thấy rằng đối với đợt mưa này mô hình WRF đã mô phỏng

khá tốt về diện mưa nhưng về cường độ mưa mô phỏng chưa phù hợp đối với toàn bộ khu vực Nam Bộ. Kết quả mô phỏng mưa cho thấy khả năng tái tạo trường hoàn lưu khí tượng cho Nam Bộ bằng WRF từ số liệu FNL đối với đợt

mưa này khá tốt. Trên cơ sở đó, trong các phần sau đây sẽ thực hiện các phân tích chuyên sâu

hơn về các yếu tố nhiệt động lực gây đợt mưa lớn này (Hình 4).



Hình 4. Lượng mưa tích lũy 48 giờ mô phỏng (a) và quan trắc (b) đợt mưa 24-26/10/2016

### 3.3. Trường gió và ẩm

Tại thời điểm 00 giờ ngày 24/10, đới gió Đông trên khu vực Nam Bộ còn yếu, tốc độ gió phổ biến 1-3m/s. Đến thời điểm 06 giờ, vận tốc gió tăng lên phổ biến 3-5m/s, ở khu vực phía bắc TP.HCM tốc độ gió lên tới 5-7m/s (Hình 5). Tại các thời điểm 12 giờ và 18 giờ ngày 24/10, tốc độ gió trên khu vực Nam Bộ giảm nhưng kết quả mô phỏng cho thấy có sự nhiễu loạn trong hướng gió tại khu vực. Mặt khác, trên khu vực ven biển phía Đông Nam TP.HCM xuất hiện vùng phân kỳ gió (Hình 5). Tại các thời điểm trong ngày 24/10, tốc độ gió trên khu vực đất liền Nam Bộ tiếp tục duy trì phổ biến ở ngưỡng 1-3m/s, ở ven biển phía Đông tốc độ gió phổ biến trong ngưỡng 3-5m/s. Sang ngày 25/10, gió trên biển có biểu hiện đổi hướng, tại các thời điểm sau đó, đới gió Đông từ biển thổi vào khu vực đất liền Nam Bộ khá mạnh, vận tốc gió phổ biến 9-11m/s. Gió trong đất liền các thời điểm này có tốc độ thấp hơn khá nhiều, phổ biến 3-5m/s, thành phần chủ đạo là gió Đông và Đông Nam (Hình 6). Cũng tại thời điểm trên, XTNĐ ở vịnh Bengal chưa di chuyển nhiều (còn gần Nam Bộ) nên gió Tây Bắc mạnh hơn, tuy nhiên khi XTNĐ này di chuyển theo hướng Tây Bắc (xa Nam Bộ) thì gió Đông, gió Đông Nam bắt đầu mạnh trở lại và chi phối, gây nên sự nhiễu loạn trong đới gió đông góp phần gây mưa lớn.

Sự biến thiên của vận tải ẩm trong các ngày 24 và 25/10 diễn ra khá nhanh theo chiều hướng giá trị vận tải ẩm tăng dần ở khu vực TP.HCM. Tại

thời điểm 00 giờ ngày 24/10, vận tải ẩm ở khu vực TP.HCM chỉ phổ biến từ 0-10 (kg m-1s-1). Đến thời điểm 06 giờ, vận tải ẩm tăng lên 10-30 (kg m-1s-1), sau đó tăng lên 40-50 (kg m-1s-1) vào thời điểm 18 giờ (Hình 5).

Sang ngày 25/10 dải vận tải ẩm theo đới gió Đông tăng lên khá nhanh tại Nam Bộ. Tại thời điểm 12 giờ, vận tải ẩm tại khu vực TP.HCM phổ biến trong ngưỡng 60-70 (kg m-1s-1). Cũng tại thời điểm này ở khu vực phía Đông khu vực xuất hiện vùng hội tụ ẩm với giá trị từ 80-90 (kg m-1s-1). Vùng hội tụ ẩm này có xu hướng di chuyển về phía Tây, đi qua khu vực TP.HCM và đến khu vực biên giới Tây Nam Bộ vào 00 giờ ngày 26/10 với phạm vi đã được thu hẹp rất nhiều (Hình 6).

### 3.4. Dòng thẳng

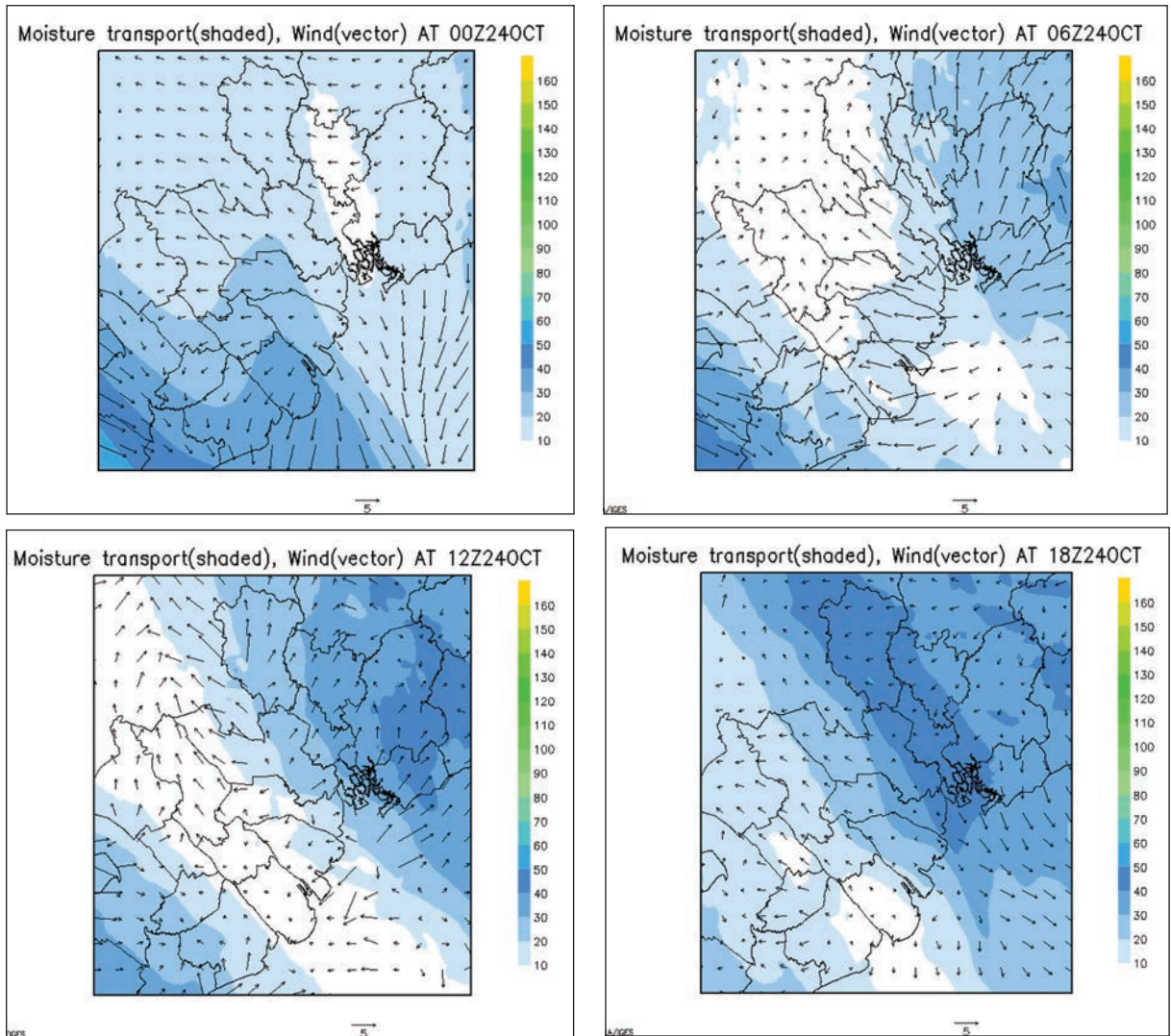
Hình 7 biểu diễn mặt cắt thẳng đứng đứng qua trạm Nhà Bè, tại vĩ độ 10,65°N của gió thẳng đứng mô phỏng đã nhân với 100 (ms-1) tại một số thời điểm trong ngày 25 và 26/10/2016.

Tại thời điểm 08 giờ ngày 25/10, kết quả mô phỏng cho thấy sự phát triển rất mạnh mẽ của dòng thẳng ở khu vực TP.HCM, tốc độ dòng thẳng đạt 0,6m/s liên tục từ độ cao 0,5 đến 4km. Đến 09 giờ, dòng thẳng vẫn tiếp tục được duy trì và phát triển tuy nhiên với phạm vi hẹp hơn. Đến 18 giờ, dòng thẳng khu vực TP.HCM đã giảm hẳn, chỉ còn phát triển ở mực độ cao 3-4km với tốc độ giảm còn 0,2-0,3m/s (Hình 7).

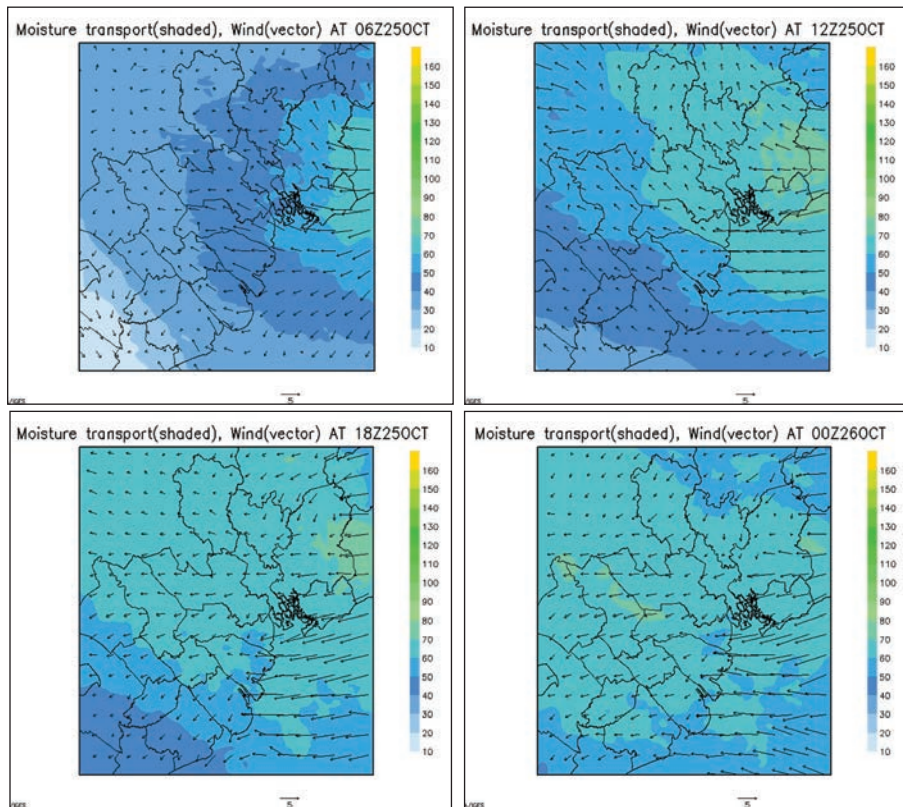
#### 4. Kết luận

Trong bài báo này, trên cơ sở phân tích các bản đồ synopt và tái phân tích JRA55 của cơ quan khí tượng Nhật Bản, kết hợp với mô phỏng số bằng mô hình WRF độ phân giải cao đã nghiên cứu tìm nguyên nhân, cơ chế gây nên đợt mưa từ 24-26/10/2016 trên khu vực Nam Bộ trong đó có TP.HCM. Kết quả nghiên cứu cho thấy nguyên nhân, cơ chế gây mưa lớn này do rãnh thấp xích

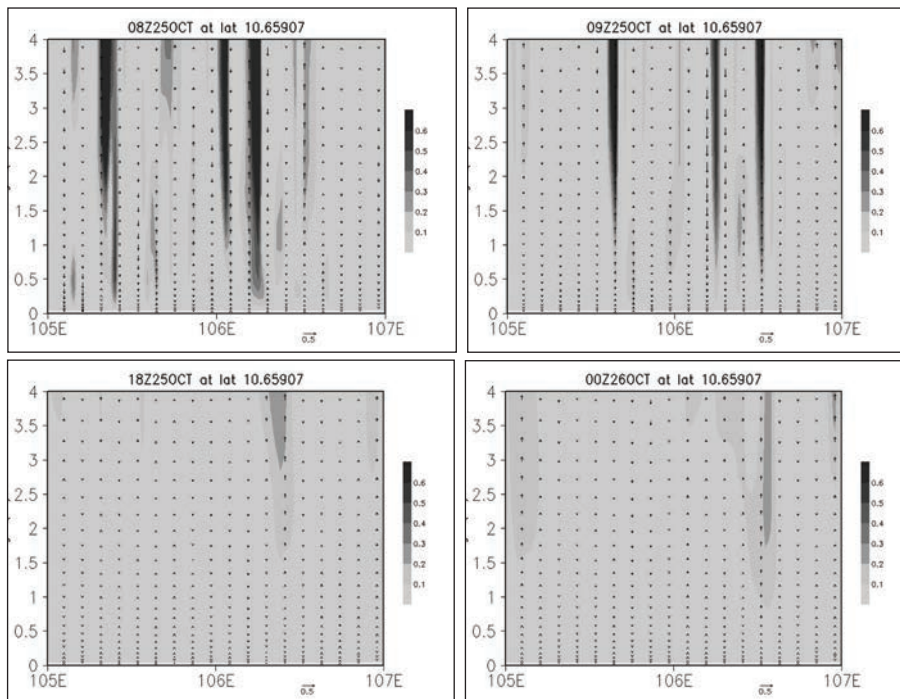
đạo đi qua khu vực bán đảo Cà Mau kết hợp với hoạt động của XTND trên khu vực vịnh Bengal. Khi XTND di chuyển về hướng Tây Bắc, đi xa khỏi Nam Bộ đã tạo điều kiện cho đới gió Đông và Đông Nam hoạt động mạnh trở lại, mang theo ẩm từ biển vào khu vực Nam Bộ. Cũng chính quá trình này đã gây nên những nhiễu động, tạo những vùng hội tụ gió, ẩm, góp điều kiện thuận lợi cho mưa lớn xảy ra.



Hình 5. Vận tải ẩm và trường gió 10m vào các thời điểm 00 giờ, 06 giờ, 12 giờ, 18 giờ ngày 24/10/2016



Hình 6. Vận tải ẩm và trường gió mực 10m vào các thời điểm 00 giờ, 06 giờ, 12 giờ, 18 giờ ngày 25/10/2016



Hình 7. Mặt cắt thẳng đứng qua trạm Nhà Bè, tại vĩ độ 10,62°N của gió thẳng đứng mô phỏng\*100 (m s-1) tại một số thời điểm trong đợt mưa ngày 24-26/10/2016

**Lời cảm ơn:** Bài báo được hoàn thành nhờ kết quả nghiên cứu của Đề tài khoa học và công nghệ cấp cơ sở “Nghiên cứu cơ chế hình thành, phát triển của một số hiện tượng mưa lớn bất thường ở Thành phố Hồ Chí Minh trong 2 năm 2015-2016”.

## Tài liệu tham khảo

### Tài liệu tiếng Việt

1. Bùi Minh Tăng và cộng sự (2014), *Nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo mưa lớn thời hạn 2-3 ngày phục vụ công tác cảnh báo sớm lũ lụt khu vực Trung Bộ Việt Nam*, Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Nhà nước.
2. Nguyễn Khanh Vân và cộng sự (2013), *Nghiên cứu nguyên nhân, quy luật xuất hiện của thời tiết mưa lớn gây lũ lụt, lụt liên quan đến địa hình Nam Trung Bộ Việt Nam: Cảnh báo và đề xuất các giải pháp phòng tránh giảm nhẹ thiên tai*, Báo cáo tổng kết đề tài. VAST05.01/12-13.
3. Phạm Thị Thanh Hương và cộng sự (2009), *Nghiên cứu về quan hệ gió mùa Đông Á và lượng mưa trong mùa lũ khu vực Vân Nam Trung Quốc và Miền Bắc Việt Nam*, Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu cấp Bộ.
4. Vũ Anh Tuấn và cộng sự (2016), *Nghiên cứu xây dựng hệ thống xác định khách quan các hình thái gây mưa lớn điển hình cho khu vực Việt Nam*, Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ.
5. Vũ Anh Tuấn, Nguyễn Văn Hưởng, Bùi Minh Tăng, Võ Văn Hòa (2012), *Nghiên cứu phân loại và xác định loại hình thái thời tiết gây mưa lớn trên khu vực miền Trung và Tây Nguyên Việt Nam*, Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng Thủy văn, Môi trường và Biến đổi Khí hậu, Tập 1: Khí tượng - Khí hậu, Khí tượng Nông nghiệp và Biến đổi khí hậu, 20, trang 127-133.
6. Vũ Anh Tuấn, Vũ Văn Thăng (2019), *Hình thái synopt gây mưa cho Nam Bộ thời kỳ 2012-2016 và cơ chế gây mưa do hội tụ gió mùa Tây Nam*, Tuyển tập Hội thảo Phân Viện KTTV&BĐKH
7. Vũ Văn Thăng và cộng sự (2016), *Nghiên cứu cơ chế nhiệt động lực gây mưa lớn và khả năng dự báo mưa lớn mùa hè khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên do tương tác gió mùa Tây Nam-Bão trên Biển Đông*, BCTK đề tài cấp Bộ.
8. Vũ Văn Thăng (2017), *Nghiên cứu cơ chế nhiệt động lực gây mưa lớn và khả năng dự báo mưa lớn mùa hè khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên do tương tác gió mùa Tây Nam-Bão trên Biển Đông*, Đề tài cấp Bộ.

### Tài liệu tiếng Anh

9. Chang, C. P., T.-C. Yeh, and J.-M. Chen (1993), *Effects of terrain on the surface structure of typhoons over Taiwan*. *Mon. Wea. Rev.*, 121, 734-752.
10. Colle, B. A. (2003), *Numerical simulations of the extratropical transition of Floyd (1999): Structural evolution and responsible mechanisms for the heavy rainfall over the northeast United States*. *Monthly weather review*, 131(12), 2905-2926.
11. Gao, S., Z. Meng, F. Zhang & L. F. Bosart (2009), *Observational analysis of heavy rainfall mechanisms associated with severe Tropical Storm Bilis (2006) after its landfall*. *Monthly Weather Review*, 137(6), 1881-1897.
12. Kumar, A., J. Dudhia, R. Rotunno, D. Niyogi, & U. C. Mohanty (2008), *Analysis of the 26 July 2005 heavy rain event over Mumbai, India using the Weather Research and Forecasting (WRF) model*. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 134(636), 1897-1910
13. Nguyen Van Hiep, and Yi-Leng Chen (2011), *High-Resolution Initialization and Simulations of Typhoon Morakot (2009)*, *Mon. Wea. Rev.*, 139, 1463-149.
14. Van der Linden, R., A. H. Fink, V. T. Phan, and J. G. Pinto (2017), *The Dynamics of an Extreme Precipitation Event in Northeastern Viet Nam in 2015 and Its Predictability in the ECMWF Ensemble Prediction System*.
15. Van der Linden, R., A. H. Fink, V. T. Phan, M. V. Kiem and J. G. Pinto (2018), *Synoptic-dynamic*

- analysis, predictability and convection-permitting simulations of an extreme precipitation event affecting Ho Chi Minh City on 26 September 2016. Abstract at Wea. Forecasting.*
16. Van der Linden, R., A. H. Fink, V. T. Phan, M. V. Khiem and J. G. Pinto (2018), *Synoptic-dynamic analysis, predictability and convection-permitting simulations of an extreme precipitation event affecting Ho Chi Minh City on 26 September 2016. Abstract at Wea. Forecasting.*
  17. Wang, Y. (2009), *The Role of Typhoon Songda (2004) in Producing Distantly Located Heavy Rainfall in Japan; Mon. Wea. Rev., 137, pp. 3699-3716.*
  18. Wu C.-C. (2001), *Numerical simulation of Typhoon Gladys (1994) and its interaction with Taiwan terrain using the GFDL hurricane model. Mon. Wea. Rev., 129, 1533-1549.*
  19. Yokoi, S., J. Matsumoto (2008), *Collaborative Effects of Cold Surge and Tropical Depression-Type Disturbance on Heavy Rainfall in Central Viet Nam. Mon. Wea. Rev., 136, pp. 3275-3287.*

## **AN INVESTIGATION INTO THE CAUSES OF THE THE HEAVY RAINFALL AFFECTING HO CHI MINH CITY FROM 24 TO 26 OCTOBER 2016**

**Truong Ba Kien, Vu Van Thang, La Thi Tuyet**

*Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change*

*Received: 15/11/2019; Accepted: 16/12/2019*

**Abstract:** *In this paper, based on the synoptic charts, JRA55 re-analysis maps and high-resolution simulation (3km) by WRF model with FNL data driven to investigate the causes of heavy rainfall from 24 to 26 October 2016 in the Southern region. The results show that the equatorial low trough which located above the Ca Mau peninsula interacted to a tropical cyclone in the Bay of Bengal area that induced this heavy rainfall event. In the early time, the TC locate close Southern region that indicated the northwest wind direction. And when TC moved away, the dominant wind direction is eastward. This interaction created the turbulence in the atmospheric circulation and moisture from offshore transported into the Southern region that causing heavy rainfall for Ho Chi Minh city from 24 to 26 October 2016.*

**Keywords:** *Synoptic-dynamical analysis, WRF, heavy rainfall causes, Ho Chi Minh city.*

## In this issue

1

**Nguyen Van Thang, Truong Ba Kien, Tran Duy Thuc, Vu Van Thang:** An investigation into the causes of the hailstorm over The Northern Viet Nam from 24<sup>th</sup> to 25<sup>th</sup> January 2020

11

**Cong Thanh, Le Duy Manh, Vu Van Thang:** Evaluation of rainfall forecast in the south of Viet Nam implemented by using RAMS model

20

**Phung Duc Chinh, Dang Dinh Kha, Nguyen Tho Sao, Nguyen Tien Giang, Dang Thi Lan Phuong:** Application of MIKE 21/3 FM Couple to simulate the hydraulic of Da Nong estuary of Phu Yen province

32

**Nguyen Kim Ngoc Anh, Tran Ngoc Anh:** Water balance calculation in current status and the context of climate change in Quang Nam province

42

**Truong Thi Thanh Thuy, Vu Van Thang, Nguyen Huu Quyen, Nguyen Trong Hieu, Tran Duy Hien:** The impact of climatic conditions and climate change on the exploration, mining, processing, and use of bauxite ore in Viet Nam

53

**Le Duc Dung, Nguyen Hoang Anh, Tran Dang Hung, Ha Thi Hien:** Application landsat imagery for assessing changes of coastal resources in Ca Mau - Kien Giang

60

**Nguyen Xuan Tien, Nguyen Thanh Son, Nguyen Van Linh:** An application of hydrologic - hydraulic modelling for assessing to the impact of the reservoir system for inundation simulation on the downstream ca river

68

**Truong Ba Kien, Tran Duy Thuc, La Thi Tuyet:** An investigation into the causes of the the heavy rainfall affecting Ho Chi Minh city from 24 to 26 October 2016



**VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

Số 23 ngõ 62 Nguyễn Chí Thanh, Đống Đa, Hà Nội

Điện thoại: 024.37731410; Fax: 024.38355993

Email: [imhen@imh.ac.vn](mailto:imhen@imh.ac.vn)

Website: [www.imh.ac.vn](http://www.imh.ac.vn)