

TẠP CHÍ

KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Vietnam Journal of Hydro - Meteorology

ISSN 2525 - 2208



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

Số 705
09-2019



TỔNG BIÊN TẬP

PGS. TS. Trần Hồng Thái

Phó Tổng Biên tập

TS. Bạch Quang Dũng

Thư ký - Biên tập

TS. Đoàn Quang Trí

Trị sự và Phát hành

Đặng Quốc Khánh

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

Giấy phép xuất bản

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

Tòa soạn

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

Chế bản và In tại:

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

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

Giá bán: 25.000 đồng

TẠP CHÍ KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

SỐ 705 - 09/2019

MỤC LỤC

Bài báo khoa học

- 1 Trương Văn Anh, Hoàng Thanh Sơn:** Phân vùng hiểm họa lũ lụt do mưa lớn trên lục địa kết hợp với mực nước biển dâng lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn
- 11 Phan Thị Thùy Dương, Vũ Thị Vân Anh, Nguyễn Thị Tuyết:** Dự tính khí hậu tương lai ở lưu vực sông Ba trong bối cảnh tính không chắc chắn của các mô hình khí hậu
- 22 Cao Hoàng Hải, Trần Anh Phương, Thái Quỳnh Như, Trần Mạnh Cường:** Áp dụng mô hình trí tuệ nhân tạo vào dự báo lưu lượng đến hồ lưu vực sông Ba
- 34 Hà Thị Thuận, Hoàng Văn Hoan, Trần Hồng Thái:** Nghiên cứu ứng dụng mô hình thang đo khảo sát đánh giá nhu cầu hợp tác công tư (PPP) trong ứng phó với biến đổi khí hậu ở Việt Nam
- 45 Đỗ Quý Mạnh, Nguyễn Quốc Huy, Lê Văn Tuất:** Một số kết quả bước đầu nghiên cứu về rừng ngập mặn Nam Trung Bộ
- 56 Chu Thị Thu Hường, Trần Đình Linh:** Đặc điểm hoạt động của gió mùa mùa hè trên lãnh thổ Việt Nam
- 64 Huỳnh Lưu Trùng Phùng, Trần Tuấn Hoàng, Hồ Công Toàn, Nguyễn Phương Đông, Huỳnh Thị Mỹ Linh, Nguyễn Kỳ Phùng:** Xây dựng kịch bản giảm ngập cho quận 12 trên mô hình toán
- 71 Trần Đình Linh, Phạm Minh Tiến, Chu Thị Thu Hường:** Hình thế thời tiết gây mưa lớn trong thời kỳ mùa đông trên khu vực Tây bắc bộ Việt Nam

Tổng kết tình hình khí tượng thủy văn

- 81 Tóm tắt tình hình khí tượng nông nghiệp và thủy văn tháng 08 năm 2019 - Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia và Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu**

PHÂN VÙNG HIỂM HỌA LŨ LỤT DO MƯA LỚN TRÊN LỤC ĐỊA KẾT HỢP VỚI MỰC NƯỚC BIỂN DÂNG LƯU VỰC SÔNG VU GIA THU BỒN

Trương Văn Anh¹, Hoàng Thanh Sơn²

Tóm tắt: Vu Gia Thu Bồn là lưu vực sông lớn nhất miền Trung, với địa hình dốc ở miền núi, mạng lưới sông suối phát triển phân nhiều nhánh làm cho mức độ tập trung nước mưa lớn cả về tổng lượng lẫn cường độ trên phạm vi rộng và khi đổ về hạ du có địa hình thấp trũng, thường làm ngập lụt cả vùng đồng bằng gây nên những thiệt hại nghiêm trọng về người và của. Do đó việc phân vùng hiểm họa lũ lụt ở đây ý nghĩa đặc biệt quan trọng trong công tác phòng chống thiên tai do lũ lụt gây ra. Bài báo này sẽ xác định cấp độ hiểm họa lũ lụt do mưa lớn kết hợp với mực nước biển dâng cho lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn. Phương pháp mô hình toán kết hợp với GIS sẽ được sử dụng để xây dựng bản đồ hiểm họa lũ lụt cho lưu vực nghiên cứu. Theo đó 30% diện tích vùng đồng bằng thuộc cấp độ hiểm họa cao và rất cao, 5% thuộc cấp độ hiểm họa trung bình và 2% thuộc cấp độ hiểm họa thấp và rất thấp. Kết quả này là cơ sở để các nhà ra quyết định đưa ra những chiến lược phát triển phù hợp cũng như các phương án ứng phó khẩn cấp với lũ lụt để có thể giảm tối đa thiệt hại về người và của do lũ lụt gây ra.

Từ khóa: Rủi ro thiên tai, hiểm họa lũ lụt, Vu Gia Thu Bồn, cấp độ hiểm họa.

Ban Biên tập nhận bài: 15/7/2019; Ngày phản biện xong: 12/8/2019; Ngày đăng bài: 25/9/2019

1. Giới thiệu chung

Hiểm họa là khả năng xuất hiện các hiện tượng tự nhiên hoặc do con người gây ra, có thể gây thương tật, chết người hoặc ảnh hưởng sức khỏe, làm hư hại hoặc mất mát tài sản, cơ sở hạ tầng, sinh kế, cung cấp dịch vụ và tài nguyên môi trường [1]. Theo đó cấp độ hiểm họa của một đối tượng là khả năng gặp hiểm họa của đối tượng đó trong tương lai. Nếu một đối tượng có cấp độ hiểm họa thấp thì đối tượng đó ít có khả năng gặp hiểm họa, ngược lại, một đối tượng có cấp độ hiểm họa cao có nghĩa là nó có nhiều khả năng phải đối mặt hiểm họa trong tương lai.

Lũ lụt vốn được coi là một hiện tượng cực đoan có thể gây thiệt hại lớn nhất về người và của [10]. Như vậy, lũ lụt cũng có thể tạo nên các điều kiện hiểm họa đến cộng đồng và môi trường. Hiểm họa lũ lụt là khả năng thiệt hại về người và của gây nên bởi các hiện tượng lũ lụt trong tương lai. Cấp độ hiểm họa lũ thay đổi theo độ lớn của các trận lũ và bị ảnh hưởng bởi thuộc

tính của trận lũ đó, địa hình vùng phơi lộ và các kế hoạch ứng cứu khẩn cấp [2,5]. Từ đó bản đồ hiểm họa lũ lụt được xây dựng như là một công cụ hỗ trợ xác định các cấp độ hiểm họa của các ô lưới trên bản đồ [3]. Đây có thể coi là một công cụ đơn giản, nhanh và dễ hiểu phục vụ ngăn ngừa và quản lý hiểm họa lũ lụt hiện đang được cộng đồng toàn cầu sử dụng rộng rãi [4].

Ở Việt Nam khi nghiên cứu về hiểm họa lũ lụt, người ta thường tập trung xây dựng các bản đồ ngập lụt ứng với các trận lũ thiết kế khác nhau [6-9]. Điều này gây khó khăn cho các nhà ra quyết định do có quá nhiều bản đồ ngập lụt và những thông tin xung quanh để dựa vào đó đưa ra các quyết định quy hoạch phát triển chiến lược hay phương án ứng cứu của từng vùng. Ngược lại, nếu có một bản đồ cấp độ hiểm họa của một vùng thì các cấp có thẩm quyền sẽ dễ dàng xác định được các việc cần phải triển khai thực hiện đối với vùng đó để phòng chống hiểm họa lũ lụt trong tương lai.

¹Trường Đại học tài nguyên và Môi trường Hà Nội

² Viện Địa lý

Email: tvanh@hunre.edu.vn; hoangson97@gmail.com

Bài báo này đề xuất phương pháp xác định hiểm họa lũ lụt gây nên do mưa lớn kết hợp với mực nước biển dâng do bão cho hạ lưu lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn, một lưu vực sông miền Trung hàng năm có khoảng 15 trận lũ lớn bé với mức thiệt hại bình quân năm khoảng vài trăm tỷ đồng (Quang Nam, 2014). Phương pháp mô hình toán kết hợp GIS sẽ hỗ trợ cho việc mô phỏng và bản đồ hóa hiểm họa ngập lụt cho toàn vùng đồng bằng phôi lộ với lũ lụt của vùng nghiên cứu.

2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập tài liệu

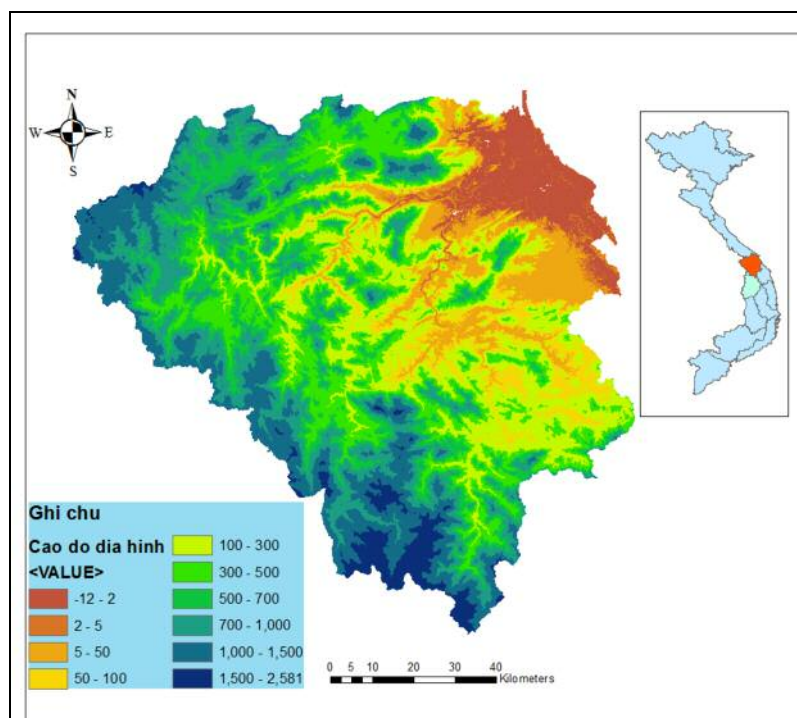
2.1 Giới thiệu về khu vực nghiên cứu

Vu Gia Thu Bồn là lưu vực sông lớn nhất ở miền Trung Việt Nam bao trùm 2 tỉnh là Đà Nẵng, Quảng Nam và một phần nhỏ của tỉnh KonTum. Lưu vực có diện tích 10350 km² thu nước từ phía Đông của dãy Trường Sơn rồi đổ ra biển qua cửa Hàn (Đà Nẵng) và Cửa Đại (Hội An). Hai con sông chính trong hệ thống là sông Vu Gia và Thu Bồn chảy qua các địa hình phức tạp từ những dãy núi hẹp và dốc đến vùng đồng bằng thấp trũng ven biển nên ngập lụt thường xuyên xảy ra ở vùng hạ du này (Hình 1).

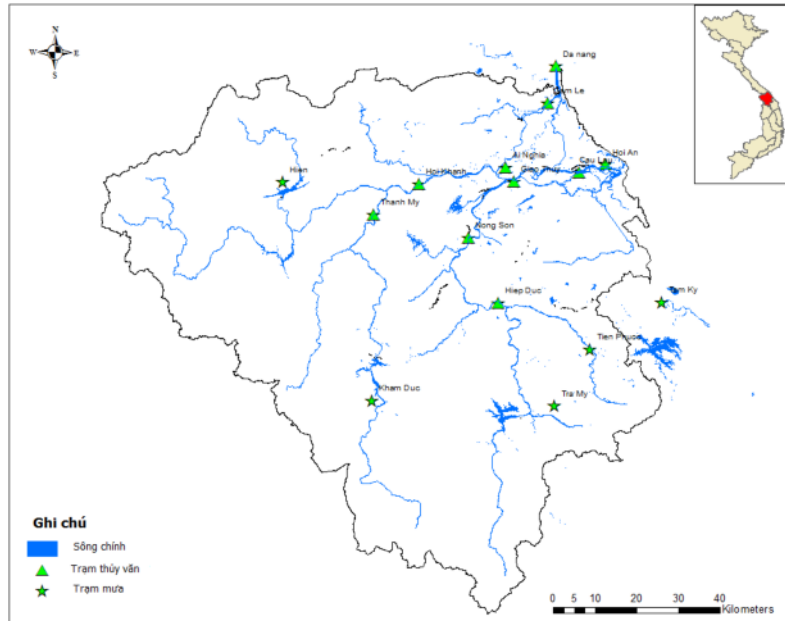
Khí hậu ở đây bị chi phối bởi chế độ nhiệt

đổi gió mùa vì vậy đặc tính của mưa ở vùng này rất phức tạp. Mưa thường năm trong khoảng từ 2000 - 4000mm/năm với khoảng 65 - 80% tổng lượng mưa phân bố trong mùa mưa từ tháng 9 - tháng 12. Trung bình hàng năm ở đây đón từ 2 - 4 trận bão gây nên ngập lụt nghiêm trọng vùng hạ du do ảnh hưởng của hoàn lưu bão và nước biển dâng. Để nghiên cứu ảnh hưởng của mưa, 15 trạm khí tượng và thủy văn được xây dựng và vận hành trên lưu vực để thu thập số liệu khí tượng và dòng chảy (Hình 2).

Vu Gia Thu Bồn cũng là lưu vực có các trung tâm du lịch và phát triển kinh tế của cả vùng ven biển miền trung Việt Nam với 2 thành phố du lịch lớn là Đà Nẵng và Hội An. Ngoài ra phát triển công nghiệp đang diễn ra mạnh mẽ ở Quảng Nam. Cả hai ngành này đều bị ảnh hưởng bởi các loại hình thiên tai như bão và lũ lụt. Thiệt hại hàng năm do lũ lụt ở Quảng Nam ước tính khoảng 6,26% giá trị GDP của tỉnh. Do đó việc xác định được bản đồ hiểm họa lũ lụt ở đây có ý nghĩa rất quan trọng trong việc định hướng phát triển bền vững kinh tế xã hội cũng như an toàn cuộc sống của các cộng đồng dân cư trên lưu vực.



Hình 1. Địa hình lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn



Hình 2. Mạng lưới trạm khí tượng thủy văn Lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1 Giới thiệu về mô hình MIKE

Mô hình MIKE là bộ mô hình về tài nguyên nước do viện Thủy Lực Đan Mạch xây dựng. Bộ mô hình gồm rất nhiều mô hình nhỏ giúp mô phỏng các quá trình thủy văn, thủy động lực học, vận chuyển bùn cát, chất lượng nước,... trong đó mô hình MIKE NAM là mô hình mưa rào – dòng chảy dạng tắt định, thông số tập trung, giúp mô phỏng quá trình dòng chảy tại cửa ra các tiểu lưu vực sông [12]. Hiện nay mô hình này đang được ứng dụng rộng rãi ở Việt Nam [6, 7, 8, 9, 11, 16]. Mô hình này được sử dụng để mô phỏng quá trình dòng chảy từ mưa các lưu vực thượng nguồn vùng nghiên cứu, làm đầu vào cho mô hình lan truyền sóng lũ trong sông.

Mô hình MIKE 11 là mô hình thủy động lực học 1 chiều giúp mô phỏng lan truyền sóng lũ trong sông [12]. Mô hình này được sử dụng rộng rãi trong các bài toán về lũ lụt và xâm nhập mặn cho các hệ thống sông ở Việt Nam [6, 7, 8, 9, 15].

Mô hình MIKE 21 là một công cụ giúp mô phỏng các quá trình thủy lực vùng cửa sông ven

biển [13]. Nó được kết nối với MIKE 11 thông qua mô hình MIKE FLOOD [14] để mô phỏng ngập lụt vùng đồng bằng thấp trũng lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn.

2.2.2. Thiết lập mô hình lũ cho lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn

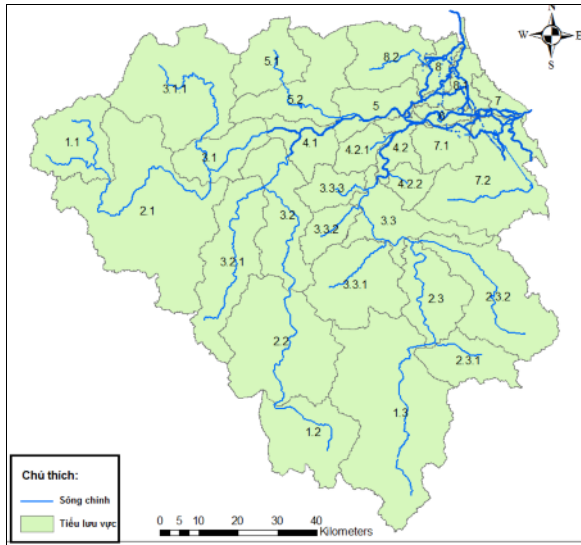
2.2.2.1. Phân chia tiểu lưu vực phục vụ mô phỏng mô hình MIKE NAM

Vùng nghiên cứu là toàn bộ lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn, được chia thành 30 tiểu lưu vực (hình 3) hứng và tiếp nước cho mạng lưới thủy lực sông ngòi tính từ Thành Mỹ (trên sông Vu Gia) và Nông Sơn (trên sông Thu Bồn) ra đến biển (hình 3).

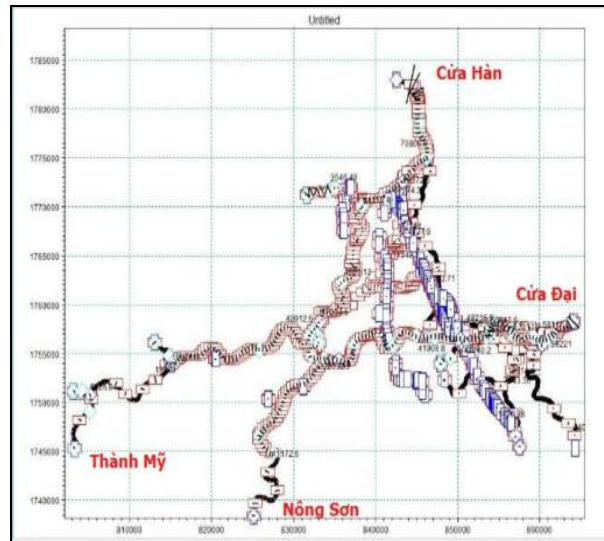
Mô hình MIKE NAM sẽ được xây dựng để tính toán dòng chảy từ các tiểu lưu vực này từ các trận mưa thiết kế và kết quả của nó sẽ là đầu vào cho mô hình lan truyền sóng lũ trên sông và vùng đồng bằng (MIKE 11 và MIKE 21).

2.2.2.2 Thiết lập mô hình MIKE 11

MIKE 11 được thiết lập cho mạng lưới sông từ Thành Mỹ và Nông Sơn ra đến cửa Hàn và cửa Đại (hình 4).



Hình 3. Tiểu lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn



Hình 4. Mạng lưới sông được mô hình hóa bằng MIKE 11

2.2.2.3. Thiết lập mô hình MIKE 21 - MIKE FLOOD

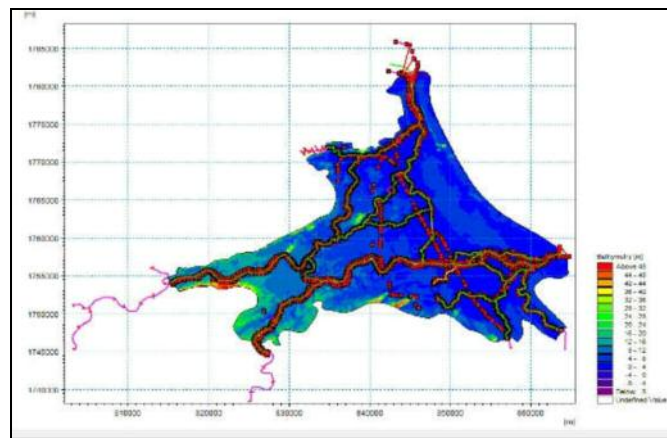
Mô hình MIKE 11 sau khi được thiết lập sẽ được kết nối với lưới địa hình của mô hình MIKE 21 thiết lập cho vùng đồng bằng trong MIKE FLOOD để mô phỏng quá trình lan truyền sóng lũ trong sông và vùng đồng bằng ngập lũ [hình 5]. Mô hình này sẽ được sử dụng để mô phỏng ngập lụt vùng hạ du theo các kịch bản dòng chảy được tính toán từ mô hình MIKE NAM và kịch bản mực nước biển dâng như trình bày ở bảng 1.

2.2.2. Xây dựng kịch bản lũ

Để xác định được bản đồ hiểm họa, các kịch

bản lũ được thiết kế cho phù hợp với mục đích nghiên cứu. Trong bài báo này, kịch bản lũ sẽ là sự kết hợp giữa các trận mưa thiết kế theo tần suất trên lưu vực và mực nước biển thiết kế theo tần suất tại hai cửa sông là Cửa Hàn và Cửa Đại. 5 kịch bản lũ được thiết kế như bảng 1.

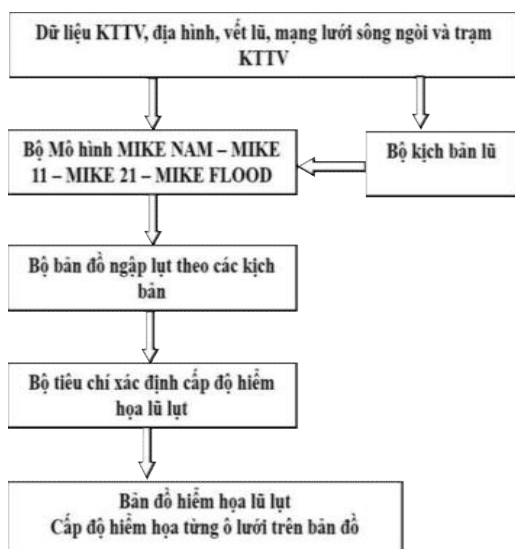
Các kịch bản này sẽ được mô phỏng bằng bộ mô hình MIKE đã được hiệu chỉnh và kiểm định cho toàn vùng nghiên cứu. Sau đó các bản đồ ngập lụt tương ứng với từng kịch bản được phân tích để đưa ra được bản đồ hiểm họa lũ lụt lưu vực sông. Sơ đồ tính toán được thể hiện ở hình 6.



Hình 5. Kết nối lưới sông (MIKE 11) và lưới địa hình (MIKE 21) trong MIKE FLOOD

Bảng 1. Các kịch bản lũ thiết kế phục vụ nghiên cứu bản đồ hiểm họa lũ

Kịch bản	Trận Mưa thiết kế		Mức nước Biển thiết kế
	Tần suất	Thời kỳ lặp lại	
KB1	20%	5 năm	Triều cường
KB2	10%	10 năm	1%
KB3	5%	20 năm	2%
KB4	2%	50 năm	5%
KB5	1%	100 năm	10%



Hình 6. Sơ đồ nghiên cứu

2.2.3 Bộ tiêu chí xác định cấp độ hiểm họa lũ lụt

Trong nghiên cứu này, cấp độ hiểm họa lũ lụt được gán cho từng vùng dựa vào khả năng bị lũ lụt của từng ô lưới trên bản đồ. Nếu một vùng thường xuyên bị ngập lụt thì vùng đó có cấp độ hiểm họa lũ lụt cao và ngược lại, nếu vùng đó rất ít khi bị ngập lụt, vùng đó có cấp độ hiểm họa thấp.

Cấp độ hiểm họa trong nghiên cứu này được xây dựng dựa trên kết quả của các nghiên cứu gần đây [16,17,18,19, 20] và từ kinh nghiệm của tác giả xem xét các điều kiện trên lưu vực sông cũng như kết quả mô phỏng mô hình. Theo đó 5 thang cấp độ hiểm họa được xác định với các tiêu chí ở bảng 2.

Bảng 2. Tiêu chí xác định cấp độ hiểm họa lũ lụt vùng nghiên cứu

Cấp độ hiểm họa	Ký hiệu	KB lũ	Mô tả
1. Hiểm họa rất cao	H5	KB1	Vùng rất thường xuyên bị ngập lụt
2. Hiểm họa cao	H4	KB2	Vùng thường xuyên bị ngập lụt
3. Hiểm họa trung bình	H3	KB3	Vùng thỉnh thoảng bị ngập lụt
4. Hiểm họa thấp	H2	KB4	Hiếm khi bị ngập lụt
5. Hiểm họa rất thấp	H1	KB5	Hầu như không bị ngập lụt

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE NAM

Mô hình MIKE NAM được thiết lập cho 30 tiểu lưu vực trên. Do chỉ có 2 trạm đo lưu lượng trên lưu vực là Nông Sơn và Thành Mỹ nên mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định cho 2 tiểu lưu vực này trong 2 trận lũ lớn vào cuối tháng 9 đầu 10 năm 2007 và 2009. Kết quả tương đối tốt như thể hiện ở bảng 3.

Bộ thông số sau kiểm định của 2 mô hình này được áp dụng cho các tiểu lưu vực tương tự để có thể mô phỏng được dòng chảy từ mưa.

3.2. Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình MIKE FLOOD

Mô hình này đã được hiệu chỉnh và kiểm định bằng số liệu thực đo của trận lũ 2007 và 2009 trên một số vị trí khống chế như Giao Thủy, Ái

Nghĩa, Câu Lâu và Cẩm Lệ (Bảng 4) và một số vết lũ của trận lũ năm 2009 thu thập được rải rác trên vùng đồng bằng ngập lũ (Hình 7). Kết quả

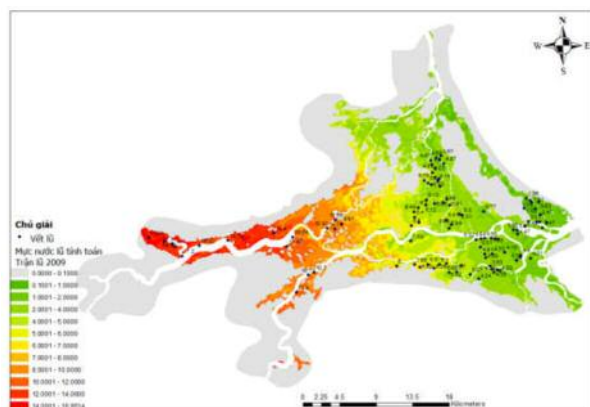
là khá tốt, đảm bảo bộ thông số của mô hình thủy lực 1 chiều và 2 chiều có thể được sử dụng để mô phỏng ngập lụt vùng nghiên cứu.

Bảng 3. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE NAM

Tiểu lưu vực	Hệ số Nash		Hệ số tương quan R	
	Năm 2007	Năm 2009	Năm 2007	Năm 2009
Nông Sơn	0,97	0,96	0,97	0,94
Thành Mỹ	0,96	0,81	0,96	0,96

Bảng 4. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

STT	Tên trạm	Sông	Hiệu chỉnh		Kiểm định	
			với trận lũ năm 2009		với trận lũ năm 2007	
			Chỉ số Nash	Đánh giá	Chỉ số Nash	Đánh giá
1	Ái Nghĩa	Vu Gia	0,89	Tốt	0,86	Tốt
2	Cẩm Lệ	Vu Gia	0,85	Tốt	0,85	Tốt
3	Giao Thủy	Thu Bồn	0,90	Tốt	0,90	Tốt
4	Câu Lâu	Thu Bồn	0,86	Tốt	0,87	Tốt



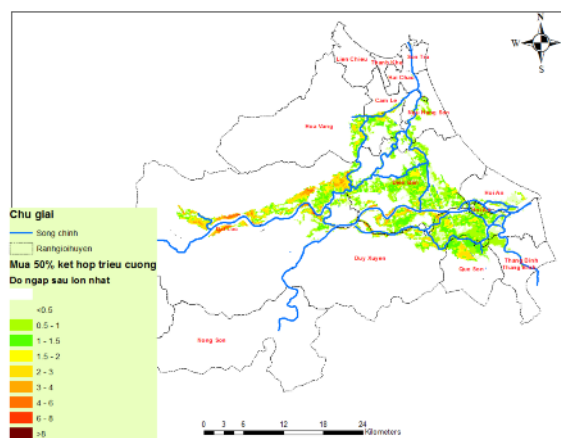
Hình 7. So sánh vết lũ và mô phỏng trận lũ năm 2009

4.4. Mô phỏng ngập lụt

Sau khi đã có bộ thông số được kiểm định của mô hình lũ, các kịch bản lũ được mô phỏng và phân tích.

Kết quả cho thấy ngay cả với trận mưa 50% kết hợp với triều cường, vùng hạ du VGTB đã có những điểm ngập cục bộ (Hình 8). Theo kết quả mô phỏng, đây thường là những vùng đất trũng, phân bố ở các huyện vùng đồng bằng thấp trũng trong đó ba huyện Quế Sơn, Điện Bàn, Duy Xuyên tỉnh Quảng Nam là ngập nặng nhất, với trên dưới 40% diện tích của các huyện chìm

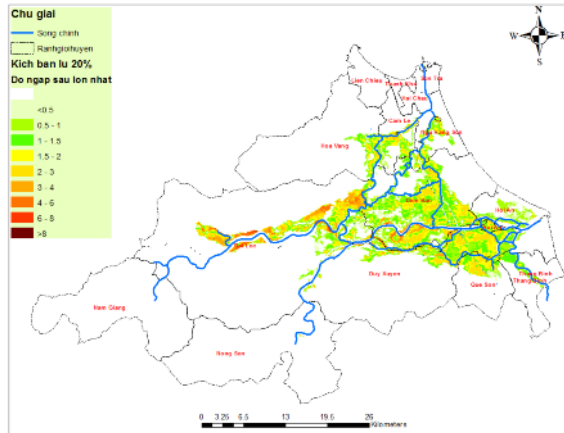
trong nước. Tiếp đến là Hội An, Thăng Bình, Đại Lộc tỉnh Quảng Nam và Hòa Vang, Ngũ Hành Sơn của Đà Nẵng đều có diện ngập xấp xỉ 20%. Độ ngập sâu trung bình khoảng 1m và ngập úng cục bộ này một phần gây ra bởi hệ thống đường giao thông chia cắt tuyến thoát lũ.



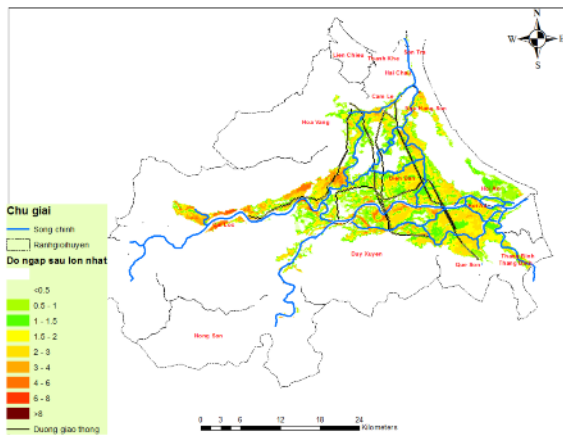
Hình 8. Độ ngập sâu lớn nhất kịch bản mưa tần suất 50% kết hợp triều cường

Kết quả kịch bản mưa 20% kết hợp với triều cường (KB1) cho thấy diện ngập đã tăng lên gần 1.5 lần (từ khoảng 23860ha lên khoảng 33660 ha) (hình 9). Đây chính là kịch bản phân vùng có hiểm họa rất cao, các xã có diện tích nằm

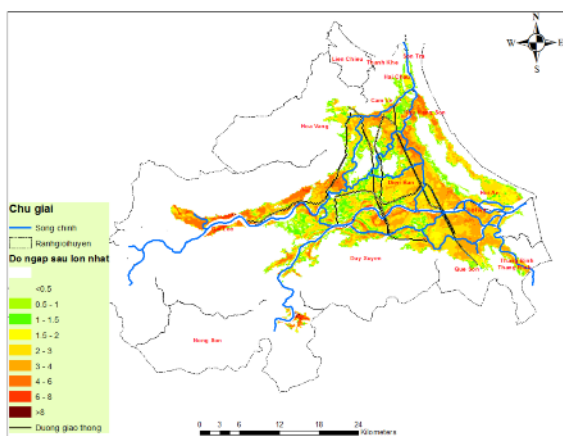
trong vùng ngập do kịch bản này gây ra sẽ được gán mức độ hiểm họa H4. Hệ thống đường giao thông ở đây, đặc biệt tuyến đường quốc lộ 1A đã gây ngập sâu ở thượng nguồn và ngăn không có lũ tiêu thoát về hạ du. Mức ngập sâu phổ biến đã tăng lên 2m.



Hình 9. Độ ngập sâu lớn nhất kịch bản mưa tần suất 20% kết hợp triều cường (KB1)



Hình 10. Độ ngập sâu lớn nhất kịch bản mưa tần suất 10% kết hợp mực nước biển (MNB) 1% (KB2)

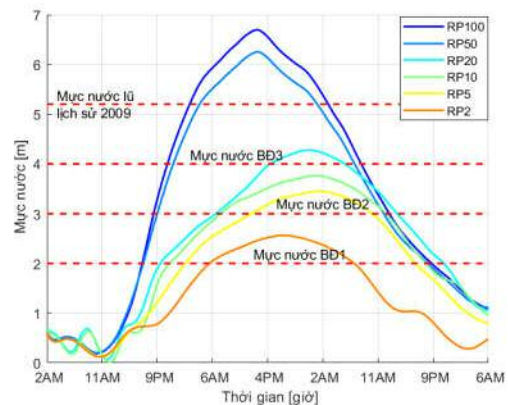


Hình 11. Độ ngập sâu lớn nhất kịch bản mưa tần suất 1% kết hợp mực nước biển (MNB) 10% (KB5)

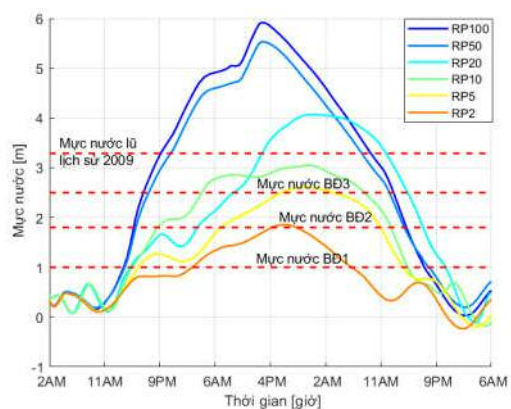
Đối với trận mưa có thời kỳ xuất hiện lại là 10 năm kết hợp với mực nước biển 100 năm (KB2).

Đối với trận mưa có thời kỳ xuất hiện lại là 100 năm, độ ngập sâu và diện ngập tăng lên đáng kể (hình 11). Nếu xem xét mực nước tại các trạm không chế ở hạ lưu, Cầu Lâu và Cẩm Lệ (xem hình 2 để xác định vị trí các trạm này), có thể nhận thấy các trận lũ thiết kế được xây dựng có mực nước lớn hơn nhiều so với các cấp báo động (Mực nước BĐ trong hình 12 và 13).

Ngay với trận mưa có thời kỳ xuất hiện lại 2 năm kết hợp với triều cường (RP2), mực nước đỉnh lũ đã vượt báo động 1 ở trạm Cầu Lâu và báo động 2 ở trạm Cẩm Lệ. Với trận mưa có thời kỳ xuất hiện lại 5 năm (RP5) và trận mưa có thời kỳ xuất hiện lại 10 năm (RP10), mực nước đã vượt báo động 2. Trận mưa 20 năm (RP20) mực nước đã vượt báo động 3 và trận mưa lớn hơn 50 năm (RP50 và RP100), mực nước vượt mức lịch sử, đo được năm 2009 và 1964.



Hình 12. Mực nước lũ trạm Cầu Lâu so với các mức báo động tại vị trí này



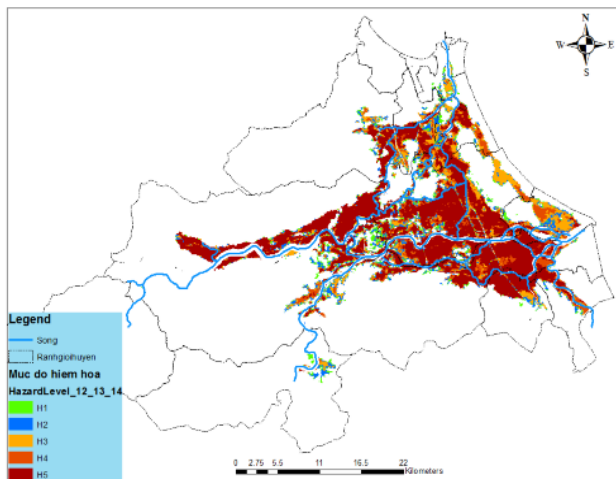
Hình 13. Mực nước lũ trạm Cẩm Lệ so với các mức báo động tại vị trí này

Nếu chỉ so sánh về diện ngập, có thể nhận thấy diện ngập thay đổi không lớn do địa hình thấp trũng vùng đồng bằng tiếp giáp với địa hình núi cao vùng thượng nguồn lưu vực. Tuy nhiên độ ngập sâu thì tăng lên đáng kể.

Từ các kết quả phân tích trên, tiến hành xây dựng bản đồ hiểm họa lũ lụt vùng nghiên cứu.

4.5. Xây dựng bản đồ hiểm họa

Sau khi có số liệu mô phỏng ngập lụt của 5 kịch bản lũ, bản đồ hiểm họa được xây dựng dựa trên bộ tiêu chí ở bảng 2 và được thể hiện ở hình 14.



Hình 14. Cấp độ hiểm họa lũ lụt lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn

Huyện có hiểm họa lũ lụt cao nhất là Thăng Bình và Điện Bàn với khoảng 88% và 70% diện tích của các huyện nằm trong vùng có hiểm họa trong đó hiểm họa rất cao chiếm hơn 40%. Tiếp đến là Hội An có tổng diện tích nằm trong vùng hiểm họa lần lượt là 64% với hiểm họa rất cao chiếm 14%. Quế Sơn và Duy Xuyên có diện tích

hiểm họa chiếm 54%, Đại Lộc chiếm xấp xỉ 40%. Một số huyện của Đà Nẵng cũng có diện tích chịu hiểm họa tương đối lớn như Cẩm Lệ, Hòa Vang, Ngũ hành Sơn với diện tích hiểm họa chiếm trên 40% trong đó hiểm họa rất cao chiếm khoảng trên dưới 10%.

4. Kết luận và kiến nghị

Trong nghiên cứu này, công cụ GIS được kết hợp với mô hình thủy văn, thủy lực MIKE 11 - 21 để đưa ra được bản đồ hiểm họa lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn trong điều kiện hiện trạng. Đây là một trong những đầu vào quan trọng cho nghiên cứu về đánh giá rủi ro lũ lụt vùng nghiên cứu, để từ đó các nhà ra quyết định đưa ra được chiến lược phát triển phù hợp nhằm giảm nhẹ các thiệt hại do nó gây ra, Đối với vùng hạ du lưu vực Vu Gia Thu Bồn, có thể thấy hiểm họa lũ lụt là rất lớn, 7 huyện có hiểm họa ngập lụt cao và rất cao là các huyện Đại Lộc, Điện Bàn, Duy Xuyên, Thăng Bình, Quế Sơn của Quảng Nam và Hòa Vang, Ngũ Hành Sơn của Đà Nẵng. Địa hình lưu vực tương đối dốc ở miền núi và thấp và bằng phẳng ở vùng đồng bằng nên diện tích nằm trong vùng có hiểm họa thấp là rất ít.

Dựa vào kết quả này có thể thấy các huyện trên cần có định hướng phát triển cho phù hợp với cấp độ hiểm họa của vùng. Các nghiên cứu tiếp theo nên tập trung phân tích về mức độ phơi lộ và tính dễ bị tổn thương của các cộng đồng nằm trong các vùng hiểm họa. Từ đó đề xuất được các biện pháp giảm thiểu rủi ro lũ lụt cho sự phát triển bền vững cấp lưu vực sông của Vu Gia Thu Bồn.

Lời cảm ơn: Bài báo này được xây dựng sử dụng kết quả của đề tài cấp cơ sở Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội “Nghiên cứu xây dựng bản đồ hiểm họa lũ lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn trong điều kiện biến đổi khí hậu” thực hiện bởi chính tác giả Trương Văn Anh. Phần thiết lập, hiệu chỉnh và kiểm định mô hình được thực hiện bởi tác giả Hoàng Thanh Sơn, Viện Địa lý.

Tài liệu tham khảo

1. IPCC (2012), *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation*.
2. Australian Institute for disaster Resilience (2014), Technical flood risk management guideline: Flood hazard.
3. Kundzewicz, Z.W., Kanae, S., Seneviratne, S.I., Handmer, J., Nicholls, N., Peduzzi, P., Mechler, R., Bouwer, L.M., Arnell, N., Mach, K., Wood, R.M., Brakenridge, G.R., Kron, W., Benito, G., Honda, Y., Takahashi, K., Sherstyukov, B., (2014), Flood risk and climate change: global and regional perspectives. *Hydrological Sciences Journal*, 59 (1), 18, DOI: 10.1080/02626667.2013.857411
4. Spachinger, K., Dorner, W., Metzka, R., Serrhini, K., Fuchs, S., (2008). Flood Risk and Flood hazard maps - Visualisation of hydrological risks. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 4. 10.1088/1755-1307/4/1/012043.
5. IMHEN (2015), *Báo cáo đặc biệt của Việt Nam về quản lý rủi ro thiên tai và các hiện tượng cực đoan nhằm thúc đẩy thích ứng với biến đổi khí hậu*.
6. VAWR (2017), *Rà soát quy hoạch TL sông Vu Gia Thu Bồn*.
7. VAWR (2018), *Dự án xây dựng bản đồ ngập lụt hạ du hồ chứa VG –TB*
8. IG-VAST (2017), *Hành lang thoát lũ sông Vu Gia Thu Bồn*.
9. VAWR (2016), *Xây dựng bản đồ ngập lụt ven biển do nước dâng do bão*.
10. Bouwer, L.M., Crompton, R.P., Faust, E. Höppe, P., Pielke Jr, R.A., (2007), Confronting disaster losses. *Science*, 318, 753.
11. NAWPI, Mô hình MIKE NAM và ứng dụng của nó trong thực tiễn, http://nawapi.gov.vn/index.php?option=com_content&view=article&id=3493%3Aamo-hinh-mike-nam-va-ng-dng-ca-no-trong-thc-tin&catid=70%3Anhim-v-chuyen-mon-ang-thc-hin&Itemid=135&lang=en
12. DHI (2014), MIKE 11 - A modelling system for Rivers and Channels, Reference manual.
13. DHI (2014), MIKE 21 Flow Model, Hydrodynamic Module, User Guide.
14. DHI (2014), MIKE FLOOD User Manual.
15. Phùng N.X. (2012), *Ứng Dụng Mô Hình Mike 11 Trong Tính Toán Thủy Văn, Thủy Lực Mùa Lũ Lưu Vực Sông Ba*.
16. “Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks.”
17. Deltares & Royal Haskoning 2009, “Best practice guidelines for flood risk assessment” - the Mekong River Commission Secretariat.
18. Hammond, M.J., Chen, A.S., Djordjević, S., Butler, D., Mark, O., (2015), Urban flood impact assessment: A state-of-the-art review, *Urban Water Journal*, 12 (1), 14-29.
19. Yang, S.H., Pan, Y.W., Dong, J.J., Yeh, K.C., Liao, J.J., (2012), A systematic approach for the assessment of flooding hazard and risk associated with a landslide dam. *Natural Hazards*, 65 (1), 41-62.
20. Jian, C., Arleen, H., (2007), Modeling urban flood hazard: just how much does dem resolution matter?, Conference: Applied Geography Conference (2007), At Indianapolis, IN, Volume: 30, Available at https://www.researchgate.net/figure/Flood-hazard-level-was-then-mapped-for-selected-DEM-resolution-as_tbl1_259582047 (accessed 31 Oct, 2019).

CLASSIFICATION OF FLOOD HAZARD CAUSED BY HEAVY RAINFALL AND SEA LEVEL RAISE IN VU GIA THU BON RIVER BASIN

Truong Van Anh¹, Hoang Thanh Son²

¹Hanoi University of Natural Resources and Environment

²Institute of Geography

Abstract: *Vu Gia Thu Bon is the biggest river basin in Central part of Vietnam. This basin has very steep mountainous area and sparse river network that make the big volume and intensity of rainwater concentration over large mountainous area and send to the low land of the basin caused huge flooding area with extreme damage to people and asset. Therefore the classification of flood hazard zone will be meaningful work for flood risk management. This paper will classify the flood hazard zone which caused by heavy rainfall in combination with sea level raise in Vugia Thu Bon river basin. The main method is applying modelling and GIS to develop the flood hazard map of the basin. The result show that, 30% of low land area belongs to very high and high hazard level, 5% belongs to moderate one and 2% belongs to low and very low ones. This result will be a basic information for the decision maker who can used it to define a strategic development of region as well as to design an emergency plan for responding extreme flood event to reduce as much as possible the damage.*

Keywords: *Natural disaster risk assessment, flood hazard, Vu Gia Thu Bon, hazard level.*

DỰ TÍNH KHÍ HẬU TƯƠNG LAI Ở LƯU VỰC SÔNG BA TRONG BỐI CẢNH TÍNH KHÔNG CHẮC CHẴN CỦA CÁC MÔ HÌNH KHÍ HẬU

Phan Thị Thùy Dương¹, Vũ Thị Vân Anh^{1,2}, Nguyễn Thị Tuyết¹

Tóm tắt: Bài báo đánh giá tính không chắc chắn trong kết quả các mô phỏng biến khí hậu ở lưu vực sông Ba (LVSB) của 4 nhóm mô hình: GCMs, RCMs, GCMs được hiệu chỉnh sai số hệ thống (BC-GCMs); RCMs được hiệu chỉnh sai số hệ thống (BC-RCMs). Phương pháp đánh giá tính không chắc chắn trong thời kỳ nền dựa trên phân tích các sai số thống kê. Việc so sánh biến trình các tháng trong năm giữa các kết quả mô phỏng được tiến hành với số liệu quan trắc tại 3 trạm đo nhiệt độ và 6 trạm đo mưa. Việc đánh giá dự tính khí hậu LVSB trong tương lai bằng cách phân tích độ lệch chuẩn (SD) của kết quả dự tính khí hậu tại các bách phân vị khác nhau. Sau đó, bài báo lựa chọn nhóm mô hình có tính không chắc chắn thấp nhất để dự tính khí hậu tương lai trên toàn LVSB. Kết quả cho thấy, nhóm BC-RCMs có tính không chắc chắn nhỏ nhất, do đó bài báo lựa chọn nhóm BC-RCMs để dự tính khí hậu tương lai trên LVSB. Đối với các biến nhiệt độ, mức tăng dao động từ 0-4,8°C so với thời kỳ nền ở tất cả các thời kỳ, tăng nhiều hơn ở khu vực có nền nhiệt độ trung bình cao hơn. Đối với biến lượng mưa, mức tăng tại các trạm có sự khác nhau, xu thế tăng nhiều hơn ở những khu vực có lượng mưa năm lớn, mức tăng lượng mưa mùa mưa thấp hơn so với mùa khô.

Từ khóa: Tính không chắc chắn, Kết quả mô hình khí hậu, Lưu vực sông Ba, Biến đổi khí hậu.

Ban Biên tập nhận bài: 5/7/2019 Ngày phản biện xong: 22/8/2019 Ngày đăng bài: 25/09/2019

1. Mở đầu

Trong nghiên cứu về tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH) đến hệ thống tài nguyên nước (TNN) trên lưu vực sông, cách tiếp cận từ trên xuống (*top-down*) thường được sử dụng phổ biến [24]. Cách tiếp cận này được đưa ra dưới dạng khung phân tích tại Hội nghị các thành viên lần thứ nhất trong khuôn khổ Công ước khung của Liên Hợp quốc về BĐKH vào năm 1995 [9]. Theo đó, việc đánh giá tác động của BĐKH bắt đầu với dự tính khí hậu từ các mô hình khí hậu toàn cầu (GCMs). Các kết quả dự tính khí hậu sau đó được chi tiết hóa thống kê hoặc động lực bằng mô hình khí hậu khu vực (RCMs) và hiệu chỉnh sai số hệ thống để đưa kết quả từ RCMs gần hơn với số liệu quan trắc. Sau đó, các biến khí hậu được sử dụng làm đầu vào của mô hình thủy văn và tiếp theo là mô hình thủy lực hoặc/và

các mô hình hệ thống TNN khác. Sau khi dự tính được sự thay đổi của TNN trên lưu vực trong bối cảnh BĐKH, các đề xuất về các giải pháp thích ứng cho lưu vực nghiên cứu được đưa ra [6, 10, 22, 23, 25]. Có thể nói, cách tiếp cận *top-down* đã cung cấp được các thông tin về tác động tiềm tàng của BĐKH đối với một lưu vực sông cụ thể bằng cách sử dụng các kịch bản phát triển kinh tế xã hội, bảo vệ môi trường và kịch bản nông độ khí nhà kính khác nhau trong tương lai [8]. Tuy nhiên, kết quả của cách tiếp cận này đã gây ra khó khăn cho các nhà hoạch định chính sách trong việc ra quyết định về các giải pháp thích ứng do sự không chắc chắn từ các kết quả dự tính khí hậu [5, 7, 15, 16, 21].

Sự không chắc chắn trong kết quả đánh giá tác động của BĐKH theo cách tiếp cận từ trên xuống đến từ nhiều nguồn khác nhau. Nguồn gốc đầu tiên là do sự phụ thuộc vào các kịch bản phát triển kinh tế-xã hội (KT-XH) và phát thải khí nhà kính (KNK) trong tương lai, bao gồm dân số,

¹Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM

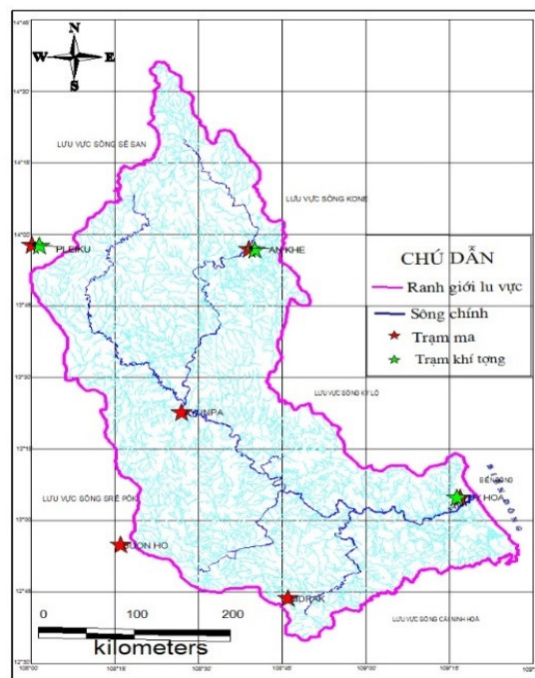
²Đại học Bách khoa TP.HCM

Email: pttduong@hcmunre.edu.vn

quy mô của các ngành kinh tế, sự phát triển về khoa học kỹ thuật và các chính sách về bảo vệ môi trường [12, 24]. Nguồn gốc tiếp theo liên quan đến quá trình mô hình hóa, bao gồm mô hình khí hậu GCMs (cùng các kỹ thuật chi tiết hóa và hiệu chỉnh sai số hệ thống) và các mô hình mô phỏng tác động đến hệ thống như mô hình thủy văn, mô hình thủy lực, mô hình tối ưu hóa... [10, 15]. Cuối cùng là sự dao động khí hậu tự nhiên ở phạm vi địa phương cũng là nguồn gốc góp phần tiếp theo cho chuỗi không chắc chắn trong kết quả đánh giá tác động của BĐKH theo cách tiếp cận từ trên xuống [15]. Nhiều nghiên cứu đã định lượng tính không chắc chắn từ các nguồn khác nhau, kết luận đưa ra là tính không chắc chắn trong quá trình dự tính khí hậu từ GCMs, các quá trình chi tiết hóa và hiệu chỉnh sai số hệ thống là lớn nhất, trong khi các nguồn khác cũng rất đáng kể [10, 13, 14, 18, 19].

Lưu vực sông Ba (LVSB) là lưu vực sông lớn nhất miền Trung Việt Nam với tổng diện tích tự nhiên là 13.417km², trải dài từ 12°55' đến 14°58' vĩ độ Bắc và 108°00' đến 109°55' kinh độ Đông. Phần lớn lưu vực thuộc ranh giới các tỉnh Gia Lai, Đắk Lắk và Phú Yên. Khí hậu trên LVSB chịu ảnh hưởng của dãy núi Trường Sơn, bao gồm 3 vùng khí hậu khá rõ rệt: vùng Đông Trường Sơn, vùng Tây Trường Sơn và vùng Trung gian. So với các lưu vực sông khác ở Việt Nam, LVSB có tài nguyên nước hạn (TNN) hạn chế với mô đun dòng chảy trung bình hàng năm vào khoảng 25,72 l/s.km². Hơn nữa, do lượng mưa trên lưu vực phân bố không đều theo thời gian, lượng mưa trong 4 tháng mùa mưa chiếm 80-85% tổng lượng mưa năm, dẫn đến sự chênh lệch giữa lưu lượng dòng chảy lớn nhất và nhỏ nhất tại các tuyến đo là rất lớn, ví dụ tại An Khê là 69,9 lần, tại Củng Sơn là 25 lần [2]. Hậu quả là các thiên tai liên quan đến tài nguyên nước như hạn hán, lũ lụt, xâm nhập mặn, ô nhiễm nước xảy ra ở rất nhiều nơi trong lưu vực. Các nghiên cứu trước đây về BĐKH và tác động đến TNN ở LVSB ở Việt Nam đều được tiến hành theo cách tiếp cận từ trên xuống [1-4]. Như đã phân tích ở trên, kết quả của những nghiên cứu

này đã gây nên những khó khăn cho nhà hoạch định chính sách trong việc ra quyết định các giải pháp thích ứng trên lưu vực.



Hình 1. Bản đồ mạng lưới sông suối lưu vực sông Ba

Bài báo này tập trung đánh giá tính không chắc chắn liên quan đến dự tính khí hậu, bao gồm kết quả dự tính từ GCMs; kỹ thuật chi tiết hóa và kỹ thuật hiệu chỉnh sai số hệ thống của các kết quả dự tính khí hậu ở LVSB, từ đó lựa chọn nhóm mô hình có tính không chắc chắn thấp nhất nhằm đưa ra dự tính khí hậu cho toàn LVSB trong tương lai. Kết quả của bài báo có ý nghĩa quan trọng trong việc làm tăng tính chắc chắn trong kết quả dự tính của các biến khí hậu làm đầu vào cho mô hình thủy văn và các mô hình hệ thống khác để đánh giá tác động của BĐKH đến hệ thống TNN trên lưu vực một cách hiệu quả.

2. Số liệu thu thập và phương pháp nghiên cứu

2.1 Số liệu

- Số liệu quan trắc: số liệu nhiệt độ và lượng mưa ngày trong giai đoạn 1986-2005 tại 3 trạm nhiệt độ (An Khê, Pleiku và Tuy Hòa) và 6 trạm mưa (An Khê, AynPa, Pleiku, MDRAK, Buôn Hồ và Tuy Hòa) được sử dụng làm cơ sở để đánh

giá tính không chắc chắn của mô hình khí hậu thời kỳ nền.

- Số liệu mô hình khí hậu: tổng số 43 thành phần trong kết quả của 21 GCMs tương ứng với 4 kịch bản nồng độ khí nhà kính trong AR5 (RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5) của IPCC được sử dụng để dự tính khí hậu tương lai trên LVSB. Các kết quả này được nội suy từ các điểm lưới vào tọa độ của 3 trạm khí tượng và 6 trạm mưa bằng phương pháp nội suy song tuyến.

2.2 Phương pháp đánh giá tính không chắc chắn của kết quả dự tính khí hậu từ mô hình khí hậu

Có nhiều nghiên cứu đã định lượng tính không chắc chắn từ các kết quả dự tính khí hậu, trong đó áp dụng nhiều phương pháp với các bước thực hiện khác nhau [11, 17, 26]. Tuy nhiên nhìn chung, có 2 cách tiếp cận chính: (1) thông qua quá trình phân tích tính nhất quán giữa các kết quả mô phỏng của các thành phần mô hình khí hậu và (2) so sánh giữa các kết quả mô phỏng khí hậu trong quá khứ với dữ liệu thực đo [11, 20].

Trong bài báo này, tính không chắc chắn của các kết quả dự tính khí hậu từ các nhóm mô hình được đánh giá qua các chỉ số thống kê theo hai bước:

- Đánh giá kết quả mô phỏng khí hậu LVSB trong thời kỳ nền: Phân tích sai số trung bình (ME), sai số tuyệt đối trung bình (MAE) và so sánh biến trình các tháng trong năm giữa các kết quả mô phỏng với số liệu quan trắc tại trạm. Công thức tính ME và MAE như sau:

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

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |F_i - O_i| \quad (2)$$

Trong đó F_i và O_i tương ứng là giá trị mô hình và giá trị quan trắc của một biến nào đó (nhiệt độ, lượng mưa); N là số lượng mẫu.

- Đánh giá kết quả dự tính khí hậu LVSB trong tương lai: Phân tích độ lệch chuẩn (SD) của kết quả dự tính khí hậu tại các bách phân vị khác nhau.

Giá trị của ME cho biết xu hướng lệch trung bình của giá trị dự báo so với giá trị quan trắc. Giá trị MAE biểu thị độ lệch trung bình của sai số mô hình nhưng không nói lên xu hướng lệch của giá trị dự báo và quan trắc. Độ lệch chuẩn SD cho thấy sự chênh lệch về giá trị của từng thời điểm đánh giá so với giá trị trung bình. Các sai số trên được áp dụng vào bài toán để đánh giá tính không chắc chắn của các nhóm mô hình khí hậu so với giá trị thực đo. Trong thời kỳ nền, nếu ME và MAE càng lớn thì tính không chắc chắn của mô hình càng cao, và ngược lại, nếu ME và MAE càng nhỏ thì tính không chắc chắn của mô hình càng thấp. Giá trị SD trong thời kỳ tương lai càng lớn thì tính không chắc chắn của mô hình càng cao và ngược lại. Bài báo so sánh các sai số này của 4 nhóm mô hình khí hậu và lựa chọn nhóm mô hình có tính không chắc chắn thấp nhất để dự tính cho mô hình khí hậu tương lai.

Các thời đoạn nghiên cứu gồm: 1986-2005 cho thời kỳ nền, 2016-2035 cho thời kỳ tương lai gần, 2046-2065 cho thời kỳ giữa thế kỷ và 2080-2099 cho cuối thế kỷ. Bốn nhóm mô hình khí hậu được sử dụng gồm:

1) GCMs: Nhóm này gồm tổng số 43 thành phần kết quả từ 20GCMs trong các kịch bản AR5 khác nhau (RCP2.6: 10 thành phần, RCP4.5: 20 thành phần, RCP6.0: 10 thành phần, RCP8.5: 10 thành phần);

2) RCMs: Nhóm này gồm tổng số 20 thành phần kết quả, có nguồn gốc từ một số GCMs được chi tiết hóa bằng RCMs (CCAM, cIWRF và PRECIS) tương ứng với các kịch bản khác nhau;

3) GCMs sau khi hiệu chỉnh sai số hệ thống (BC-GCMs): các kết quả từ nhóm 1 được hiệu chỉnh sai số hệ thống bằng phương pháp hiệu chỉnh phân vị (*quantile-mapping*) [6];

4) RCMs sau khi được hiệu chỉnh sai số hệ thống (BC-RCMs): các kết quả từ nhóm 2 được hiệu chỉnh sai số hệ thống bằng phương pháp hiệu chỉnh phân vị (*quantile-mapping*) [6].

Bảng 1 thể hiện danh sách các GCMs và RCMs và các thành phần mô hình khí hậu sử dụng trong nghiên cứu.

Bảng 1. Danh sách các GCMs và RCMs được sử dụng trong nghiên cứu

GCMs				RCMs		
Mô hình	Kích thước ô lưới (km)	Mô hình	Kích thước ô lưới (km)	Mô hình	Thành phần	Độ phân giải, miền tính (km)
ACCESS1-0	210 x 130	HadCM3	410 x 280		ACCESS1-0;	10 km, 5-30N
BCC-CSM1-1	310 x 310	HadGEM2-AO	210 x 130		CCSM4;	và 98-115E
CanESM2	310 x 310	HadGEM2-CC	210 x 130	CCAM	CNRM-CM5;	
CCSM4	130 x 100	INMCM4	220 x 165		GFDL-CM3;	
CESM1-CAM5	130 x 100	IPSL-CMSA-LR	410 x 210		MPI-ESM-LR;	NorESM1-M
CNRM-CM5	155 x 155	MIROC5	155 x 155			30 km, 3,5-27N
CSIRO-Mk3-6-0	210 x 210	MPI-ESM-LR	210 x 210	clWRF	NorESM1-M	và 97,5-116E
GFDL-CM3	275 x 220	MPI-ESM-MR	210 x 210		CNRM CM5;	25 km, 6,5-25N
GFDL-ESM2G	275 x 220	MRI-CGCM3	120 x 120	PRECIS	GFDL-CM3;	và 99,5-115E
GFDL-ESM2M	275 x 220	NorESM1-M	275 x 210		HadGEM2-ES	

2.3 Phương pháp đánh giá sự biến đổi của các yếu tố khí hậu tương lai

Mức độ biến đổi của các biến khí hậu được tính toán so với thời kỳ nền với công thức như sau:

- Đối với nhiệt độ trung bình:

$$\Delta T_{\text{future}} = T_{\text{future}}^* - \bar{T}_{1986-2005} \quad (3)$$

- Đối với lượng mưa:

$$\Delta P_{\text{future}} = \frac{P_{\text{future}}^* - \bar{P}_{1986-2005}}{\bar{P}_{1986-2005}} \times 100 \quad (4)$$

Trong đó ΔT_{future} là biến đổi của nhiệt độ trong tương lai so với thời kỳ nền (°C); T_{future}^* là giá trị nhiệt độ trong tương lai mô phỏng từ mô hình (°C); $\bar{T}_{1986-2005}$ là nhiệt độ trung bình của thời kỳ nền (1986-2005) (°C); ΔP_{future} là biến đổi của lượng mưa trong tương lai so với thời kỳ nền (%); P_{future}^* là lượng mưa trong tương lai mô phỏng từ mô hình (mm).

$\bar{P}_{1986-2005}$ là lượng mưa trung bình của thời kỳ

Bảng 2. Sai số tuyệt đối và sai số tuyệt đối trung bình của nhiệt độ thời kỳ nền trong mô hình khí hậu so với số liệu quan trắc

Mô hình	GCMs			RCMs			BC-GCMs			BC-RCMs		
	Mùa mưa	Mùa khô	Cả năm	Mùa mưa	Mùa khô	Cả năm	Mùa mưa	Mùa khô	Cả năm	Mùa mưa	Mùa khô	Cả năm
ME	-24,0	42,7	-8,5	-3,8	85,7	14,4	1,6	6,0	2,6	1,4	3,9	1,5
MAE	39,3	79,4	34,1	37,1	116,6	39,3	31,5	55,0	27,2	31,2	49,6	25,7

Đối với các biến lượng mưa: Bảng 3 cho thấy các giá trị sai số của mô hình GCMs và RCMs có sự khác nhau, với ME (GCMs) = (-8,5) và ME

nền (1986-2005) (mm)

3. Kết quả

3.1 Đánh giá tính không chắc chắn của các kết quả dự tính khí hậu ở lưu vực sông Ba từ mô hình khí hậu

3.1.1 Tính không chắc chắn của mô hình khí hậu thời kỳ nền

Đối với các biến nhiệt độ: Tại tất cả các trạm trên LVSB, kết quả mô phỏng của GCMs có xu hướng lớn hơn số liệu thực đo, trong khi kết quả từ RCMs có xu hướng nhỏ hơn (trung bình trên toàn lưu vực, ME của GCMs là 0,23 và RCMs là -0,65). Chỉ số MAE của kết quả GCMs lớn hơn so với kết quả của RCMs (trung bình trên toàn lưu vực, MAE của GCMs là 1,7 so với 0,84 của RCMs). Sau khi áp dụng phương pháp hiệu chỉnh sai số, các kết quả của mô hình GCMs và RCMs tốt hơn nhiều. Cụ thể, giá trị ME tại tất cả các trạm trong lưu vực bằng 0,02 đối với BC-GCMs và 0,0 đối với BC-RCMs.

(RCMs) = 14,4. Đặc biệt vào mùa khô, kết quả mô hình so với kết quả thực đo có sự sai lệch đáng kể (ME trong mùa khô của GCMs là 42,7;

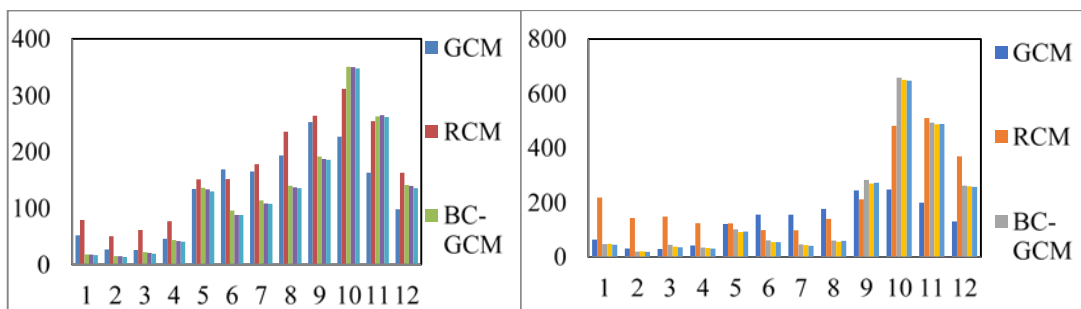
của RCMs là 85,7). Sau khi hiệu chỉnh sai số, sai số trung bình của GCMs và RCMs đều giảm đáng kể, kết quả của ME (BC-RCMs) = 1,5 tốt hơn so với ME (BC-GCMs) = 2,6). Tuy nhiên, sai số tuyệt đối trung bình cải thiện không đáng kể (MAE hàng năm của BC-GCMs và BC-RCMs lần lượt là 27,2 và 25,7). Với tất cả các nhóm mô hình, giá trị MAE trong mùa khô khá

lớn so với mùa mưa.

So sánh biến trình lượng mưa theo các tháng trong năm giữa mô phỏng và thực đo (Hình 2) trong giai đoạn thời kỳ nền cho thấy kết quả mô phỏng của nhóm mô hình khí hậu đã hiệu chỉnh sai số hệ thống là tốt hơn hẳn so với nhóm chưa hiệu chỉnh sai số hệ thống, đối với cả GCMs và RCMs, đặc biệt vào mùa mưa.

Bảng 3. Sai số trung bình và sai số tuyệt đối trung bình của lượng mưa mô phỏng của các nhóm mô hình khí hậu so với số liệu quan trắc

Mô hình	GCMs			RCMs			BC-GCMs			BC-RCMs		
	Mùa mưa	Mùa khô	Cả năm	Mùa mưa	Mùa khô	Cả năm	Mùa mưa	Mùa khô	Cả năm	Mùa mưa	Mùa khô	Cả năm
ME	-24,0	42,7	-8,5	-3,8	85,7	14,4	1,6	6,0	2,6	1,4	3,9	1,5
MAE	39,3	79,4	34,1	37,1	116,6	39,3	31,5	55,0	27,2	31,2	49,6	25,7



Hình 2. Biến trình lượng mưa theo các tháng trong năm giữa mô phỏng và quan trắc ở trạm An Khê và Tuy Hòa

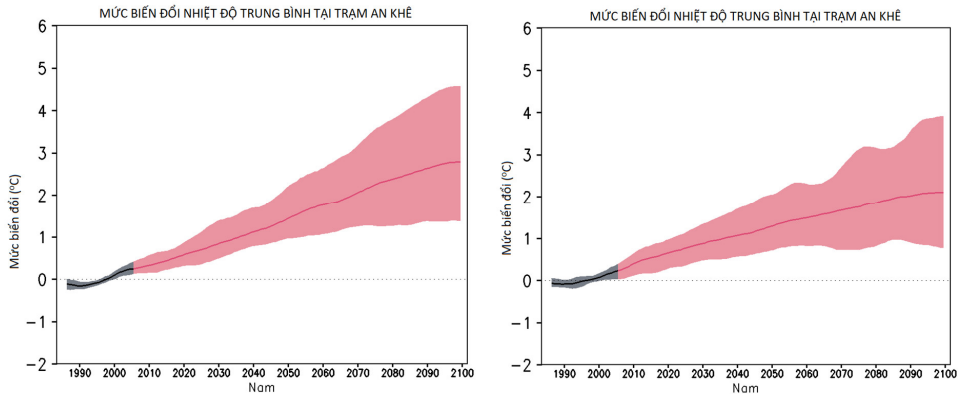
Như vậy, trong kết quả mô phỏng khí hậu ở LVSB ở thời kỳ nền, nhóm mô hình đã được hiệu chỉnh sai số hệ thống (đối với cả GCMs và RCMs) có tính không chắc chắn thấp hơn hẳn so với nhóm mô hình chưa được hiệu chỉnh sai số. Trong khi tính không chắc chắn giữa hai nhóm GCMs và RCMs (đối với cả hiệu chỉnh và chưa hiệu chỉnh) không có sự khác biệt rõ rệt. Do đó, trong bước tiếp theo của nghiên cứu này, bài báo chỉ tập trung so sánh tính không chắc chắn của các kết quả dự tính ở các thời kỳ tương lai của hai nhóm BC-GCMs và BC-RCMs mà bỏ qua các kết quả không được hiệu chỉnh sai số hệ thống.

3.1.2 Tính không chắc chắn trong các dự tính khí hậu tương lai của BC-GCMs và BC-RCMs

Đối với các biến nhiệt độ: Nhìn chung, trong tất cả các giai đoạn tương lai, tại tất cả các phân vị, độ lệch chuẩn của BC-GCMs khá lớn so với BC-RCMs (Bảng 4). Cụ thể, trong giai đoạn 2016-2035, giá trị độ lệch chuẩn của BC-GCMs ở phân vị thứ 10 và 90 lần lượt là 0,45 và 0,51, trong khi các chỉ số này của BC-RCMs là 0,23 và 0,38. Càng đến cuối thế kỷ, giá trị độ lệch chuẩn càng cao đối với cả BC-GCMs và BC-RCMs.

Bảng 4. Độ lệch chuẩn biến nhiệt độ của BC-GCM và BC-RCM

Phân vị	BC-GCMs				BC-RCMs			
	10 th	50 th	90 th	TB	10 th	50 th	90 th	TB
Giai đoạn 2016-2035	0,45	0,48	0,51	0,46	0,23	0,28	0,38	0,28
2046-2065	0,65	0,71	0,75	0,69	0,46	0,55	0,60	0,54
2080-2099	1,07	1,12	1,16	1,12	0,97	1,03	1,06	1,01



Hình 3. Phạm vi biến thiên sự thay đổi nhiệt độ trong thế kỷ 21 của BC-GCMs (trái) và BC-RCMs (phải) tại trạm An Khê

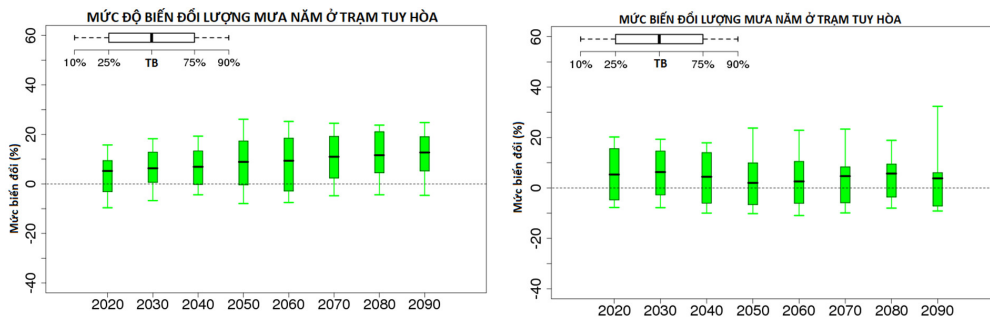
Hình 3 cho thấy phạm vi biến thiên nhiệt độ của BC-GCMs và BC-RCMs đều tăng dần vào cuối thế kỷ. Vào năm 2100, phạm vi này lên đến 3-4°C.

Đối với các biến lượng mưa: Nhìn chung, tính không chắc chắn của BC-GCMs ở tất cả các phân vị đều ở mức cao (Bảng 5). Trong giai đoạn 2016-2035, giá trị độ lệch chuẩn lần lượt là 449,89 và 1.167,27 ở phân vị thứ 10 và 90. Đến cuối thế kỷ, các giá trị này lần lượt là 484,81 và 1.272,78 cho thấy sự tăng nhẹ của các kết quả

BC-GCMs trong suốt thế kỷ. Đối với BC-RCMs, kết quả được cải thiện đáng kể, nhưng vẫn ở mức cao. Đặc biệt trong giai đoạn tương lai gần, giá trị độ lệch chuẩn ở phân vị thứ 10 và 90 giảm xuống còn 171,88 và 316,22. Đến cuối thế kỷ, các giá trị này lần lượt là 247,07 và 482,97. Hình 4 cho thấy, phạm vi biến thiên sự thay đổi lượng mưa của BC-GCMs lớn nhất vào giai đoạn giữa thế kỷ và giảm dần vào cuối thế kỷ. Trong khi đó, phạm vi biến thiên của BC-RCMs càng về cuối thế kỷ càng tăng.

Bảng 5. Độ lệch chuẩn biến lượng mưa của BC-GCM và BC-RCM

Phân vị Giai đoạn	BC-GCMs				BC-RCMs			
	10 th	50 th	90 th	TB	10 th	50 th	90 th	TB
2016-2035	449,89	613,75	1167,27	726,06	171,88	219,94	316,22	198,38
2046-2065	474,61	644,13	1492,78	725,68	193,12	257,83	392,87	256,61
2080-2099	484,81	679,20	1272,78	727,47	247,07	320,10	482,97	332,05



Hình 4. Phạm vi biến thiên sự thay đổi lượng mưa trong thế kỷ 21 của BC-GCMs (trái) và BC-RCMs (phải) tại trạm Tuy Hòa

Như vậy, kết quả dự tính khí hậu từ các thành phần BC-GCMs có tính không chắc chắn lớn hơn so với các BC-RCMs. Phần tiếp theo sẽ sử dụng kết quả từ BC-RCMs để dự tính khí hậu

tương lai ở LVSB.

3.2 Kết quả dự tính khí hậu tương lai ở lưu vực sông Ba

Như đã phân tích ở trên, một trong những

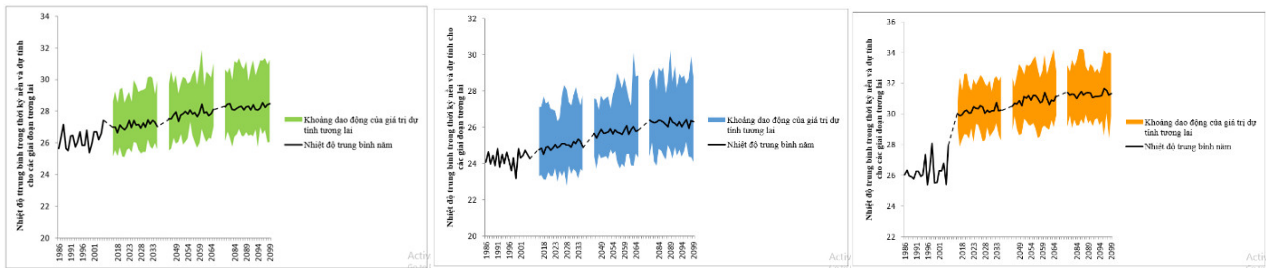
nguồn gây nên tính không chắc chắn trong kết quả dự tính khí hậu theo cách tiếp cận top-down chính là xem xét các kịch bản phát triển KT-XH hoặc kịch bản phát thải KNK khác nhau [12, 24]. Vì vậy, nghiên cứu này không dự tính điều kiện khí hậu tương lai ở LVSB theo các kịch bản này, mà xem xét tất cả các khả năng có thể xảy ra của khí hậu tương lai, trong mọi điều kiện phát triển KT-XH và phát thải KNK trên lưu vực, với giả thiết mỗi kết quả dự tính khí hậu từ mô hình ứng với mỗi kịch bản được cho là 1 khả năng có thể xảy ra của khí hậu tương lai.

3.2.1 Sự biến đổi của yếu tố nhiệt độ

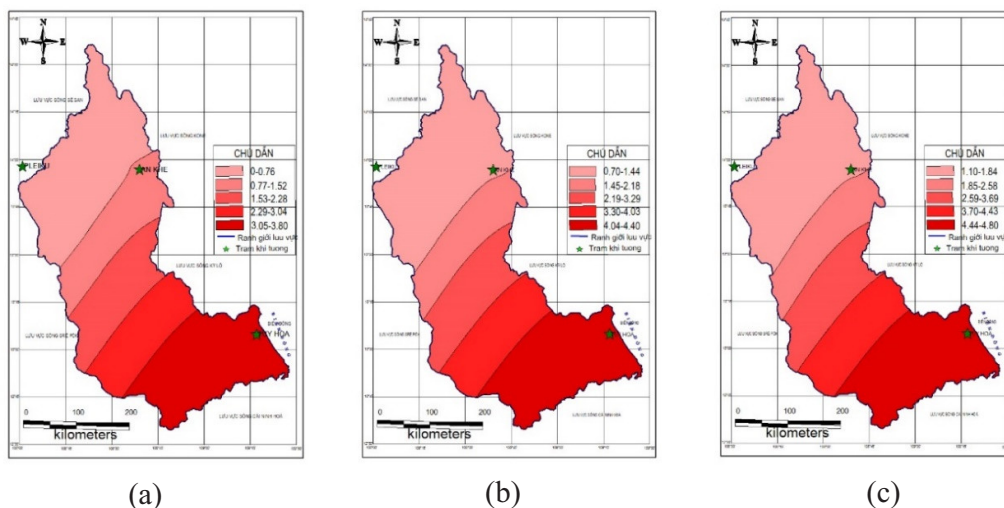
Mức tăng nhiệt độ trung bình năm tại trạm Tuy Hòa cao nhất so với 2 trạm An Khê và Pleiku (Hình 5). Cụ thể, mức tăng trung bình năm 3,8°C ở giai đoạn tương lai gần; 4,4°C ở giữa thế kỷ và 4,8°C ở cuối thế kỷ. Trong khi đó, tại các trạm An Khê và Pleiku có mức tăng nhiệt độ không đáng kể. Nhìn chung có thể thấy mức

tăng nhiệt độ tại các trạm trên LVSB càng tăng dần vào giai đoạn cuối thế kỷ.

Trên LVSB, nhiệt độ không khí có sự phân hóa theo độ cao địa hình và các mùa trong năm. Ở phần thượng nguồn của lưu vực, nhiệt độ trung bình là 23°C, trong khi ở khu vực hạ du gần biển, nhiệt độ trung bình hàng năm là khoảng 27°C. Hình 6 cho thấy mức tăng nhiệt độ trung bình năm trên LVSB có sự phân bố theo không gian, càng xuống hạ lưu lưu vực thì mức tăng nhiệt độ càng cao. Ngoài ra, khu vực ven biển có nền nhiệt độ cao hơn nên có xu hướng mức tăng nhiệt độ cao hơn so với khu vực thượng nguồn có nền nhiệt độ thấp. Điều đó cho thấy, nền nhiệt độ trên LVSB trong tương lai có sự chênh lệch rõ rệt giữa các vùng theo vị trí, độ cao địa hình, gây ra những hậu quả về biến đổi khí hậu nghiêm trọng hơn ở vùng có mức tăng nhiệt độ cao.



Hình 5. Khoảng dao động tương lai của nhiệt độ trung bình năm tại 3 trạm (a) An Khê (b) Pleiku (c) Tuy Hòa



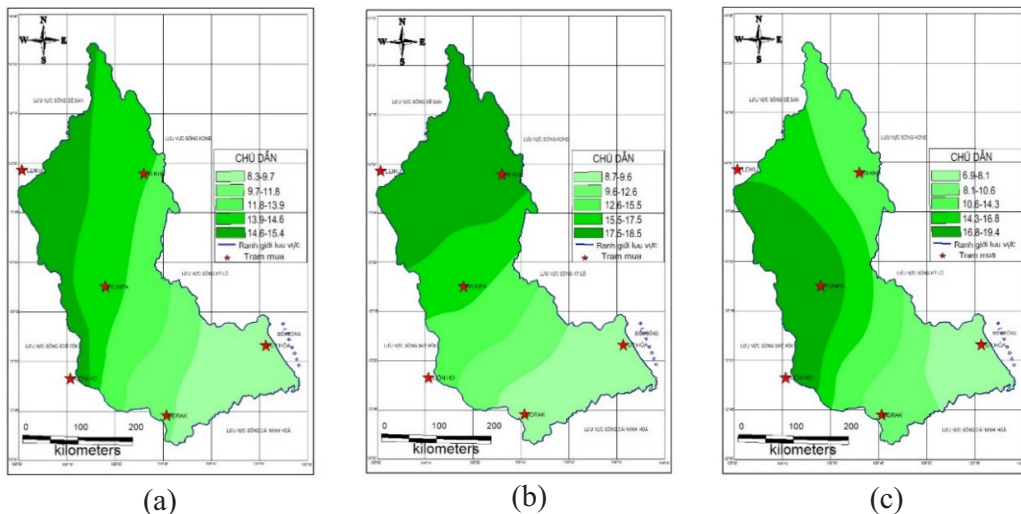
Hình 6. Bản đồ thể hiện mức tăng nhiệt độ trung bình năm thời kỳ (a) TLG (b) GTK (c) CTK

3.2.2 Sự biến đổi của yếu tố lượng mưa

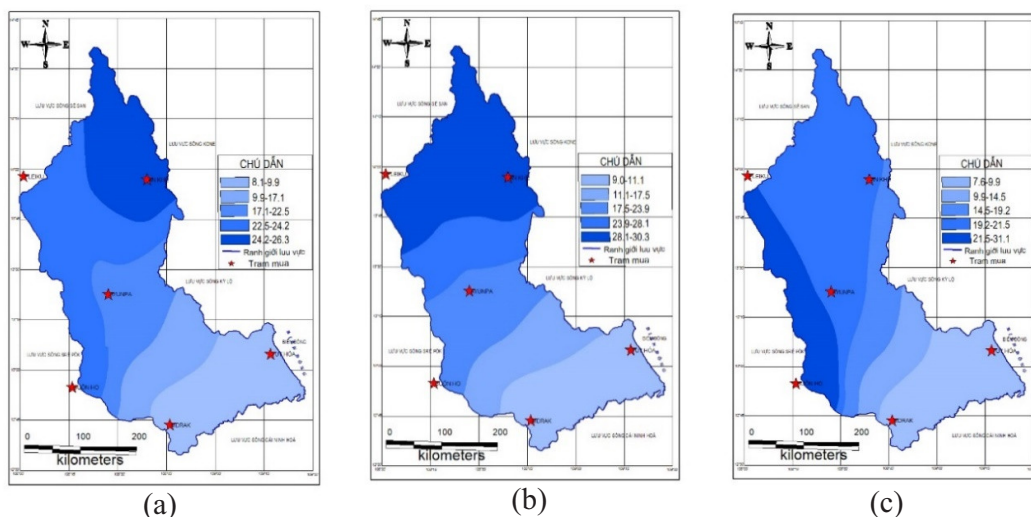
Nhìn chung, mức tăng lượng mưa trung bình năm trong tất cả giai đoạn tương lai đều có xu hướng tăng so với thời kỳ nền tại tất cả các trạm, mức tăng nhiều hơn vào giai đoạn giữa thế kỷ so với cuối thế kỷ (Hình 7). Cụ thể, trạm An Khê có mức tăng lượng mưa trung bình năm vào thời kỳ tương lai gần là 14,0%; 18,0% vào giữa thế kỷ và 12,3% vào cuối thế kỷ. Trong khi đó, trạm Tuy Hòa có mức tăng lượng mưa trung bình năm thấp nhất so với các trạm trên lưu vực, cụ thể, mức tăng lượng mưa trung bình năm 8,3% vào tương lai gần; 8,7% vào giữa thế kỷ và 6,9% vào cuối thế kỷ. Trong mỗi giai đoạn tương lai, mức tăng lượng mưa vào mùa khô (7,6%-31,1%) đều cao hơn so với mức tăng lượng mưa vào mùa mưa (5,1%-14,5%) và có mức tăng cao nhất vào giai

đoạn giữa thế kỷ (Hình 8, 9).

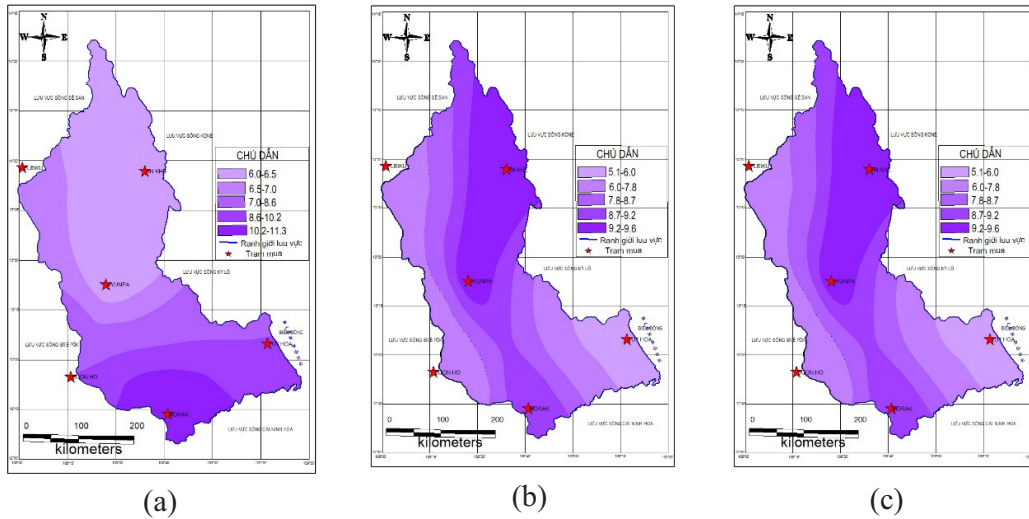
Bên cạnh đó, lượng mưa trên LVSB có sự phân bố không đều theo không gian và thời gian dẫn đến sự biến đổi lượng mưa tại các vùng có sự khác biệt. Vùng thượng lưu có mức tăng lượng mưa trung bình năm cao hơn vùng hạ lưu ven biển trong giai đoạn tương lai gần và giữa thế kỷ; vùng phía tây lưu vực có mức tăng lượng mưa trung bình năm cao vào giai đoạn cuối thế kỷ. Ví dụ, vùng Đông Trường Sơn có mùa khô kéo dài từ tháng I đến tháng VIII, lượng mưa không nhiều nên có mức tăng lượng mưa trong tương lai thấp hơn so với vùng Tây Trường Sơn và vùng Trung gian, gây hậu quả hạn hán, suy giảm dòng chảy vào mùa kiệt khiến cho mặn xâm nhập sâu vào trong sông, dẫn đến tình trạng thiếu nước càng nghiêm trọng.



Hình 7. Bản đồ thể hiện mức tăng lượng mưa trung bình năm thời kỳ (a) TLG (b) GTK (c) CTK



Hình 8. Bản đồ thể hiện mức tăng lượng mưa trung bình mùa khô thời kỳ (a) TLG (b) GTK (c) CTK



Hình 9. Bản đồ thể hiện mức tăng lượng mưa trung bình mùa khô thời kỳ
(a) TLG (b) GTK (c) CTK

4. Kết luận

Trong bài báo này, các tác giả đã đánh giá tính không chắc của 4 nhóm mô hình khí hậu ở LVSB từ kết quả mô phỏng thời kỳ nền và dự tính thời kỳ tương lai, từ đó lựa chọn nhóm mô hình có tính không chắc chắn thấp nhất để đưa ra dự tính khí hậu cho toàn LVSB trong tương lai. Kết quả đánh giá tính không chắc chắn của mô hình khí hậu trong thời kỳ nền cho thấy kỹ thuật hiệu chỉnh sai số hệ thống có hiệu quả hơn kỹ thuật chi tiết hóa động lực trong việc nắm bắt điều kiện khí hậu thực tế tại lưu vực. Trong kết quả dự tính tương lai, kỹ thuật chi tiết hóa động lực có biểu hiện tốt hơn trong việc hạn chế tính không chắc chắn trong dự tính điều kiện kết quả tương lai trên lưu vực, cụ thể nhóm mô hình BC-RCMs cho có độ lệch chuẩn thấp hơn hẳn so với nhóm mô hình BC-GCMs.

Theo kết quả dự tính điều kiện khí hậu tương lai ở LVSB theo kết quả BC-RCMs, đối với các biến nhiệt độ, mức tăng nhiệt độ dao động từ 0-4,8°C trong các giai đoạn tương lai. Vùng hạ lưu ven biển có nền nhiệt độ cao nên có mức tăng nhiệt độ trung bình năm cao hơn vùng thượng lưu lưu vực trong các giai đoạn tương lai. Đối với các biến lượng mưa, trong tương lai mức tăng lượng mưa trung bình năm tại các trạm có sự khác biệt. Vùng thượng lưu có mức tăng lượng mưa trung bình năm cao hơn vùng hạ lưu ven biển trong giai đoạn tương lai gần và giữa thế kỷ; vùng phía tây lưu vực có mức tăng lượng mưa trung bình năm cao vào giai đoạn cuối thế kỷ. Trong mùa mưa, mức tăng lượng mưa thấp hơn so với mùa khô (mùa mưa là 5,1%-14,5%, mùa khô là 7,6%-31,1%) và có mức tăng cao nhất vào giai đoạn giữa thế kỷ.

Lời cảm ơn: Kết quả của bài báo là một phần kết quả nghiên cứu của NCS Vũ Thị Vân Anh với đề tài “Cách tiếp cận kết hợp giữa dự tính khí hậu và ngưỡng hoạt động của hệ thống trong đánh giá tác động của BĐKH đến tài nguyên nước trên lưu vực sông - Áp dụng cho lưu vực sông Ba”.

Tài liệu tham khảo

1. Huỳnh Thị Lan Hương (2013), *Kết quả nghiên cứu tác động của Biến đổi khí hậu đến dòng chảy Lưu vực sông Ba*. Tạp chí Khoa học và công nghệ thủy lợi, 13, 71-79.
2. Lê Đức Thường (2012), *Các vấn đề tồn tại trong khai thác, sử dụng, quản lý, quy hoạch và phát triển tài nguyên nước lưu vực sông Ba*. Tạp chí khoa học, Đại học Huế, 5, 177-184.
3. Trần Thanh Xuân, Trần Thục, Hoàng Minh Tuyên (2011), *Tác động của Biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước Việt Nam*. NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội, 304 trang.

4. Viện Quy hoạch Thủy lợi (2017), *Điều chỉnh quy hoạch thủy lợi lưu vực sông Ba và vùng phụ cận giai đoạn 2025, tầm nhìn 2035*, 314 trang.
5. Bastola, S., Murphy, C., Sweeney, J., (2011), *The role of hydrological modelling uncertainties in climate change impact assessments of Irish river catchments*. Adv. Water Resour. ADV WATER RESOUR, 34, 562-576.
6. Brekke, L.D., Kiang, J.E., Olsen, J.R., Pulwarty, R.S., Raff, D.A., Turnipseed, D.P., Webb, R.S., White, K.D., (2009), *Climate change and water resources management. A federal perspective*, U.S, Geological Survey Circular, 1331, 65.
7. Brown, C., Ghile, Y., Laverty, M., Li, K., (2012), *Decision scaling: Linking bottom-up vulnerability analysis with climate projections in the water sector*. Water Resour. Res., 48 (9), 1-12.
8. Brown, C., Werick, W., Leger, W., Fay, D., (2011), *A Decision-Analytic Approach to Managing Climate Risks: Application to the Upper Great Lakes*. J. Am. Water Resour. Assoc., 47(3), 524-534.
9. Carter, K., T.R. and Mäkinen, (2011), *Approaches to climate change impact, adaptation and vulnerability assessment: towards a classification framework to serve decision-making*, Helsinki, Finland.
10. Christensen, N., Lettenmaier, D. (2007), *A Multimodel Ensemble Approach to Assessment of Climate Change Impacts on the Hydrology and Water Resources of the Colorado River Basin*. Hydrol. Earth Syst. Sci., 11, 1417-1434.
11. Dessai, S., Lu, X., Hulme, M., (2005), *Limited sensitivity analysis of regional climate change probabilities for the 21st century*. J. Geophys. Res., 110 (D19), D19108.
12. García, L.E., Matthews, J., Rodriguez, D.J, Wijnen, M., DiFrancesco, K.N., Ray, P., (2014), *A Bottom-up Approach to Climate Adaptation for Water Resources Management BEYOND DOWN-SCALING*.
13. Graham, L.P., Andréasson, J., Carlsson, B., (2007), *Assessing climate change impacts on hydrology from an ensemble of regional climate models, model scales and linking methods - a case study on the Lule River basin*. Clim. Change, 81, 293-307.
14. Hamlet, A., Lettenmaier, D. (2007), *Effects of Climate Change on Hydrology and Water Resources in the Columbia River Basin*. JAWRA J. Am. Water Resour. Assoc., 35, 1597-1623.
15. Hallegatte, S., A. Shah, A., Lempert, R., Brown, C., Gill, S., (2012), *Investment Decision Making under Deep Uncertainty - Application to Climate Change*. Policy Res. Work. Pap., 6193 (9).
16. Kay, A., Davies, H., Bell, V., Jones, R., (2008), *Comparison of Uncertainty Sources for Climate Change Impacts: Flood Frequency in England*. Clim. Change, 92, 41-63.
17. Li, G., Zhang, X., Zwiers, F., Wen, Q.H., (2012), *Quantification of uncertainty in high-resolution temperature scenarios for North America*. J. Clim., 25 (9), 3373-3389.
18. Maurer, E., Hidalgo, H., (2008), *Utility of daily vs. monthly large-scale climate data: An intercomparison of two statistical downscaling methods*. Hydrol. Earth Syst. Sci. 12, 551-563.
19. Minville, M., Brissette, F., Leconte, R., (2008), *Uncertainty of the Impact of Climate Change on the Hydrology of a Nordic Watershed*. J. Hydrol., 358, 70-83.
20. Raisanen, J., (2007), *How reliable are climate models?* Tellus A 59 (1), 2-29.
21. Rowell, D., (2006), *A Demonstration of the Uncertainty in Projections of UK Climate Change Resulting from Regional Model Formulation*. Clim. Change, 79, 243-257.
22. Vano, J., Voisin, N., Cuo, L., Hamlet, A., (2010), *Climate change impacts on water management in the Puget Sound region, Washington State, USA*. Clim. Change, 102, 261-286.
23. Vicuña, S., Dracup, J.A., Lund, J., Dale, L., Maurer, E., (2010), *Basin-Scale Water System Op-*

erations With Uncertain Future Climate Conditions: Methodology and Case Studies. Water Resour. Res., 46, W04505, doi:10.1029/2009WR007838.

24. Wilby, S., Dessai, R.L., (2010), *Robust adaptation to climate change*. Weather, 65(7), 180-185.

25. Wiley, M., Palmer, R., (2008), *Estimating the Impacts and Uncertainty of Climate Change on a Municipal Water Supply System*. J. Water Resour. Plan. Manag. - J WATER RESOUR PLAN MAN-ASCE, 134.

26. Woldemeskel, F.M., Sharma, A., Sivakumar, B., Mehrotra, R., (2014), *A framework to quantify GCM uncertainties for use in impact assessment studies*. J. Hydrol, 519 (PB), 1453-1465.

FUTURE CLIMATE PROJECTION OF BA RIVER BASIN IN THE UNCERTAIN CONTEXT OF CLIMATE MODELS

Phan Thi Thuy Duong¹, Vu Thi Van Anh^{1,2}, Nguyen Thi Tuyet¹

¹Hochiminh University of Natural Resources and Environment

²Hochiminh University of Technology

Abstract: *This investigation evaluates uncertainties of baseline simulations and future projections in the Ba river basin (BRB) of 4 groups of climate models: Global Climate Models (GCMs), Regional Climate Models (RCMs), bias-corrected GCMs, bias-corrected RCMs. The methods used for evaluating uncertainties in baseline are analyzing Mean errors (ME), Mean absolute errors (MAE). The annual variations were compared between simulation data with monitoring data at 3 temperature stations and 6 precipitation stations. The estimation the future baseline climate by analyzing the standard deviation (SD) of climate estimation results at different percentiles. Since then, the study chooses the model group which has the lowest uncertain values to project future climate condition in the BRB in future. The results in baseline period show that the bias-corrected climate model group gives significant lower uncertainties than the unbiased-corrected ones. In the results of future projections, the downscaling technique seems to be more effective in reducing the range of uncertainties. Therefore, BC-RCMs models are chosen to project the future climate condition in the BRB. For temperature variables, increasing variation ranges from 0 to 4,8°C in comparison with baseline period, which the high temperature region will have higher variation range of increase. For annual precipitation variables, variable range of increase is higher in the large annual precipitation regions, variable range of increase in the rainy season is lower than in the dry season.*

Keywords: *Uncertainty, Climate model outputs, The Ba River basin, Climate change.*

ÁP DỤNG MÔ HÌNH TRÍ TUỆ NHÂN TẠO VÀO DỰ BÁO LƯU LƯỢNG ĐẾN HỒ CHỨA NƯỚC SÔNG BA

Cao Hoàng Hải¹, Trần Anh Phương¹, Thái Quỳnh Như¹, Trần Mạnh Cường¹

Tóm tắt: Trong nghiên cứu này, hai mô hình AI là Random Forest (RF) và Support Vector Machine (SVM/SVR) đã được áp dụng thử nghiệm đối với một hồ chứa lớn - hồ Sông Hình trên lưu vực Sông Ba, Việt Nam. Ba trường hợp tính toán là dự báo lưu lượng trung bình 3 ngày, 7 ngày và 1 tháng (tương ứng với ngắn, trung và dài hạn) đến hồ sử dụng số liệu khí tượng, thủy văn trong khu vực đã được xây dựng để kiểm nghiệm khả năng dự báo của hai mô hình RF và SVR. Kết quả cho thấy, cả hai mô hình đều đưa ra kết quả dự báo với độ chính xác cao thể hiện qua chỉ số NSE trung bình đạt trên 0,8, đặc biệt trong một số trường hợp tính toán như dự báo lưu lượng trung hạn và dài hạn, chỉ số NSE trung bình trên 0,9. Trong 2 mô hình được thử nghiệm thì mô hình SVR nhìn chung cho kết quả tốt nhất đối với dự báo ngắn và dài hạn, trong khi đó mô hình RF lại cho thấy sự vượt trội ở dự báo trung hạn. Các mô hình AI thử nghiệm đều không dự báo chính xác một cách đồng nhất dòng chảy lũ do các mô hình không được huấn luyện tập trung vào dự báo dòng chảy lũ mà ưu tiên vào quá trình dòng chảy. Bên cạnh đó, việc lựa chọn số liệu đầu vào có độ tương quan cao với lưu lượng đến hồ đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao hiệu quả dự báo của mô hình. Đây hoàn toàn có thể là một phương án bổ sung cho công tác dự báo lưu lượng tới hồ bên cạnh các cách tiếp cận đang được sử dụng hiện nay.

Từ khóa: AI, ML, SVR, RF, Sông Ba.

Ban Biên tập nhận bài: 5/7/2019 Ngày phản biện xong: 22/8/2019 Ngày đăng bài: 25/09/2019

1. Đặt vấn đề

nguyên nước. Các công trình này được xây dựng nhằm cung cấp nước cho sản xuất công nghiệp, nông nghiệp và sinh hoạt kết hợp với cắt và giảm lũ hạ du. Việc quản lý hiệu quả công trình hồ chứa nước sẽ đem lại lợi ích lớn cho công tác phòng chống thiên tai và phát triển kinh tế, xã hội trong vùng. Do đó, việc nâng cao chất lượng dự báo lưu lượng tới hồ chứa là một trong những vấn đề được nhiều nhà khoa học cũng như các nhà quản lý nước trong nước và trên thế giới quan tâm.

Cho đến nay, trong các nghiên cứu về dự báo lưu lượng vào hồ chứa nói riêng, hay dự báo hoặc mô phỏng lưu lượng/quá trình mưa-dòng chảy đều sử dụng các mô hình thủy văn phân bố hay bán phân bố khác nhau. Các mô hình loại này được xây dựng để mô phỏng đặc tính vật lý và

quá trình của dòng chảy. Do khả năng mô phỏng có độ chính xác cao các quá trình vật lý và phân tích độ nhạy cảm một cách toàn diện [1], hơn nữa các mô hình này rất hữu ích cho các nhà khoa học trong việc giải thích được toàn bộ quá trình ẩn đằng sau [2], do đó các mô hình loại này được áp dụng khá rộng rãi ở nhiều khu vực trên thế giới. Tuy nhiên, việc sử dụng các mô hình này thường yêu cầu một lượng dữ liệu chi tiết về đặc tính của lưu vực như các số liệu thông tin địa lý, mưa, dòng chảy, địa chất... Bên cạnh đó việc hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cũng rất phức tạp và đòi hỏi nhiều thời gian, kinh nghiệm và kiến thức của người chạy mô hình đối với từng lưu vực cụ thể. Vì vậy, khả năng áp dụng loại mô hình này ở nhiều khu vực và trong các bài toán dự báo thời đoạn ngắn vẫn còn bị hạn chế [3].

Những hạn chế của các mô hình truyền thống nêu trên đã khuyến khích sự phát triển của các mô hình dựa vào số liệu (*data-driven models*),

¹Viện Khoa học tài nguyên nước

Email: hoanghaicao90@gmail.com

mà phổ biến nhất gần đây có thể kể đến là phương pháp máy học (Machine Learning - ML). Các mô hình ML là công cụ tiềm năng trong việc dự báo dòng chảy do các mô hình này có thể được xây dựng dựa nhanh chóng, dễ dàng, không đòi hỏi phải có sự hiểu biết về các quá trình vật lý ẩn đằng sau. Ngoài ra, lượng dữ liệu yêu cầu tối thiểu, cùng với khả năng tính toán, hiệu chỉnh và kiểm định nhanh hơn so với các mô hình vật lý truyền thống, và cách sử dụng ít phức tạp hơn là những ưu điểm lớn mà các mô hình dựa vào số liệu mang lại [4].

Trong lĩnh vực thủy văn và tài nguyên nước nói chung, và trong các bài toán về mô phỏng, dự báo dòng chảy vào hồ nói riêng, các mô hình trí tuệ nhân tạo như *Artificial Neural Network* (ANN) đã được ứng dụng từ những năm 90 [5], [6]. Tuy nhiên, trong những năm trở lại đây, với sự phát triển vượt bậc của ngành khoa học máy tính cùng với sự quan tâm mạnh mẽ của cộng đồng khoa học với các vấn đề liên quan đến dữ liệu lớn (*big data*), các mô hình trí tuệ nhân tạo, máy học ngày càng được sử dụng rộng rãi hơn. Hiện nay, bên cạnh ANN, *Random Forest* (RF) và *Support Vector Machine* (SVM) là hai mô hình ML được sử dụng khá rộng rãi trong các nghiên cứu về dự báo dòng chảy [7].

RF là phương pháp học máy có giám sát qua việc xây dựng một tập hợp nhiều cây quyết định (*decision tree - DT*) và sử dụng trung bình kết quả của các cây quyết định trên [8]. Các nghiên cứu so sánh khả năng dự báo của RF với các mô hình khác như ANN, SVM của [9] hay với mô hình Prophet của apacharalampous và Tyrallis (2018) đều cho thấy RF cho kết quả tốt hơn các mô hình khác, đặc biệt là trong khả năng dự báo sự thay đổi gián đoạn của dòng chảy. Li và nnk [10] và Obringer và Nateghi [11] cũng đã thử nghiệm RF trong dự báo mực nước hồ với nhiều trường hợp tính toán khác nhau bao gồm dự báo thời gian thực. Kết quả cho thấy mô hình RF cho kết quả tốt khi sử dụng số liệu mực nước có độ trễ 4 ngày và trung bình tuần trước đó làm đầu vào tính toán [10], và ở khu vực thành thị thì RF cho kết quả dự báo tốt hơn các mô hình ML khác

[11]. Một số nghiên cứu khác sử dụng mô hình cùng nguồn gốc với RF như Decision Tree hay CART cũng cho kết quả tương tự khi khẳng định thuật toán RF/DT/CART cho kết quả tối ưu hơn khi dự báo dòng chảy ví dụ như [12] với nghiên cứu về dự báo dòng chảy trung bình tháng ở sông Coruh, vùng Đông Biển Đen, Thổ Nhĩ Kỳ; Senthil Kumar và nnk [13] với nghiên cứu so sánh khả năng của các thuật toán MLR, ANN, fuzzy logic và DT trong dự báo dòng chảy ở thượng lưu hồ chứa lưu vực Sutlej, Ấn Độ; Galelli và Castelletti [14] với nghiên cứu đánh giá khả năng dự báo của phương pháp DT và ANN trong dự báo dòng chảy ở lưu vực Marina, Singapore; và Yang và nnk [15] với nghiên cứu so sánh thuật toán DT cơ bản và thuật toán RF trong việc dự báo dòng xả từ hồ chứa cho 9 lưu vực khác nhau ở California, Mỹ đồng thời thử nghiệm sự phù hợp của các mô hình DT trong việc khất quát hóa các vấn đề về mô phỏng dòng chảy.

Tương tự như RF, SVM, một thuật toán học máy có giám sát được đề xuất bởi Vapnik (1963), cũng là một mô hình được sử dụng phổ biến trong dự báo dòng chảy. Mô hình này cho thấy tiềm năng cao trong dự báo dòng chảy ngắn hạn và dài hạn [16-17]. Khi so sánh với các phương pháp khác, mô hình SVM với các biến thể LS-SVR hay SVR cho kết quả tốt hơn và cho thấy khả năng dự báo dòng chảy chính xác với nhiều loại dữ liệu khác nhau [18-20]. Việc áp dụng mô hình SVM/SVR cho dự báo dòng chảy, dòng xả lũ của hồ cũng được nghiên cứu ở trên nhiều lưu vực ở Trung Quốc ví dụ như nghiên cứu của [21] về dự báo dòng xả thời đoạn dài của hồ thủy điện Manwan, hay nghiên cứu của Guo và nnk [22] về dự báo dòng chảy tới khu vực đập Tam Hiệp trên sông Dương Tử. Các nghiên cứu này đều đưa ra kết luận rằng mô hình SVR có khả năng dự báo chính xác dòng chảy, đặc biệt là khi áp dụng các biện pháp làm giảm nhiễu số liệu đầu vào.

Như vậy, có thể thấy SVM và RF đã được chứng minh là hai mô hình ML có khả năng dự báo lưu lượng dòng chảy có độ chính xác cao.

Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục đích áp dụng và so sánh khả năng dự báo của hai mô hình này ở các trường hợp tính toán khác nhau với các điều kiện số liệu khác nhau qua đó tìm ra được mô hình phù hợp cho công tác dự báo lưu lượng đến hồ chứa trên lưu vực Sông Ba.

2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập tài liệu

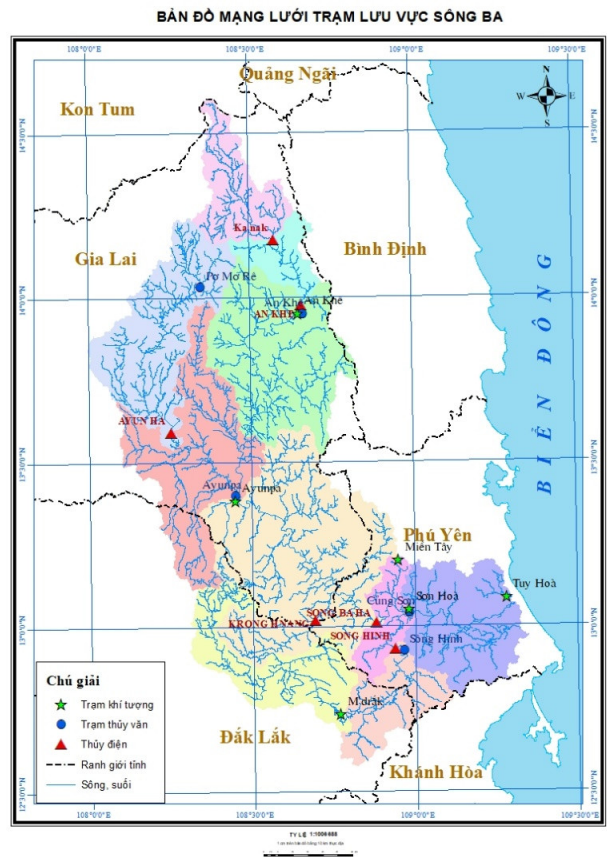
2.1. Giới thiệu về khu vực nghiên cứu

Lưu vực Sông Ba là một trong chín lưu vực sông lớn ở Việt Nam với diện tích 13.900 km². Sông Ba nằm trong ranh giới hành chính của 20 huyện thị và 1 thành phố thuộc các tỉnh: Gia Lai, Đắk Lắk, Kon Tum, Phú Yên. Trong đó, có một huyện thuộc tỉnh Kon Tum là huyện Kông Chông, 10 huyện thị thuộc tỉnh Gia Lai là: K’bang thị xã An Khê, Đăk Pơ, Kông Chro, Đăk Đoa, Mang Yang, Chư Sê, Ayun Pa, Krông Pa, Ea Pa, 4 huyện thuộc tỉnh Đắk Lắk là: Ea Hleo, Krông Năng, Ea Kar, Ma Đrăk và 5 huyện thuộc tỉnh Phú Yên là: Sơn Hoà, Sông Hinh, Phú Hoà, Tuy hoà, thành phố Tuy Hoà..

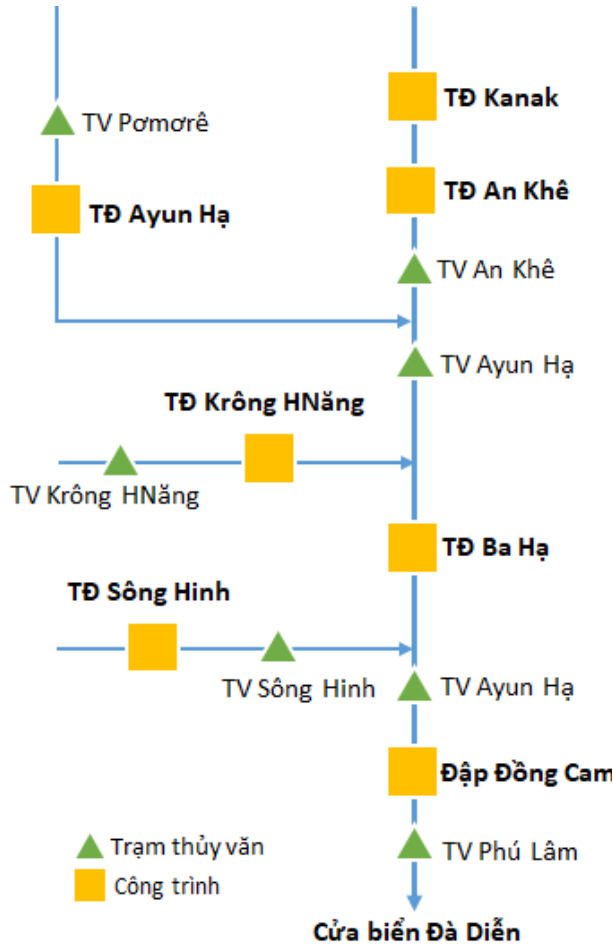
Với ảnh hưởng của dãy Trường Sơn, lưu vực sông Ba cũng là nơi có điều kiện khí tượng, thủy văn tương đối phức tạp. Ở khu vực Tây Trường Sơn, tổng lượng mưa trung bình năm đều nhỏ hơn 2000 mm, và biến đổi trong khoảng từ 1192 - 2186mm với mùa mưa kéo dài 6 tháng từ tháng V đến tháng X trùng với mùa gió mùa Tây Nam hoạt động. Trong khi đó ở khu vực Đông Trường Sơn, mùa mưa chỉ từ 3-4 tháng từ tháng IX đến tháng XI hoặc XII hàng năm cùng với thời kỳ gió mùa Đông Bắc và bão muộn trên Biển Đông với lượng mưa trung bình đạt 1700 - 2000mm. Khu vực trung gian là khu vực có lượng mưa ít nhất (1294-1618mm) do chịu tác động qua lại của khí hậu Tây và Đông Trường Sơn.

Lưu vực Sông Ba cũng là nơi có mạng lưới sông suối dày đặc với 36 sông cấp 1, 54 sông cấp 2, 14 sông cấp 3 và một số sông cấp 4. Các sông

suối thuộc lưu vực sông Ba thường hẹp và sâu, độ dốc sông suối lớn nên có tiềm năng lớn về nguồn thủy năng. Do đó, đã có rất nhiều hồ chứa thủy điện, thủy lợi đã được xây dựng để phục vụ khai thác tài nguyên nước và tài nguyên năng lượng trên lưu vực. Năm công trình hồ chứa lớn trên lưu vực bao gồm An Khê - Kanak, Ayun hạ, Krông Năng, sông Ba hạ, sông Hinh (Hình 2). Trong đó, Hồ Sông Hinh, với diện tích 772km² và dung tích 323 triệu m³ để thử nghiệm khả năng dự báo lưu lượng đến hồ của các mô hình AI, do trong hệ thống hồ chứa trong lưu vực, đây là hồ chứa độc lập, không chịu tác động của điều tiết liên hồ chứa, và có số liệu quan trắc lưu lượng đến hồ tương đối đầy đủ để phục vụ cho quá trình huấn luyện và kiểm tra mô hình.



Hình 1. Mạng lưới trạm khí tượng, thủy văn trên lưu vực sông Ba



Hình 2. Sơ đồ hệ thống hồ chứa thủy điện chính trên lưu vực sông Ba

2.2. Giới thiệu về mô hình trí tuệ nhân tạo

2.2.1. Mô hình Support Vector Regression

Mô hình Support Vector Regression (SVR) là mô hình với cơ chế hồi quy của mô hình Support Vector Machine (SVM) - một thuật toán học máy có giám sát được đề xuất lần đầu tiên bởi Vladimir N. Vapnik [23] và được sử dụng rộng rãi trong việc giải quyết các bài toán phi tuyến tính. Thuật toán SVM bao gồm hai bước chính. Đầu tiên, dữ liệu đầu vào sẽ được ánh lên không

gian nhiều chiều hơn sử dụng các kernel trick, ở đó việc tìm kiếm siêu phẳng tối ưu được chứng minh là đơn giản hơn [24]. Sau đó, thuật toán sẽ tìm kiếm siêu phẳng để phân tách dữ liệu thông qua việc đánh giá khoảng cách từ các điểm dữ liệu ánh xạ đến siêu phẳng này.

Với tập dữ liệu huấn luyện là $\{X_i, Y_i\}_{i=1}^I$, trong đó I là số lượng điểm dữ liệu, giả sử có một hàm $f(x)$ tồn tại miêu tả mối quan hệ phi tuyến giữa biến x_i và y_i như sau:

$$f(x) = (w \cdot \varphi(x)) + b \tag{1}$$

Trong đó $\varphi(x)$ là hàm ánh xạ dữ liệu đầu vào lên không gian đa chiều; w là vectơ trọng số, và b là hệ số thiên lệch [25]. Như vậy, để tìm ra siêu phẳng, cần phải tối đa hóa được khoảng cách (*margin*) giữa các lớp dữ liệu với nhau theo w và b , như ở phương trình dưới đây:

$$\min \left(\frac{1}{2} \|w\|^2 + c \sum_{i=1}^I \xi_i + \xi_i^* \right) \tag{2}$$

Với điều kiện

$$\begin{cases} y_i - (w \cdot \varphi(x) + b) \leq \epsilon + \xi_i \\ (w \cdot \varphi(x) + b) - y_i \leq \epsilon + \xi_i^* \\ \xi_i, \xi_i^* \geq 0, \quad i = 1, \dots, I \end{cases} \tag{3}$$

Trong đó $C > 0$, được xác định bởi người lập trình, là hằng số điều chỉnh sự đánh đổi giữa giá trị của hàm mục tiêu sự hy sinh; ξ_i và ξ_i^* là các biến bù, xác định khoảng cách giới hạn cho phép từ biến dung sai ϵ . Áp dụng nhân tử Lagrange vào phương trình số (1), ta có:

$$f(x) = \sum_{i=1}^I (a_i - a_i^*) K(x, x_i) + b \tag{4}$$

Trong đó a_i và a_i^* là các nhân tử Lagrange, K là hàm nhân (kernel function). Khai triển dạng toàn phương của phương trình (3) như sau:

$$W(a_i, a_i^*) = \sum_{i=1}^I y_i (a_i - a_i^*) - \epsilon \sum_{i=1}^I (a_i + a_i^*) - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^I (a_i - a_i^*) (a_j - a_j^*) K(x_i, x_j) \tag{5}$$

Với điều kiện:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^I (a_i - a_i^*) &= 0 \\ 0 \leq a_i &\leq C, \quad i = 1, \dots, I \\ 0 \leq a_i^* &\leq C, \quad i = 1, \dots, I \end{aligned} \tag{6}$$

Các hàm nhân phổ biến là Linear, Polynomial và Gaussian và Sigmoid, đã được thử nghiệm trong nghiên cứu này có phương trình lần lượt như sau:

$$\begin{cases} K(x, x_i) = x \cdot x_i \\ K(x, x_i) = (\gamma(x \cdot x_i) + r)^d \\ K(x, x_i) = \exp(-\gamma|x - x_i|^2) \\ K(x, x_i) = \tanh(\gamma(x \cdot x_i) + r) \end{cases} \quad (7)$$

2.2.2. Mô hình Random Forest

Trong những năm gần đây, cây ra quyết định (decision tree) là một trong những mô hình học máy được sử dụng rất rộng rãi do sự đơn giản trong việc thiết lập và khả năng giải thích của nó. Tuy nhiên, mô hình này vẫn tồn tại một số hạn chế ví dụ như overfitting hay nhạy cảm với số lượng dữ liệu [26]. Random Forest (RF) là một trong những phương pháp được đề xuất để giải quyết các vấn đề nêu trên. Đây là một mô hình học có giám sát sử dụng cho các bài toán phân loại và hồi quy được đề xuất bởi Breiman vào năm 2001 [8]. RF là một phương pháp học tổng hợp, tập hợp kết quả từ các cây ra quyết định đơn lẻ, từ đó nâng cao hiệu quả dự báo thông qua hình thức biểu quyết đa số hay trung bình kết quả tùy theo từng bài toán cụ thể.

Giả sử có một tập dữ liệu đầu vào $X = x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ trong đó n là số chiều dữ liệu hay số biến dự báo. Một mô hình RF sẽ là một tập hợp T cây $T_1(X), T_2(X), T_3(X), \dots, T_n(X)$. Kết quả dự báo của các cây ra quyết định này là $\hat{Y}_1, \hat{Y}_2, \hat{Y}_3, \dots, \hat{Y}_n$. Đối với bài toán hồi quy, kết quả cuối cùng của mô hình RF sẽ là trung bình của tất cả các kết quả dự báo của các cây trên.

Việc phát triển các cây ra quyết định (*tree growing*) được thực hiện nguyên tắc chia ra các tập huấn luyện ban đầu ra các tập huấn luyện nhỏ hơn, và trong mỗi lần phân chia chỉ một số biến dự báo được lựa chọn một cách ngẫu nhiên. Các cây ra quyết định được phát triển mở rộng liên tục mà không bị cắt tỉa (*pruning*) đến một giới hạn (*stopping criteria*) định trước bởi lập trình viên. Các giới hạn dừng phát triển cây thường được sử dụng là *Root Mean Squared Error*, *Gini Diversity Index*, hay *Mean Square Error*. Sau đó, các cây có kết quả dự báo thấp sẽ bị loại bỏ, và chỉ những cây có giá trị dự báo đủ điều kiện được lựa chọn trong mô hình RF cuối cùng. Việc lựa chọn ngẫu nhiên các biến dự báo và tập hợp kết quả của các cây ra quyết định sẽ loại bỏ được

vấn đề overfitting của mô hình cây ra quyết định đơn lẻ [8], [27].

2.3. Lựa chọn số liệu đầu vào

Lựa chọn số liệu đầu vào (*feature selection*) là một bước rất quan trọng trong việc xây dựng mô hình AI hay ML. Mục tiêu của việc lựa chọn các biến đầu vào cho mô hình bao gồm: cải thiện hiệu quả dự báo của mô hình, tăng tốc độ tính toán của mô hình, và để hiểu rõ hơn các quá trình ẩn đằng sau [28].

Với mục tiêu xây dựng và đánh giá khả năng dự báo của các mô hình AI cụ thể là hai mô hình SVM và RF trong dự báo lưu lượng đến hồ chứa sông Hinh, các mô hình này lần lượt được thử nghiệm đối với dự báo lưu lượng trung bình 3 ngày, trung bình 7 ngày và trung bình 1 tháng tương ứng với với dự báo lưu lượng ngắn hạn, trung hạn và dài hạn trong các bài toán dự báo. Ba trường hợp này sau đây ký hiệu là TH1, TH2 và TH3.

Các số liệu mưa và bốc hơi trung bình ngày tại các trạm Củng Sơn, Tuy Hòa, Sơn Hòa, và Mdrak cùng với số liệu lưu lượng vào hồ Sông Hinh (sau đây gọi là trạm Sông Hinh) từ năm 11/1999 (năm bắt đầu vận hành hồ) đến năm 12/2017 đã được tổng hợp.

Do không có tiêu chuẩn chung cho việc lựa chọn số liệu trong các mô hình AI, trong nghiên cứu này, hệ số tương quan r giữa các biến mưa, bốc hơi và dòng chảy ở kỳ trước so với dòng chảy ở kỳ dự báo (Q_t) được xem xét. Các biến được chọn là các biến có hệ số tương quan $r \geq 0.5$. Tuy nhiên, vẫn có một số ngoại lệ như đối với số liệu bốc hơi có $r \leq 0.5$ vẫn được lựa chọn một cách chủ quan để đảm bảo số chiều của bộ dữ liệu đầu vào và cũng để tăng khả năng giải thích của mô hình.

Các biến đầu vào được chọn tương ứng với các trường hợp tính toán như sau:

TH1: Sử dụng số liệu mưa và bốc hơi của kỳ tính toán ($P_{(t)}$ và $E_{(t)}$) tại các trạm Tuy Hòa, Sơn Hòa, Mdrak, Củng Sơn, số liệu lưu lượng trung bình của 2 kỳ trước đó tại trạm Sông Hinh ($Q_{(t-2)}$ và $Q_{(t-1)}$), và số liệu lưu lượng lớn nhất và nhỏ nhất của kỳ trước đó ($Q_{\max(t-1)}$, $Q_{\min(t-1)}$)

TH2: Sử dụng số liệu mưa và bốc hơi của kỳ tính toán ($P_{(t)}$ và $E_{(t)}$) tại các trạm Tuy Hòa, Sơn Hòa, Mdrak, Củng Sơn, số liệu lưu lượng trung bình, lớn nhất và nhỏ nhất của kỳ trước đó tại trạm Sông Hinh ($Q_{(t-1)}, Q_{\max(t-1)}, Q_{\min(t-1)}$).

TH3: Sử dụng số liệu mưa và bốc hơi của kỳ tính toán ($P_{(t)}$ và $E_{(t)}$) tại các trạm Tuy Hòa, Sơn Hòa, Mdrak, Củng Sơn, số liệu lưu lượng trung bình của kỳ trước đó tại trạm Sông Hinh ($Q_{(t-1)}$)

Số liệu ở kỳ trước nêu trên được hiểu như sau: Giả sử ta có chuỗi số liệu lưu lượng đến hồ Sông Hinh có giá trị $y_i, y_{(i+1)}, y_{(i+2)}, \dots, y_n$. Đối với TH1, chuỗi số liệu ban đầu sẽ được chuyển thành chuỗi số liệu 3 ngày bằng cách tính giá trị trung bình của 3 giá trị kế tiếp nhau tạo nên chuỗi số liệu mới $Y_j, Y_{(j+1)}, Y_{(j+2)}, \dots, Y_N$ với $Y_j = \text{mean}(y_i, y_{(i+1)}, y_{(i+2)})$, $Y_{(j+1)} = \text{mean}(y_{(i+3)}, y_{(i+4)}, y_{(i+5)})$... Như vậy, theo như trình bày ở trên, giả sử muốn dự báo lưu lượng tại thời điểm dự báo t có giá trị $Y_{(j+2)}$ ta phải sử dụng số liệu lưu lượng tại thời điểm kỳ trước ($t-1$) và ($t-2$) tương ứng với hai giá trị Y_j và $Y_{(j+1)}$. Cách tính toán này được thực hiện tương tự cho các trường hợp khác.

2.4. Phương pháp đánh giá mô hình

2.4.1. Chỉ số thống kê

Để đánh giá hiệu quả dự báo của của các mô hình, nghiên cứu này đã sử dụng các chỉ số đánh giá mô hình bao gồm *Nash - Sutcliffe Efficiency* (NSE) [29] và chỉ số sai số căn quân phương (*RMSE - Root Mean Square Error*).

NSE là chỉ số thống kê thường được sử dụng để đánh giá chất lượng của các mô hình thủy văn. Chỉ số này được tính toán theo công thức sau:

$$NSE = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_i^{sim})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y^{mean})^2} \quad (8)$$

Trong đó Y_i^{obs} là giá trị dòng chảy thực đo tại thời điểm i ; Y_i^{sim} là giá trị dòng chảy tính toán/mô phỏng tại thời điểm i ; Y^{mean} là giá trị trung bình của dòng chảy thực đo; n là tổng số giá trị thực đo.

NSE có giá trị trong khoảng $-\infty$ đến 1, với $NSE = 1$ là giá trị tối ưu nhất, chỉ ra sự tương đồng tuyệt đối giữa giá trị thực đo và tính toán. Trong

khí đó, $NSE \leq 0$ chỉ ra rằng kết quả mô phỏng/tính toán là không chấp nhận được. Theo Moriasi và nnk (2007), chỉ số $NSE \geq 0,5$ được gọi là chấp nhận được đối với các mô hình dự báo theo tháng. Trong nghiên cứu này, khoảng giá trị này cũng được áp dụng cho cả ba trường hợp tính toán.

Tương tự như NSE, RMSE cũng được nhiều nghiên cứu về áp dụng mô hình dự báo sử dụng. RMSE cũng là được sử dụng như là một hàm mục tiêu để tối ưu hóa các mô hình AI. Công thức tính toán chỉ số RMSE như sau:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_i^{sim})^2}{n}} \quad (9)$$

Các chỉ số này được sử dụng để đánh giá quá trình dòng chảy và dòng chảy theo hai mùa khô và mùa mưa. Ngoài ra, kết quả dự báo đỉnh lũ tiêu biểu của các năm trong thời gian kiểm tra cũng được đánh giá theo tỷ lệ thay đổi giữa giá trị dự báo và giá trị thực đo. Các đánh giá này nhằm mục đích so sánh khả năng dự báo của hai mô hình AI qua đó lựa chọn được mô hình phù hợp cho các trường hợp tính toán.

2.5. Thiết lập mô hình

Để áp dụng mô hình RF và SVR trong dự báo lưu lượng tới hồ Sông Hinh, nghiên cứu này đã sử dụng thư viện *Scikit-learn* chạy trên nền Python 3.6.

Bộ số liệu đầu vào của 2 mô hình ở 3 trường hợp tính toán được chia làm hai phần: huấn luyện và kiểm tra. Số liệu từ tháng 11/1999 - 31/12/2013 được dùng để huấn luyện các mô hình, phần còn lại của bộ số liệu từ 01/01/2014 - 31/12/2017 được dùng để kiểm nghiệm mô hình.

Do số liệu phần huấn luyện tương đối ngắn và để tránh tình trạng overfit của mô hình, nghiên cứu đã sử dụng phương pháp kiểm định chéo nhiều lớp (*k-fold cross validation*) do tính đơn giản và hiệu quả cao trong việc sử dụng. Đầu tiên, số liệu huấn luyện sẽ được chia làm k phần nhỏ. Sau đó, một phần của bộ số liệu được giữ lại để kiểm tra, các phần còn lại ($k-1$) sẽ được sử dụng để huấn luyện. Quá trình này diễn ra liên tục cho đến khi tất cả các phần được sử dụng làm số liệu kiểm tra. Nếu kết quả dự báo ở mỗi phần

là tốt và tương đồng nhau thì mô hình sẽ phù hợp để áp dụng cho dữ liệu kiểm tra nêu trên. Thực tế triển khai cho thấy, việc thay đổi giá trị k không mang lại kết quả khác biệt đáng kể, do đó các giá trị $k = 15, 10, 5$ được sử dụng cho TH1, TH2 và TH3 theo thứ tự đó.

Nhằm đánh giá hiệu quả của các mô hình, các thông số chính của hai mô hình sẽ được tối ưu bằng công cụ *GridSearchCV* sẵn có trong thư viện *scikit-learn*. *GridSearchCV* sẽ áp dụng các

bộ thông số khác nhau của các mô hình được thiết lập trước lập trình viên qua đó tìm được bộ thông số tối ưu của các mô hình. Số lần kiểm định chéo k của phương pháp *k-fold validation* cũng được thiết lập trong công cụ này.

3. Kết quả và thảo luận

Sau khi được hiệu chỉnh bằng *GridSearchCV*, các thông số tối ưu của mô hình được trình bày trong Bảng 1 dưới đây.

Bảng 1. Các thông số tối ưu của các mô hình trong 3 trường hợp tính toán

Thông số	Mô hình SVR			Thông số	Mô hình RF		
	TH1	TH2	TH3		TH1	TH2	TH3
<i>kernel</i>	rbf	rbf	rbf	<i>n_estimators</i>	50	50	50
<i>gamma</i>	0,01	0,01	0,01	<i>max_depth</i>	8	8	15
<i>C</i>	5	5	10				
<i>epsilon</i>	0,1	0,1	0,1				

Sau khi có được bộ thông số tối ưu, các mô hình được áp dụng cho bộ dữ liệu kiểm tra từ tháng 01/2014 đến tháng 12/2017. Đây là chuỗi dữ liệu mà mô hình chưa “nhìn thấy” (*unseen data*), do đó kết quả dự báo của mô hình trên chuỗi dữ liệu này sẽ được dùng để đánh giá hai mô hình thử nghiệm trong nghiên cứu. Các nội dung đánh giá bao gồm: (i) đánh giá kết quả dự báo quá trình dòng chảy; (ii) đánh giá kết quả dự báo theo mùa; (iii) đánh giá kết quả dự báo đỉnh lũ tiêu biểu.

3.1.1 Kết quả dự báo quá trình dòng chảy

Kết quả tính toán cho thấy diễn biến dòng chảy trong giai đoạn kiểm tra được cả hai mô

hình dự báo với độ chính xác cao (Hình 2). Các chỉ số thống kê đều đạt mức tốt với NSE dao động từ 0,84 - 0,93 và RMSE dao động từ 31,98 đến 60,24 (Bảng 2). Có thể thấy rằng các mô hình cho kết quả dự báo chính xác hơn ở TH2 và TH3.

Nhìn vào chi tiết, có thể thấy ở TH1, các giá trị đỉnh lũ dự báo lại chưa đạt được độ chính xác cao, đặc biệt là đối với các đỉnh lũ ở cuối năm 2015 trở đi. Mặt khác, dòng chảy cạn được các mô hình dự báo khá tốt, đặc biệt là ở mô hình SVR. Ở TH2 và TH3, các giá trị đỉnh lũ đã được dự báo chính xác hơn, mặc dù vẫn có nhưng sai số đáng kể (TH3).

Bảng 2. Tổng hợp kết quả đánh giá khả năng dự báo quá trình dòng chảy của hai mô hình

	NSE			RMSE		
	TH1	TH2	TH3	TH1	TH2	TH3
SVR	0,85	0,89	0,93	53,37	45,65	30,88
RF	0,84	0,92	0,91	60,24	40,91	31,98

3.1.2. Kết quả dự báo theo mùa

Trên thực tế, việc đánh giá kết quả dự báo theo mùa được thực hiện cho hai giai đoạn: tháng 1 - 5, giai đoạn khô hạn nhất và tháng 9 - 12, giai

đoạn xảy ra nhiều trận lũ nhất, của giai đoạn kiểm định (2104 - 2017), sau đây gọi là mùa mưa và mùa khô.

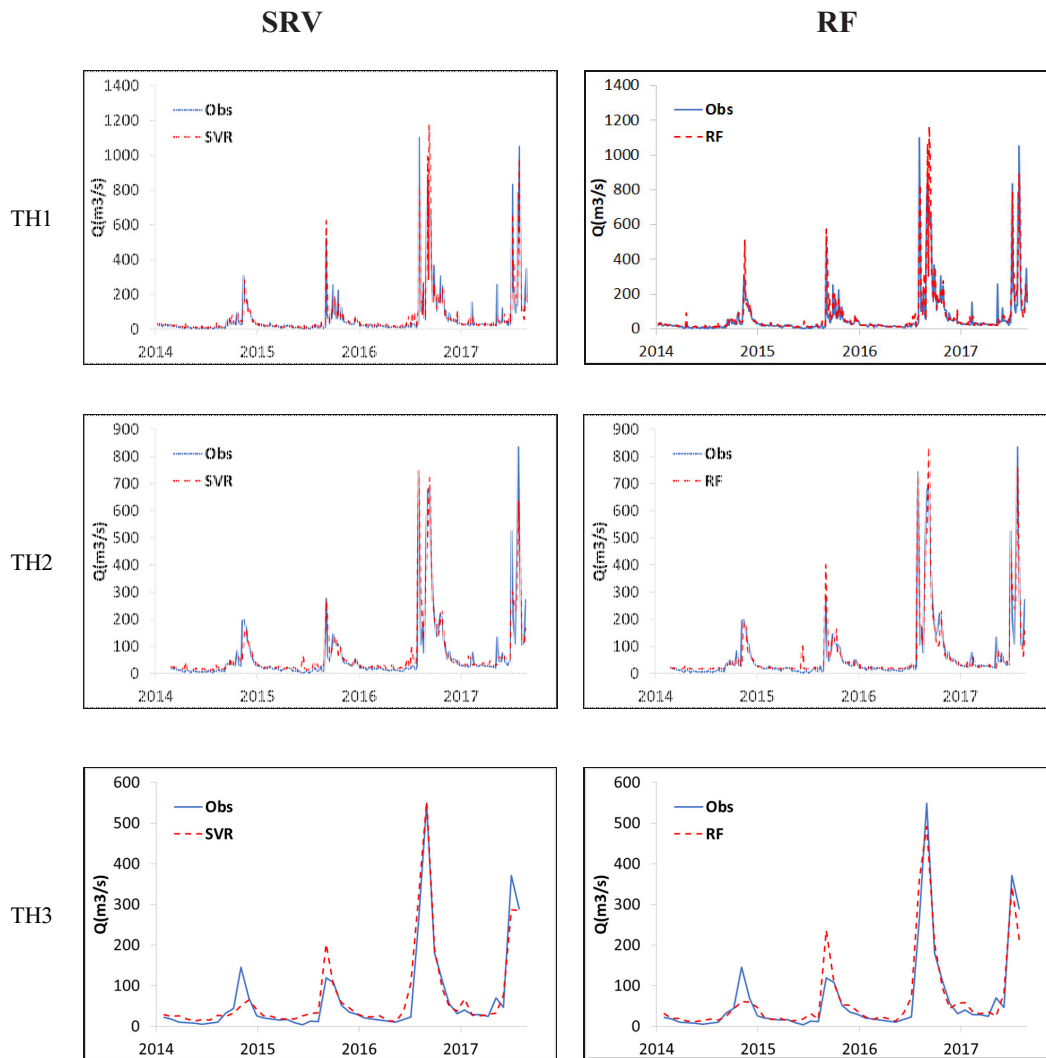
Bảng 3. Tổng hợp kết quả đánh giá khả năng dự báo theo mùa của hai mô hình

Mùa	Mô hình	NSE			RMSE		
		TH1	TH2	TH3	TH1	TH2	TH3
Mùa khô	SVR	0,89	0,90	0,93	15,24	14,68	11,01
	RF	0,85	0,86	0,90	18,08	18,17	12,79
Mùa mưa	SVR	0,81	0,87	0,90	89,82	67,29	48,45
	RF	0,79	0,90	0,88	95,77	57,10	53,78

Kết quả kiểm nghiệm cho thấy, các mô hình cho kết quả dự báo mùa khô tốt hơn so với mùa mưa, thể hiện qua chỉ số NSE đều trên 0,85 và RMSE đều nhỏ hơn 20m³/s, trong khi đó RMSE cho mùa mưa đều ở mức tương đối cao từ 48,45

- 95,77 m³/s (Bảng 3).

Trong cả ba trường hợp, mô hình SVR chiếm ưu thế khi cho kết quả dự báo tốt hơn, đặc biệt là trong mùa khô, chỉ duy nhất ở TH2 mô hình RF có kết quả dự báo tốt hơn trong mùa mưa.



Hình 3. Kết quả dự báo lưu lượng vào hồ của hai mô hình SVR và RF theo 3 trường hợp tính toán trong giai đoạn kiểm tra từ 01/2014 - 12/2017

3.1.3. Kết quả dự báo đỉnh lũ tiêu biểu

Do tầm quan trọng của công tác phòng chống lũ lụt và phục vụ cho công tác điều tiết hồ chứa và phát điện, bên cạnh việc dự báo được xu hướng tổng dòng chảy, dòng chảy theo mùa, thì việc dự báo được chính xác cường độ hay giá trị

của đỉnh lũ là một yếu tố rất quan trọng trong đánh giá hiệu quả của một mô hình. Trong nghiên cứu này, nhóm lựa chọn 4 trận lũ tiêu biểu tương ứng với 4 đỉnh lũ trong 4 năm từ 2014 - 2017 để so sánh kết quả của các mô hình. Kết quả so sánh được trình bày ở Bảng 4.

Bảng 4. So sánh độ lớn đỉnh lũ tiêu biểu dự báo và thực đo

Năm	Mô hình	Trường hợp tính toán								
		TH1			TH2			TH3		
		Thực đo [m ³ /s]	Tính toán [m ³ /s]	Sai số (%)	Thực đo [m ³ /s]	Tính toán [m ³ /s]	Sai số (%)	Thực đo [m ³ /s]	Tính toán [m ³ /s]	Sai số (%)
2014	RF	307,439	257,091	-16,38	199,184	193,186	-3,01	145,261	61,334	-57,78
	SVR		124,737	-59,43		139,15	-30,14		49,9	-65,65
2015	RF	524,383	573,473	9,36	277,011	401,55	44,96	119,099	236,616	98,67
	SVR		624,384	19,07		266,074	-3,95		202,11	69,7
2016	RF	1101,694	680,78	-38,21	742,589	730,153	-1,67	548,305	492,147	-10,24
	SVR		819,289	-25,63		747,43	0,65		551,954	0,67
2017	RF	1050,814	889,213	-15,38	835,633	759,355	-9,13	370,447	343,731	-7,21
	SVR		982,701	-6,48		635,931	-23,90		285,952	-22,81

Theo kết quả tính toán sai số của đỉnh lũ dự báo, có thể thấy rằng chưa có mô hình nào thể hiện sự vượt trội về khả năng dự báo đỉnh lũ, khi sai số của từng mô hình đối với từng đỉnh lũ và trường hợp dự báo lại tương đối khác nhau. Ở TH1, các đỉnh lũ ở năm 2015 và 2017 được dự báo khá chính xác với sai số từ -6,48% - 19,07%, trong khi các đỉnh lũ ở năm 2014 và 2016 chưa được dự báo tốt. TH2 là trường hợp có kết quả dự báo tốt nhất với sai số khá nhỏ từ -0,65% của mô hình SVR và -1,67% của mô hình RF ở năm 2016, hay sai số -3,95% của SVR ở năm 2015 và -3,01% của RF ở năm 2014. Ở TH3, mặc dù các mô hình cho kết quả dự báo rất tốt ở các đỉnh lũ năm 2016 và 2017, nhưng ở hai năm đầu của chuỗi dữ liệu kiểm tra, các mô hình đều đưa ra kết quả dự báo có độ sai số cao đáng kể. Điều này có thể là do mô hình đang trong quá trình warm up.

Nhìn chung, xét về dự báo lưu lượng đỉnh lũ, mô hình RF cho kết quả dự báo tốt hơn SVR ở TH1 và TH2 với sai số tuyệt đối là 19,83% và 14,69%, trong khi SVR là sự lựa chọn tốt hơn ở TH3 với sai số tuyệt đối là 20,39%.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã bước đầu thử nghiệm thành

công hai mô hình AI là SVR và RF trong dự báo lưu lượng đến hồ, áp dụng cho hồ Sông Hinh thuộc lưu vực sông Ba. Ba trường hợp tính toán là dự báo dòng chảy trung bình 3 ngày, trung bình 7 ngày và trung bình 1 tháng tương ứng với dự báo ngắn hạn, trung hạn và dài hạn, đã được thử nghiệm. Kết quả cho thấy, cả hai mô hình ở cả ba trường hợp đều cho kết quả có độ chính xác khá cao đặc biệt là đối với trường hợp dự báo lưu lượng trung bình 7 ngày và 1 tháng. Trong 2 mô hình được thử nghiệm thì mô hình SVR nhìn chung cho kết quả tốt nhất đối với dự báo ngắn và dài hạn, trong khi đó mô hình RF lại cho thấy sự vượt trội ở dự báo trung hạn. Đối với dự báo theo mùa, các mô hình cho kết quả dự báo tốt trong cả mùa khô (tháng 1-5) và mùa mưa (tháng 9-12) với kết quả nhìn hơn trong mùa khô một điểm đáng chú ý là, các mô hình AI đều không dự báo chính xác một cách đồng nhất dòng chảy lũ. Lý do của hiện tượng này là các mô hình không được huấn luyện tập trung vào dự báo dòng chảy lũ mà ưu tiên vào quá trình dòng chảy. Kết quả tính toán ở trường hợp dự báo dòng chảy trung bình 3 ngày có độ chính xác thấp hơn đáng kể so với hai trường hợp còn lại, điều này là do ở bước thời gian này sự dao

động trong dữ liệu cao hơn các trường hợp dữ liệu trung bình tuần hay tháng. Kết quả dự báo có thể được cải thiện nếu có dữ liệu có độ dài và chất lượng tốt hơn.

Ngoài ra, việc lựa chọn dữ liệu đầu vào phù hợp là yếu tố rất quan trọng quyết định nên hiệu quả dự báo của mô hình. Trong đó, dòng chảy trong quá khứ đóng là một trong những biến đầu vào quan trọng. Bên cạnh đó, số lượng dữ liệu đầu vào (số lượng features) cần phải đủ lớn để hỗ trợ cho mô hình AI trong việc khái quát hóa được mối quan hệ giữa biến đầu vào và dòng chảy đầu ra.

Dựa trên những phân tích và đánh giá đã thực hiện, nhóm nghiên cứu đề xuất sử dụng mô hình

SVR cho dự báo lưu lượng trung bình 3 ngày và 1 tháng, và RF cho dự báo lưu lượng trung bình 1 tuần. Tuy nhiên, đối với từng trường hợp dự báo, hay yêu cầu dự báo (đỉnh lũ, dòng chảy mùa khô, dòng chảy mùa mưa) có thể sử dụng các mô hình khác thay thế cho các mô hình được đề xuất do hiệu quả dự báo là khá tương đồng như đã phân tích ở các phần trên.

Như vậy, bên cạnh các phương pháp truyền thống, các mô hình AI như SVR và RF sẽ cung cấp một công cụ mới, hiệu quả để hỗ trợ cho công tác quản lý và vận hành hồ chứa nói chung và hồ sông Hình nói riêng. Tuy nhiên, việc ứng dụng trong tương lai phụ thuộc rất lớn vào điều kiện và chất lượng số liệu ở địa điểm áp dụng.

Lời cảm ơn: Kết quả nghiên cứu thể hiện trong bài báo này là một phần sản phẩm của đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp sơ sở: "Nghiên cứu cơ sở khoa học áp dụng công nghệ trí tuệ nhân tạo dự báo lưu lượng vào hồ chứa áp dụng cho lưu vực sông Ba". Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Ban Lãnh đạo Viện Khoa học tài nguyên nước đã tạo điều kiện để chúng tôi thực hiện nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

1. Elsafi, S.H., (2014), *Artificial Neural Networks (ANNs) for flood forecasting at Dongola Station in the River Nile*, Sudan. Alexandria Eng. J., 53 (3), 655-662.
2. VanderKwaak, J.E, Loague K., (2001), *Hydrologic-Response simulations for the R-5 catchment with a comprehensive physics-based model*. Water Resour. Res., 37 (4), 999-1013.
3. Nayak, P.C, Sudheer K.P, Rangan, D.M, Ramasastri, K.S., (2005), *Short-term flood forecasting with a neurofuzzy model*. Water Resour. Res., 41 (4).
4. Mosavi, A., Ozturk, P., (2018), *Flood Prediction Using Machine Learning, Literature Review*. Water, 1-40, 2018.
5. Jain, S.K., Das, A., Srivastava, D.K., (1999), *Application of ANN for Reservoir Inflow Prediction and Operation*, J. Water Resour. Plan. Manag., 125 (5), 263-271.
6. Maier, H.R., Dandy, G.C., (1996), *The Use of Artificial Neural Networks for the Prediction of Water Quality Parameters*, Water Resour. Res., 32 (4), 1013-1022.
7. Mosavi, A., Rabczuk, T., Varkonyi-Koczy, A.R., (2018), *Reviewing the Novel Machine Learning Tools for Materials Design*, Springer, 50-58.
8. Breiman, L., (2001), *Random Forests*, Statistics, 45 (1), 1-33.
9. Yang, T., Asanjan, A.A., Welles E., Gao, X., Sorooshian, S., Liu, X., (2017), *Developing reservoir monthly inflow forecasts using artificial intelligence and climate phenomenon information*, Water Resour. Res., 53 (4), 2786-2812.
10. Li, B., Yang, G., Wan, R., Dai, X., Zhang, Y., (2016), *Comparison of random forests and other statistical methods for the prediction of lake water level: a case study of the Poyang Lake in China*, Hydrol. Res., 47 (S1), 69-83.
11. Obringer, R., Nateghi, R., (2018), *Predicting Urban Reservoir Levels Using Statistical Learn-*

ing Techniques, Sci. Rep., 8 (1), 5164.

12. Erdal, H.I., Karakurt, O., (2013), *Advancing monthly streamflow prediction accuracy of CART models using ensemble learning paradigms*, J. Hydrol., 477, 119-128.

13. Senthil Kumar, M.K., Goyal, A.R., Ojha, C.S.P., Singh, R.D., Swamee, P.K., (2013), *Application of artificial neural network, fuzzylogic and decision tree algorithms for modelling of streamflow at Kasol in India*, Water Sci. Technol., 68 (12), 2521-2526.

14. Galelli, S., Castelletti, A., (2013), *Assessing the predictive capability of randomized tree-based ensembles in streamflow modelling*, Hydrol. Earth Syst. Sci., 17 (7), 2669-2684

15. Yang, T., Gao, X., Sorooshian, S., Li, X., (2016), *Simulating California reservoir operation using the classification and regression-tree algorithm combined with a shuffled cross-validation scheme*, Water Resour. Res., 52 (3), 1626-1651.

16. Asefa, T., Kemblowski, M., McKee, M., Khalil, A., (2006), *Multi-time scale stream flow predictions: The support vector machines approach*, J. Hydrol., 318 (1-4), 7-16.

17. Londhe, S., Gavaskar, S., (2018), *Stream Flow Forecasting using Least Square Support Vector Regression*, Soft Comput. Civ. Eng., 2 (2), 56-88.

18. Adnan, R.M., Yuan, X., Kisi, O., Adnan, M., Mehmood, A., (2018), *Stream Flow Forecasting of Poorly Gauged Mountainous Watershed by Least Square Support Vector Machine, Fuzzy Genetic Algorithm and M5 Model Tree Using Climatic Data from Nearby Station*, Water Resour. Manag., 32 (14), 469-4486.

19. Maity, R., Bhagwat, R., Bhatnagar, A., (2010), *Potential of support vector regression for prediction of monthly streamflow using endogenous property*, Hydrol. Process., 24 (7), 917-923.

20. Rafidah, A., Suhaila, Y., (2013), *Modeling River Stream Flow Using Support Vector Machine*, Appl. Mech. Mater., 315, 602-605.

21. Lin, J., Cheng, C., Chau, K., (2006), *Using support vector machines for long-term discharge prediction Using support vector machines for long-term discharge prediction*, Hydrol. S, 51(4), 599-612.

22. Guo, J., Zhou, J., Qin, H., Zou, Q., Li, Q., (2011), *Monthly streamflow forecasting based on improved support vector machine model*, Expert Syst. Appl., 38(10), 13073-13081.

23. Vapnik V. N., (1995), *The nature of statistical learning theory*. Springer.

24. Boser, B.E., Guyon, I.M., Vapnik, V.N., (1992), *A training algorithm for optimal margin classifiers, in Proceedings of the fifth annual workshop on Computational learning theory - COLT*, 92, 144-152.

25. Vapnik, V.N., (1999), *An overview of statistical learning theory*, IEEE Transactions on Neural Networks, 10 (5), 988-999.

26. Gupta, B., Rawat, A., Jain, A., Arora, A., Dhama, N., (2017), *Analysis of Various Decision Tree Algorithms for Classification in Data Mining*, Int. J. Comput. Appl., 163 (8), 15-19.

27. Ahmad, M.W., Mourshed, M., Rezgui, Y., (2017), *Trees vs Neurons: Comparison between random forest and ANN for high-resolution prediction of building energy consumption*, Energy Build., 147, 77-89.

28. Guyon, I., Elisseeff, A., (2003), *An Introduction to Variable and Feature Selection*. J. Mach. Learn. Res., 3 (3), 1157-1182.

29. Nash, J.E., Sutcliffe, J.V., (1970), *River Flow Forecasting Through Conceptual Models Part I-a Discussion of Principles*. J. Hydrol., 10, 282-290.

30. Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Van Liew, M.W., Binger, R.L., Harmel, R.D., Veith, T.L., (2007), *Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations*, Trans. ASABE, 50 (3), 885-900.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE MODELS FOR RESERVOIR INFLOW PREDICTION IN BA RIVER BASIN

Cao Hoang Hai¹, Tran Anh Phuong¹, Thai Quynh Nhu¹, Tran Manh Cuong¹

¹Water Resources Institute

Abstract: *In this study, two AI models namely Random Forest (RF) and Support Vector Regression (SVR) are tested for its capabilities in predicting inflow to Hinh River Reservoir in Ba River Basin, Vietnam. Three calculation scenarios are adopted including prediction of mean 3 day inflow, mean 7 day inflow, and mean 1 month inflow (corresponding to short-, mid-, and long-term prediction) to test and compare the performance of the two models. The results show that, both models present a high accuracy prediction results with mean NSE of over 0.8, particularly in mid- and long-term scenarios, NSE values are over 0.9. Of the two models, SVR, in general, yields better production results in short and long term scenario, while regarding mid-term inflow, RF is predominant one. The tested models do not show a consistent peak flows prediction since they are not trained specifically on extreme flow values, but rather focus on total flow process. On top of that, the selection of highly correlated inputs or features play an important role in improving the prediction performance of the models. Overall, these 2 models can be valuable alternatives to the existing reservoir inflow prediction approach.*

Keywords: *AI, ML, SVR, RF, Ba River, reservoir inflow prediction.*

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MÔ HÌNH THANG ĐO KHẢO SÁT ĐÁNH GIÁ NHU CẦU HỢP TÁC CÔNG TƯ (PPP) TRONG ỨNG PHÓ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU Ở VIỆT NAM

Hà Thị Thuận¹, Hoàng Văn Hoan², Trần Hồng Thái³

Tóm tắt: Hợp tác công tư (PPP) được coi là giải pháp tất yếu nhằm giảm gánh nặng ngân sách và tăng cường hiệu quả công tác ứng phó với biến đổi khí hậu ở Việt Nam. Nghiên cứu đã xây dựng thang đo mới gồm 5 yếu tố đo mức độ sẵn lòng tham gia của khối tư nhân vào các dự án PPP trong ứng phó với biến đổi khí hậu tại Việt Nam gồm: (1) lợi nhuận đầu tư, (2) khung pháp lý, (3) chia sẻ rủi ro, (4) kinh tế vĩ mô và (5) lựa chọn đối tác. Kết quả kiểm định thang đo thử nghiệm cho thấy tất cả chỉ tiêu đều đạt yêu cầu với chỉ số Cronback Alpha của các thang đo đều > 0,7 và Corrected Item-Total Correlation đều > 0,3. Kết quả phân tích nhân tố khám phá đối với các biến quan sát được giữ lại cho thấy các nhân tố được phân tích có sự phù hợp với các nhân tố đưa ra từ lý thuyết. Kết quả kiểm định phân tích nhân tố được chấp nhận với độ tin cậy cao, thang đo mới đưa ra trong mô hình nghiên cứu là phù hợp trong việc đánh giá mức độ sẵn sàng tham gia của khối tư nhân vào các dự án theo hình thức PPP trong ứng phó với biến đổi khí hậu ở Việt Nam.

Từ khóa: Hợp tác công tư (PPP), thang đo, doanh nghiệp, Biến đổi khí hậu.

Ban Biên tập nhận bài: 12/7/2019 Ngày phản biện xong: 20/8/2019 Ngày đăng bài: 25/9/2019

1. Đặt vấn đề

Trong giai đoạn hiện nay, ứng phó với biến đổi khí hậu đang là vấn đề thu hút quan tâm của toàn xã hội. Tuy nhiên, do điều kiện kinh tế đất nước còn nhiều khó khăn, ngân sách và kinh nghiệm quản lý còn nhiều hạn chế thì hợp tác công - tư (PPP) được coi là giải pháp tất yếu nhằm giảm gánh nặng ngân sách và tăng cường hiệu quả công tác ứng phó với biến đổi khí hậu ở Việt Nam. Trong những thập kỷ qua, một lĩnh vực chính của các nghiên cứu về PPP đã nhận được nhiều sự quan tâm của các nhà nghiên cứu là các yếu tố thành công của PPP. Điều này đã được tiết lộ trong một đánh giá về xu hướng nghiên cứu PPP từ năm 1998 đến 2008 bởi Ke et al. (2009) [10]; Tang et al. (2010) [19] đã chỉ ra thành công của dự án PPP là một lĩnh vực nghiên cứu chính được các nhà nghiên cứu quan tâm. Các chỉ dẫn trên cho thấy các nhà nghiên cứu trên toàn thế giới quan tâm đến việc khám phá những cách tốt nhất để phân phối các dự án PPP. Tuy nhiên, lĩnh vực này của PPP sẽ tiếp tục được

các nhà nghiên cứu quan tâm trong tương lai khi thị trường PPP tiếp tục phát triển và trưởng thành trong các khu vực và khu vực pháp lý khác [4] (Chan et al., 2010). Mỗi góc độ có cách tiếp cận riêng về hợp tác công tư, có thể khái quát thành một số nội dung sau: (1) Bản chất “hợp tác công tư” trong các mô hình phát triển kinh tế thị trường [5,11,14,24]; (2) Những nghiên cứu hợp tác công tư trong phát triển kinh tế ứng phó với biến đổi khí hậu [1,6,8]; (3) Hợp tác công tư trong việc trong phát triển kết cấu hạ tầng kỹ thuật và ứng phó với biến đổi khí hậu [1,12,15].

Ở Việt Nam, nghiên cứu về hợp tác công tư còn rất khiêm tốn. Tuy nhiên liên quan đến chủ đề này cũng có một số nghiên cứu rời rạc, nằm rải rác ở các bài viết hoặc sách tham khảo,, chuyên khảo, đề tài khoa học. Liên quan đến chủ đề nghiên cứu có thể khái quát thành mấy nội dung sau: (1) Những nghiên cứu về quá trình cấu trúc lại chức năng xã hội của nhà nước ta trong điều kiện kinh tế trường và hội nhập quốc tế, mô hình tổ chức và hoạt động cung ứng dịch vụ

¹Công ty CP Thiết bị Khí tượng Thủy văn và Môi trường Việt Nam

²Học viện Chính trị khu vực I

³Tổng cục Khí tượng Thủy văn

Email: hathuan.hymetco@gmail.com

công, trong đó có đề cập đến việc cần thiết phải mở rộng sự tham gia của tư nhân trong việc cung ứng dịch vụ công [16,22,23]; (2) Các nghiên cứu về đầu tư phát triển kết cấu hạ tầng, trong đó có đề cập đến sự cần thiết phải khuyến khích tư nhân tham gia đầu tư phát triển kết cấu hạ tầng và ứng phó với biến đổi khí hậu [9, 17, 20]. Ngoài ra, liên quan đến vấn đề tài chính nhằm ứng phó biến đổi khí hậu, tác giả Trần Thọ Đạt và cs (2019) [21], đã công bố nghiên cứu “Tài chính ứng phó với biến đổi khí hậu ở Việt Nam và hàm ý về chính sách”, bài viết phân tích thực trạng chính sách tài chính đối với biến đổi khí hậu ở Việt Nam, những thách thức về huy động nguồn tài chính đang gặp phải, từ đó đưa ra hàm ý chính sách để huy động hiệu quả nguồn tài chính cho biến đổi khí hậu.

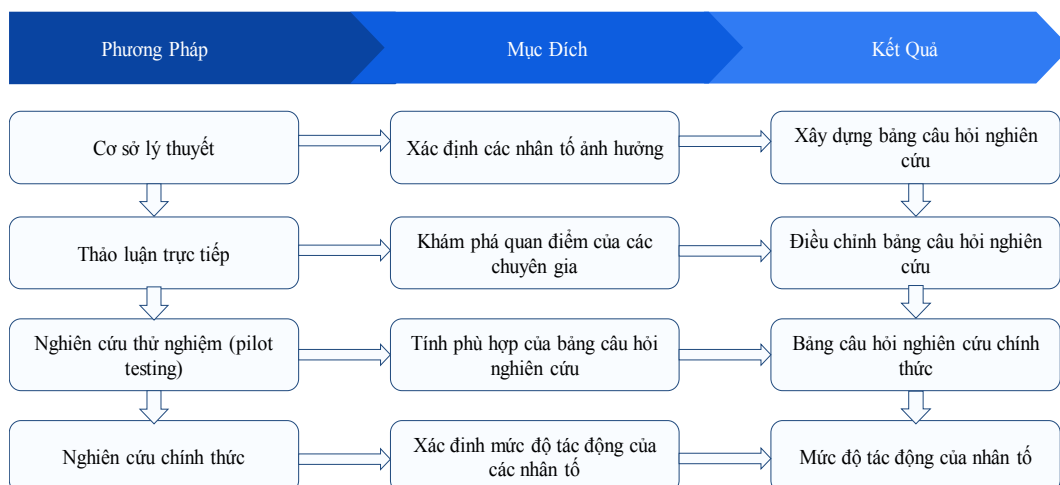
Trong nghiên cứu này nhóm tác giả nhấn mạnh để các dự án hợp tác công tư ứng phó biến đổi khí hậu đạt được hiệu quả cao cần có sự minh bạch trong kế hoạch đầu tư. Công bố toàn diện những rủi ro cũng như tiềm năng của dự án. Dựa trên các yếu tố quyết định mức độ sẵn lòng đầu tư vào các dự án PPP dự án ứng phó với biến đổi khí hậu của các nghiên cứu đi trước kết hợp với kết quả nghiên cứu thảo luận nhóm. Nghiên cứu sẽ sử dụng 5 yếu tố đo lường thành công của các dự án PPP ứng phó biến đổi khí hậu tại Việt Nam gồm: (1) lợi nhuận đầu tư, (2) khung pháp lý, (3) chia sẻ rủi ro, (4) kinh tế vĩ mô và (5) lựa chọn đối tác. Các chuyên gia khuyến nghị rằng do ứng phó với biến đổi khí hậu có tính liên đới đến nhà nước, tính phức tạp về kỹ thuật đặc biệt tại Việt

Nam (do đó lựa chọn thang đo khung pháp lý và kinh tế vĩ mô), các nhà đầu tư muốn được chia sẻ rủi ro hơn là thực hiện dự án một mình (do đó lựa chọn thang đo chia sẻ rủi ro). Nhà đầu tư chính tìm những đối tác có thể hỗ trợ cả chuyên môn kỹ thuật lẫn tài chính (do đó lựa chọn thang đo lựa chọn đối tác). Dự án thành công và kinh doanh hiệu quả hay không tùy thuộc vào mức độ tin cậy của tất cả các đối tác tham gia dự án. Sự thành công, lợi nhuận dự án sẽ thu hút đồng đảo khu vực tư nhân tham gia đầu tư (do đó lựa chọn thang đo lợi nhuận).

2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập số liệu

Nghiên cứu này bao gồm hai bước chính: nghiên cứu thử nghiệm và nghiên cứu chính thức. Cả hai nghiên cứu này đều sử dụng phương pháp định lượng. Hình 1 biểu diễn sơ đồ quy trình nghiên cứu.

Nghiên cứu thử nghiệm được thực hiện thông qua thảo luận trực tiếp với một số cơ quan nhà nước đại diện cho khu vực công, các công ty tư nhân hoạt động trong ngành xây dựng, giao thông và ngân hàng. Kết quả từ cuộc thảo luận này cung cấp cơ sở điều chỉnh thang đo nháp. Sau đó sử dụng thang đo nháp phỏng vấn 36 công ty tư nhân trong ngành xây dựng, giao thông, ngân hàng. Mục đích của nghiên cứu này nhằm đánh giá sơ bộ thang đo trước khi tiến hành nghiên cứu chính thức. Nghiên cứu chính thức được thực hiện thông qua phỏng vấn trực tiếp 480 công ty. Tiến độ thực hiện nghiên cứu được trình bày tóm tắt ở bảng 1.



Hình 1. Sơ đồ Quy trình nghiên cứu

Bảng 1. Tiến độ thực hiện nghiên cứu

	Phương pháp	Kỹ thuật	Thời gian
1. Nghiên cứu thử nghiệm	Định tính và định lượng	Thảo luận với một số cơ quan nhà nước đại diện khu vực công và tập đoàn tư nhân ngành xây dựng, giao thông, ngân hàng. Nghiên cứu định lượng thực hiện với 36 công ty tư nhân trong và ngoài nước.	Tháng 12/2014
2. Nghiên cứu chính thức	Định lượng	Phỏng vấn trực tiếp với mẫu 150 công ty tư nhân ngành xây dựng, giao thông, ngân hàng đang kinh doanh tại Việt Nam.	Tháng 1-3/2015

2.1. Mẫu nghiên cứu

Nghiên cứu này sử dụng phương pháp chọn mẫu theo định mức với 3 thuộc tính kiểm soát là hình thức sở hữu, ngành nghề kinh doanh và qui mô doanh nghiệp. Các doanh nghiệp tham gia nghiên cứu là các công ty tư nhân trong nước, liên doanh và công ty 100% vốn nước ngoài, qui mô công ty từ vừa trở lên vì đặc điểm của dự án dự án ứng phó với biến đổi khí hậu thâm dụng vốn, rủi ro cao và thời gian hoàn vốn dài. Ngoài ra, đối tượng trả lời phỏng vấn là những thành viên trong ban giám đốc công ty. Mục đích của yêu cầu này nhằm đảm bảo độ tin cậy của bảng trả lời phỏng vấn.

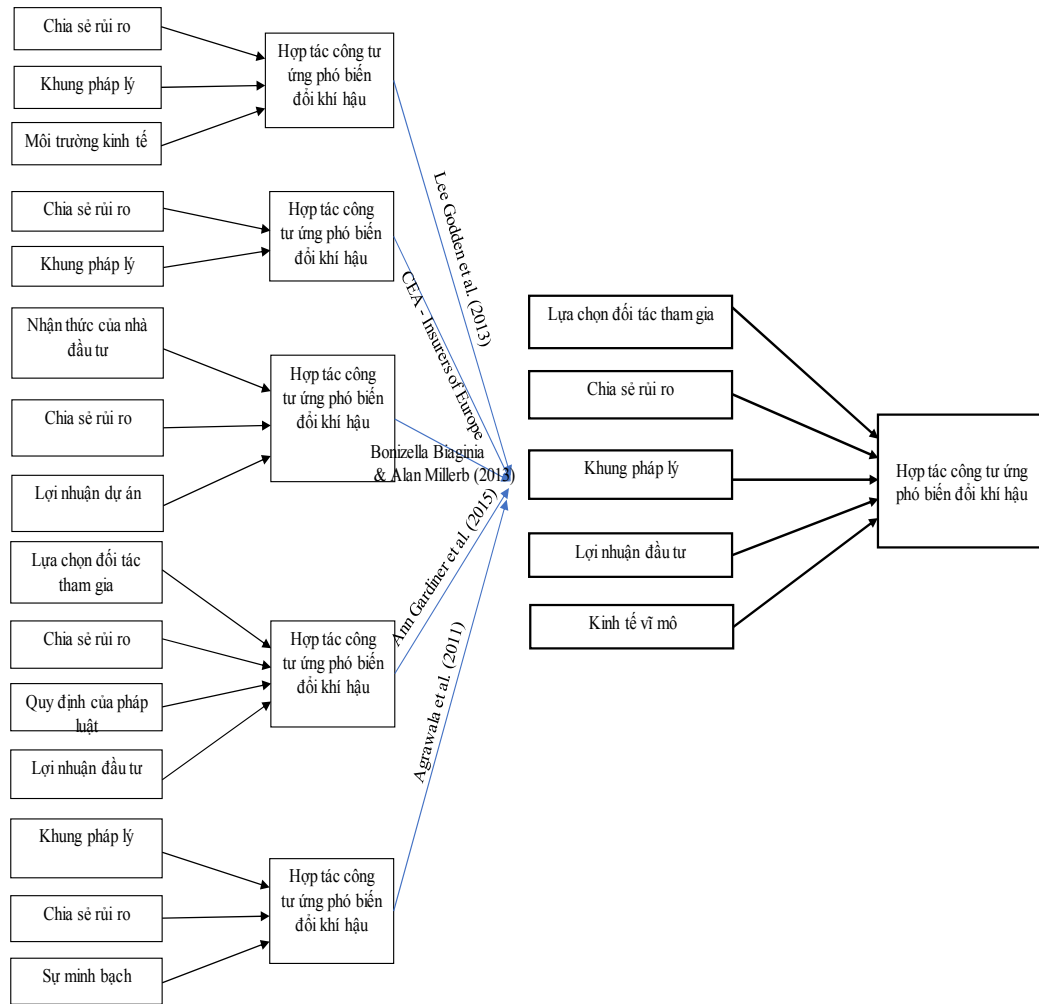
2.2. Phương pháp thang đo

Để xây dựng thang đo nghiên cứu, nghiên cứu sẽ tiếp cận các công trình nghiên cứu liên quan về hợp tác công tư ứng phó biến đổi khí hậu đã công bố trên thế giới. Vì hiện tại, để tìm kiếm một nghiên cứu về biến đổi khí hậu trong nước là điều khó khăn do vấn đề biến đổi khí hậu chỉ được các nhà quản lý kinh tế nước ta quan tâm vài năm gần đây, song vấn đề này đã được chú trọng rất lâu trước đây ở các nước trên thế giới (sự ảnh hưởng của biến đổi khí hậu tại nước ta chậm hơn các nước khác). Các nghiên cứu

trước đây có đề cập đến những yếu tố ảnh hưởng đến mức độ sẵn lòng đầu tư vào các dự án PPP dự án ứng phó với biến đổi khí hậu [2,3,7,13] (Hình 2).

Nghiên cứu đưa ra mô hình những yếu tố quyết định hợp tác công tư ứng phó biến đổi khí hậu gồm các nhân tố: (1) Chia sẻ đầy đủ rủi ro giữa khu vực nhà nước và khu vực tư nhân: Các dự án hợp tác công tư ứng phó biến đổi khí hậu được thực hiện nếu các bên tham gia kiểm soát được rủi ro do biến đổi khí hậu gây ra. Để kiểm soát rủi ro hiệu quả nhất chính là chia sẻ rủi ro, chia sẻ rủi ro có thể thực hiện thông qua các công ty bảo hiểm; (2) Khung pháp lý vững chắc: Khung pháp lý chi tiết và rõ ràng có thể thiết lập các thông số để xử lý dự án PPP ứng phó biến đổi khí hậu và cũng đảm bảo cho khu vực tư nhân có môi trường đầu tư an toàn, thuận lợi. Khung pháp lý cũng là cơ sở để phát triển các sản phẩm bảo hiểm rủi ro cho biến đổi khí hậu. Khuyến khích khu vực tư nhân tham gia các dự án PPP ứng phó biến đổi khí hậu; (3) Minh bạch trong tài chính của các dự án PPP.

Tất cả các thang đo được đo lường dạng Likert 7 điểm, trong đó 1 là hoàn toàn phản đối và 7 là hoàn toàn đồng ý.



Hình 2. Mô hình nghiên cứu

Bảng 2. Tổng hợp thang đo nghiên cứu

Biến	Câu hỏi	Nguồn thang đo
Thang đo lợi nhuận		
LN01	Khả năng thành công khi đầu tư vào dự án ứng phó với biến đổi khí hậu cao do khai thác nguồn thu từ dự án tốt.	Biagina & Millerb (2013) [3]
LN02	Công ty anh/chị đạt được lợi nhuận kỳ vọng do dung lượng thị trường lớn.	
LN03	Hiện nay, Nhà nước Việt Nam không chế trần thu phí là phù hợp.	
LN04	Công ty anh/chị rất hài lòng về nguồn thu từ dự án.	
LN05	Khả năng nguồn thu bù đắp được chi phí đầu tư là cao	
LN06	Chi phí đầu tư ban đầu của các dự án ứng phó với biến đổi khí hậu lớn là một thách thức lớn đối với công ty của anh/chị.	
LN07	Dòng ngân lưu từ các dự án ứng phó với biến đổi khí hậu thường lớn giúp công ty đạt lợi nhuận cao.	
LN08	Nhà nước luôn tạo điều kiện để công ty anh/ chị có những lợi ích tài chính khi đầu tư vào các dự án ứng phó với biến đổi khí hậu.	
LN09	Thị trường vốn trong nước phát triển giảm chi phí tài chính cho dự án ứng phó với biến đổi khí hậu	
LN10	Công ty anh/chị luôn đạt được lợi nhuận mong muốn khi đầu tư các dự án ứng phó với biến đổi khí hậu vì điều kiện kinh doanh hấp dẫn.	

Thang đo khung pháp lý

KPL01	Công ty anh/chị không gặp trở ngại về pháp lý khi đầu tư các dự án ứng phó với biến đổi khí hậu	
KPL02	Các quy định pháp lý hiện hành tạo điều kiện thuận lợi để công ty anh/chị đầu tư các dự án ứng phó với biến đổi khí hậu	
KPL03	Các chính sách ưu đãi của Nhà nước đối với các dự án ứng phó với biến đổi khí hậu cung cấp cho công ty anh/chị một cơ hội đầu tư tốt.	Lee Godden et al. (2013) [13], CEA - Insurers of Europe (2007), Agrawala et al. (2011) [2]
KPL04	Công ty anh/chị muốn đầu tư các dự án ứng phó với biến đổi khí hậu vì chính sách ưu đãi rất hấp dẫn.	
KPL05	Nhà nước KHÔNG có cơ chế hỗ trợ phù hợp để công ty anh/chị đạt được kết quả kinh doanh tốt.	
KPL06	Công ty anh/chị gặp khó khăn về vấn đề pháp lý khi đầu tư	
KPL07	Công ty anh/chị muốn đầu tư các dự án ứng phó với biến đổi khí hậu ở Việt Nam vì hiện nay khung pháp lý đã đầy đủ.	

Thang đo kinh tế vĩ mô

KTVM01	Các chính sách vĩ mô ít thay đổi trong thời gian dài.	
KTVM02	Nhà nước tạo rất nhiều thuận lợi cho hoạt động đầu tư nước ngoài tại Việt Nam hiện nay.	
KTVM03	Hiện tại, Nhà nước Việt Nam đang kiểm soát tình hình kinh tế vĩ mô tốt.	
KTVM04	Công ty anh/chị lạc quan về tình hình kinh tế vĩ mô của Việt Nam hiện nay.	Lee Godden et al. (2013) [13]
KTVM05	Nhà nước sử dụng hiệu quả các công cụ tiền tệ giúp kinh tế vĩ mô ít biến động.	
KTVM06	Công ty anh/chị khó khăn khi đưa ra quyết định đầu tư các dự án ứng phó với biến đổi khí hậu Việt Nam vì tình hình kinh tế vĩ mô hiện nay bất ổn.	

Thang đo chia sẻ rủi ro

RR01	Luật pháp Việt Nam có qui định rõ về việc bù đắp rủi ro cho các công ty đầu tư các dự án ứng phó với biến đổi khí hậu tại Việt Nam.	Lee Godden et al. (2013) [13], CEA - Insurers of Europe (2007), Agrawala et al. (2011) [2], Biaginia & Millerb (2013) [3]
RR02	Công ty anh/chị lo ngại đầu tư các dự án ứng phó với biến đổi khí hậu Việt Nam hiện nay vì rủi ro quá lớn.	
RR03	Nhà nước hỗ trợ thông qua phân bổ quỹ đất cho Công ty Anh/chị sử dụng.	
RR04	Các rủi ro của dự án ứng phó với biến đổi khí hậu được phân bổ phù hợp giữa các bên khi tham gia PPP.	
RR05	Công ty anh/chị KHÔNG được Nhà nước chia sẻ rủi ro một cách hợp lý khi tham gia đầu tư các dự án ứng phó với biến đổi khí hậu	
RR06	Công ty anh/chị hài lòng khi hợp tác với Nhà nước.	
RR07	Nhà nước luôn tạo điều kiện để Công ty anh/chị giảm rủi ro khi đầu tư các dự án ứng phó với biến đổi khí hậu Việt Nam như mong đợi.	
RR08	Chi phí đền bù giải tỏa được chia sẻ phù hợp.	

Thang đo tìm kiếm đối tác

DT01	Công ty dễ dàng tìm được đối tác tin cậy để hợp tác đầu tư các dự án ứng phó với biến đổi khí hậu tại Việt Nam.	
DT02	Công ty anh/chị ít khi gặp khó khăn trong quá trình hợp tác với đối tác khi đầu tư các dự án ứng phó với biến đổi khí hậu .	
DT03	Năng lực của đối tác Việt nam luôn đáp ứng được yêu cầu của công ty anh/chị.	
DT04	Các đối tác nước ngoài có tiềm lực mạnh thích đầu tư vào các dự án ứng phó với biến đổi khí hậu Việt Nam.	Gardiner et al. (2015) []

DT05	Môi trường đầu tư hiện tại của Việt Nam làm công ty anh/chị gặp khó khăn khi muốn tìm đối tác.	
DT06	Nhà nước Việt Nam tạo điều kiện thuận lợi để Công ty anh/chị dễ dàng tìm được đối tác kinh doanh.	
DT07	Công ty anh/chị được chia sẻ kinh nghiệm từ đối tác trong nước khi hợp tác đầu tư các dự án ứng phó với biến đổi khí hậu .	
Thang đo sẵn sàng đầu tư		
SSDT01	Công ty Anh/ Chị chắc chắn sẽ có các dự án đầu tư trong việc ứng phó biến đổi khí hậu tại Việt Nam trong tương lai gần	
SSDT02	Những trở ngại, khó khăn trong quá trình đầu tư sẽ không ảnh hưởng tới việc tham gia đầu tư trong việc ứng phó biến đổi khí hậu tại Việt Nam của Công ty Anh/Chị	Biaginia & Millerb (2013) [3] Gardiner et al. (2015)
SSDT03	Công ty Anh/Chị sẵn sàng giới thiệu với các đối tác về cơ hội đầu tư trong việc ứng phó biến đổi khí hậu tại Việt Nam	
SSDT04	Công ty Anh/Chị chấp nhận đầu tư vào Việt Nam ngay cả khi có những cơ hội đầu tư tương tự tại các quốc gia khác	

2.3. Đánh giá và điều chỉnh thang đo - Pilot testing (n = 36)

Bảng câu hỏi thử nghiệm gồm có 40 câu hỏi được sử dụng với 36 đối tượng nghiên cứu. 40 câu hỏi của bảng câu hỏi thử nghiệm được sắp xếp theo thứ tự ngẫu nhiên, đồng thời có sử dụng các câu hỏi ngược mục đích để kiểm tra độ tin cậy của người trả lời, và hội tụ về 05 nhóm theo các chủ đề: lợi nhuận, khung pháp lý, kinh tế vĩ

mô, chia sẻ rủi ro và tìm kiếm đối tác. Phương pháp thống kê độ tin cậy (Reliability Statistics) và phương pháp thống kê tương quan giữa từng câu hỏi với toàn bộ các câu hỏi còn lại trong nhóm (Item-total Statistics) được sử dụng để kiểm định độ tin cậy của bảng câu hỏi trước khi sử dụng chính thức trong nghiên cứu. Kết quả kiểm định thang đo thử nghiệm được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Bảng tổng hợp kết quả kiểm định thang đo thử nghiệm

Thang đo	Cronbach-alpha lần 1	Biến cần loại bỏ	Cronbach-alpha lần 2	Biến cần loại bỏ	Cronbach-alpha lần 3	Biến cần loại bỏ
(1) Thang đo lợi nhuận	0.777	LN04, LN09, LN10	0.873	LN02	0.929	Không
(2) Thang đo kinh tế vĩ mô	0.832	KTVM06	0.893	Không		
(3) Thang đo khung pháp lý	0.637	KPL05, KPL06	0.915	Không		
(4) Thang đo chia sẻ rủi ro	0.841	RR03, RR05	0.929	Không		
(5) Thang đo tìm kiếm đối tác	0.792	DT04	0.913	Không		
(6) Thang đo sẵn sàng đầu tư	0.912	Không				

Như vậy, tất cả chỉ tiêu đều đạt yêu cầu với chỉ số Cronback Alpha của các thang đo đều > 0,7 và Corrected Item-Total Correlation tất cả đều > 0,3. Có 09 câu hỏi trong bảng câu hỏi thử nghiệm là LN4, LN9, LN10, KTVM06, KPL05, KPL06, RR03, RR05, DT04 bị loại ra khỏi bảng câu hỏi nghiên cứu chính thức của nghiên cứu. Kết quả phân tích nhân tố khám phá đối với các

biến quan sát được giữ lại cho thấy, có 06 nhân tố được đưa ra từ các biến quan sát, trong đó, các nhân tố được phân tích có sự phù hợp với các nhân tố đưa ra từ lý thuyết. Các kiểm định phân tích nhân tố được chấp nhận với độ tin cậy cao, do đó, có thể khẳng định, 06 nhân tố được đưa ra trong mô hình nghiên cứu là phù hợp.

Bảng câu hỏi nghiên cứu chính thức của

nghiên cứu còn 32 câu hỏi được phân bố như sau: (1) Nhóm Lợi nhuận có 06 câu, gồm các câu: LN01, LN03, LN05, LN06, LN07, LN08; (2) Nhóm Kinh tế vĩ mô có 05 câu, gồm các câu: KTVM01, KTVM02, KTVM03, KTVM04, KTVM05; (3) Nhóm Khung pháp lý có 05 câu, gồm các câu: KPL01, KPL02, KPL03, KPL04, KPL07; (4) Nhóm Chia sẻ rủi ro có 06 câu, gồm các câu: RR01, RR02, RR04, RR06, RR07, RR08 (5) Nhóm Tìm kiếm đối tác có 06 câu, gồm các câu: DT01, DT02, DT03, DT05, DT06, DT07; (6) Nhóm Sẵn sàng đầu tư có 04 câu, gồm các câu: SSĐT01, SSĐT02, SSĐT03, SSĐT04.

2.4. Nghiên cứu chính thức

Phương pháp chọn mẫu cho nghiên cứu chính thức giống như nghiên cứu thử nghiệm. Thống kê qui trình khảo sát như sau:

Bảng 4. Quy trình nghiên cứu chính thức

Nội dung	Thực hiện
Ngày bắt đầu khảo sát	08/6/2015
Ngày kết thúc khảo sát	15/11/2015
Số bản câu hỏi phát đi	480
Số bảng câu hỏi thu về	480
Số bảng câu hỏi bị loại	48
Số bảng câu hỏi hợp lệ	432
Tỷ lệ trả lời	89.8%

Các doanh nghiệp (DN) có hoạt động sản xuất, kinh doanh và cung ứng dịch vụ tại những vùng có thiên tai đều bị thiệt hại ở mức độ nhất định do thiên tai. Nhìn chung, tất cả các DN phỏng vấn tại 8 tỉnh, ở mức độ tổn thất từ đáng kể, nặng nề đến rất nặng nề. Có 52% số công ty được phỏng vấn bị tổn thất về nhà xưởng; 47% công ty bị tổn thất hàng hóa và sản phẩm và 41% công ty có máy móc thiết bị bị hỏng. Điều này cho thấy, các DN bị ảnh hưởng mạnh do thiên tai, trong đó nhà xưởng, máy móc thiết bị và sản phẩm hàng hóa là nhóm dễ bị tổn thương nhất khi bị thiên tai tấn công DN. Đây cũng là những khâu mà DN cần quan tâm nâng cao tính chống chịu với thiên tai. Tuy nhiên, có sự khác biệt giữa

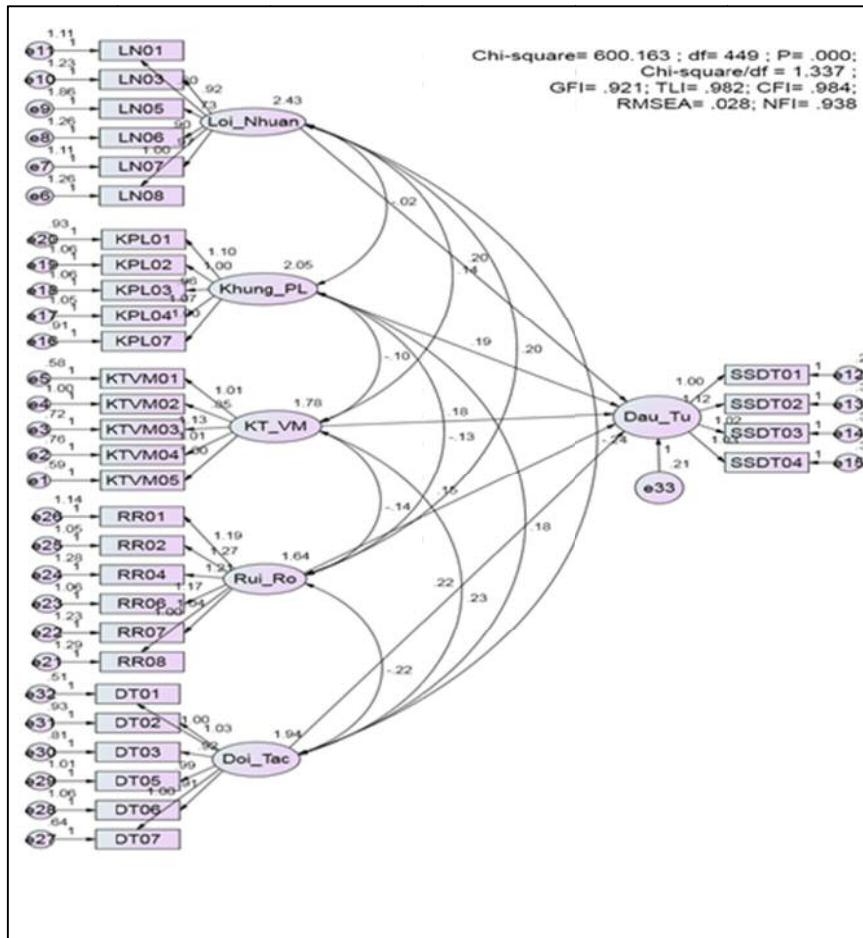
các tỉnh về mức độ tổn thất của DN. Các DN ở Đà Nẵng và Hà Tĩnh có thiệt hại ở mức cao, trong khi DN ở Đà Nẵng ở mức thấp. Ở Đà Nẵng, thiệt hại về nhà xưởng có đến 57% số DN bị thiệt hại rất nặng nề, 21% bị thiệt hại đáng kể. Ở Hà Tĩnh 56% DN thiệt hại nặng nề và rất nặng nề, 13% ở mức đáng kể. Trong khi 100% DN ở Đà Nẵng thiệt hại không đáng kể.

3. Kết quả và thảo luận

3.1 Kết quả phân tích mô hình

Các chỉ tiêu đo lường độ phù hợp của mô hình cho thấy, giá trị Chi-square/df = 1,337 < 3, TLI = 0,982, CFI = 0,984, GFI = 0,921, hệ số RMSEA = 0,028 < 0,08, vì thế mô hình có sự phù hợp với thị trường (Hình 3).

Như vậy có thể thấy rằng, các biến trong mô hình đều thể hiện sự ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đối với sự sẵn sàng đầu tư của nhà đầu tư, với chiều tác động là cùng chiều, cho thấy, nếu các đánh giá về những yếu tố trong mô hình được tăng lên, thì sự sẵn sàng đầu tư của nhà đầu tư cũng được nâng lên, cụ thể: (1) Nếu yếu tố lợi nhuận được đánh giá tốt hơn 1 đơn vị, thì sự sẵn sàng đầu tư có thể được nâng lên 0,42 đơn vị, đây là mức tăng cao nhất; (2) Nếu yếu tố về tìm kiếm đối tác được đánh giá tốt hơn 1 đơn vị, thì sự sẵn sàng đầu tư sẽ được nâng lên 0,40 đơn vị; (3) Nếu yếu tố về khung pháp lý được đánh giá tốt hơn 1 đơn vị, thì sự sẵn sàng đầu tư sẽ được nâng lên 0,359 đơn vị; (4) Nếu yếu tố về nền kinh tế vĩ mô được đánh giá tốt hơn 1 đơn vị, thì sự sẵn sàng đầu tư sẽ được nâng lên 0,324 đơn vị; (5) Nếu yếu tố về rủi ro được đánh giá tốt hơn 1 đơn vị, thì sự sẵn sàng đầu tư sẽ được nâng lên 0,253 đơn vị. Kết quả phân tích cũng chỉ ra, sự biến thiên của các biến trong mô hình có thể giải thích được 63% sự biến thiên của việc lựa chọn sẵn sàng đầu tư của nhà đầu tư, cho thấy mô hình là phù hợp để sử dụng khi nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến sự sẵn sàng đầu tư của nhà đầu tư.



Hình 3. Kết quả phân tích mô hình nghiên cứu

Bảng 5. Tổng hợp hệ số tác động của các nhân tố trong mô hình - chưa chuẩn hóa

		Estimate	S.E.	C.R.	P
Dau_Tu <---	Loi_Nhuan	.203	.021	9.718	***
Dau_Tu <---	Khung_PL	.189	.022	8.699	***
Dau_Tu <---	KT_VM	.183	.023	8.011	***
Dau_Tu <---	Rui_Ro	.149	.024	6.224	***
Dau_Tu <---	Doi_Tac	.217	.023	9.584	***

Bảng 6. Tổng hợp hệ số tác động của các nhân tố trong mô hình - đã chuẩn hóa

		Estimate
Dau_Tu <---	Loi_Nhuan	.420
Dau_Tu <---	Khung_PL	.359
Dau_Tu <---	KT_VM	.324
Dau_Tu <---	Rui_Ro	.253
Dau_Tu <---	Doi_Tac	.400

3.2 Kiểm định mô hình với cỡ mẫu 700

Với cỡ mẫu khảo sát là 432 người, việc kiểm định bootstrap sẽ được thực hiện với cỡ mẫu là 700, với các mẫu bổ sung được lấy ngẫu nhiên từ

tập mẫu ban đầu của 432 người khảo sát

Kết quả cho thấy, các hệ số trong mô hình không có sự khác biệt lớn so với mô hình được xác định với cỡ mẫu 432 (Bảng 7, Bảng 8). Điều

này cho thấy mô hình vẫn đúng với cỡ mẫu bằng 700 và các ước lượng trong mô hình là có thể tin cậy được.

Kết quả phân tích hồi qui đa biến cho thấy có năm yếu tố có ảnh hưởng đến sự sẵn lòng tham gia đầu tư các dự án đường bộ theo hình thức PPP của khu vực tư nhân, đó là: (1) lợi nhuận đầu tư, (2) khung pháp lý đầy đủ và minh bạch,

(3) chia sẻ rủi ro phù hợp giữa nhà nước và tư nhân, (4) kinh tế vĩ mô ổn định và (5) tìm được đối tác tin cậy. Trong các yếu tố này, lợi nhuận đầu tư đóng vai trò quan trọng nhất. Tiếp theo là yếu tố khung pháp lý, kế đến là tìm kiếm đối tác và ổn định vĩ mô. Vấn đề chia sẻ rủi ro có tác động kém nhất. Kết quả này cũng không thay đổi theo loại hình doanh nghiệp và hình thức đầu tư.

Bảng 7. Sự ảnh hưởng của các biến trong mô hình bootstrap

			Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
Dau_Tu	<---	Loi_Nhuan	.203	.021	9.718	***	
Dau_Tu	<---	Khung_PL	.189	.022	8.699	***	
Dau_Tu	<---	KT_VM	.183	.023	8.011	***	
Dau_Tu	<---	Rui_Ro	.149	.024	6.224	***	
Dau_Tu	<---	Doi_Tac	.217	.023	9.584	***	

Bảng 8. Sự khác biệt giữa mô hình với dữ liệu ban đầu và mô hình bootstrap

			Thông số	SE	SE-SE	Mean	Bias	SE-Bias
Dau_Tu	<---	Loi_Nhuan	.019	.001	.204	.001	.001	
Dau_Tu	<---	Khung_PL	.020	.001	.190	.001	.001	
Dau_Tu	<---	KT_VM	.023	.001	.184	.001	.001	
Dau_Tu	<---	Rui_Ro	.026	.001	.149	.001	.001	
Dau_Tu	<---	Doi_Tac	.019	.001	.217	.001	.001	

4. Kết luận

Nghiên cứu đã xây dựng được thang đo mới đánh giá tác động của các nhân tố ảnh hưởng tới mức độ sẵn sàng đầu tư của khối tư nhân vào các dự án PPP, đó là: lợi nhuận, khung pháp lý, chia sẻ rủi ro, kinh tế vĩ mô và lựa chọn đối tác

tin cậy.

Thang đo này chính là cơ sở mới để đề xuất những giải pháp đồng bộ nhằm thúc đẩy các dự án theo hình thức PPP trong ứng phó với biến đổi khí hậu ở Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

1. Auriol, E., Renault, R., (2008), Status and incentives. *RAND Journal of Economics*, RAND Corporation, 39(1), 305-326.
2. Agrawal, A., Nepstad, D., Chhatre, A., (2011), Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 36, 373-96.
3. Biagini, B., Miller, A., (2013), Engaging the private sector in adaptation to climate change in developing countries: importance, status, and challenges. *Climate and Development*, 5:3, 242-252, DOI: 10.1080/17565529.2013.821053
4. Chan, A.P.C., Lam, P.T.I., Chan, D.W.M., ASCE, M., Cheung, E., Ke, Y., (2010), Critical Success Factors for PPPs in Infrastructure Developments: Chinese Perspective. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136 (5), 484-494.
5. Chase, B., (2009), Public-Private Partnerships in the United States: Evolving Market and New Opportunities. Stanford University.
6. Charles, N., (2006), Public private partnerships as modes of procuring public infrastructure and service delivery in developing countries: lessons from Uganda. *International public procurement*

conference proceedings, 21-23 September 2006, 693-710.

7. Gephart, M., Tesnière, L., Klessmann, C., (2015), Driving regional cooperation forward in the 2030 renewable energy framework. Heinrich-Böll-Stiftung, European Union, Brussels- Belgium, pp. 46.

8. Harris, C., (2003), Private Participation in Infrastructure in Developing Countries Trends, Impacts, and Policy Lessons. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, United States of America, pp. 56.

9. Hồ Công Hòa (2011), *Mô hình hợp tác công tư - Giải pháp tăng nguồn vốn, công nghệ và kỹ năng quản lý của tư nhân cho các dự án môi trường ở Việt Nam*. Tạp chí Quản lý Kinh tế, Số 40(5/2011).

10. Ke, Y., Wang, S.Q., Chan, A.P.C., Cheung, E., (2009), Research Trend of Public-Private Partnership in Construction Journals. *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(10). Doi: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2009)135:10(1076)

11. Khanom, N.A., (2010), Conceptual Issues in Defining Public Private Partnerships (PPPs). *International Review of Business Research Papers*, 6 (2), 150-163.

12. Jennifer, B., Laura, B., (2004), Private Sector Participation in the Water and Wastewater Services Industry. Working Paper ID Series 15876, United States International Trade Commission, Office of Industries.

13. Lee Godden et al., (2013), Law, Governance and Risk: Deconstructing the Public-Private Divide in Climate Change Adaption. *University of New South Wales Law Journal*, 36 (1), 224-234.

14. Moulton, L., Anheier, H.K., (2001), Public-private partnerships in the United States: Historical patterns and current trends. Civil Society Working Paper, Centre for Civil Society, London School of Economics, pp. 17.

15. Marian, M., Magdalena, K., (2011), Implementing public-private partnerships in municipalities. *IESE Research Papers D/908*, IESE Business School.

16. Nguyễn Ngọc Hiến (2002), *Vai trò của nhà nước trong cung ứng dịch vụ công - nhận thức, thực trạng và giải pháp*, Nxb Văn hóa thông tin, Hà Nội.

17. Nguyễn Hồng Thắng (2009), *Nâng cao chất lượng đầu tư công*. Tạp chí phát triển kinh tế, 221, 3, 1-8.

18. Sonia, A., Douglas, S., (2010), Public-Private Partnerships and Investment in Infrastructure. *OECD Economics Department Working Paper*, No. 803. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1685344>

19. Tang, L., Shen, G.Q., Cheng, E.W.L., (2010), A review of studies on Public-Private Partnership projects in the construction industry. *International Journal of Project Management*, 28 (7), 683-694. Doi: 10.1016/j.ijproman.2009.11.009

20. Trần Anh Tài (2002), *Báo cáo tổng kết đề tài “Mối quan hệ giữa khu vực kinh tế nhà nước và khu vực kinh tế tư nhân ở Việt Nam, thực trạng và giải pháp”*. Đề tài đặc biệt cấp ĐHQG, 2000-2002.

21. Trần Thọ Đạt, Đinh Đức Trường (2019), *Tài chính ứng phó với biến đổi khí hậu ở Việt Nam và hàm ý về chính sách*. Tạp chí Tài chính.

22. Vũ Thanh Sơn (2005), *Một số cách tiếp cận mới về vai trò của nhà nước trong cung cấp hàng hóa dịch vụ công*, *Nghiên cứu kinh tế*, số 7/2005.

23. Vũ Thanh Sơn (2009), *Cạnh tranh đối với khu vực công trong cung ứng hàng hóa và dịch vụ*, Nxb Chính trị - Hành chính.

24. Yong, H.K., (2010), Public-Private Partnerships Policy and Practice. Commonwealth Secretariat, Marlborough House, United Kingdom, pp. 224.

APPLICATION OF SCALE MODELS IN SURVEYING AND ASSESSING THE DEMAND OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP (PPP) IN CLIMATE CHANGE RESPONSES IN VIETNAM

Ha Thi Thuan¹, Hoang Van Hoan², Tran Hong Thai³

¹Vietnam Hydrometeorological and Environment Equipment Joint Stock Company

²Academy of Politics Region I

³Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration

Abstract: *Public-private partnership (PPP) is considered an indispensable solution to reduce the budget burden and enhance the effectiveness of climate change responses in Vietnam. The study has developed a new scale of 5 factors measuring the willingness of private sector to participate in PPP projects in climate change responses in Vietnam including: (1) investment returns, (2) legal framework, (3) risk sharing, (4) macroeconomics and (5) partner selection. The results of the assessing scale reliability show that all criterias are satisfied, Cronbach's alpha coefficients of the scales are > 0.7 and Corrected Item-Total Correlation are > 0.3 . The results of exploratory factor analysis for observed variables show that the analyzed factors are consistent with the factors given from the theory. The results of factor analysis are acceptable with high reliability, the new scale given the study is appropriate in participation willingness assessment of private sector in PPP projects in response to climate change in Viet Nam..*

Keywords: *Public Private Partnership (PPP), Scale, Enterprise, Climate Change.*

MỘT SỐ KẾT QUẢ BƯỚC ĐẦU NGHIÊN CỨU VỀ RỪNG NGẬP MẶN NAM TRUNG BỘ

Đỗ Quý Mạnh¹, Nguyễn Quốc Huy¹, Lê Văn Tuất¹

Tóm tắt: Rừng ngập mặn (RNM) khu vực Nam Trung Bộ là hệ sinh thái đặc trưng, đa chức năng cho vùng duyên hải, RNM khu vực này có vai trò đặc biệt quan trọng trong việc bảo vệ đất cửa sông, vùng đầm, vịnh, chống xói mòn, sạt lở, đặc biệt bảo vệ cuộc sống và sinh kế của cộng đồng dân cư. Khu vực nghiên cứu có độ mặn nước biển cao, thường xuyên bị ảnh hưởng bởi bão gió mạnh hàng năm là những yếu tố khó khăn cho việc phục hồi RNM. Nghiên cứu đã áp dụng phương pháp tổng hợp, điều tra thực địa được diện tích rừng và đất ngập mặn là 824,59 ha, trong đó diện tích diện tích có RNM là 359,06 ha. Nghiên cứu đã xác định được 21 loài thực vật, thuộc 12 chi và 10 họ thực vật. Đã ghi nhận thêm vùng phân bố mới của loài Cóc đỏ (*Lumnitzera littorea* (Jack) Voigt) là loài quý hiếm ở mức VU - mức sẽ nguy cấp trong Sách Đỏ Việt Nam (2007) tại Ninh Thuận. Bước đầu phát hiện một loài Giáp xác chân đều *Sphaeroma terebrans* Bate (1866), thuộc họ *Sphaeromatidae*, bộ Chân đều (*Isopoda*) hại cây ngập mặn *Bản trắng* (*Sonneratia alba* Smith) trên 3 tuổi gây hại RNM ở tỉnh Bình Định. Bước đầu đề xuất giải pháp trồng RNM phù hợp với đặc điểm lập địa bằng giải pháp kỹ thuật lâm sinh.

Từ khóa: Hiện trạng rừng, RNM, Nam Trung Bộ.

Ban Biên tập nhận bài: 12/7/2019 Ngày phản biện xong: 20/8/2019 Ngày đăng bài: 25/09/2019

1. Mở đầu

Việt Nam có chiều dài bờ biển trên 3.260km, diện tích RNM trên 145.000 ha (năm 2018) trải dài 28 tỉnh, thành phố ven biển. RNM khu vực Nam Trung Bộ là một hệ sinh thái đặc biệt cho dải đất miền Trung Việt Nam. Đây là một trong những vùng kinh tế trọng điểm của cả nước, có tiềm năng phát triển các ngành nghề du lịch, khai thác và nuôi trồng thủy sản, dịch vụ hàng hải và ngành công nghiệp chế xuất. Tuy nhiên, các hiện tượng thiên tai bão lũ thường gây thiệt hại nặng nề cho khu vực. Đặc biệt, do điều kiện địa hình dốc, lũ lụt diễn ra nhanh chóng và thất thường. Trong bối cảnh BĐKH, tần suất của các hiện tượng thời tiết cực đoan như thay đổi lượng mưa, nhiệt độ... diễn ra ngày càng phức tạp thì khu vực này sẽ còn chịu nhiều ảnh hưởng nặng nề, nhất là vùng duyên hải ven biển. Đặc biệt sự tác động ảnh hưởng đến cây ngập mặn tồn tại và phát triển.

Các nghiên cứu hiện nay về RNM tại khu vực

¹*Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình*
Email: doquymanh@gmail.com

Nam Trung Bộ còn tản mạn, rất ít tài liệu nghiên cứu về phân bố các loài thực vật, đa dạng sinh học. Chưa có nghiên cứu đầy đủ về điều kiện tự nhiên, hiện trạng RNM và tầm quan trọng của RNM đối với khu vực Nam Trung Bộ. Theo số liệu diện tích rừng và đất ngập mặn năm 2016 và kết quả điều tra, theo dõi diễn biến rừng và công bố hiện trạng rừng toàn quốc của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, năm 2017 dao động trên 200 ha (năm 2016 trên 260 ha [1], năm 2017 là 214 ha [2]). Tuy nhiên, theo kết quả điều tra, khảo sát thực địa của Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình thì diện tích RNM tại khu vực trên 360 ha. Phân bố RNM tập trung ở vùng đầm, vùng cửa sông nên bị thay đổi mạnh theo thời gian và không gian, phương thức sử dụng, sự biến động lớn về diện tích và chất lượng. Vì vậy, việc đánh giá hiện trạng RNM khu vực Nam Trung Bộ là cần thiết để đề xuất các hướng tác động tích cực vào RNM, đặc biệt đề xuất giải pháp chọn loài cây trồng RNM, xây dựng bản đồ lập địa ngập mặn, giải pháp trồng RNM trên điều

kiện lập địa khó khăn và rất khó khăn trong giai đoạn hiện nay.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Rừng ngập mặn và đất ngập mặn ở các tỉnh ven biển khu vực Nam Trung Bộ phân bố rải rác tại các vùng cửa sông và chủ yếu tập trung ở khu vực các đầm, vịnh...bao gồm các tỉnh Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa, Ninh Thuận và Bình Thuận (Hình 1) với diện tích rừng và đất ngập mặn trên 824,59 ha. Thành phần loài thực vật đơn giản, chủ yếu là một số loài Mắm trắng (*Avicennia alba*), Mắm biển (*Avicennia marina*), Đước đôi (*Rhizophora apiculata*), Bần chua (*Sonneratia caseolaris*) và Bần trắng (*Sonneratia alba*),... Với đặc trưng địa hình dốc lớn, bị chia cắt nhiều, hàm lượng phù sa ít, độ mặn cao,... đã làm cho RNM khu vực Nam Trung Bộ kém phát triển hơn các khu vực khác. Hiện nay, biến đổi khí hậu (BĐKH) đã và đang ảnh hưởng rất lớn đến quá trình phát sinh, sinh trưởng và phát triển của rừng ngập mặn. Hiện tượng nước biển dâng kèm theo đó là thời gian ngập bãi sẽ tăng lên làm cho cây ngập mặn ngày một khó thích nghi hơn với điều kiện bãi bồi, đồng thời theo đó thời gian ngập nhiều hơn những cây ngập mặn giáp biển cũng sinh trưởng chậm hơn. Cùng theo nước biển dâng là các hiện tượng gió bão, triều cường cũng tăng lên, mạnh mẽ hơn, công phá bờ biển nhiều hơn góp phần vào làm mất bãi sinh trưởng của cây ngập mặn...

Một số đặc điểm về điều kiện tự nhiên liên quan đến rừng ngập mặn

Khu vực ven biển Nam Trung Bộ có tổng chiều dài trên 1.200km, là nơi thường xuyên phải gánh chịu nhiều thiên tai, gió bão, lũ lụt, sóng lớn, triều cường; đặc biệt là hiện tượng nước biển dâng do tác động của BĐKH. Khu vực có đặc trưng khí hậu gió mùa mang tính chất cận xích đạo; chế độ thủy triều thuộc dạng chế độ nhật triều không đều. Độ cao thủy triều trong kỳ nước cường trung bình 1,2 - 2,0m và tăng dần về phía nam.

Khu vực nghiên cứu có địa hình ven biển dốc, độ mặn nước biển cao, ít thích hợp cho các loài cây ngập mặn, đồng thời khu vực thường xuyên

chịu tác động mạnh của gió, sóng biển, triều cường, bão lớn,... là những yếu tố hạn chế, gây trở ngại cho công tác khôi phục và phát triển RNM. Mặt khác, các địa điểm nghiên cứu phục hồi RNM nằm trong khu vực đi lại khó khăn, chi phí vận chuyển lớn, lực lượng lao động ít,... nên công tác trồng, quản lý bảo vệ rừng cũng như triển khai các hoạt động sản xuất lâm nghiệp trên địa bàn gặp nhiều khó khăn.

Theo Kịch bản biến đổi khí hậu của Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016) [3] cho khu vực ven biển Nam Trung Bộ trong thế kỷ 21 có thể được tóm tắt như sau:

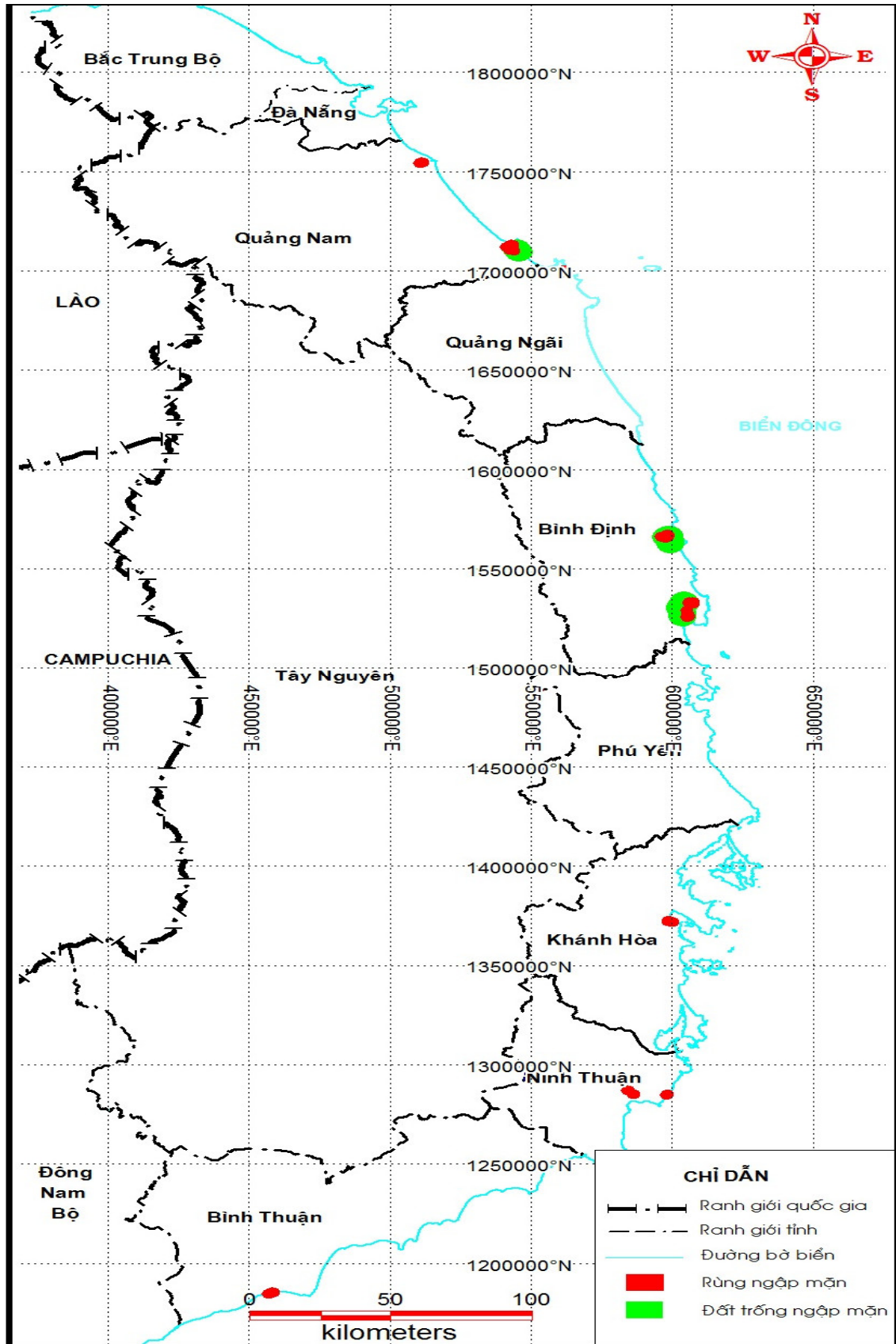
Về nhiệt độ: Khu vực Nam Trung Bộ, cuối thế kỷ 21, nhiệt độ tăng 1,6°C, 2-3°C, 2,5-3,7°C tương ứng theo kịch bản phát thải thấp, trung bình và cao.

Về lượng mưa: Theo các kịch bản phát thải thấp, trung bình và cao thì đến cuối thế kỷ 21, lượng mưa năm tăng phổ biến khoảng trên 6%, 2-7%, 2-10% ở khu vực Nam Trung Bộ.

Về mực nước biển dâng: Theo kịch bản phát thải thấp, trung bình, cao thì mực nước biển dâng tương ứng lần là trong khoảng 49-64cm, 57-73cm và 78-95cm.

Nếu mực nước biển dâng 1m, sẽ có khoảng 39% diện tích đồng bằng sông Cửu Long, trên 10% diện tích đồng bằng sông Hồng và Quảng Ninh, trên 2,5% diện tích thuộc các tỉnh ven biển miền Trung và trên 20% diện tích thành phố Hồ Chí Minh có nguy cơ bị ngập; gần 35% dân số thuộc các tỉnh vùng đồng bằng sông Cửu Long, trên 9% dân số vùng đồng bằng sông Hồng và Quảng Ninh, gần 9% dân số các tỉnh ven biển miền Trung và khoảng 7% dân số thành phố Hồ Chí Minh bị ảnh hưởng trực tiếp, trên 4% hệ thống đường sắt, trên 9% hệ thống quốc lộ và khoảng 12% hệ thống tỉnh lộ của Việt Nam sẽ bị ảnh hưởng.

Chính vì vậy, khu vực duyên hải Nam Trung Bộ cũng sẽ bị chịu ảnh hưởng nặng nề của nước biển dâng. Do đó, việc lựa chọn loài cây phù hợp với sự thay đổi của điều kiện tự nhiên như: nhiệt độ, lượng mưa, sự thay đổi mực nước biển,... là vấn đề cần được nghiên cứu và có giải pháp phù hợp đối với khu vực Nam Trung Bộ.



Hình 1. Phân bố rừng và đất ngập mặn tại khu vực Nam Trung Bộ

- Phương pháp kế thừa: Kế thừa số liệu, tài liệu, các kết quả nghiên cứu liên quan về biến đổi khí hậu, nước biển dâng và hiện trạng RNM;

- Phương pháp điều tra khảo sát RNM: Lập tuyến và điều tra các chỉ tiêu lâm lập theo phương pháp ô tiêu chuẩn (OTC) điển hình và tạm thời được sử dụng trong lâm nghiệp. Lập 35 tuyến điển hình cho các dạng điều tra; Lập 63 OTC cho các trạng thái rừng tự nhiên, rừng trồng. Diện tích mỗi OTC là 300m² cho rừng trồng và 500m² cho rừng tự nhiên.

Thu thập số liệu trên các OTC:

Trên OTC thu thập các chỉ tiêu: Tên loài, đo đếm các chỉ tiêu sinh trưởng về đường kính gốc (Do, cm) bằng thước dây đo vanh, có độ chính xác đến 0,1cm; chiều cao vút ngọn (Hvn, m) bằng thước sào có khắc vạch, có độ chính xác đến cm và đường kính tán (Dt, m) bằng thước dây, có độ chính xác đến cm, đo 2 hướng vuông góc, chế độ ngập triều (kế thừa số liệu quan trắc tại địa phương, kết hợp kiểm chứng, đo tính ngoài thực địa).

Chất lượng cây, được đánh giá thông qua các chỉ tiêu hình thái theo 3 cấp (Tốt, trung bình và xấu). Trong đó: Cây tốt (A) là những cây sinh trưởng khỏe mạnh, cân đối; tán đều, không bị sâu bệnh, cây trung bình (B) là những cây có thân không được cân đối như loại A, sinh trưởng trung bình, cây xấu (C) là những cây sâu bệnh, tán lệch, ít có triển vọng, sinh trưởng kém.

- Phương pháp phân chia lập địa: Theo tài liệu “Ứng dụng lập địa trong Lâm nghiệp”, của tác giả Ngô Đình Quế và Nguyễn Xuân Quát, 2012 [4]. Phương pháp sử dụng các yếu tố cấu thành lập địa như loại đất ngập mặn, độ mặn nước biển, thời gian phơi bãi, độ thành thực của đất, tỷ lệ phần trăm hạt cát, cao trình đất ngập mặn, hiện trạng rừng và đất ngập mặn trên cơ sở các chỉ tiêu, giá trị, thang điểm để phân loại ra các mức độ khác nhau cho từng yếu tố. Tổ hợp 7 yếu tố

trên sẽ xác định được nhóm dạng lập địa đất ngập mặn khu vực ven biển Nam Trung Bộ.

- Địa điểm và phạm vi nghiên cứu: Trên cơ sở hiện trạng diện tích RNM, đất RNM của khu vực các tỉnh ven biển Nam Trung Bộ. Tuy nhiên, qua khảo sát sơ bộ thành phố Đà Nẵng không có RNM và đất ngập mặn nên số liệu được thống kê tại 7 tỉnh (Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa, Ninh Thuận và Bình Thuận).

- Phương pháp xử lý số liệu: Sử dụng các phương pháp thống kê toán học trong sinh học với sự hỗ trợ của các phần mềm như SPSS, R, EXCEL, Mapinfor, Microsition để xử lý số liệu.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Diện tích rừng và đất ngập mặn khu vực Nam Trung Bộ

Nghiên cứu đã kế thừa các kết quả về kiểm kê rừng năm 2016, theo dõi diễn biến rừng năm 2017 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. Tuy nhiên, trong quá trình điều tra khảo sát thực địa năm 2017 và 2018 đã thống kê được phân bố, diện tích rừng và đất ngập mặn như sau.

Kết quả nghiên cứu cho thấy: Diện tích đất quy hoạch cho trồng RNM khu vực Nam Trung Bộ là 824,59 ha. Trong đó, diện tích đất trồng ngập mặn là 465,53 ha, diện tích RNM là 359,06 ha. So sánh với 2 nguồn số khác bảng 2 trên thì có sự chênh lệch nhau đáng kể. Điều này có thể lý giải do diện tích RNM 2 tỉnh Ninh Thuận và Quảng Ngãi chưa được cập nhật theo dõi diễn biến RNM toàn quốc hàng năm.

Cơ cấu đất ngập mặn của khu vực rất đơn giản, diện tích đất trồng còn ít, lại tập trung ở các khu vực ngập triều sâu, sóng lớn, dải đất hẹp,...thuộc dạng lập địa rất khó khăn và khó khăn. Tập trung diện tích đất trồng chủ yếu ở các tỉnh như Bình Định trên 448 ha, Quảng Nam trên 12 ha và Ninh Thuận 5 ha

Bảng 1. Diện tích rừng và đất ngập mặn các tỉnh ven biển Nam Trung Bộ năm 2018 (ĐVT: ha)

STT	Tỉnh	Diện tích rừng và đất ngập mặn theo nguồn kiểm kê rừng 2016 [1]			Diện tích rừng theo nguồn của Cục Kiểm lâm 2017 [2]	Kết quả điều tra khảo sát thực địa của đề tài		
		Tổng DT đất quy hoạch	Đất trồng ngập mặn	Diện tích RNM		Tổng diện tích đất quy hoạch trồng RNM	Đất trồng ngập mặn	Diện tích RNM
1	Tp Đà Nẵng	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0
2	Quảng Nam	88,82	0,00	88,82	46,32	60,22	12,45	47,77
3	Quảng Ngãi	49,88	6,20	43,68	2,78	95,42	0	95,42
4	Bình Định	547,46	450,00	97,46	92,24	511,01	448,08	62,93
5	Phú Yên	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0
6	Khánh Hòa	11,96	0,00	11,96	60,04	56,47	0	56,47
7	Ninh Thuận	0,00	0,00	0,00	0,00	67,81	5	62,81
8	Bình Thuận	27,05	8,49	18,56	12,63	33,66	0	33,66
	Tổng cộng	725,17	464,69	260,48	214,01	824,59	465,53	359,06

3.2. Thành phần loài cây ngập mặn khu vực Nam Trung Bộ

Trong quá trình điều tra về thành phần loài cây ngập mặn trong khu vực ven biển Nam Trung Bộ, bước đầu đã xác định được 21 loài thuộc 12 chi và 10 họ thực vật (Bảng 2).

Kết quả số lượng loài thực vật ngập mặn tại khu vực có sai khác với các kết quả của các tác giả khác như Nguyễn Xuân Hòa, 2010 chiếm 21/40 loài cây ngập mặn [5]. So sánh với kết quả của Hoàng Văn Thoi, Trần Đức Thành, Kiều Mạnh Hà, 2012 chiếm 21/29 loài cây ngập mặn [6]. Số lượng các loài cây ngập mặn thay đổi theo vùng khảo sát, có sự biến động lớn. Các tỉnh Bình Định, Bình Thuận, Khánh Hòa, Quảng Nam có số lượng trên 15 loài thực vật ngập mặn bắt gặp. Trong khi đó thành phố Đà Nẵng, tỉnh Phú Yên chỉ bắt gặp được 4 đến 5 loài thực vật ngập mặn. Điều này có thể nhận thấy đa dạng loài cây ngập mặn ở những vùng này rất nghèo nàn. So sánh với các điều tra trước của các tác giả Phan Nguyên Hồng, Hoàng Thị Sản năm 1984 [7] nhận thấy

vùng này có trên 37 loài cây ngập mặn thực thụ tham gia. Có thể do chuyển đổi mục đích sử dụng rừng sang nuôi trồng thủy sản, ảnh hưởng của các điều kiện tự nhiên bất lợi như nước biển dâng, triều cường, bão, gió lớn... đã làm suy giảm số lượng loài thực vật ngập mặn trong khu vực. Tuy nhiên, có những loài như Đước đôi, Mắm biển, Cóc trắng,... bắt gặp ở hầu hết các khu vực điều tra. Điều này cho thấy biên độ sinh thái của 3 loài này khá rộng, sinh trưởng trên nhiều dạng lập địa khác nhau. Kết quả cũng cho nhận định việc chọn loài Đước đôi (*Rhizophora apiculata* Blume) và Mắm biển (*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh) để phục hồi và phát triển RNM khu vực Nam Trung Bộ là phù hợp.

Ghi nhận thêm vùng phân bố mới của loài Cóc đỏ (*Lumnitzera littorea* (Jack) Voigt) là loài quý hiếm ở mức VU - mức sẽ nguy cấp trong Sách Đỏ Việt Nam (2007) tại Ninh Thuận so với trước đây (Thừa Thiên Huế, Khánh Hòa (Cam Ranh), Bà Rịa-Vũng Tàu (Côn Đảo), Kiên Giang (Phú Quốc), Bạc Liêu).

Bảng 2. Danh lục thực vật khu vực ven biển Nam Trung Bộ

STT		Tên khoa học	Tên Việt Nam	Khu vực khảo sát								
Họ	Loài			Bình Thuận	Ninh Thuận	Khánh Hòa	Phú Yên	Bình Định	Quảng Ngãi	Quảng Nam	Tp Đà Nẵng	
		MAGNOLIOPHYTA	Ngành Ngọc lan									
		MAGNOLIOSIDA	Lớp Ngọc lan									
1		AIZOACEAE	Họ Rau đắng đất									
	1	<i>Sesuvium portulacastrum</i> L.	Sam biển	+	+	+	+	+	+	+	+	
2		AVICENNIACEAE	Họ Mắm									
	2	<i>Avicennia alba</i> Blume	Mắm trắng	++	+++	+++	0	+	0	++	0	
	3	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Mắm biển	++	+++	+++	0	+++	+	+++	0	
	4	<i>Avicennia officinalis</i> L.	Mắm đen	0	++	++	0	+			0	
3		COMBRETACEAE	Họ Bàng									
	5	<i>Lumnitzera racemosa</i> Willd.	Cóc trắng	+++	+++	+++	0	+	+++	+	0	
	6	<i>Lumnitzera littorea</i> (Jack) Voigt	Cóc đỏ	0	+	0	0	0	0	0	0	
4		EUPHORBIACEAE	Họ Thầu dầu									
	7	<i>Excoecaria agallocha</i> L.	Giá	+	+	+	+	+	0	+	0	
5		MYRSINACEAE	Họ Đơn nem									
	8	<i>Aegiceras corniculatum</i> (L.) Blanco	Sú công	+	0	++	0	+++	0	0	0	
6		RHIZOPHORACEAE	Họ Đước									
	9	<i>Bruguiera cylindrica</i> (L.) Blume	Vẹt trụ	0	0	0	0	++	0	0	0	
	10	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> (L.) Lam.	Vẹt bông đỏ	+	+	+	0	++	+	+	0	
	11	<i>Ceriops decandra</i> (Griff.) Ding Hou	Dà quánh	0	0	0	0	++	0	0	0	
	12	<i>Ceriops tagal</i> (Perr) C. B. Robins.	Dà vôi	+++	0	+	0	+	0	0	0	
	13	<i>Rhizophora apiculata</i> Blume	Đước đôi	+++	+++	+++	0	+++	+++	+++	0	
	14	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam.	Đưng	++	+	+	+	+	0	0	0	
	15	<i>Rhizophora stylosa</i> Griff.	Đâng	+	+++	+++	+	++	0	0	0	
7		RUBIACEAE	Họ Cà phê									
	16	<i>Scyphiphora hydrophyllaceae</i> Gaertn.	Côi	+	+	+	0	0	0	0	0	
8		SONNERATIACEAE	Họ Bần									
	17	<i>Sonneretia caseolaris</i> (L.) Engl	Bần chua	0	0	+	0	+	+	+	0	
	18	<i>Sonneretia alba</i> Sm.	Bần trắng	+	+	+	0	++	0	0	0	
9		STERCULIACEAE	Họ Trôm									
	19	<i>Heritiera littoralis</i> Aiton	Cui biển	+	+	0	0	0	0	0	0	
		LILIOPSIDA	Lớp Hành									
10		ARECACEAE	Họ Cau									
	20	<i>Phoenix paludosa</i> Roxb.	Chà là	0	0	0	0	+	0	0	0	
	21	<i>Nypa fruticans</i> Wurm	Dừa nước	0	0	0	+	+	+	+++	0	



Hình 2. Rừng ngập mặn Đước đôi (*Rhizophora apiculata*) tại Bình Định



Hình 3. Khu vực rừng ngập mặn tỉnh Ninh Thuận, nơi có phân bố cây Cóc đỏ (*Lumnitzera littorea*) loài có tên trong Sách Đỏ Việt Nam 2007

3.3. Sinh trưởng của RNM ở một số khu vực nghiên cứu

Trong quá trình điều tra thu thập các chỉ tiêu lâm học về hình thái của các cây ngập mặn

tại 40 ô tiêu chuẩn tạm thời, điển hình cho một số trạng thái RNM trong khu vực, chúng tôi thống kê được kết quả sau.

Bảng 3. Một số chỉ tiêu lâm học RNM tại khu vực nghiên cứu

STT	Tỉnh	Loại rừng	Loài cây	Tuổi rừng (năm)	Mật độ (cây/ha)	Doo (cm)	Hvn (m)	Dt (cm)	
								ĐT	NB
1	Quảng Nam	RT	Mắm biển	12	4600	14,72	4,47	4,71	4,78
2	Quảng Ngãi	RT	Cóc trắng	8	3100	12,68	6,92	4,17	4,19
3	Bình Định	RT	Bần trắng	16	2300	15,34	3,15	3,24	3,15
4	Khánh Hòa	RT	Đước đôi	15	4200	17,43	9,12	6,00	5,94
5	Ninh Thuận	RT	Mắm biển	7	3900	9,00	3,49	3,01	2,98
6	Bình Thuận	RTN	Mắm biển, Cóc trắng, Đước đôi	19	3700	6,06	5,95	3,40	3,36

Ghi chú: RT: Rừng trồng, RTN: Rừng tự nhiên, Doo: Đường kính góc cây, Hvn: Chiều cao vút ngọn, Đ-T: đường kính tán Đông - Tây và Nam - Bắc.

Kết quả nghiên cứu chỉ ra trong mối tương quan giữa tuổi cây và các chỉ số về hình thái cây như sinh trưởng về chiều cao, đường kính gốc, đường kính tán của các loài Mắm biển (*Avicennia marina (Forsk.) Vierh*), Cóc trắng (*Lumnitzera racemosa Willd*) và Đước đôi (*Rhizophora apiculata Blume*) trong khu vực thuộc loại sinh trưởng trung bình và kém, điều này có thể được lý giải đặc điểm đất về lý hóa tính trong khu vực thuộc loại đất nghèo dinh dưỡng, lượng phù sa bồi tụ hàng năm không được giữ lại, đất có hàm lượng dinh dưỡng các chất như đạm, lân, kali thuộc loại nghèo. Do vậy cần có giải pháp để cải tạo đất, giữ lượng phù sa bồi tụ hàng năm, chống rửa trôi và xói mòn bề mặt thể nền. Với hiện trạng các chỉ tiêu lâm học trên chúng tôi xác định chất lượng rừng trồng và rừng tự nhiên tại khu vực nghiên cứu thuộc loại rừng nghèo cần được cải tạo bằng các giải pháp phục hồi rừng, trồng bổ sung một số loài cây bản địa tại địa phương.

Trong quá trình điều tra sinh trưởng của cây ngập mặn, một diện tích RNM ở tỉnh Quảng Ngãi và Bình Định đã và đang bị một số loài động vật gây hại, làm suy giảm và gây chết RNM hàng chục ha như khu vực đầm Thị Nại,

tỉnh Bình Định. Qua việc thu thập và bước đầu xác định được loài sinh vật gây hại rừng Bần trắng (*Sonneratia alba Smith*) trên 3 năm tuổi là một loài Giáp xác chân đều thuộc lớp mai mềm có tên khoa học là *Sphaeroma terebrans* Bate, 1866, thuộc họ Sphaeromatidaeae, bộ Chân đều Isopoda. Đây là một vấn đề mới cần được quan tâm nghiên cứu để lựa chọn ra giải pháp hữu hiệu trong phòng trừ sinh vật gây hại RNM trong khu vực.

3.4. Bước đầu phân chia lập địa ngập mặn khu vực ven biển Nam Trung Bộ

Trên cơ sở lựa chọn 7 tiêu chí phân chia lập địa ngập mặn cho khu vực: loại đất ngập mặn, độ mặn nước biển, thời gian phơi bãi, độ thành thực của đất, tỷ lệ phần trăm hạt cát, cao trình đất ngập mặn, hiện trạng rừng và đất ngập mặn, đã xác định được diện tích của từng nhóm dạng lập địa ngập mặn khu vực ven biển Nam Trung Bộ 3 nhóm: khu vực có điều kiện rất thuận lợi, khu vực có điều kiện thuận lợi và khu vực có điều kiện khó khăn. Kết quả tổ hợp các chỉ tiêu phân chia lập địa đã xác định được diện tích một số nhóm lập địa ngập mặn chính cho các địa điểm khu vực Nam Trung Bộ theo bảng sau:



Hình 4. Rừng Bần trắng 10 ha tại tỉnh Bình Định bị chết do loài Giáp xác chân đều (*Sphaeroma terebrans*) gây hại



Hình 5. Loài *Sphaeroma terebrans* hại cây Bần trắng (*Sonneratia alba*) tại Đầm Thị Nại, tỉnh Bình Định

Bảng 4. Diện tích các nhóm lập địa ngập mặn khu vực Nam Trung Bộ

STT	Tỉnh	Diện tích nhóm lập địa ngập mặn (ha)			
		Rất thuận lợi	Thuận lợi	Khó khăn	Cộng
1	Quảng Nam	46,02	1,75	12,45	60,22
2	Quảng Ngãi	74,36	21,06	0	95,42
3	Bình Định	246,97	85,05	178,99	511,01
4	Khánh Hòa	43,19	11,7	1,58	56,47
5	Ninh Thuận	8,9	58,48	0,43	67,81
6	Bình Thuận	10,26	14,72	8,68	33,66
	Cộng	429,7	192,76	202,13	824,59

Theo kết quả tổng hợp khu vực Nam Trung Bộ có tổng diện tích các nhóm lập địa ngập mặn là 824,59 ha. Trong đó, diện tích nhóm lập địa ngập mặn rất thuận lợi có 429,7 ha, diện tích nhóm lập địa thuận lợi 192,76 ha và diện tích lập địa khó khăn 202,13 ha. Tuy nhiên, diện tích đất trống để khôi phục và phát triển RNM tập trung chủ yếu ở 3 tỉnh: Bình Định, Quảng Nam và Ninh Thuận với diện tích rất nhỏ, ở các khu vực khó khăn. Do đó, cần phải áp dụng các giải pháp kỹ thuật lâm sinh như chọn loài, kỹ thuật trồng,

chăm sóc kết hợp với các giải pháp về thủy lợi như xây dựng tường mềm giảm sóng, tạo bãi phù hợp sau đó tiến hành trồng và chăm sóc RNM mới có khả năng thành công ở dạng lập địa khó khăn.

3.5. Giải pháp phục hồi RNM ven biển Nam Trung Bộ

Từ những nghiên cứu về hiện trạng RNM ở khu vực Nam Trung Bộ, chúng tôi đề xuất các giải pháp trồng rừng phù hợp với các điều kiện lập địa ở khu vực nghiên cứu như sau:

Bảng 5. Đề xuất giải pháp trồng rừng phù hợp với các điều kiện lập địa ở khu vực Nam Trung Bộ

TT	Đặc điểm	Biện pháp kỹ thuật		
I	Nhóm lập địa I (Rất thuận lợi), dạng bãi triều đang được bồi tụ: Xuất hiện nhờ quá trình vận chuyển bùn cát tự nhiên đến khu vực bồi tụ, cao trình mặt bãi cao trên 0,4m, tỷ lệ cát <50%, thời gian phơi bãi tối thiểu từ 8 giờ/ngày đêm.			
1	Loài cây	Mắm biển, Đước đôi, Bần trắng		
2	Cây giống	Cây con có bầu polyetylen/ quả/ trụ mầm. Mắm biển Đước đôi Bần trắng		
3	Tiêu chuẩn cây con	Tuổi cây: ≥ 6 tháng $D_{00} > 0,6$ cm $H_{vn} > 60$ cm	Tuổi cây: trụ mầm Chiều dài trụ: > 15 cm	Tuổi cây: ≥ 6 tháng $D_{00} > 0,6$ cm $H_{vn} > 60$ cm
4	Mật độ trồng (cây /ha)	≥ 3.300	≥ 5.000	≥ 3.300
5	Thời vụ trồng	Từ tháng 8 đến tháng 10		
6	Phương thức trồng	Hỗn giao hoặc thuần loài		
7	Cải tạo thể nền	Tỷ lệ cát: <50% không cần cải tạo Tỷ lệ cát: ≥ 50 cần cải tạo		
8	Kỹ thuật hỗ trợ	Có thể cắm 1 cọc để tăng độ ổn định cho cây trồng		
9	Công trình phụ trợ			
II	Nhóm lập địa II (Thuận lợi) dạng bãi triều xói mặn: Xuất hiện ở những khu vực vẫn còn đai RNM có chiều rộng tương đối lớn, bậc xói giữa mặt nền bị xói và đai rừng hiện trạng từ 0,2 ÷ 0,5m; cao trình bãi khu vực xói lở vẫn đủ thời gian phơi bãi tối thiểu 5 ÷ 6 giờ mỗi ngày đêm, cao trình bãi khoảng -0,2÷0,0m.			
1	Loài cây	Mắm biển, Mắm trắng, Đước đôi		
2	Cây giống	Cây con có bầu polyetylen Mắm biển Mắm trắng Đước đôi		
3	Tiêu chuẩn cây con	Tuổi cây: ≥ 12 tháng $D_{00} \geq 1,2$ cm $H_{vn} \geq 100$ cm	Tuổi cây: ≥ 12 tháng $D_{00} \geq 1,2$ $H_{vn} \geq 1,2$	Tuổi cây: trụ mầm Chiều dài trụ mầm: ≥ 15 cm
4	Mật độ trồng (cây/ha)	≥ 3.300	≥ 3.300	≥ 5.000
5	Thời vụ trồng	Từ tháng 8 đến tháng 10		
6	Phương thức trồng	Hỗn giao hoặc thuần loài		
7	Cải tạo thể nền	Tỷ lệ cát: <50% không cần cải tạo Tỷ lệ cát: ≥ 50 cần cải tạo		
8	Kỹ thuật hỗ trợ	Cắm 3 cọc giữ cây		
9	Công trình phụ trợ	Phải có công trình tường mềm (kích thước tối thiểu B=0,8m; H=1,5m) để tăng khả năng giảm sóng, giảm dòng chảy gây bồi.		

4. Kết luận

Trên cơ sở nghiên cứu về hiện trạng RNM Nam Trung Bộ trong bối cảnh biến đổi khí hậu. Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình có một số kết luận bước đầu như sau:

- Biến đổi khí hậu và nước biển dâng đã và đang ảnh hưởng trực tiếp đến RNM khu vực Nam Trung Bộ: sẽ có khoảng 9% dân số vùng ven biển bị ảnh hưởng, diện tích RNM sẽ khó

thể tồn tại khi nước biển dâng cuối thế kỷ 21 (dâng từ 78-95cm).

- Đã xác định được 21 loài thực vật, thuộc 12 chi và 10 họ thực vật. Trong đó nhiều loài được ghi nhận tại nhiều khu vực điều tra như Mắm biển (*Avicennia marina*), Cóc trắng (*Lumnitzera racemosa*) và Đước đôi (*Rhizophora apiculata*). Đây là những loài thực vật ngập mặn bản địa sẽ được lựa chọn để khôi phục và phát triển RNM.

- Đã ghi nhận thêm vùng phân bố mới của loài Cóc đỏ (*Lumnitzera littorea* (Jack) Voigt) là loài quý hiếm ở mức VU - mức sẽ nguy cấp trong Sách Đỏ Việt Nam (2007) tại Ninh Thuận so với trước đây (Thừa Thiên Huế, Khánh Hòa (Cam Ranh), Bà Rịa-Vũng Tàu (Côn Đảo), Kiên Giang (Phú Quốc), Bạc Liêu).

- Bước đầu đã phát hiện một loài Giáp xác chân đều có tên khoa học là *Sphaeroma terebrans* Bate, 1866, thuộc họ Sphaeromatidaeae, bộ Chân đều (*Isopoda*) hại cây ngập mặn Bần trắng (*Sonneratia alba* Smith) trên 3 tuổi gây hại RNM ở tỉnh Bình Định.

- Kết quả điều tra đã tổng hợp được diện tích đất quy hoạch cho trồng RNM khu vực Nam Trung Bộ là 824,59 ha. Trong đó, diện tích đất trồng ngập mặn là 465,53 ha, diện tích RNM là

359,06 ha. Diện tích trồng ngập tập trung chủ yếu ở tỉnh Quảng Nam, Bình Định và Ninh Thuận. Tuy nhiên, diện tích đất này thuộc loại đất ngập mặn có điều kiện khó khăn và rất khó khăn. Do đó, khi triển khai các giải pháp về phục hồi và phát triển RNM tại các khu vực này cần có các công trình tường mềm giảm sóng, giảm dòng chảy ven bờ để tăng hiệu quả sản phẩm bồi tụ, tăng tỷ lệ thành RNM.

- Bước đầu đề xuất giải pháp trồng RNM phù hợp với đặc điểm lập địa (rất thuận lợi, thuận lợi và khó khăn) bằng giải pháp kỹ thuật lâm sinh. Trong đó, việc lựa chọn loài, tiêu chuẩn cây giống đem trồng, mật độ, phương thức và phương pháp trồng rừng kết hợp với các công trình phù trợ sẽ tăng hiệu quả trồng rừng, tỷ lệ thành rừng.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được sự hỗ trợ từ nhiệm vụ Khoa học và Công nghệ độc lập cấp Nhà nước “Nghiên cứu giải pháp khoa học công nghệ để phục hồi và phát triển RNM ven biển Nam Trung Bộ nhằm ứng phó với biến đổi khí hậu”, mã số BĐKH.19/16-20.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2016), *Quyết định số 1819/QĐ-BNN-TCLN ngày 16/5/2017 công bố hiện trạng rừng toàn quốc năm 2016*.
2. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2018), *Quyết định số 1187/QĐ-BNN-TCLN ngày 03/4/2018 về việc công bố hiện trạng rừng toàn quốc năm 2017*.
3. 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, 46-84.
4. Ngô Đình Quế, Nguyễn Xuân Quát (2012), *Ứng dụng lập địa trong lâm nghiệp*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, 58-60.
5. Nguyễn Xuân Hòa, Phạm Thị Lan, Nguyễn Xuân Trường (2010), *Hiện trạng RNM ở dải ven biển Nam Trung Bộ (từ Đà Nẵng đến Ninh Thuận)*. Tuyển tập nghiên cứu Biển, XVII, 167-177.
6. Hoàng Văn Thơi, Trần Đức Thành, Kiều Mạnh Hà (2012), *Nghiên cứu thành phần loài và phân bố cây ngập mặn làm cơ sở chọn loài cây trồng trên nền san hô ngập nước ven biển, đảo các tỉnh duyên hải Nam Trung Bộ*. Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, 3/2012, 75-81.
7. Phan Nguyên Hồng và Hoàng Thị Sản (1984), *Kết quả nghiên cứu về hệ thực vật RNM Việt Nam*, Tuyển tập hội thảo Quốc gia về hệ sinh thái RNM Việt Nam lần 1, Hà Nội, 68-73.

SOME RESULTS OF RESEARCH ON MANGROVE IN SOUTHERN CENTRAL COAST

Do Quy Manh¹, Nguyen Quoc Huy¹, Le Van Tuat¹

¹Institute of Ecology and Works Protection

Abstract: *Mangroves in the South Central region are a typical, multi-functional ecosystem for coastal areas, mangroves in this area play a particularly important role in protecting estuarine, lagoon, bay areas, preventing erosion and landslides, especially protecting the lives and livelihoods of population communities. The study area with high salinity, frequently affected by strong typhoons every year, is a difficult factor for mangrove restoration. The research has applied the integrated and field survey method of 824.59 hectares of soil and mangroves, of which the area of mangroves is 359.06 hectares. The study identified 21 plant species, belonging to 12 genera and 10 plant families. A new distribution area of *Lumnitzera littorea* (Jack) Voigt) has been recorded as a rare and valuable species at VU - an endangered level in the Vietnam Red Book (2007) in NinhThuan province. Preliminary discovery of a species of *Sphaeroma terebrans* Bate (1866), Sphaeromatidaeae family, that harms white-mangrove species *Sonneratia alba* over 3 years in BinhDinh province. Initially proposing mangrove planting solutions suitable to site characteristics with silvicultural technical solutions.*

Keywords: *Forest status, mangroves, South Central Coast.*

ĐẶC ĐIỂM HOẠT ĐỘNG CỦA GIÓ MÙA MÙA HÈ TRÊN LÃNH THỔ VIỆT NAM

Chu Thị Thu Hương¹, Trần Đình Linh¹

Tóm tắt: Đặc điểm hoạt động của SM trên lãnh thổ Việt Nam đã được phân tích dựa trên sự biến đổi trong ngày bắt đầu, kết thúc, thời gian kéo dài và cường độ của nó. Từ bộ số liệu tái phân tích trường HGT và U tại mực 1000hPa, 850hPa lúc 7 giờ hàng ngày và trung bình tháng trong thời kỳ 1981-2015, các chỉ số SM trên hai miền khí hậu Việt Nam đã được xác định. Đồng thời, các chỉ số và chỉ tiêu SM trên từng miền cũng được đưa ra nhằm loại bỏ đới gió tây nam từ ACTBD. Những kết quả chỉ ra rằng, SM trên miền khí hậu phía Nam thường bắt đầu sớm và kết thúc muộn hơn so với miền khí hậu phía Bắc. Trong các năm El Nino, SM thường bắt đầu muộn và kết thúc sớm hơn trong các năm La Nina. Trong thời kỳ 1981-2015, trên cả hai miền, SM đều có xu thế đến sớm hơn khoảng 1 đến 2 ngày/thập kỷ. Ngược lại, ngày kết thúc SM trên miền khí hậu phía Nam lại có xu thế muộn hơn khoảng 3,2 ngày/thập kỷ, trên miền khí hậu phía Bắc thì biến đổi không nhiều. Do đó, thời gian hoạt động của SM có xu thế tăng khoảng 5,7 ngày/thập kỷ (ở miền khí hậu phía Nam) và 1,27 ngày/thập kỷ (ở miền khí hậu phía Bắc). Hơn nữa, cường độ của SM trên các vùng khí hậu phía Nam cũng mạnh hơn khoảng 2 lần so với các vùng khí hậu phía Bắc.

Từ khóa: Gió mùa mùa hè, chỉ số U850, miền khí hậu phía Bắc, miền khí hậu phía Nam.

Ban Biên tập nhận bài: 12/7/2019 Ngày phản biện xong: 20/8/2019 Ngày đăng bài: 25/09/2019

1. Đặt vấn đề

Như chúng ta đã biết, gió mùa mùa hè (SM) trên khu vực Đông Nam Á nói chung và ở Việt Nam nói riêng được thể hiện bởi đới gió tây nam từ các trung tâm phát gió ở Bán cầu Nam (BCN) như Mascarene và áp cao Châu Úc hội tụ về rãnh gió mùa hay dải hội tụ nhiệt đới [4]. Cho đến nay, trên thế giới và ở Việt Nam, đã có rất nhiều các nghiên cứu về SM, nhất là các nghiên cứu xác định ngày bắt đầu SM trên các khu vực. Đặc biệt, cũng có không ít các chỉ số SM được đưa ra nhằm xác định ngày bắt đầu và cường độ của SM trên mỗi vùng.

Cụ thể, trên khu vực phía Tây Nam Ấn Độ, ngày bắt đầu SM thường xảy ra trong thời gian từ ngày 30/5 đến 2/6 [8]. Tuy nhiên, khi phân tích những biến đổi của vận tải ẩm trên khu vực trong thời kỳ 1948-2000, Fasulo và Webster (2003) [7] lại cho rằng, SM trên khu vực này bắt đầu trung bình vào ngày 4/6 và kết thúc vào ngày

7/9 với độ lệch chuẩn (ĐLC) tương ứng là 7,4 và 11 ngày. Hơn nữa, khi sử dụng độ đứt gió thẳng đứng trung bình trong vùng 5°N-20°N, 40°E-80°E trên mực 850 hPa và 200 hPa và dị thường nhiệt độ trung bình vùng 10°N-17.5°N, 65°E-75°E để xác định ngày bắt đầu và kết thúc SM trên lãnh thổ Ấn Độ, Prasad và cs (2005) [12] cho rằng, ngày bắt đầu SM trong thời kỳ 1958-2001 dao động trong thời gian từ giữa tháng 5 đến giữa tháng 6, còn ngày kết thúc SM thì từ khoảng cuối tháng 9 đến tháng 10.

Khi phân tích cấu trúc không gian và biến đổi theo thời gian của hoàn lưu khí quyển trên bán đảo Đông Dương, Zhang và cs (2002) [14] cũng cho rằng, ngày bắt đầu SM trên khu vực Đông Dương trong thời kỳ 1951-1996 trung bình là ngày 9/5 với độ lệch chuẩn là 12 ngày. Trên khu vực Biển Đông, khi sử dụng chỉ số gió vĩ hướng trung bình vùng (5°N -15°N, 110°E-120°E) mực 850 hPa (U850), Wang và cs (2004) [13] cho rằng, ngày bắt đầu SM trên khu vực Biển Đông trong thời kỳ 1948-2001 thường xảy ra vào pen-

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường HN
Email: ctthuong@hunre.edu.vn

tad thứ 28 (từ ngày 15 đến 20/5). SM đến sớm nhất vào pentad thứ 25 (từ ngày 1 đến ngày 5 tháng 5) và muộn nhất vào pentad thứ 34 (từ ngày 14 đến ngày 19 tháng 6). Song khi sử dụng tốc độ thể mực 850 hPa trung bình trong vùng (0-10°N, 105-120°E), Peng Liu và cs (2009) [10] lại cho rằng, SM trên khu vực Biển Đông bắt đầu sớm hơn (sớm nhất vào pentad thứ 23) và kết thúc muộn hơn (muộn nhất vào pentad thứ 32) trong nghiên cứu của Wang và cs (2004). Tương tự như kết luận của Peng Liu và cs (2009) [10], khi sử dụng chỉ số U850 trên khu vực phía Nam biển Đông (5-15°N, 110-120°E) để xác định ngày bắt đầu SM, Trần Quang Đức (2011) [1] cho rằng, trong thời kỳ 1950-2010, ngày bắt đầu của SM trên lãnh thổ Việt Nam ngày càng sớm hơn, mùa SM ngày càng dài hơn, nhưng cường độ của nó lại có xu hướng yếu đi. Bên cạnh đó, Kajikawa và Wang (2012) [9] cũng cho rằng, ngày bắt đầu SM trên khu vực Biển Đông trong thời kỳ 1994-2008 đến sớm hơn trong thời kỳ 1979-1993 khoảng 3 pentad, tương ứng là ngày 14/5 và 30/5.

Ngày bắt đầu SM trên các vùng khí hậu Việt Nam cũng đã được Dzung Nguyen-Le và cs (2014) [6] phân tích dựa trên số liệu gió, nhiệt, ẩm, mưa tại 54 trạm khí tượng và số liệu tái phân tích trong thời kỳ 1979 - 2003. Kết quả cho thấy rằng, ngày bắt đầu SM thường sớm nhất trên các khu vực miền núi Tây Bắc (khoảng ngày 25/4). Ở các vùng đồng bằng Bắc Bộ và Nam Bộ, SM thường bắt đầu vào giữa tháng 5. Còn trên vùng ven biển Trung Bộ, do ảnh hưởng của địa hình, mùa SM được đặc trưng bởi hiện tượng gió phơn khô nóng và thường bắt đầu vào cuối tháng 5. Ngày bắt đầu và cường độ SM trên lãnh thổ Việt Nam cũng được Nguyễn Đăng Mậu (2018) [3] xác định dựa trên chỉ số U850 trung bình vùng (5°N - 15°N; 100°E - 110°E). Khi đó, SM ở Việt Nam thường bắt đầu vào khoảng pentad thứ 27 (ngày 11/5) với độ lệch chuẩn khoảng 9,5 ngày và kết thúc vào khoảng pentad thứ 57 (ngày 08/10) với độ lệch chuẩn là 12 ngày. Khi kết hợp cả chỉ số U850 và chỉ số mưa, Ngô Thị Thanh Hương (2018) [2] cho rằng, ngày bắt đầu/kết

thúc SM trên khu vực Tây Nguyên trung bình là ngày 13/5 và 30/9 với độ lệch chuẩn lần lượt là 17,8 ngày và 10,2 ngày và trên khu vực Nam Bộ, lần lượt là ngày 15/5 và ngày 13/10 với độ lệch chuẩn tương ứng là 14,1 ngày và 13,6 ngày. Đặc biệt, ngày bắt đầu SM trên cả hai khu vực thường có xu thế sớm hơn trong những năm gần đây.

Ngoài ra, hoạt động của SM trên khu vực Việt Nam cũng đã được phân tích dựa trên chỉ số U850 như Nguyễn Thị Hiền Thuận (2005) [5], Phạm Xuân Thành và cs (2010) [11],...). Các kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, do ảnh hưởng của địa hình mà các đặc trưng của SM trên các vùng khí hậu Việt Nam sẽ khác nhau. Ngày bắt đầu SM trên các vùng khí hậu Việt Nam thường dao động từ cuối tháng 4 đến cuối tháng 5. Tuy nhiên, theo Nguyễn Đức Ngữ và Nguyễn Trọng Hiệu (2002) [4], trong thời kỳ đầu mùa (tháng 4 và đầu tháng 5), đới gió tây nam trên lãnh thổ thường có nguồn gốc từ áp thấp Nam Á, đới gió tây ngoại nhiệt đới. Còn đới gió tây nam xuất phát từ các trung tâm áp cao BCN thường xuất hiện từ khoảng giữa tháng 5 và hoạt động mạnh trong thời kỳ chính hè (tháng 6, 7 và 8). Thực tế, đới gió tây nam trong thời kỳ đầu mùa hè còn có thể bắt nguồn từ rìa phía Tây của áp cao cận nhiệt Bắc Thái Bình Dương (ACTBD) khi nó lấn sang phía Tây. Khi đó, ở từng vùng trên khu vực Việt Nam, gió tây nam vẫn xuất hiện nhưng lại không phải là gió tây nam xuất phát từ các áp cao Mascarene và áp cao châu Úc. Bởi vậy, nếu chỉ sử dụng chỉ tiêu U850 trung bình trên khu vực nào đó có giá trị lớn hơn hoặc bằng 0,5 m/s để xác định ngày bắt đầu SM thì có thể sẽ chưa thực sự đúng với bản chất của SM. Hơn nữa, sử dụng một chỉ số để xác định các đặc trưng SM trên toàn lãnh thổ Việt Nam trong khi các đặc trưng đó ở phía bắc và phía nam lãnh thổ là khác nhau.

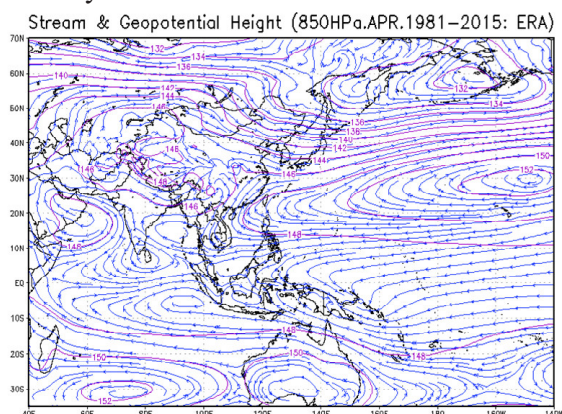
Chính vì vậy, nghiên cứu xác định ngày bắt đầu, kết thúc SM trên lãnh thổ Việt Nam dựa trên cơ sở đới gió tây nam trên khu vực chỉ bắt nguồn từ áp cao châu Úc và áp cao Mascarene sẽ là nội dung chính trong bài viết này.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Số liệu

Số liệu được sử dụng trong bài viết này bao gồm số liệu ngày, trung bình tháng của trường độ cao địa thế vị (HGT), gió vĩ hướng (U) trên các mực đẳng áp 1000mb và 850mb trong thời kỳ 1981-2015. Số liệu được thu thập trên khu vực $-40^{\circ}\text{S} - 80^{\circ}\text{N}$, $30^{\circ}\text{E} - 160^{\circ}\text{E}$ với độ phân giải là 0,25 độ kinh vĩ và được cung cấp bởi Trung tâm dự báo hạn vừa châu Âu (ERA), được tải về tại địa chỉ:

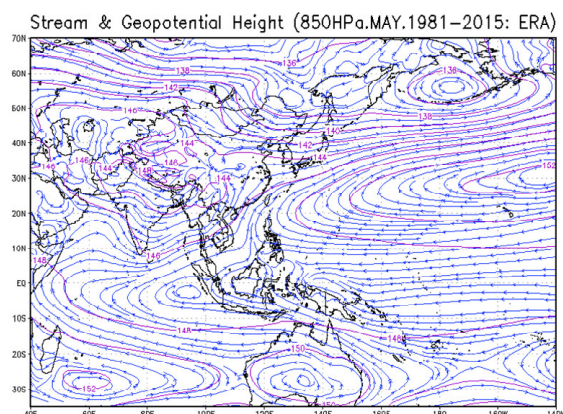
<http://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim-full-daily>.



2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1 Phương pháp xác định ngày bắt đầu, ngày kết thúc SM

Để xác định ngày bắt đầu, kết thúc SM trên lãnh thổ Việt Nam, đồng thời loại bỏ được ảnh hưởng của đới gió tây nam xuất phát từ ACTBD đến khu vực, trước hết nghiên cứu sẽ phân tích đặc điểm trường hoàn lưu trung bình thời kỳ 1981-2015 trong thời kỳ đầu mùa hè (tháng 4 và 5).



Hình 1. Trường độ cao địa thế vị và đường dòng mực 850hPa trung bình tháng 4 và 5

Có thể thấy, trong tháng 4, ở miền khí hậu phía Nam Việt Nam, gió đông, đông nam hay tây nam từ ACTBD gần như chi phối hoàn toàn. Trong khi ở miền khí hậu phía bắc, gió tây nam có nguồn gốc từ áp cao này, áp cao lạnh lục địa biến tính và áp cao ở bắc Ấn Độ Dương chi phối. Tuy nhiên, điều này cũng không có nghĩa rằng, SM không có khả năng ảnh hưởng đến Việt Nam trong thời gian này, nhất là trong nửa cuối tháng 4.

Sang tháng 5, đặc điểm hoàn lưu trên khu vực có sự thay đổi rõ rệt. Dòng gió từ ACTBD thu hẹp về phía đông và chi phối ở khoảng phía đông kinh tuyến 118°E . Toàn bộ lãnh thổ Việt Nam lúc này đã nằm trong khu vực chịu ảnh hưởng của hệ thống gió từ dải áp cao Nam bán cầu. Chúng vượt xích đạo, đổi hướng, tràn qua Việt Nam rồi hội tụ vào áp thấp Trung Hoa. Ở các vùng khí hậu phía nam và Bắc Trung Bộ, gió có hướng tây nam còn ở Bắc Bộ gió có thiên hướng nam mạnh hơn.

Như vậy, có thể thấy, ở một khu vực nào đó, gió có thể có hướng tây hay tây nam nhưng lại

không phải là gió tây nam của SM. Chính vì vậy, nghiên cứu này sẽ loại bỏ những hệ thống gió SW ảnh hưởng đến khu vực mà không bắt nguồn từ áp cao Mascarene và áp cao Châu Úc ở BCN.

Xác định ngày bắt đầu, kết thúc SM trên từng vùng khí hậu Việt Nam, nghiên cứu đã chỉ ra rằng, ngày bắt đầu, kết thúc SM trên các vùng khí hậu phía Bắc (Tây Bắc, Đông Bắc, Đồng Bằng Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ) và các vùng khí hậu phía Nam (Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ) cũng gần như trùng nhau, sự sớm (muộn) nếu có cũng chỉ 1 đến 2 ngày. Do vậy, bài viết này sẽ chỉ xác định ngày bắt đầu, kết thúc SM cho từng miền khí hậu phía Bắc và phía Nam Việt Nam.

Cụ thể, chỉ số gió vĩ hướng mực 850hPa trên các miền sẽ được xác định như sau: Trên miền khí hậu phía Bắc: $U_{850_Bắc} = U_{850}(16-23,5^{\circ}\text{N}; 102-108,5^{\circ}\text{E})$; và trên miền khí hậu phía Nam: $U_{850_Nam} = U_{850}(8,5-15,5^{\circ}\text{N}; 103,5-109,5^{\circ}\text{E})$.

• *Chỉ tiêu xác định ngày bắt đầu SM*

Có thể thấy, ở các vùng khí hậu phía bắc, do gió mùa tây nam ảnh hưởng đến khu vực có thể có hướng nam hoặc đông nam nên chỉ tiêu về gió vĩ hướng sẽ không giống như các vùng khí hậu phía nam, nơi gió thịnh hành cơ bản là hướng tây suốt thời gian SM. Bởi vậy, chỉ tiêu xác định ngày bắt đầu của SM trên hai miền khí hậu cũng khác nhau (Bảng 1).

• *Chỉ tiêu xác định SM bị gián đoạn*

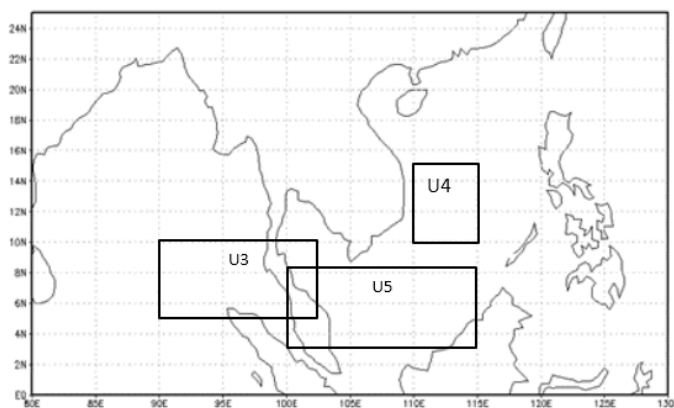
Đối với miền khí hậu phía Nam, một ngày có

gián đoạn của hoàn lưu khi gió trên khu vực chuyển hướng đông hoặc vẫn có gió tây nhưng gió tây này từ ACTBD. Sự xuất hiện gió tây từ ACTBD trên khu vực này được xác định nếu giá trị U850 trên vùng 5 (U5) có giá trị âm. Vùng 5 là vùng giới hạn trong khu vực (100-115°E, 3-8°N) (Hình 2).

Hơn nữa, trong 20 ngày tiếp sau ngày thỏa mãn tiêu chí ở bảng 1, có ít hơn 5 ngày hoặc 3 ngày liên tiếp mà hoàn lưu trên khu vực bị gián đoạn.

Bảng 1. Tiêu chí xác định ngày bắt đầu SM trên các vùng khí hậu

TT	Miền khí hậu	Tiêu chí
1	Phía Bắc	U850_Bắc $\geq 0,5\text{m/s}$ và duy trì giá trị dương trong ít nhất 3 ngày liên tiếp,
2	Phía Nam	U850_Nam $\geq 0,5\text{m/s}$ và duy trì giá trị dương trong ít nhất 5 ngày liên tiếp,



Hình 2. Các vùng để loại bỏ ảnh hưởng của ACTBD đến khu vực phía Bắc (U4) và khu vực phía Nam (U5), vùng xác định có sự mở rộng lên BCB của SM (U3)

Ở miền khí hậu phía Bắc, sự gián đoạn của SM trên khu vực được xác định khi U850 ở vùng 3 hoặc vùng 4 hoặc ở cả hai khu vực âm ($U3 < 0$ hoặc $U4 < 0$ hoặc cả $U3, U4 < 0$). Chỉ tiêu này đưa ra để loại bỏ ảnh hưởng của ACTBD và các hệ thống khác gây nên gió tây trên khu vực.

• *Xác định ngày kết thúc SM trên các vùng khí hậu*

Ngày kết thúc SM được xác định tương tự như xác định ngày bắt đầu nhưng tiến trình thực hiện ngược về đầu năm.

Sự biến đổi của ngày bắt đầu, kết thúc và cường độ của gió mùa trong thời kỳ 1981-2015 được xác định dựa trên hệ số a_1 từ phương trình hồi quy tuyến tính một biến.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đặc điểm chung

Ngày bắt đầu, kết thúc SM trên các miền khí hậu trung bình trong thời kỳ 1981-2015 được chỉ ra trên bảng 2. Có thể thấy, ngày bắt đầu trung bình thời kỳ trên hai miền khí hậu xảy không có sự khác biệt nhiều, chỉ khác nhau một ngày (ngày 18/5 và 19/5) với độ lệch chuẩn khoảng 10 ngày (Bảng 2). Như vậy, SM bắt đầu muộn hơn khoảng 3-5 ngày so với kết quả của Ngô Thị Thanh Hương (2018) [2], khoảng 1 tuần so với kết quả của Nguyễn Đăng Mậu, 2018 [3] và tương đương với ngày bắt đầu SM trên khu vực biển Đông theo kết quả của Wang và cs (2004) [13].

Bảng 1. Diện tích rừng và đất ngập mặn các tỉnh ven biển Nam Trung Bộ năm 2018

Miền khí hậu	Ngày bắt đầu		Ngày kết thúc		Thời gian hoạt động	
	TB	ĐLC (ngày)	TB	ĐLC (ngày)	TB (ngày)	ĐLC (ngày)
Phía Bắc	19/5	10,6	04/9	9,6	107	14,0
Phía Nam	18/5	11,4	26/9	16,7	131	19,4

Ngày kết thúc SM trên miền khí hậu phía Bắc sớm hơn miền khí hậu phía Nam 22 ngày với mức độ dao động ở vùng phía Nam lớn hơn vùng phía Bắc (Bảng 2). Thật vậy, ngày kết thúc SM trung bình trên miền khí hậu phía Bắc là ngày 04/9, còn trên miền khí hậu phía Nam muộn hơn (ngày 26/9) và biến động cũng mạnh hơn. Sự khác biệt này càng cho thấy rằng, nếu dùng chung một chỉ số để xác định hoạt động của SM trên toàn lãnh thổ Việt Nam sẽ có nhiều bất cập. Sự bắt đầu sớm và kết thúc muộn hơn của SM trên miền khí hậu phía Nam làm thời gian hoạt động của nó kéo dài hơn 23 ngày so với miền khí hậu phía Bắc. Điều này một lần nữa khẳng định, tính hợp lý khi đưa ra các chỉ số khác nhau để xác định các đặc trưng gió mùa cho từng vùng, từng miền khí hậu.

3.2. Biến đổi ngày bắt đầu, kết thúc gió mùa mùa hè

Sự biến đổi ngày bắt đầu, kết thúc và thời gian hoạt động của SM qua các năm trong thời kỳ 1981-2015 được chỉ ra trên hình 2. Có thể thấy, có sự biến đổi tương đồng của ngày bắt đầu ở phía Bắc so với phía Nam. Trên cả hai miền, các năm SM bắt đầu sớm hay muộn thường xảy ra trong hoặc sau thời kỳ La Nina hay El Nino tương ứng. Cụ thể, trong các năm La Nina: 1996, 2000, 2001, 2008, 2012, SM trên cả hai miền đều bắt đầu trước ngày 10/5. Thậm chí, SM năm 2008 trên 2 miền còn bắt đầu vào ngày 3/5 và 2/5. Ngược lại, trong các

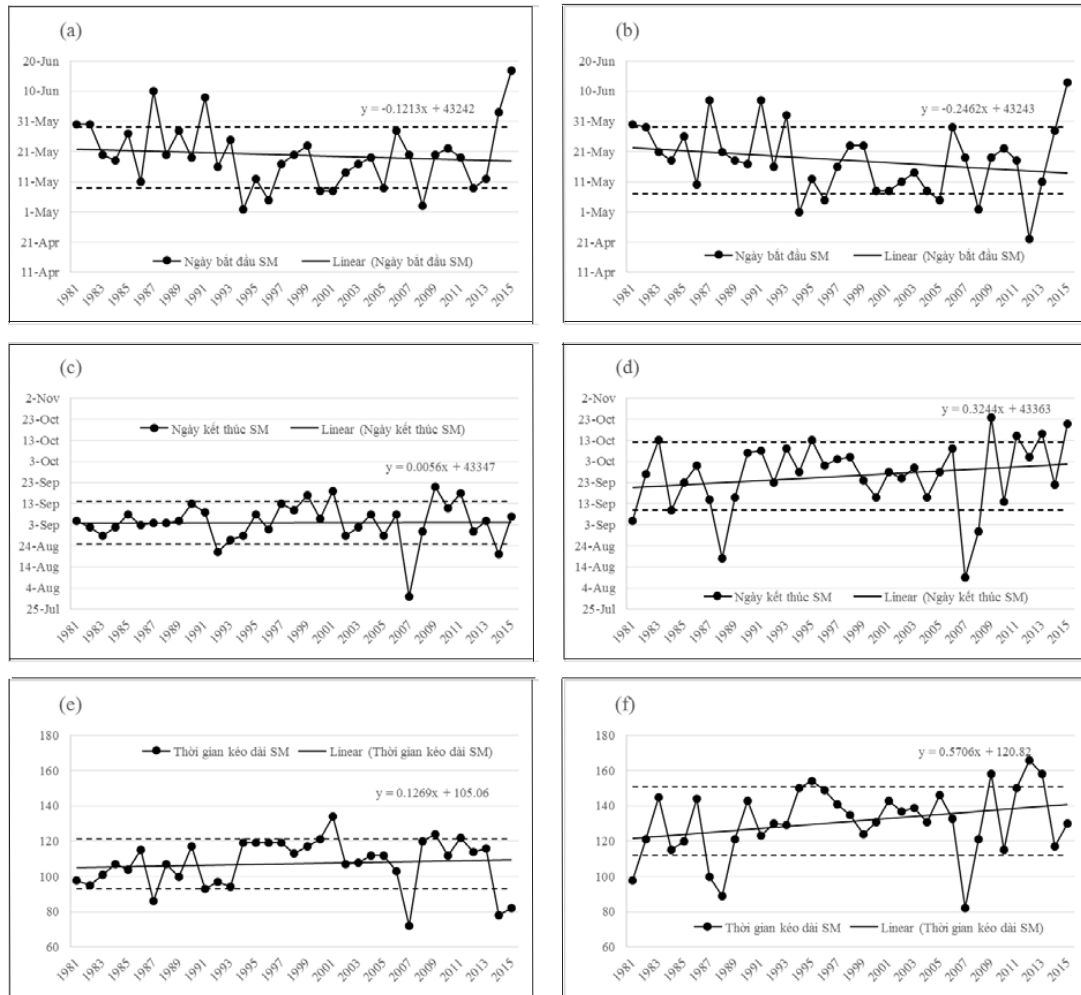
năm El Nino: 1987, 1991, 1993, 2014 và 2015, SM trên 2 miền đều bắt đầu muộn vào khoảng đầu đến giữa tháng 6, đặc biệt nó còn bắt đầu vào ngày 17/6 trong mùa hè năm 2015 (Hình 3).

Tương tự các nghiên cứu trước đó, ngày kết thúc SM trong các năm cũng có xu thế kết thúc sớm hơn trong các năm El Nino như trong các năm: 1983, 1992, 1993, 2007, 2014,...

Trong các năm này SM trên hai miền thường kết thúc vào khoảng giữa tháng 8, thậm chí là ngày 31/7 và ngày 9/8 trong năm 2007 trên 2 miền khí hậu Bắc và Nam tương ứng. SM kết thúc muộn thường xảy ra vào khoảng sau ngày 20/9 (trên miền khí hậu phía Bắc) và sau ngày 15/10 (trên miền khí hậu phía Nam). Tuy nhiên, ngày SM kết thúc muộn lại xảy ra trong cả các năm El Nino (2009, 2015, 1997) hay năm La Nina (1999, 2011) và năm không ENSO (2013) (Hình 3).

Hơn nữa, ngày bắt đầu SM có xu thế ngày càng sớm hơn khoảng 1 đến 2 ngày/thập kỷ. Ngược lại, SM trên miền khí hậu phía Nam có xu thế kết thúc muộn hơn khoảng 3,2 ngày/thập kỷ, trong khi đó, trên miền khí hậu phía Bắc thì không biến đổi nhiều (Hình 3).

Bởi vậy, thời gian hoạt động của SM cũng có xu thế tăng khoảng 5,7 ngày/thập kỷ (ở miền khí hậu phía Nam) và 1,27 ngày/thập kỷ (ở miền khí hậu phía Bắc) (Hình 3).

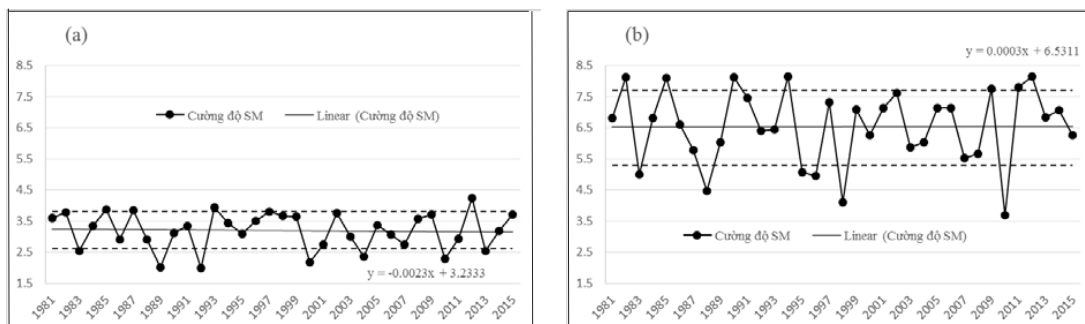


Hình 3. Biến đổi ngày bắt đầu (a, b), kết thúc (c, d) và thời gian hoạt động (e, f) của SM trên miền khí hậu phía Bắc (trái) và phía Nam (phải). Trong đó, trên mỗi hình, hai đường đứt nét song song được xác định bằng giá trị trung bình thời kỳ 1981-2015 cộng (đường trên) hoặc trừ đi (đường dưới) độ lệch chuẩn của từng đối tượng tương ứng. Còn đường liền nét ở giữa biểu diễn xu thế biến đổi của từng đối tượng đó trong thời kỳ 1981-2015.

3.3. Biến đổi cường độ gió mùa mùa hè

Cường độ SM có sự biến động khá lớn qua các năm với giá trị độ lệch chuẩn tương đương khoảng 18,5% cường độ trung bình trên cả hai khu vực. Nhìn chung, trong thời kỳ 1981-2015, cường độ SM trên cả hai miền có xu thế biến đổi không nhiều. Song có thể thấy rất rõ, tốc độ gió vĩ hướng trung bình mực 850hPa (U850_Bắc) chỉ bằng khoảng 1/2 U850_Nam. Điều này chứng tỏ, SM trên các vùng khí hậu phía Nam mạnh hơn trên các vùng khí hậu phía Bắc rất nhiều. Ở miền khí hậu phía Bắc, SM mạnh hơn trong các

năm 1982, 1985, 1987, 1993, 1997, 2002 và 2012. Còn ở miền khí hậu phía Nam, SM lại mạnh hơn trong các năm 1982, 1985, 1990, 1994, 2009, 2011 và 2012. Tương tự, các năm SM yếu hơn ở miền khí hậu phía Bắc là các năm 1983, 1989, 1992, 2000, 2004, 2010 và 2013 còn ở miền khí hậu phía Nam là các năm 1983, 1988, 1995, 1996, 1998 và 2010 (Hình 4). Nhìn chung, sự mạnh lên hay yếu đi của SM trên từng miền xảy ra trong cả các năm ENSO và không ENSO, song trong các thời kỳ El Nino hoặc sau thời kỳ này, SM thường có cường độ yếu hơn.



Hình 4. Biến đổi cường độ của SM trên miền khí hậu phía Bắc (a) và miền khí hậu phía Nam (b). Trong đó, hai đường đứt nét song song được xác định bằng giá trị trung bình của chỉ số SM trên từng miền khí hậu cộng (đường trên) hoặc trừ đi (đường dưới) độ lệch chuẩn của chúng. Còn đường liền nét ở giữa biểu diễn xu thế biến đổi cường độ SM trên từng miền

Những kết quả trên một lần nữa cho thấy rằng, các đặc trưng gió mùa trên các khu vực là khác nhau. Sự mạnh lên hay yếu đi của SM ở miền khí hậu phía Bắc không hoàn toàn giống với ở miền khí hậu phía Nam. Điều này có thể do sự khác biệt về đặc điểm địa hình cũng như ảnh hưởng của các hệ thống thời tiết khác nhau tác động. Tuy nhiên, vai trò của các hệ thống thời tiết hay các trung tâm khí áp đến hoạt động của SM sẽ được đề cập tới trong một bài viết khác.

4. Kết luận

Đặc điểm hoạt động của SM trên các miền khí hậu Việt Nam trong thời kỳ 1981-2015 đã được phân tích dựa trên sự biến đổi trong ngày bắt đầu, kết thúc, thời gian kéo dài và cường độ của chúng. Kết quả cho thấy rằng:

- SM trên miền khí hậu phía Nam thường bắt đầu sớm và kết thúc muộn hơn so với miền khí hậu phía Bắc.
- Trong các năm El Nino, SM thường bắt đầu

muộn và kết thúc sớm hơn trong các năm La Nina.

- Trên cả hai miền, SM đều có xu thế đến sớm hơn khoảng 1 đến 2 ngày/thập kỷ.

- Ngày kết thúc SM trên miền khí hậu phía Nam thì có xu thế muộn hơn khoảng 3,2 ngày/thập kỷ, trên miền khí hậu phía Bắc thì biến đổi không nhiều.

- Thời gian hoạt động của SM có xu thế tăng khoảng 5,7 ngày/thập kỷ (ở miền khí hậu phía Nam) và 1,27 ngày/thập kỷ (ở miền khí hậu phía Bắc).

- Cường độ của SM trên các vùng khí hậu phía Nam mạnh hơn khoảng 2 lần so với các vùng khí hậu phía Bắc. Sự mạnh lên hay yếu đi của SM trên từng miền không bị chi phối nhiều bởi hiện tượng ENSO, song trong các thời kỳ El Nino hoặc sau thời kỳ này, SM thường có cường độ yếu hơn.

Tài liệu tham khảo

1. Trần Quang Đức (2011), *Xu thế biến động của một số đặc trưng gió mùa mùa hè khu vực Việt Nam*. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, 27-3S, 14-20.
2. Ngô Thị Thanh Hương (2018), *Biến đổi một số đặc trưng gió mùa mùa hè ở Tây Nguyên và Nam Bộ*. Luận án tiến sỹ Khí tượng và Khí hậu học.
3. Nguyễn Đăng Mậu (2018), *Nghiên cứu đánh giá và dự tính biến động của các đặc trưng gió mùa mùa hè ở Việt Nam*. Luận án tiến sỹ Khoa học Trái đất, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu.
4. Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu (2004), *Khí hậu và Tài nguyên Khí hậu Việt Nam*. Nhà xuất bản Nông nghiệp.

5. Nguyễn Thị Hiền Thuận (2005), *Sự biến động của các chỉ số gió mùa mùa hè ở Nam Bộ trong các pha ENSO*. Tuyển tập báo cáo Hội thảo Khoa học lần thứ 9, Viện Khí tượng Thủy văn.
6. Nguyen, L.D., Matsumotoa, J., Ngo, D.T., (2014), *Climatological onset date of summer monsoon in Vietnam*. International Journal of Climatology, 34, 3237-3250.
7. Fasulo, J., Webster, P., (2003), *A hydrological definition of Indian monsoon onset and withdrawal*. Journal of Climate, 17, 3200-3211.
8. Joseph, P.V., Eischeid, J.K., Pyle, R.J., (1994), *Interannual variability of the onset of Indian summer monsoon and its association with atmospheric features, El Nino, and sea surface temperature anomalies*. Journal of Climate, 7, 81-105.
9. Kajikawa, Y., Wang, B., (2012), *Interdecadal change of the South China Sea summer monsoon onset*. Journal of Climate, 27, 3207-3218, doi: 10.1175/JCLI-D-11-00207.1.
10. Liu, P., Qian, Y., Anning, H., (2009), *Impacts of Land Surface and Sea Surface Temperatures on the Onset Date of the South China Sea Summer Monsoon*. Advances in Atmospheric sciences, 26 (3), 493-502.
11. Pham, X., Fontaine, B., Philippon, N., (2010), *Onset of the summer monsoon over the southern Vietnam and its predictability*. Theor. Appl. Climatol. 99, 105-113. Doi: 10.1007/S00704-009-0115-Z.
12. Prasad, V.S., Hayashi, T., (2005), *Onset and withdrawal of Indian summer monsoon*. Geophysical Research Letters 32, L20715, doi: 10.1029/2005GL023269.
13. Wang, B., Lin, H., Zhang, Y., Lu, M.M., (2004), *Definition of South China Sea monsoon onset and Commencement of the East Asia summer monsoon*. Journal of Climate, 17, 699-710.
14. Zhang, T.L., Wang, B., Wu, (2002), *Onset of the Summer Monsoon over the Indochina Peninsula: Climatology and Interannual Variations*. Journal of climate, 15, 3206-3221.

CHARACTERISTICS OF THE SUMMER MONSOON OVER VIETNAM

Chu Thi Thu Huong¹, Tran Dinh Linh¹

¹Hanoi University of Natural Resources and Environment

Abstracts: *The characteristics of SM over Vietnam were analyzed based on the change in the start date, the end date, the duration and its intensity. From the reanalysis data set of the HGT and U fields at 1000hPa, 850hPa at 7 o'clock daily and monthly averages in the period 1981-2015, SM indicators on the two climatic regions of Vietnam were determined. At the same time, SM indicators for each region are also launched to eliminate the southwest wind from the ACTBD. The results indicate that, SM in the southern climatic regions usually start early and end later than the northern climates. In El Nino years, SM usually starts late and ends earlier in La Nina years. In the period 1981-2015, in both regions, SM tended to arrive earlier about 1-2 days/decade. In contrast, the ending date of SM in the southern climate region tends to be later than about 3.2 days/decade, in the northern climate, the change is not much. Therefore, SM's operating time tends to increase by 5.7 days/decade (in the Southern climate) and 1.27 days/decade (in the Northern climate). Moreover, the intensity of SM in the southern climates is about 2 times stronger than in the northern climates.*

Keywords: *Summer monsoon, U850 index, Northern climatic region, Southern climatic region.*

XÂY DỰNG KỊCH BẢN GIẢM NGẬP CHO QUẬN 12 TRÊN MÔ HÌNH TOÁN

Huỳnh Lưu Trùng Phùng¹, Trần Tuấn Hoàng², Hồ Công Toàn², Nguyễn Phương Đông²,
Huỳnh Thị Mỹ Linh², Nguyễn Kỳ Phùng¹

Tóm tắt: Nghiên cứu này nhằm mục đích mô phỏng ngập lụt cũng như đánh giá tác động và giải pháp giảm ngập cho Quận 12, Tp. Hồ Chí Minh. Các module của mô hình MIKE được sử dụng bao gồm: MIKE 11HD (tính toán dòng chảy trên sông, kênh, rạch, có xét đến công trình cống ngăn triều); MIKE 21FM (tính dòng chảy tràn bề mặt từ dữ liệu địa hình LiDAR (2,5x2,5m) và công trình đê ngăn triều ven sông); MIKE URBAN (mô phỏng mạng lưới thoát nước đô thị từ dữ liệu hiện trạng cống ở quận 12) và mô hình MIKE FLOOD (thực hiện kết nối 3 mô hình MIKE 11 HD, MIKE 21 FM và MIKE URBAN). Nghiên cứu đã sử dụng trận mưa tiêu biểu ngày 26/9/2016 để tính ngập hiện trạng. Kết quả tính toán ngập từ mô hình cho thấy hệ thống tiêu thoát nước Quận 12 hoạt động chưa hiệu quả. Bên cạnh đó, kịch bản giảm ngập cũng được xây dựng cho những con đường thường xuyên bị ngập như Nguyễn Văn Quá và Phan Văn Hớn. Kết quả của nghiên cứu cũng đã góp phần trong công tác quy hoạch cũng như tính toán hệ thống thoát nước để không gây ngập.

Từ khóa: Ngập, Quận 12, LiDAR, MIKE URBAN, MIKE FLOOD.

Ban Biên tập nhận bài: 12/7/2019 Ngày phản biện xong: 15/9/2019 Ngày đăng bài: 25/9/2019

1. Đặt vấn đề

Những tác động do ngập gây ra đối với con người, kinh tế, xã hội tại Tp. HCM đang dần lớn hơn trong những năm gần đây. Điều này được dự báo sẽ gia tăng trong tương lai dưới ảnh hưởng của biến đổi khí hậu (BĐKH) dẫn tới những thay đổi trong tần suất, cường độ, thời đoạn, thời gian của các hiện tượng thời tiết và khí hậu cực đoan [8]. Không những vậy, Tp. HCM là một trong 5 thành phố hàng đầu thế giới với số dân có thể bị ảnh hưởng của biến đổi khí hậu vào năm 2070, do thành phố nằm gần ngang mực nước biển, 40-45% diện tích đất nằm trong khoảng 0 - 1 m so với mực nước biển [1]. Trong khi đó, tỉ lệ dân số ở thành phố là rất lớn và không ngừng gia tăng nên rất cần có những giải pháp hữu hiệu giúp giảm thiểu những thiệt hại do ngập gây ra. Các nghiên cứu tính toán bằng mô hình tổng hợp các yếu tố (mưa, triều, lũ, công trình) giúp tìm ra các nguyên nhân gây ngập trong khu vực [2,10]. Việc tính toán hoặc cảnh báo ngập là một nhiệm vụ rất quan trọng phục vụ cho nhà quản lý đưa ra

đề xuất, giải pháp giảm ngập. Lưu vực Tham Lương - Bến Cát - Vàm Thuật - Rạch Nước Lên, cụ thể là Quận 12 - Tp. HCM là một trong những lưu vực vừa bị ngập do triều, vừa bị ngập do mưa, vì vậy, nhóm nghiên cứu chọn lưu vực có tính tổng quát hơn như thế với mục đích sẽ phản ảnh được hoàn toàn ảnh hưởng của thiên tai tới quá trình đô thị hóa và tìm ra hướng khắc phục hợp lý hơn. Bài báo ứng dụng mô hình MIKE FLOOD [3] tính toán tổng hợp các yếu tố địa hình, hệ thống thoát nước, hệ thống sông rạch nhằm xác định nguyên nhân ngập cho một số tiểu lưu vực quận 12 thuộc lưu vực Tham Lương - Bến Cát. Kết quả thu được phục vụ hỗ trợ lãnh đạo, nhà quản lý đô thị có cái nhìn tổng thể nguyên nhân, chi tiết tình hình ngập của khu vực lựa chọn trên. Nghiên cứu sẽ tiếp tục được mở rộng phương pháp này cho từng lưu vực và ứng dụng cho toàn thành phố khi hội đủ điều kiện như các hệ thống cống thoát nước được cập nhật đầy đủ dữ liệu, các công trình trọng điểm chống ngập đi vào hoạt động toàn diện.

¹Sở Khoa học Công nghệ Tp. HCM

²Phân viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Email: kyphungng@gmail.com

2. Phương pháp và số liệu sử dụng

2.1. Phương pháp

Trong nghiên cứu này đã dùng nhiều phương pháp khác nhau để có thể giải quyết được bài toán giảm ngập:

- Phương pháp kế thừa, tổng hợp, phân tích và thống kê:

Được sử dụng để tính toán các số liệu cơ bản như số liệu mưa, triều, lũ và các thông số công trình của các dự án của các đề tài trước đây và của nghiên cứu này [6].

- Phương pháp khảo sát:

Sử dụng thước dây, dây thừng và vật nặng để đo độ sâu, chiều rộng các kênh nhỏ bổ sung cho khu vực nghiên cứu.

- Phương pháp bản đồ [7]:

Sử dụng để trích xuất các bản đồ cho khu vực nghiên cứu từ các bản đồ hành chính cho các lớp phân vùng phường xã, đường xá, các công trình cống, hồ ga, cửa xả và dữ liệu độ cao số DEM, LiDAR của toàn khu vực Tp. HCM.

- Phương pháp mô hình hóa:

Sử dụng các mô hình MIKE FLOOD để tính toán ngập, trong bộ mô hình này kết hợp 3 mô hình MIKE 11 HD, MIKE 21 FM và MIKE URBAN [3].

2.2. Số liệu sử dụng

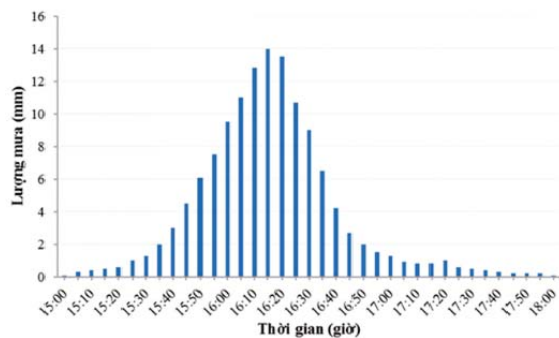
Dữ liệu bản đồ LiDAR: Thu thập dữ liệu về bản đồ, dữ liệu ảnh viễn thám và đã thiết lập được dữ liệu độ cao số địa hình (LiDAR) cho khu vực nghiên cứu với độ phân giải cao (2,5x2,5 m) [11].

Thu thập, phân tích, đánh giá và tổng hợp các dữ liệu về khí tượng thủy văn và hệ thống công trình thoát nước cũng như về các điểm ngập úng trong khu vực nghiên cứu.

Khảo sát bổ sung các số liệu địa hình sông, mặt cắt sông, đo đạc lưu lượng cho 2 vị trí sông Sài Gòn ngay khu vực nghiên cứu; cụ thể là đã khảo sát sông Vàm Thuật bổ sung cho khu vực nghiên cứu cũng như dữ liệu đã thu thập cho toàn lưu vực hạ lưu sông Sài Gòn - Đồng Nai. Khảo sát các tuyến cống thoát nước, hồ ga thu nước, đê dọc sông Sài Gòn, Vàm Thuật và Tham Lương [4]; khảo sát các vị trí công trình ngăn triều

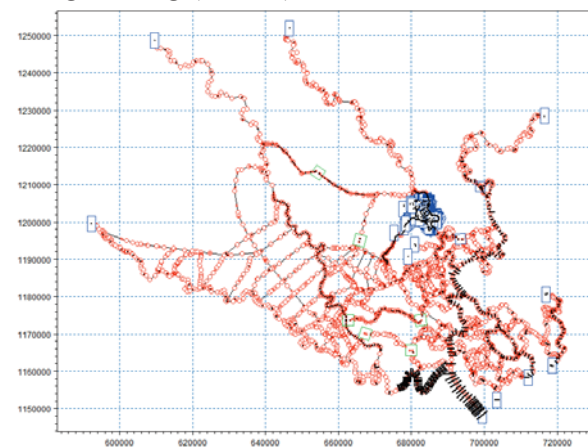
cường và các cửa xả dọc tuyến sông trong khu vực nghiên cứu [9]; Khảo sát các điểm ngập trong khu vực nghiên cứu cho mùa mưa năm 2016 và mùa khô 2015, kết quả cho thấy khu vực nghiên cứu không có ngập trong mùa khô (không ngập do triều) vì đã có các đê ngăn triều hoạt động hiệu quả.

Số liệu mưa để phục vụ mô hình là diễn biến trận mưa gây ngập tại quận 12 ngày 26/9/2016, được thể hiện như trên hình 1.



Hình 1. Vũ lượng trận mưa ngày 26/9/2016

Mạng lưới sông Sài Gòn - Đồng Nai và hệ thống kênh, rạch tại quận 12 được thiết lập dựa trên sơ đồ mạng lưới sông, dữ liệu mặt cắt và thông số cống (Hình 2).



Hình 2. Hệ thống kênh rạch trong MIKE 11

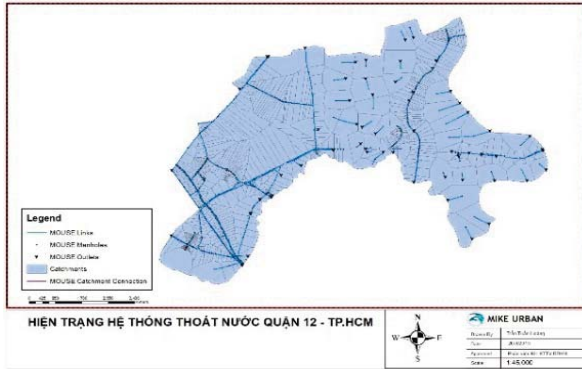
Nghiên cứu đã sử dụng mực nước (m) tại Vũng Tàu và Tân An theo giờ, lưu lượng xả (m³/s) tại hồ Dầu Tiếng và Trị An theo ngày để làm điều kiện biên tính toán.

Mạng lưới thoát nước quận 12 được thể hiện trên Hình 3.

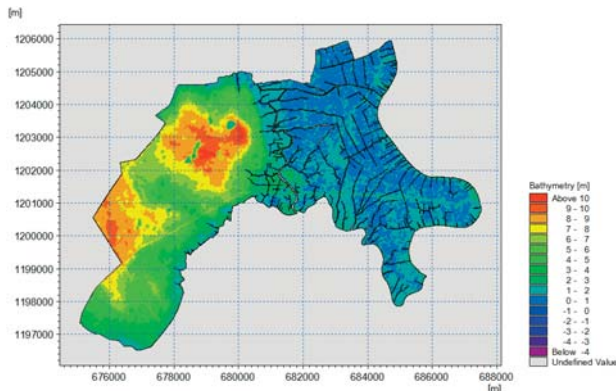
Đây là bản đồ kết hợp các tiêu lưu vực và các nút thu nước cũng như các nút thoát nước ra sông và các đường cống dẫn nước. Thông số cống

thoát nước trong dữ liệu có các loại cống tròn đường kính tùy theo con đường có loại 600 mm, 800 mm, 1000mm, ... các loại cống hộp có loại 2mx3m, có loại 2mx2m,

Dữ liệu địa hình được đưa vào và thể hiện trong MIKE 21FM như Hình 4.



Hình 3. Mạng lưới thoát nước Quận 12



Hình 4. Địa hình độ cao Quận 12

Dữ liệu LiDAR Tp. HCM được thành lập với khu bay chụp ảnh số. Dữ liệu LiDAR được thực hiện bay quét thu thập dữ liệu từ 28/2 - 26/5/2012 bao gồm 24 quận huyện của thành phố có tọa độ từ 10°10' - 10°38' vĩ độ Bắc và 106°22' - 106°54' kinh độ Đông. Tổng diện tích quét khoảng 2.121 km².

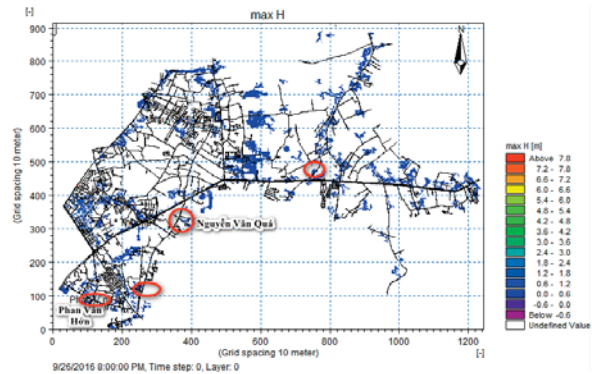
3. Kết quả

3.1. Kết quả ngập quận 12

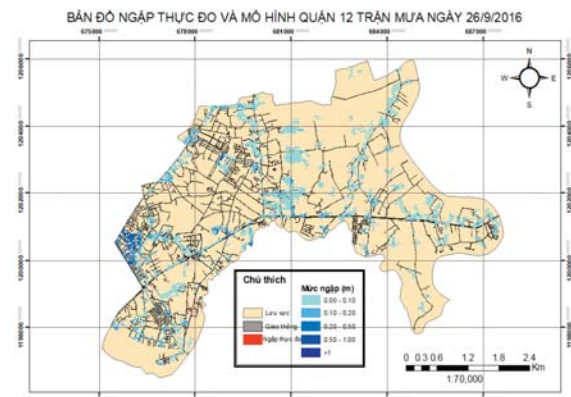
Các thông số cần hiệu chỉnh của mô hình là hệ số nhám Manning, hệ số tổn thất, hệ số không thấm nước của tiểu lưu vực thu nước. Đối với khu vực có nhà ở thì hệ số không thấm nước là 80% và đường giao thông là 75% trong đợt mưa ngày 26/9/2016.

Kết quả mô hình cho thấy các tuyến đường ngập là các tuyến đường như Nguyễn Văn Quá (từ SN359 đến Hẻm 412) và Phan Văn Hớn (từ

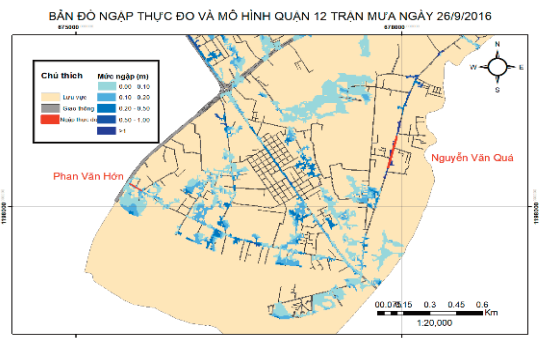
Quốc lộ 1A đến SN287). Độ chênh lệch mực nước thấp (chênh lệch ~ 0,05 m).



Hình 5. Bản đồ ngập lụt trên địa hình Quận 12 theo trận mưa ngày 26/9/2016



Hình 6. Bản đồ ngập lụt trên địa hình Quận 12 so sánh giữa thực đo và kết quả tính toán mô hình theo trận mưa ngày 26/9/2016



Hình 7. Bản đồ ngập lụt 2 tuyến đường Nguyễn Văn Quá và Phan Văn Hớn

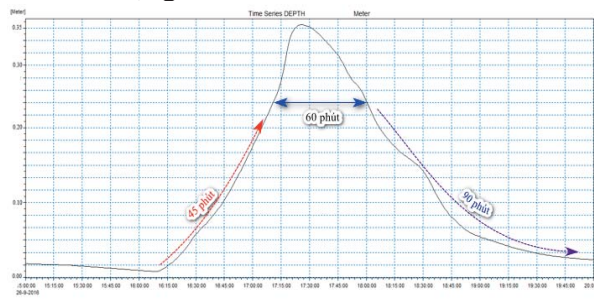
Hình 5 - hình 7 mô phỏng kết quả ngập theo 2 yếu tố mưa và thủy triều trên sông ảnh hưởng đến địa hình Quận 12, yếu tố mưa là số liệu của trận mưa hiện trạng ngày 26 tháng 9 năm 2016, yếu tố thủy triều là lưu lượng và mực nước trên hệ thống sông Sài Gòn Đồng Nai nói chung đã đổ vào kênh Tham Lương - Bến Cát và rạch Nước Lên cũng ảnh hưởng đến địa hình quận 12,

để đảm bảo yếu tố chính xác và có thể giúp mô hình MIKE FLOOD không gặp phải lỗi, biên mưa và biên triều phải cùng một thời gian.

Bản đồ ngập lụt được ghi nhận vào lúc 8 giờ 00 phút tối ngày 26 tháng 9 năm 2016, thời điểm sau khi đạt đỉnh ngập và lúc này nước chưa rút kịp nên mô hình xác định được để tiện so sánh với các kịch bản khác trên cùng một mốc thời gian và địa điểm. Vì bản đồ ngập được xây dựng từ kết quả MIKE 21 lưới vuông, nên mỗi điểm ngập sẽ thể hiện được mức ngập và nguy cơ ngập chính xác hơn.

3.2. Kết quả ngập đường Nguyễn Văn Quá

Trong trận mưa ngày 26/09/2016, biểu đồ mực nước chảy trong cống trên đường Nguyễn Văn Quá (Hình 8) nhận thấy rằng mực nước tăng nhanh chỉ trong vòng 45 phút từ lúc bắt đầu cơn mưa cho đến 17 giờ mực nước đã đạt 0,20 m (đường màu đỏ). Mực nước đạt đỉnh và duy trì ngập trong thời gian là 60 phút, lúc này mực nước đạt 0,35m sau đó mực nước bắt đầu rút và khá chậm (từ 18 giờ 30 phút đến 20 giờ 00 phút). Điều này cho thấy tuyến cống hoạt động tương đối tốt, do một phần các hồ ga tại đây tập trung rác và gặp phải trận mưa quá lớn nên mới dẫn đến tình trạng trên.



Hình 8. Tổng độ sâu ngập tại đường Nguyễn Văn Quá

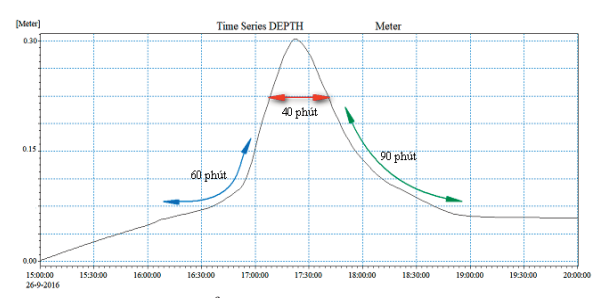


Hình 9. Hình ảnh ngập thực tế trên đường Nguyễn Văn Quá

3.3. Kết quả ngập đường Phan Văn Hớn

Kết quả ngập tại đờng Phan Văn Hớn vào ngày 26/09/2016 được mô phỏng như Hình 10.

Tuyến cống ở đường Phan Văn Hớn (Hình 11) hoạt động không tốt vì thời gian tập trung nước tuy không nhanh nhưng thời gian nước rút xuống chậm. Một phần do tuyến cống tại đây khá cũ, độ nhám cao làm cản trở quá trình lưu thông nước, từ đó gây ngập.



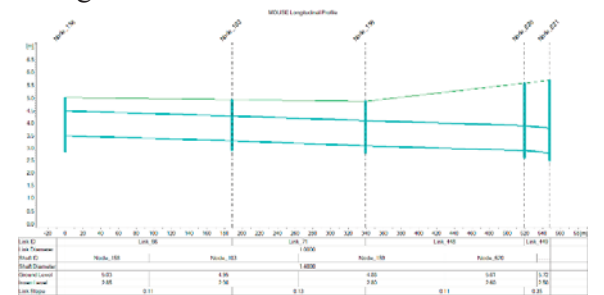
Hình 10. Tổng độ sâu ngập tại đường Phan Văn Hớn



Hình 11. Hình ảnh ngập thực tế trên đường Phan Văn Hớn

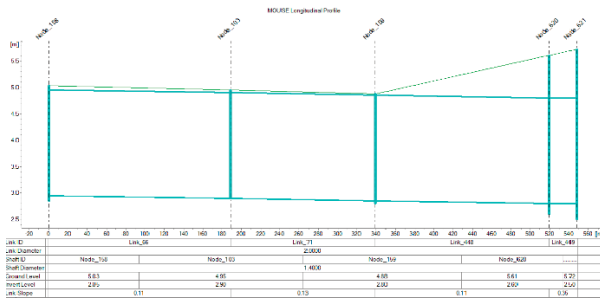
3.4. Kịch bản giảm ngập theo giải pháp tăng kích thước cống

Sau khi đã mô phỏng ngập theo trận mưa ngày 26/9/2016 với hiện trạng thoát nước đã cho được kết quả ngập. Nghiên cứu đã đưa giải pháp tăng kích thước cống cho Quận 12 tại 1 số tuyến đường hay xảy ra ngập như tuyến đường Nguyễn Văn Quá và Phan Văn Hớn hướng ra kênh Tham Lương.



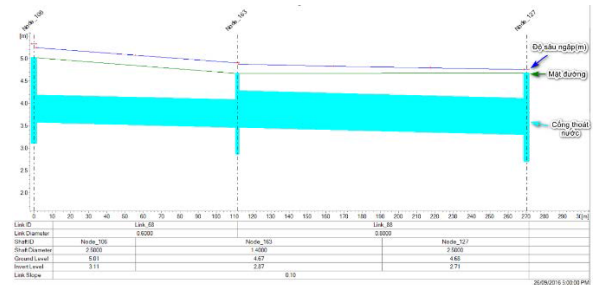
Hình 12. Hiện trạng một đoạn cống trên đường Phan Văn Hớn

Tuyến cống dọc trên 2 đoạn đường Phan Văn Hớn và Nguyễn Văn Quá có đường kính trung bình là 1000 mm ngoài ra một số đoạn có kích thước cống là 600 mm và 800 mm, với mật độ dân số và thời tiết ngày càng cực đoạn như hiện nay thì đường kính cống như vậy không chịu nổi áp lực từ những trận mưa cực đoạn nên gây ngập.



Hình 13. Hiện trạng một đoạn cống trên đường Phan Văn Hớn sau khi đã tăng kích thước gấp đôi

Kích thước cống sau khi được thiết kế là 2000 mm, gấp đôi so với hiện trạng cống ban đầu (Hình 13). Sau đó, tiến hành mô phỏng với trận mưa ngày 26/9/2016 để so sánh và đánh giá hiệu quả của giải pháp này.

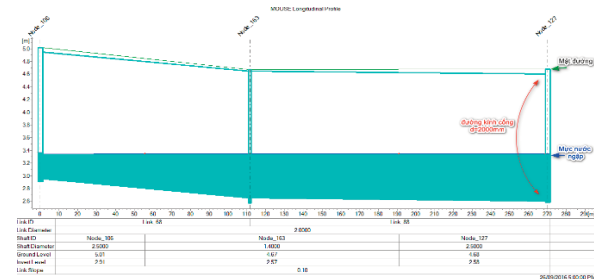


Hình 14. Một đoạn cống trên đường Phan Văn Hớn bị ngập khi giữ nguyên kích thước cống

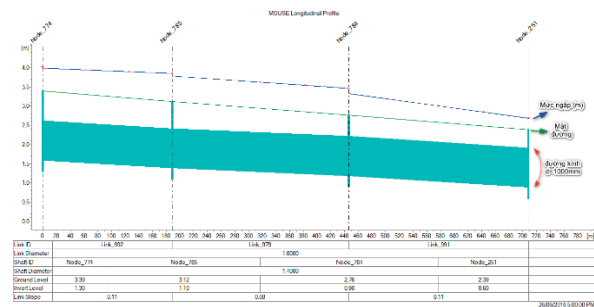
Đoạn cống nằm trên đường Phan Văn Hớn với hiện trạng đường kính đường kính lần lượt là 600 mm và 800 mm, cơn mưa ngày 26/9/2016 bắt đầu lúc 16 giờ 30 phút và chỉ sau 30 phút đoạn đường này đã bị ngập từ 0,15 m đến 0,24 m (Hình 14). Nghiên cứu đề xuất giải pháp nâng cống như đã trình bày ở trên với việc tăng đường kính cho đoạn đường Phan Văn Hớn lên 2000 mm.

Cùng một trận mưa và một thời điểm mưa lúc 17 giờ 00 phút và giữ nguyên cao độ mặt đường

thì mực nước dâng trong cống chỉ đạt 3,4 m và những hố ga nên mặt đường chưa bị ngập (Hình 15). Điều này cho thấy, giải pháp tăng kích thước cống là khá hiệu quả trong việc giảm ngập cho đoạn đường Phan Văn Hớn nói riêng và cả khu vực quận 12 nói chung.

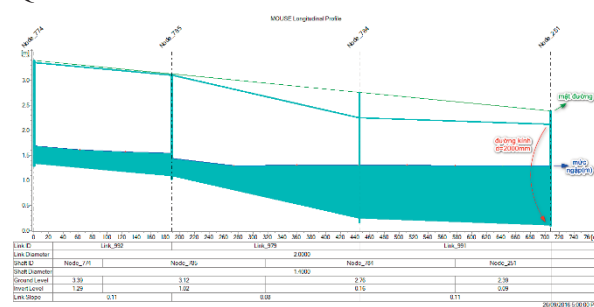


Hình 15. Một đoạn cống trên đường Phan Văn Hớn đã tăng kích thước cống



Hình 16. Một đoạn cống trên đường Nguyễn Văn Quá bị ngập khi giữ nguyên kích thước cống

Đoạn cống nằm trên đường Nguyễn Văn Quá với hiện trạng đường kính là 1000 mm, cơn mưa ngày 26/9/2016 bắt đầu lúc 16 giờ 30 phút và chỉ sau 30 phút đoạn đường này đã bị ngập từ 0,2 m đến 0,5 m (Hình 16). Nghiên cứu tiến hành giải pháp nâng cống như đã trình bày ở trên với việc tăng đường kính cho đoạn đường Nguyễn Văn Quá lên 2000 mm.



Hình 17. Một đoạn cống trên đường Nguyễn Văn Quá đã tăng kích thước cống

Cùng một trận mưa và một thời điểm mưa lúc 17 giờ 00 phút và giữ nguyên cao độ mặt đường thì mực nước dâng trong cống chỉ đạt 2,6 m, những hố ga nên mặt đường chưa bị ngập (Hình 17). Điều này cho thấy, giải pháp tăng kích thước cống là khá hiệu quả trong việc giảm ngập cho đoạn đường Nguyễn Văn Quá nói riêng và cả khu vực quận 12 nói chung.

4. Kết luận và kiến nghị

Kết quả kết hợp 3 mô hình để tính toán ngập cho kết quả gần với thực tế.

Kết quả tính toán ngập từ mô hình MIKE FLOOD cho thấy, hệ thống tiêu thoát nước Quận 12 hoạt động chưa tốt khi mực nước tăng kết hợp với xả lũ thượng nguồn tăng nhờ vào hệ thống

cửa xả được đặt ven sông, kênh, rạch và cống ngăn triều. Khu vực Quận 12 bị ngập là do mưa, cụ thể: ở kịch bản hiện trạng năm 2016: khu vực Quận 12 có độ sâu ngập phổ biến từ 0,1 ~ 0,5 m, khu vực ven các cửa xả đều ngập trên 0,3 m, tuyến đường Nguyễn Văn Quá ngập từ SN359 tới Hẻm 412 có độ sâu ngập ~ 0,5 m, tuyến đường Phan Văn Hớn ngập từ Quốc lộ 1A số nhà 287 có độ sâu ngập ~ 0,3 m.

Nghiên cứu này đã tiến hành giải pháp nâng cấp đường kính cho các tuyến cống nằm trên 2 đường Phan Văn Hớn và Nguyễn Văn Quá. Kết quả cho thấy, sau khi tăng đường kính cống lên 2000 mm thì các tuyến cống nằm trên 2 đoạn đường này đã không còn bị ngập.

Tài liệu tham khảo

1. ADB (2010), *Thành phố Hồ Chí Minh thích nghi với biến đổi khí hậu*.
2. Đào Xuân Học (2009), *Nguyên nhân và các giải pháp chống ngập úng ở Tp. HCM*. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, S.24, 1-6.
3. DHI (2014), *Manuals*.
4. Dự án cải tạo kênh Tham Lương - Bến Cát Rạch - Nước Lên.
5. IMHEN và UNDP (2015), *Báo cáo đặc biệt của Việt Nam về Quản lý rủi ro thiên tai và hiện tượng cực đoan nhằm thúc đẩy thích ứng với biến đổi khí hậu*.
6. Lương Văn Việt (2008), *Nghiên cứu xây dựng cơ sở dữ liệu các đặc trưng khí tượng - thủy văn phục vụ phòng chống ngập úng trên khu vực Tp. HCM*. Phân viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường phía Nam.
7. Nguyễn Kỳ Phùng (2015), *Atlas Khí tượng Thủy văn Tp. HCM*, Nhà xuất bản KHKT.
8. Nguyen Ky Phung (2011), *Climate change in Ho Chi Minh City and implications for research on the flood control project*. Third Scientific conference in EIA and SEA, 69-75.
9. TCXDVN 51:2008 (2008), *Thoát nước và công trình bên ngoài - Tiêu chuẩn thiết kế*, Bộ xây dựng.
10. Trần Tuấn Hoàng, Bùi Chí Nam, Ngô Nam Thịnh (2012), *Nghiên cứu tính toán “mưa rào - dòng chảy” hạ lưu sông Sài Gòn làm đầu vào cho bài toán chống ngập*. Tạp chí Khí tượng thủy văn, 622, 17-21.
11. Trung tâm GIS, Sở Khoa học và Công nghệ Tp. HCM.

CONSTRUCTING REDUCE INUNDATION SCENARIOS FOR DISTRICT 12 ON THE MODEL

Huynh Luu Trung Phung¹, Tran Tuan Hoang², Ho Cong Toan², Nguyen Phuong Dong²,
Huynh Thi My Linh², Nguyen Ky Phung¹

¹Department of Science and Technology, HCMC

²Sub-Institute of Hydrometeorology and Climate Change

Abstract: *The study aims are to simulate inundation level as well as impact assessment and flood mitigation solutions for District 12, Ho Chi Minh City. Modules of MIKE model are used consisting of MIKE 11 HD (calculating the flows in rivers, canals, and ditches with tidal sewers); MIKE 21FM calculating surface overflow from LiDAR topographic data (2.5m×2.5m resolution) and dike protection along the river); MIKE URBAN (simulating urban drainage network from the existing sewer data in District 12); and MIKE FLOOD (connecting three models MIKE 11 HD, MIKE 21 FM, and MIKE URBAN). The specific rain on September 26, 2016 was used to calculate the current inundation. Simulated results show that drainage system is not working well in District 12. Besides, inundation scenarios reduction also establish for frequently flooded roads such as Nguyen Van Qua and Phan Van Hon street. The study results also contributed to the planning as well as the calculation of the drainage system to prevent flooding.*

Keywords: *Inundation, District 12, LiDAR, MIKE URBAN, MIKE FLOOD.*

HÌNH THỂ THỜI TIẾT GÂY MƯA LỚN TRONG THỜI KỲ MÙA ĐÔNG TRÊN KHU VỰC TÂY BẮC BỘ VIỆT NAM

Trần Đình Linh¹, Phạm Minh Tiến¹, Chu Thị Thu Hường¹

Tóm tắt: Nghiên cứu sử dụng số liệu tái phân tích ERA Interim để xây dựng bản đồ trường đường dòng trên các mực đẳng áp chuẩn 1000hPa, 850hPa, 700hPa và 500hPa trong 134 ngày thuộc 35 đợt mưa lớn để xác định hình thể gây mưa lớn trong thời kỳ mùa đông trên khu vực Tây Bắc Bộ. Kết quả cho thấy, ở các mực dưới của tầng đối lưu (1000hPa, 850hPa), hình thể thời tiết chủ yếu không thuận lợi để gây mưa lớn. Phần lớn thời gian, ở các mực này không khí lạnh chi phối ổn định trên khu vực. Ngược lại, hình thể ở các mực giữa đối lưu (700hPa, 500hPa) lại rất thuận lợi để gây mưa. Trong đa số các ngày xảy ra mưa lớn, trên khu vực chịu ảnh hưởng rìa áp cao Thái Bình Dương, rãnh gió tây hoặc sự hội tụ giữa chúng. Về vai trò gây mưa, hình thể ở các mực giữa có vai trò quyết định trong phần lớn thời gian, trong đó, hình thể ở mực 700hPa có vai trò lớn hơn ở mực 500hPa. Tuy vậy, trong một vài trường hợp khi hình thể ở các mực giữa không thuận lợi, hình thể ở các mực dưới lại có vai trò quyết định.

Từ khóa: Hình thể thời tiết; Mưa lớn thời kỳ mùa đông; Tây Bắc Bộ.

Ban Biên tập nhận bài: 12/7/2019 Ngày phản biện xong: 20/8/2019 Ngày đăng bài: 25/09/2019

1. Mở đầu

Việt Nam là đất nước nằm trong miền nhiệt đới gió mùa, thuộc vành đai nhiệt đới bán cầu Bắc. Vào thời kỳ mùa đông, Việt Nam chịu ảnh hưởng nhiều của không khí lạnh (KKL) với bản chất là khối không khí ngoại nhiệt đới có nguồn gốc từ áp cao lạnh lục địa Âu Á. Thời kỳ nửa đầu mùa, KKL thường biến tính qua lục địa tạo nên thời kỳ lạnh và khô hanh. Nửa sau mùa đông, KKL lại thường biến tính qua biển gây nên kiểu thời tiết lạnh ẩm, nhiều mây, có mưa nhỏ, mưa phùn và sương mù [1, 2]. Trên khu vực Bắc Bộ, trong suốt thời kỳ gió mùa mùa đông, dù ảnh hưởng của KKL trải qua quá trình biến tính nào đi nữa thì vẫn là thời kỳ ít mưa với tổng lượng mưa trên khu vực trong thời gian này là không đáng kể [1].

Tuy nhiên, số liệu thực tế cho thấy ở Bắc Bộ cũng có những năm có lượng mưa gia tăng trong các tháng mùa đông, thậm chí lượng mưa tháng có thể vượt trên tiêu chuẩn mùa mưa (100mm) với những đợt mưa lớn dị thường. Sự xuất hiện

các đợt mưa lớn trong thời kỳ này là rất hữu ích, nó cung cấp nguồn tài nguyên nước quý giá cho sản xuất và đời sống.

Về nguyên nhân gây mưa trong thời kỳ mùa đông ở Việt Nam, trước đây, phần lớn chúng ta cho rằng chủ yếu là do hoạt động của KKL, trong đó front lạnh gần như là hệ thống nhiễu động gây mưa duy nhất ở Bắc Bộ trong thời kỳ này. Mặc dù vậy, kết quả nghiên cứu gần đây cho thấy không phải tất cả các đợt xâm nhập lạnh xuống nước ta đều gây mưa và các đợt gây mưa thì đặc điểm mưa cũng khác nhau [3]. KKL tăng cường thường gây nên những đợt mưa tuy không lớn nhưng có thể xảy ra trên diện rộng ở các tỉnh thuộc khu vực Đông Bắc Bộ và ven biển Trung Bộ. Tuy vậy, cũng có những trường hợp KKL tăng cường làm giảm hoặc kết thúc mưa trên toàn lãnh thổ thuộc Bắc Bộ và Thanh Hóa [3]. Đối với các đợt gió mùa đông bắc, khi ảnh hưởng thường gây ra những đợt mưa trên diện rộng, đặc biệt là các tỉnh thuộc khu vực phía đông Bắc Bộ và ven biển Trung Bộ và lượng mưa thường lớn hơn khi có KKL tăng cường. Nhưng, cũng tương tự như khi KKL tăng cường,

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường HN
Email: tdlinh@hunre.edu.vn

có những đợt gió mùa đông bắc gần như không gây mưa, mưa nếu có chỉ xảy ra ở vài nơi thuộc phía đông Bắc Bộ với lượng mưa không đáng kể [3].

Bên cạnh đó, áp cao lạnh lục địa là một hệ thống khí áp tầm thấp - trung, sự dịch chuyển của khối không khí từ trung tâm áp cao này phụ thuộc chủ yếu vào dòng gió trên cao phía sau trục rãnh Đông Á trong hệ thống dòng xiết gió tây cận nhiệt đới [4]. Cường độ và độ sâu của rãnh Đông Á ảnh hưởng đến sự dịch chuyển của áp cao Siberia làm KKL xâm nhập vào Việt Nam trực tiếp qua lục địa hay di chuyển lệch đông [4]. Hơn nữa, sự mạnh lên của dòng xiết Đông Á liên quan đến sự lạnh hơn và khô hơn ở khu vực Đông Á cũng như sự tăng cường đối lưu ở vùng xích đạo, nhiệt đới Á-Úc trong mùa đông [5]. Vị trí của trục dòng xiết cận nhiệt đới cũng có ảnh hưởng lớn trong việc tạo nên các ngày có lượng mưa trên 10mm trên lưu vực sông Zayanderood, Iran [6]. Trong trường hợp tốc độ trong lõi dòng xiết cận nhiệt đới tương đương với tốc độ trong lõi của dòng xiết front cực thì cường độ mưa lớn hơn [6].

Bên cạnh ảnh hưởng của KKL và hoàn lưu trên cao đến sự thay đổi lượng mưa thì mối liên hệ gián tiếp giữa ENSO và nhiệt độ mặt nước biển (SST) với lượng mưa trên khu vực châu Á gió mùa nói chung cũng được các tác giả nghiên cứu [7, 8, 9, 10, 11]. Lượng mưa trên khu vực Bắc Bộ Việt Nam đều thâm hụt so với trung bình trong cả pha nóng và pha lạnh của ENSO [7]. Ở khu vực nam Trung Quốc, trong năm El-Nino hoặc năm có SST trên khu vực Biển Đông cao hơn trung bình thường xuất hiện dòng gió tây nam dị thường trên khu vực Biển Đông làm gia tăng dòng vận tải ẩm vào khu vực từ đó làm gia tăng lượng mưa trong các tháng 1, 2, 3. Trong đó, ENSO ảnh hưởng chủ yếu đến mưa ở vùng phía nam, trong khi ảnh hưởng của SST là lớn hơn ở vùng phía bắc của khu vực nghiên cứu [8]. Cũng trên khu vực nam Trung Quốc, trong những mùa đông có lượng mưa gia tăng trên khu

vực, hơi nước trong lớp khí quyển ở dưới mực 500hPa chủ yếu được vận chuyển bởi dòng gió Tây Nam và dòng gió Nam dị thường trên khu vực bán đảo Đông Dương và Biển Đông [9]. Lượng mưa mùa đông ở khu vực nam Trung Quốc biến đổi khoảng 20%-30% trong giai đoạn ENSO suy yếu, khoảng 20% ở khu vực phía đông miền Trung Trung Quốc trong mùa xuân sau giai đoạn ENSO trung tính [10].

Đối với SST, ảnh hưởng của nó đến lượng mưa còn phụ thuộc lớn vào qui mô thời gian [11]. Trên khu vực Nhật Bản, với các qui mô thời gian từ vài ngày đến vài tuần, SST có ảnh hưởng rõ rệt đến lượng giáng thủy, trong khi, với qui mô thời gian từ 15 ngày đến tháng, ảnh hưởng là không rõ ràng [11]. Sự biến đổi lượng mưa trong các pha ENSO là do dị thường của hoàn lưu khí quyển trên khu vực trong thời kỳ tương ứng [8, 10].

Các kết quả nghiên cứu đã công bố cho thấy rằng, KKL có thể không phải là yếu tố chính, trực tiếp gây mưa ở Bắc Bộ trong thời kỳ mùa đông. Bên cạnh đó, quá trình xâm nhập vào Việt Nam của KKL cũng phụ thuộc vào hệ thống khác. Ngoài ra, sự gia tăng lượng mưa trên khu vực lân cận Việt Nam liên quan đến sự xuất hiện các dòng tải ẩm dị thường hay ảnh hưởng gây nên dị thường hoàn lưu trên khu vực của ENSO và SST.

Trong bối cảnh đó, việc xác định hình thái thời tiết gây mưa lớn trên các mực khí áp cũng như vai trò của hình thái ở mỗi mực trong thời kỳ mùa đông ở Bắc Bộ có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao. Trong nghiên cứu này, vấn đề trên bước được thực hiện cho khu vực Tây Bắc Bộ.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trên khu vực Tây Bắc Bộ. Phạm vi nghiên cứu gồm 04 tỉnh Lai Châu, Điện Biên, Sơn La và Hòa Bình thuộc quản lý của đài Khí tượng Thủy văn khu vực Tây Bắc (hình 1).



Hình 1. Khu vực nghiên cứu (nguồn: Website đài KTTV khu vực Tây Bắc)

2.2. Số liệu

Bài báo sử dụng hai nguồn số liệu để phục vụ nghiên cứu. Đó là số liệu quan trắc lượng mưa ngày của 13 trạm khí tượng trên khu vực Tây Bắc Bộ (bảng 1) và số liệu tái phân tích ERA-Interim của Trung tâm khí tượng hạn vừa châu Âu ECMWF. Thời gian khai thác của cả hai nguồn số liệu là 15 năm trong giai đoạn từ 2001 đến 2015. Trong đó, số liệu tái phân tích bao gồm các yếu tố: độ cao địa thế vị “z”, tốc độ gió vĩ hướng “u” và tốc độ gió kinh hướng “v” tại các mực đẳng áp chuẩn từ mực 1000hPa đến 300hPa. Nguồn số liệu này được lựa chọn với độ phân giải 0,5×0,5 độ kinh vĩ bao trùm khu vực từ 0 đến 50 độ vĩ Bắc, 60 đến 180 độ kinh Đông.

Bảng 1. Danh sách và vị trí của các trạm khí tượng phục vụ nghiên cứu

TT	Tên trạm	Vị trí		TT	Tên trạm	Vị trí	
		Vĩ độ	Kinh độ			Vĩ độ	Kinh độ
1	Tam Đường	22°25'	103°29'	8	Son La	21°20'	103°54'
2	Mường Tè	22°22'	102°50'	9	Phù Yên	21°16'	104°38'
3	Sìn Hồ	22°22'	103°14'	10	Bắc Yên	21°15'	104°25'
4	Than Uyên	21°57'	103°53'	11	Mộc Châu	20°50'	104°41'
5	Điện Biên	21°22'	103°00'	12	Chi Nê	20°29'	105°47'
6	Tuần Giáo	22°35'	103°25'	13	Lạc Sơn	20°27'	105°27'
7	Pha Đin	21°34'	103°31'				

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Lựa chọn các đợt mưa lớn

Do các hệ thống chi phối trên khu vực ở cả bề mặt và trên cao thường có sự thay đổi nội mùa nên khi xem xét xác định hình thể thời tiết trong các đợt mưa lớn, bài báo tiến hành lựa chọn các đợt mưa lớn giàn trải trong cả ba thời kỳ: đầu đông (tháng 11), giữa đông (tháng 12, tháng 1) và cuối đông (tháng 2, tháng 3). Theo đó, từ số liệu quan trắc lượng mưa ngày ở các trạm trên khu vực, bài báo cố gắng lựa chọn mỗi năm tối đa 03 đợt mưa lớn điển hình đại diện cho ba thời kỳ. Nếu một năm nào đó, trong một thời kỳ có nhiều hơn một đợt mưa lớn thì đợt mưa có diện và lượng mưa lớn hơn sẽ được lựa chọn. Mặc dù vậy, trong giai đoạn nghiên cứu có một số năm không có tới 03 đợt mưa lớn trải đều trong ba thời kỳ nên bài báo chỉ lựa chọn được tổng cộng 35 đợt, với 134 ngày mưa lớn trên khu vực. Trong số 35 đợt lựa chọn được, thời kỳ đầu đông

có 11 đợt kéo dài trong tổng cộng 45 ngày, thời kỳ giữa đông có 10 đợt kéo dài trong 36 ngày và thời kỳ cuối đông có 14 đợt kéo dài trong 53 ngày.

2.2.2. Phương pháp xác định hình thể thời tiết trong các đợt mưa lớn

Từ số liệu các đợt mưa lớn được lựa chọn, bài báo tiến hành xây dựng bộ bản đồ trường độ cao địa thế vị (z) và đường dòng (u, v) từ số liệu tái phân tích trên các mực khí áp chuẩn (1000hPa, 850hPa, 700hPa và 500hPa) trong tất cả các ngày của các đợt mưa lớn.

Từ bộ bản đồ xây dựng được, bài báo xác định hình thể trong từng ngày của từng đợt lần lượt cho các mực dưới tầng đối lưu (1000hPa và 850hPa) và các mực giữa tầng đối lưu (700hPa và 500hPa).

Kết quả xác định hình thể được thống kê chi tiết tương ứng theo từng hình thể, từng thời kỳ. Từ đó, xây dựng biểu đồ thể hiện đặc điểm hình

thể cũng như sự thay đổi của nó theo thời gian ở các mực đẳng áp chuẩn.

2.2.3. Phương pháp xác định vai trò gây mưa lớn của hình thể trên các mực

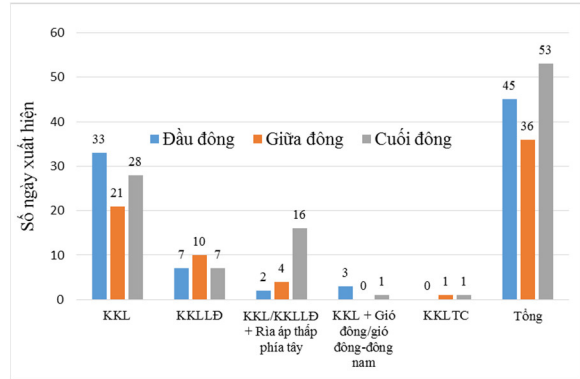
Để xem xét vai trò của hình thể ở các mực trong việc gây mưa lớn trong mùa đông trên khu vực, bài báo xem xét tổ hợp hình thể ở cả bốn mực khí áp trên trong tất cả các ngày có mưa lớn được lựa chọn phân tích. Đặc điểm hình thể ở một mực nào đó được kết luận có vai trò quan trọng hơn nếu hình thể ở mực đó thuận lợi để gây mưa lớn. Ngược lại, một mực nào đó có vai trò ít hơn nếu ở mực đó ít khi xuất hiện hình thể thuận lợi để gây mưa.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Hình thể thời tiết ở các mực dưới tầng đối lưu

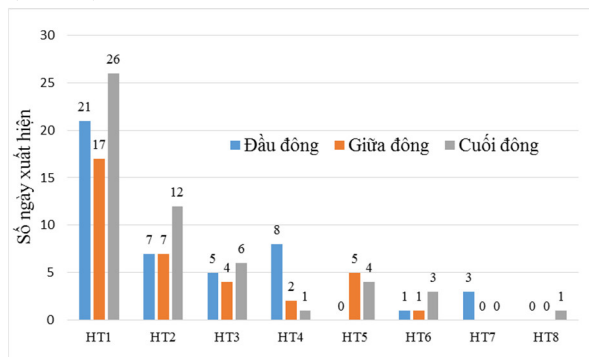
Ở mực 1000hPa, kết quả phân tích cho thấy có 05 hình thể xuất hiện trong các ngày xảy ra mưa lớn trên khu vực Tây Bắc Bộ gồm KKL, KKL lệch đông (KKLLĐ), tương tác giữa KKL hoặc KKLLĐ với rìa áp thấp phía tây, tương tác giữa KKL với đới gió đông hoặc gió đông - đông nam và KKL tăng cường (KKLTC) (hình 2). Trong đó, phần lớn ở bề mặt bị khống chế bởi KKL (82/134 ngày) hoặc KKLLĐ (24/134 ngày), số ít còn lại là do sự chi phối của KKL hoặc KKLLĐ kết hợp với rìa áp thấp phía tây (22 ngày), tương tác giữa KKL với đới gió đông, đông nam (04 ngày) và KKL tăng cường (02 ngày).

Tần suất xuất hiện của các hình thể thay đổi theo thời gian từ đầu đông đến cuối đông, đồng thời sự thay đổi đó cũng khác nhau giữa các hình thể. Ví dụ như tần suất KKL chi phối trong các ngày mưa lớn giảm theo thời gian từ đầu đông đến cuối đông. Cụ thể, KKL xuất hiện nhiều hơn hai phần ba thời gian (33/45) trong thời kỳ đầu đông. Thời kỳ giữa đông, tỉ lệ này là gần hai phần ba (21/36) còn trong thời kỳ cuối đông nó giảm xuống chỉ còn gần một phần hai (26/53). Đối với KKLLĐ, tần suất xuất hiện nhiều hơn trong thời kỳ giữa đông còn đối với sự tương tác giữa KKL/KKLLĐ với áp thấp phía tây thì lại xuất hiện nhiều hơn trong thời kỳ cuối đông.



Hình 2. Hình thể thời tiết mực 1000hPa và số ngày xuất hiện khi có mưa lớn dị thường mùa đông trên khu vực Tây Bắc

Về hình thể ở mực 850hPa, kết quả cho thấy có 08 hình thể (tổ hợp hình thể) chi phối trên khu vực trong những ngày khu vực xảy ra mưa lớn. Theo tần suất xuất hiện từ lớn đến bé lần lượt là: KKL (HT1), Hội tụ giữa KKL và (hoặc) gió đông-đông nam và đới gió tây (HT2), KKL+Rìa ACTBD/ KKL+Rìa ACTBD+Rìa áp thấp phía tây/ KKL+Rìa ACTBD+Đới gió tây (HT3), KKL + Đới gió đông (HT4), KKLLĐ (HT5), KKL/KKLLĐ+Rìa áp thấp phía tây (HT6), KKL hoặc KKLLĐ + Gió tây nam từ rìa xoáy thuận dị thường trên vịnh Bengal (HT7) và KKLTC (HT8) (hình 3).



Hình 3. Tương tự hình 2 nhưng ở mực 850hPa

Như vậy, hình thể ở mực này khá tương đồng với hình thể ở mực 1000hPa. Cụ thể, trong số 08 hình thể xuất hiện ở mực này, có 05 hình thể cũng xuất hiện mực 1000hPa. Về tần suất xuất hiện, thống kê cho thấy KKL vẫn chi phối nhiều nhất (64/134 ngày). Tiếp theo, sự hội tụ giữa KKL và (hoặc) gió đông nam với đới gió tây có

tần suất xuất hiện lớn thứ hai (26/134 ngày). Các hình thể gồm sự tương tác giữa KKL với đới gió đông, tương tác giữa KKL với rìa ACTBD và KKLLĐ có tần suất xuất hiện lần lượt lớn thứ ba, thứ tư và thứ năm (11/134, 10/134 và 9/134 ngày). Các hình thể như tương tác giữa KKL hoặc KKLLĐ với rìa áp thấp phía tây, tương tác giữa KKL hoặc KKLLĐ với gió tây tam từ rìa xoáy thuận dị thường trên vịnh Bengal và KKLTTC có tần suất xuất hiện nhỏ.

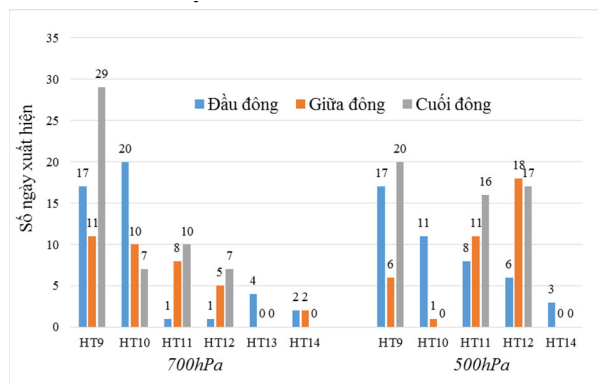
3.2. Hình thể ở các mực giữa tầng đối lưu

Kết quả phân tích, thống kê cho thấy trong cả mùa đông tổng cộng có 06 hình thể ở mực 700hPa và 5/6 hình thể đó xuất hiện ở mực 500hPa xuất hiện khi trên khu vực xảy ra mưa lớn, gồm: Hội tụ giữa rìa áp cao Thái Bình Dương (ACTBD) với rãnh gió tây (HT9), Rìa ACTBD (HT10), Rãnh gió tây (HT11), Đới gió tây (HT12), Hội tụ giữa rìa ACTBD và gió tây nam từ rìa xoáy thuận dị thường trên vịnh Bengal (HT13) và ACTBD (HT14) (hình 4). Ở mực 700hPa, ba hình thể gồm hội tụ giữa rìa ACTBD với rãnh gió tây, rìa ACTBD và rãnh gió tây/xoáy thấp lần lượt có tần suất chi phối lớn nhất với số ngày chi phối lần lượt là 57 ngày, 37 ngày và 19 ngày trên tổng số 134 ngày được phân tích. Cả ba hình thể này đều rất thuận lợi cho sự xuất hiện mưa lớn trên bất kỳ khu vực nào mà nó chi phối. Với tổng số 113 xuất hiện trên tổng số 134 ngày cho thấy vai trò quan trọng của ba hệ thống này trong các đợt mưa lớn vào mùa đông trên khu vực.

Bên cạnh sự chi phối của các hình thể ở trên, kết quả ở hình 3 cũng cho thấy sự xuất hiện các hình thể không thuận lợi để gây mưa trên khu vực. Tuy nhiên, số ngày xuất hiện các hình thể này chỉ chiếm thiểu số. Tổng số có 17 ngày, trong đó 13 ngày khu vực chịu sự chi phối của đới gió tây và 04 ngày là sự chi phối của ACTBD là không thuận lợi cho sự xuất hiện mưa lớn.

Theo từng thời kỳ, tổng số hình thể và thời gian chi phối của mỗi hình thể cũng có sự thay đổi như ở các mực dưới thấp. Ba hình thể xuất hiện nhiều nhất được đề cập ở trên cùng với sự chi phối của đới gió tây phân tích được trong cả

ba thời kỳ. Trong khi sự hội tụ giữa rìa ACTBD với gió tây nam từ rìa xoáy thuận dị thường trên vịnh Bengal chỉ xuất hiện 04 ngày trong thời kỳ giữa đông, bên cạnh đó sự chi phối của ACTBD thì không xuất hiện trong các ngày mưa lớn trong thời kỳ cuối đông. Về khả năng xuất hiện, trong thời kỳ đầu đông, rìa ACTBD chi phối nhiều nhất, còn trong hai thời kỳ sau, sự hội tụ giữa rìa ACTBD với rãnh gió tây có tần suất lớn nhất, đặc biệt trong thời kỳ cuối đông khi hình thể này chi phối gần nửa số ngày có mưa lớn. Kết quả này là phù hợp với đặc điểm hoạt động của ACTBD và dòng xiết gió tây cận nhiệt đới [2, 3].



Hình 4. Tương tự hình 2 nhưng ở mực 700hPa và mực 500hPa

Ở mực 500hPa, bốn hình thể có thời gian chi phối nhiều nhất lần lượt là hội tụ giữa rìa ACCNĐ với rãnh gió tây, đới gió tây, rãnh gió tây và rìa ACCNĐ. So với ở mực 700hPa, thời gian chi phối của hội tụ giữa rìa ACCNĐ với rãnh gió tây và rìa ACCNĐ giảm xuống đáng kể, đặc biệt là sự suy giảm thời gian chi phối của rìa ACCNĐ. Ở mực này, tổng thời gian chi phối của rìa ACCNĐ chỉ còn 12 ngày, chỉ bằng gần một phần ba so với mực 700hPa, trong đó thời kỳ giữa đông chỉ còn 01 ngày, thậm chí, thời kỳ cuối đông hình thể này còn không xuất hiện trong các ngày xảy ra mưa lớn. Bù lại sự suy giảm của hai hình thể trên là sự gia tăng thời gian chi phối của rãnh gió tây cũng như đới gió tây. Trong đó, sự gia tăng thời gian chi phối của rãnh gió tây là lớn hơn.

Khi trên khu vực xuất hiện đới gió tây hoặc ACCNĐ chi phối thì nhìn chung không thuận lợi cho sự xuất hiện mưa. Tổng số ngày có sự chi

phối của hai hình thể này là khá lớn (44/134 ngày) cho thấy vai trò của hoàn lưu mực này có thể không lớn bằng đặc điểm hoàn lưu ở mực 700hPa.

3.3. Tổ hợp hình thể trên các mực gây mưa lớn dị thường thời kỳ mùa đông trên khu vực

Chúng ta biết rằng, khi khu vực bị KKL chi phối ổn định ở tầng thấp nếu HTTT ở trên cao không thuận lợi thì thời tiết trên khu vực thường khô hanh [1]. Kết quả trên cho thấy KKL và KKLLĐ không chế ở hai mực 1000hPa và 850hPa chiếm đa số các ngày xảy ra mưa lớn dễ gây mâu thuẫn. Tuy nhiên, khi tiến hành phân tích đồng thời tổ hợp hình thể các mực cho thấy trong những ngày xảy ra mưa lớn mà có KKL hoặc KKLLĐ chi phối ở mực 1000hPa hoặc cả hai mực trong tầng đối lưu dưới thì ở trên cao hình thể là rất thuận lợi để gây mưa. Trong cả ba thời kỳ, hầu hết các ngày ở tầng dưới có KKL chi phối ổn định, ở tầng giữa đối lưu xuất hiện sự hội trong đới gió tây hoặc hội tụ giữa rìa ACTBD với rãnh gió tây hay khu vực nằm ở rìa phía tây bắc của ACCNĐ ở cả hai mực hoặc ít nhất một trong hai mực 700hPa hoặc 500hPa (bảng 2, 3, 4).

Trong thời kỳ đầu đông (bảng 2), tất cả 21 ngày ở tầng đối lưu dưới có sự chi phối của KKL hoặc KKLLĐ thì ở các mực giữa tầng đối lưu hình thể đều thuận lợi để gây mưa. Với riêng mực 1000hPa có đến 40/45 ngày xuất hiện mưa lớn nhưng hình thể là không thuận lợi, điều này đồng nghĩa rằng hệ thống ở sát bề mặt ít có vai trò gây mưa lớn trong mùa đông trên khu vực. Ngược lại, tất cả 45 ngày được phân tích, ở tầng đối lưu giữa ít nhất tồn tại một mực có hình thể thuận lợi để gây mưa. Trong đó, mực 700hPa chỉ có 3/45 ngày, mực 500hPa có 9/45 ngày trên khu vực có hình thể không thuận lợi khi bị khống chế bởi ACTBD hoặc đới gió tây.

Thời kỳ giữa đông (bảng 3), trong 22/36 ngày xảy ra mưa lớn mà hình thể ở cả hai mực trong tầng đối lưu dưới không thuận lợi có đến 21 ngày hình thể ở các mực giữa của tầng đối lưu thuận lợi để gây mưa. Tổng cộng, 31/36 ngày ở tầng đối lưu giữa có hình thể thuận lợi trên ít nhất một trong hai mực được xét. Về hình thể không thuận

lợi gây mưa ở các mực giữa tầng đối lưu trong thời kỳ này có xu hướng tăng lên so với thời kỳ trước khi mực 700hPa có 07 ngày còn mực 500hPa có đến 17 ngày, trong đó có 5 ngày đồng thời cả hai mực có hình thể không thuận lợi.

Trong tổng số 53 ngày được phân tích ở thời kỳ cuối đông, 26 ngày có hình thể không thuận lợi ở cả hai mực dưới của tầng đối lưu (bảng 4). Trong đó, 24/26 ngày có hình thể thuận lợi ở các mực giữa. Trong thời kỳ này, số ngày hình thể ở các mực giữa có hình thể không thuận lợi không thay đổi so với thời kỳ giữa đông. Tuy nhiên, tần suất xuất hiện giảm do số ngày được phân tích tăng lên. Kết quả trên cho thấy đặc điểm hoàn lưu ở các mực giữa tầng đối lưu có vai trò quan trọng hơn so với các mực dưới trong cả ba thời kỳ. Điều này rất có thể là nguyên nhân dẫn đến sự bất đồng nhất trong hệ quả thời tiết khi KKL ảnh hưởng như công bố của Phạm Vũ Anh và cs năm 2010 [3].

Trong hai mực 700hPa và 500hPa, vai trò của hình thể mực 700hPa gần như có tính quyết định hơn khi tần suất xuất hiện các hình thể thuận lợi để gây mưa ở mực này cao hơn ở mực 500hPa trong suốt mùa đông, đặc biệt trong những ngày ở các mực dưới có hình thể không thuận lợi.

Tuy vai trò của hình thể ở các mực giữa quan trọng hơn nhưng chúng ta cũng không thể bỏ qua việc phân tích hình thể ở các mực dưới trong nghiên cứu cũng như dự báo mưa lớn thời kỳ mùa đông, đặc biệt trong những ngày có hình thể không thuận lợi ở các mực giữa tầng đối lưu. Kết quả phân tích trong 134 ngày được lựa chọn cho thấy, có 10 ngày hình thể ở các mực giữa đều không thuận lợi. Trong tất cả những ngày này, hình thể ở mực dưới đều thuận lợi để gây mưa và có vai trò quyết định. Bên cạnh đó, so với mực 1000hPa, hình thể ở mực 850hPa thường thuận lợi để gây mưa hơn.

Ngoài ra, trong số 134 ngày mưa lớn được phân tích có 03 ngày ở cả bốn mực khí áp chuẩn trên khu vực đều có hình thể không thuận lợi. Sự xuất hiện mưa lớn trong những ngày này có thể là do KKL kèm theo front lạnh ở tầng thấp. Tuy nhiên, trong khuôn khổ bài báo này, vấn đề này

chưa được làm rõ.

4. Kết luận

Qua phân tích đặc điểm hình thế thời tiết ở các mực đẳng áp chuẩn gồm 1000hPa, 850hPa, 700hPa và 500hPa trong 134 ngày xảy ra mưa lớn trong mùa đông trên khu vực Tây Bắc, bài báo đi đến một số kết luận sau:

Về hình thế thời tiết ở các mực đẳng áp:

1. Có 05 hình thế chi phối ở mực 1000hPa trong các ngày xảy ra mưa lớn trên khu vực gồm KKL, KKLLĐ, tương tác giữa KKL hoặc KKLLĐ với rìa áp thấp phía tây, tương tác giữa KKL với gió đông hoặc gió đông-đông nam và KKLTG;

2. Ở mực 850hPa, có 08 tổ hợp hình thế, trong đó có 05 hình thế trùng với mực 1000hPa và 03 hình thế gồm: Hội tụ giữa KKL và (hoặc) gió đông-đông nam với đới gió tây, tương tác giữa KKL với rìa ACTBD và tương tác giữa KKL hoặc KKLLĐ với gió tây nam từ rìa xoáy thuận dị thường trên vịnh Bengal;

3. Ở mực 700hPa, có 06 hình thế gồm: Hội tụ giữa rìa ACTBD với rãnh gió tây, rìa ACTBD, rãnh gió tây, đới gió tây, hội tụ giữa rìa ACTBD với gió tây nam từ rìa xoáy thuận dị thường trên vịnh Bengal và ACTBD. 5/6 hình thế trên, trừ hình thế thứ 5 cũng là 05 hình thế xuất hiện ở mực 500hPa;

4. Tần suất xuất hiện của các hình thế trên tất cả các mực đều có sự thay đổi từ đầu đông đến cuối đông nhưng sự thay đổi không có qui luật rõ ràng.

Về vai trò gây mưa lớn của hình thế ở các mực:

6. Nhìn chung, hình thế ở các mực giữa có vai trò quyết định trong phần lớn các ngày xảy ra mưa lớn trong cả ba thời kỳ, trong đó, hình thế ở mực 700hPa có vai trò lớn hơn ở mực 500hPa;

7. Hình thế ở các mực dưới tầng đối lưu vẫn có vai trò quyết định trong một số ít trường hợp, khi đó hình thế ở mực 850hPa thường có vai trò lớn hơn mực 1000hPa.

Bảng 2. Tổ hợp hình thế trong những ngày xảy ra mưa lớn trên khu vực Tây Bắc Bộ thời kỳ đầu đông ở tất cả các mực khí áp

Tầng đối lưu dưới				Tầng đối lưu giữa			
Mực 1000hPa		Mực 850hPa		Mực 700hPa		Mực 500hPa	
Hình thế	Số ngày	Hình thế	Số ngày	Hình thế	Số ngày	Hình thế	Số ngày
KKL	33	KKL	18	Rìa ACTBD+Rãnh gió tây	10	Rìa ACTBD+Rãnh gió tây	9
				Rãnh gió tây	1	Rãnh gió tây	1
				Rìa ACCNĐ	6	Rìa ACCNĐ	3
						ACCNĐ	2
						Đới gió tây	1
				Rìa ACCNĐ+Gió tây nam từ rìa XT trên vịnh bengal	1	Đới gió tây	1
		KKL+Gió tây	5	Rìa ACTBD+Rãnh gió tây	4	Rìa ACTBD+Rãnh gió tây	1
						Đới gió tây	1
						Rãnh gió tây	2
				Đới gió tây	1	Rìa ACTBD+Rãnh gió tây	1
		KKL+Gió đông	8	Rìa ACCNĐ	7	Rìa ACCNĐ	4
						Rãnh gió tây	1
						ACCNĐ	1
						Rìa ACTBD+Rãnh gió tây	1
				Rìa ACTBD+Rãnh gió tây	1	Rìa ACTBD+Rãnh gió tây	1
		KKL+Gió tây nam từ rìa XT trên vịnh bengal	2	Rìa ACCNĐ+ Gió tây nam từ rìa XT trên vịnh bengal	2	Rãnh gió tây	1
						Rìa ACTBD+Rãnh gió tây	1
KKLLĐ	7	KKL	3	Rìa ACCNĐ	2	Rãnh gió tây	1
						Đới gió tây	1
				ACCNĐ	1	Rìa ACTBD+Rãnh gió tây	1
		KKL+Rìa ACCNĐ	2	Rìa ACCNĐ	2	Rìa ACCNĐ	2
		KKL+Áp thấp phía tây	1	ACCNĐ	1	Rìa ACTBD+Rãnh gió tây	1
		KKLLĐ+Gió tây nam từ rìa XT trên vịnh bengal	1	Rìa ACCNĐ+Gió tây nam từ rìa XT trên vịnh bengal	1	Đới gió tây	1
KKL+ Áp thấp phía tây	2	KKL+gió tây	2	Rìa ACTBD+Rãnh gió tây	2	Rãnh gió tây	1
KKL+Gió đông-đông nam	3	KKL+Rìa ACCNĐ	3	Rìa ACCNĐ	3	Đới gió tây	1
						Rìa ACCNĐ	2
						Rìa ACTBD+Rãnh gió tây	1

Bảng 3. Tổ hợp hình thế trong những ngày xảy ra mưa lớn trên khu vực Tây Bắc Bộ thời kỳ giữa đông ở tất cả các mực khí áp

Tầng đối lưu dưới				Tầng đối lưu giữa			
Mực 1000hPa		Mực 850hPa		Mực 700hPa		Mực 500hPa	
Hình thế	Số ngày	Hình thế	Số ngày	Hình thế	Số ngày	Hình thế	Số ngày
KKL	21	KKL	9	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	4	Đới gió tây	4
				Rãnh gió tây	2	Rãnh gió tây	1
						Đới gió tây	1
				Ria ACCNĐ	2	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1
						Đới gió tây	1
				Đới gió tây	1	Đới gió tây	1
				Ria ACCNĐ	2	Đới gió tây	2
				Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1	Đới gió tây	1
				Đới gió tây	1	Đới gió tây	1
				Ria ACTBD+Rãnh gió tây	3	Rãnh gió tây	2
		Đới gió tây	1				
		Đới gió tây	1				
		Ria ACTBD+Rãnh gió tây	3	Đới gió tây	1		
		Đới gió tây	1	Đới gió tây	1		
		Ria ACCNĐ	3	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	2		
		Ria ACCNĐ	3	Đới gió tây	1		
		Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1	Đới gió tây	1		
KKLLĐ	10	KKL	8	Rãnh gió tây	3	Rãnh gió tây	3
				Ria ACCNĐ	2	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1
						Đới gió tây	1
				ACCNĐ	2	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1
						Rãnh gió tây	1
				Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1	Rãnh gió tây	1
				Rãnh gió tây	2	Rãnh gió tây	2
				Ria ACCNĐ	1	Ria ACCNĐ	1
				Đới gió tây	1	Đới gió tây	1
				Đới gió tây	1	Đới gió tây	1
		Rãnh gió tây	1				
		Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1		
		Rãnh gió tây	1	Rãnh gió tây	1		
KKL+ Áp thấp phía tây	4	TT KKL + Đới gió đông	2	Ria ACCNĐ	1	Ria ACCNĐ	1
				Đới gió tây	1	Đới gió tây	1
				Đới gió tây	1	Đới gió tây	1
		KKL+Gió tây	2	Đới gió tây	1		
				Rãnh gió tây	1		
				Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1		
KKLTC	1	KKL+ Đới gió đông, đông nam+Đới gió tây	1	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1
				Rãnh gió tây	1	Rãnh gió tây	1

Bảng 4. Tổ hợp hình thế trong những ngày xảy ra mưa lớn trên khu vực Tây Bắc Bộ thời kỳ cuối đông ở tất cả các mực khí áp

Tầng đối lưu dưới				Tầng đối lưu giữa					
Mực 1000hPa		Mực 850hPa		Mực 700hPa		Mực 500hPa			
Hình thế	Số ngày	Hình thế	Số ngày	Hình thế	Số ngày	Hình thế	Số ngày		
KKL	28	KKL	20	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	10	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	4		
						Rãnh gió tây	5		
						Đới gió tây	1		
						Đới gió tây	2		
						Ria ACCNĐ	5	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	4
						Đới gió tây	3	Đới gió tây	1
						Đới gió tây	2	Đới gió tây	2
						Đới gió tây	3	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1
						HTKH giữa rìa ACCNĐ và rãnh gió tây	1	Đới gió tây	1
						Ria ACTBD+Rãnh gió tây	5	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	4
		Đới gió tây	1	Đới gió tây	1				
		Đới gió tây	1	Đới gió tây	1				
		Đới gió tây	1	Đới gió tây	1				
KKLLĐ	7	KKL	4	Rãnh gió tây	3	Rãnh gió tây	3		
				Ria ACCNĐ	1	Rãnh gió tây	1		
				Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1		
				Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1		
				Rãnh gió tây	1	Rãnh gió tây	1		
				Đới gió tây	1	Rãnh gió tây	1		
						TT KKL + Đới gió đông	1	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1
						KKL+ Đới gió đông, đông nam+Đới gió tây	1	Rãnh gió tây	1
								Rãnh gió tây	1
								Rãnh gió tây	1
KKL+ Áp thấp phía tây	16	KKL	2	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1	Rãnh gió tây	1		
				Đới gió tây	1	Rãnh gió tây	1		
						Rãnh gió tây	1		
				KKLLĐ	2	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	2		
						Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1		
						Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1		
						Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1		
						Ria ACTBD+Rãnh gió tây	2		
						Đới gió tây	1	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1
						Đới gió tây	1	Đới gió tây	1
		Rãnh gió tây	1	Đới gió tây	1				
		Rãnh gió tây	1	Đới gió tây	1				
		KKL + Ria ACCNĐ	2	Đới gió tây	1				
				Đới gió tây	1				

Tầng đối lưu dưới				Tầng đối lưu giữa			
Mức 1000hPa		Mức 850hPa		Mức 700hPa		Mức 500hPa	
Hình thức	Số ngày	Hình thức	Số ngày	Hình thức	Số ngày	Hình thức	Số ngày
		KKL/KKLLĐ+ Áp thấp phía tây	3	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1
				Ria ACCNĐ	1	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1
		Ria CCNĐ+Gió tây	2	Đới gió tây	1	Đới gió tây	1
				Ria ACTBD+Rãnh gió tây	2	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1
		KKL+Ria CCNĐ+Gió tây	1	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1	Rãnh gió tây	1
						Đới gió tây	1
HT KKL+Đới gió đông-đông nam	1	KKL+Ria ACCNĐ+Ria áp thấp phía tây	1	Rãnh gió tây	1	Đới gió tây	1
KKLTC	1	KKLTC	1	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1	Ria ACTBD+Rãnh gió tây	1

Tài liệu tham khảo

1. Trần Việt Liễn (2010), *Giáo trình Khí hậu Việt Nam. Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường.*
2. Nguyễn Xiển, Phạm Ngọc Toàn, Phan Tất Dắc (1968), *Đặc điểm khí hậu miền Bắc.* NXB Khoa học kỹ thuật Hà Nội.
3. Phạm Vũ Anh, Nguyễn Việt Lành (2009), *Nghiên cứu ảnh hưởng của không khí lạnh lục địa tới miền Bắc Việt Nam trong mùa thu bằng chuỗi số liệu tái phân tích.* Tạp chí Khí tượng thủy văn, 577, 1-5.
4. Thái Thị Thanh Minh, Trần Thị Huyền Trang (2015), *Rãnh Đông Á và sự biến đổi của nó qua những thập kỷ gần đây.* Tạp chí Khí tượng Thủy Văn, 655, 23-30.
5. Yang, S., William, K.M. Lau, Kim, K.M., (2002), *Variations of the East Asian Jet Stream and Asian-Pacific-American Winter Climate Anomalies.* Journal of Climate, 15 (3), 306-325.
6. Arvin, A., Sajadian, S.M., Ghangherme, A., Heydari, J., (2015), *The Role of Subtropical Jet-Stream in Daily Precipitation More Than 10mm in Zayanderood Basin.* Physical Geography Research Quarterly, 47 (1), 18-20.
7. Nguyễn Đức Ngữ (2002), *Tác động của ENSO đến thời tiết, khí hậu, môi trường và kinh tế xã hội ở Việt Nam.* Báo cáo tổng kết đề tài NCKH cấp quốc gia.
8. Zhou, L.T., Tam, C.Y., Zhou, W., Chan, J.C.L., (2010), *Influence of South China Sea SST and the ENSO on winter rainfall over South China.* Advances in Atmospheric Sciences, 27 (4), 832-844.
9. Zhang, Z., Gong, D.Y., Hu, M., Guo, D., He, X., Lei, Y., (2009), *Anomalous winter temperature and precipitation events in southern China,* Journal of Geographical Sciences 19(4): 471-488.
10. Wu, R., Hu, Z.Z., Kirtman, B.P., (2003), *Evolution of ENSO-Related Rainfall Anomalies in East Asia.* Journal of Climate, 16, 3742-3758.
11. Hiroshi, G., Takahashi, Idenaga, T., (2013), *Impact of SST on Precipitation and Snowfall on the Sea of Japan Side in the Winter Monsoon Season: Timescale Dependency.* Journal of the Meteorological Society of Japan, 91 (5), 639-653.

WEATHER FORMS IN THE WINTER HEAVY RAINFALL DAYS ON THE WEST-NORTHERN REGION OF VIETNAM

Tran Dinh Linh¹, Pham Minh Tien¹, Chu Thi Thu Huong¹

¹Faculty of Meteorology and Hydrology,
Hanoi University of Natural Resources and Environment

Abstract: *Study uses the ERA Interim reanalysis data to construct the current field maps on four standard isometric pressure levels of 1000hPa, 850hPa, 700hPa and 500hPa for 134 heavy rainfall days to identify the weather forms which cause the winter heavy rainfall in the West-Northern region. The results show, at the lower levels of the troposphere (1000hPa, 850hPa), weather forms are mainly unfavorable to cause heavy rain. Most of the time, cold air dominates the region at these levels. In contrast, the forms at the middle levels (700hPa, 500hPa) is very beneficial to cause rain. On most days of heavy rain, on areas affected by the West Pacific high edge, the west wind trough or the convergence between them. Regarding the role of rainfall, the forms at the middle levels play decisive role in most of time, in which, the forms at the 700hPa level play more important role than the 500hPa. However, in several cases when the situation at the middle levels is not favorable, the situation at the lower levels is crucial.*

Keywords: *Weather shapes, Winter heavy rainfall, The West-Northern region of Vietnam.*

BẢN TIN KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP VÀ NHẬN ĐỊNH XU THẾ KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN TỪ THÁNG 8 ĐẾN THÁNG 12 NĂM 2019

DỰ BÁO KHÍ TƯỢNG, THỦY VĂN, HẢI VĂN (từ tháng 8-12/2019)

2.1. Hiện tượng ENSO

Theo các kết quả dự báo mới nhất về hiện tượng ENSO cho thấy: Nhiệt độ mặt nước biển khu vực NINO3.4 đang có xu hướng giảm dần nhưng còn ở mức cao hơn so với TBNN. Hiện tượng ENSO được dự báo sẽ duy trì trạng thái ElNino yếu từ nay đến khoảng tháng 11 năm 2019 với xác suất khoảng 50-55%, sau đó, nhiệt độ mặt nước biển khu vực NINO3.4 có xu hướng giảm thêm và ENSO có khả năng trở về trạng thái trung tính nhưng nghiêng về pha nóng vào tháng 12/2019 và những tháng đầu năm 2020.

2.2. Bão/ATNĐ và các hiện tượng thời tiết nguy hiểm

Mùa bão năm 2019 trên khu vực Biển Đông đến muộn hơn so với TBNN. Dự báo số lượng bão và ATNĐ hoạt động trên khu vực Biển Đông và ảnh hưởng trực tiếp đến đất liền trong năm 2019 có khả năng ít hơn so với TBNN. Cụ thể: Từ nay đến cuối năm có khả năng xuất hiện khoảng 9-11 cơn ATNĐ/bão hoạt động trên khu vực Biển Đông; trong đó có khoảng 3-4 cơn ảnh hưởng trực tiếp đến đất liền. Giai đoạn nửa cuối tháng 7 có thể xuất hiện ATNĐ/bão trên khu vực phía Bắc biển Đông nhưng không ảnh hưởng tới đất liền nước ta; tháng 8 có khả năng xuất hiện một số nhiễu động và hoàn lưu xoáy thuận nhiệt đới trên khu vực Bắc Biển Đông và ảnh hưởng đến các tỉnh miền Bắc; từ tháng 9 đến tháng 10, bão và ATNĐ có khả năng ảnh hưởng chủ yếu đến khu vực Trung Bộ; tháng 11 và tháng 12 ATNĐ/bão dịch chuyển xuống phía Nam ảnh hưởng đến các tỉnh Trung Bộ và Nam Bộ. Số lượng ATNĐ/bão hoạt động trên Biển Đông dự báo thấp hơn so với TBNN nhưng cần đề phòng khả năng xuất hiện của những cơn bão mạnh và có quỹ đạo phức tạp.

Tiếp tục đề phòng nguy cơ xuất hiện các hiện tượng thời tiết nguy hiểm như dông, sét, lốc, mưa đá trên phạm vi toàn quốc.

2.3. Nhiệt độ và nắng nóng

Nhiệt độ trung bình từ tháng 8-10/2019 trên phạm vi cả nước có khả năng cao hơn so với TBNN cùng thời kỳ từ 0,5-1,0 độ; Riêng tháng 11-12/2019 khu vực Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ ở mức cao hơn so với TBNN cùng thời kỳ từ 1,0-1,5 độ, các nơi khác cao hơn so với TBNN cùng thời kỳ từ 0,5-1,0 độ

Từ nay đến tháng 8/2019 tại khu vực Bắc Bộ và Trung Bộ còn xảy ra nắng nóng; trong đó khu vực Trung Bộ có khả năng xảy ra nắng nóng gay gắt.

2.4. Lượng mưa

Khu vực Bắc Bộ:

Tổng lượng mưa tháng 8/2019 phổ biến ở mức cao hơn so với TBNN cùng thời kỳ từ 10-30%; tháng 11-12/2019 ở mức xấp xỉ so với TBNN cùng thời kỳ; các tháng khác phổ biến thiếu hụt từ 10-25% so với TBNN cùng thời kỳ.

Khu vực Trung Bộ:

Tổng lượng mưa tháng 8-9/2019 phổ biến cao hơn TBNN cùng thời kỳ từ 10-30%; các tháng khác phổ biến thấp hơn TBNN cùng thời kỳ từ 10-25%.

Khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ:

Tổng lượng mưa tháng 8-9 cao hơn TBNN cùng thời kỳ từ 10-30%; từ tháng 11 và tháng 12/2019 thấp hơn TBNN cùng thời kỳ từ 10-25%; riêng tháng 10 xấp xỉ TBNN cùng thời kỳ.

2.5. Thủy văn

Bắc Bộ:

Từ tháng 8-10/2019, trên các sông suối khu vực Bắc Bộ sẽ xuất hiện nhiều đợt lũ. Đỉnh lũ lớn nhất năm trên các sông khu vực Bắc Bộ phổ biến ở mức BĐ1-BĐ2 và trên BĐ2; riêng các sông suối nhỏ trên BĐ3. Mực nước hạ lưu sông Hồng tại Hà Nội và hạ lưu sông Thái Bình dưới mức BĐ1. Lũ quét, sạt lở đất có nguy cơ cao xảy ra tại khu vực vùng núi, đặc biệt khu vực Việt Bắc và Tây Bắc.

Từ tháng 8-12/2019, nguồn nước trên các sông suối khu vực Tây Bắc, Việt Bắc và Đông Bắc thiếu

hụt so với TBNN từ 20-30%; khu vực Đồng bằng Bắc Bộ, hạ lưu sông Hồng thiếu hụt từ 30-50%.

Khu vực Trung Bộ, Tây Nguyên:

Từ nửa cuối tháng 7-8/2019, trên các sông từ Thanh Hóa đến Hà Tĩnh và khu vực Tây Nguyên có khả năng xuất hiện 1-2 đợt lũ; các sông ở Quảng Bình, Quảng Trị xuất hiện 1-2 đợt dao động. Lượng dòng chảy trên phần lớn các sông ở Trung Bộ và khu vực Tây Nguyên phổ biến ở mức thấp hơn TBNN cùng kỳ từ 10-45%; các sông ở Nghệ An, Quảng Nam, Bình Định đến Ninh Thuận thấp hơn từ 65-90%.

Tình trạng khô hạn, thiếu nước và xâm nhập mặn vùng cửa sông sẽ lan rộng ra các tỉnh ở Trung, Nam Trung Bộ (đặc biệt các tỉnh từ Quảng Nam đến Phú Yên) và có khả năng kéo dài đến hết tháng 8. Trên một số sông thuộc Trung Bộ có khả năng xuất hiện mực nước thấp nhất trong chuỗi số liệu quan trắc.

Từ tháng 9-12/2019, là thời kỳ chính vụ trên các sông ở khu vực Trung Bộ, Tây Nguyên, đỉnh lũ năm 2019 trên các sông có khả năng như sau: Các sông ở Thanh Hóa, Nghệ An ở mức báo động BĐ1-BĐ2, xấp xỉ đỉnh lũ TBNN; các sông từ Hà Tĩnh đến Bình Thuận và khu vực Tây Nguyên ở mức BĐ2 – BĐ3, tương đương TBNN; trên một số sông suối nhỏ và thượng lưu các sông vẫn có khả năng xuất hiện lũ lớn.

Khu vực Nam Bộ:

Từ cuối tháng 7-10/2019, tổng lượng dòng chảy trên các trạm thượng nguồn Mê Kông ở mức thấp hơn so với TBNN từ 20-30%.

Đỉnh lũ năm ở đầu nguồn sông Cửu Long ở mức BĐ1-BĐ2, thấp hơn đỉnh lũ TBNN từ 0,2-0,4m. Thời gian xuất hiện đỉnh lũ khả năng vào cuối tháng 9 đầu tháng 10. Tuy ít có khả năng xuất hiện lũ lớn nhưng tiềm ẩn nguy cơ cường suất lũ lên nhanh hơn bình thường do tác động từ việc điều tiết nước của thủy điện ở thượng lưu. Từ tháng 11-12/2019, mực nước đầu nguồn sông Cửu Long có xu thế giảm dần và ở mức thấp hơn TBNN.

2.6. Hải văn

Nguy cơ xuất hiện nước dâng do bão chủ yếu tập trung tại ven biển Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ trong tháng 8-11/2019. Trong các tháng mùa hè, sóng lớn chủ yếu xuất hiện trên khu vực ảnh hưởng

của bão/ATNĐ, khu vực giữa và Nam Biển Đông do hoạt động của gió mùa Tây Nam. Trong các tháng 10-12, các đợt không khí lạnh mạnh, kéo dài có khả năng gây sóng lớn 2-3m cho dải ven biển từ Bắc Bộ tới Đông Nam Bộ, khu vực ngoài khơi độ cao sóng có thể lên tới 4m. Ven biển Trung Bộ sẽ xuất hiện các đợt triều cường cao vào các ngày 11-14 tháng 10, 9-13 tháng 11 và 13-16 tháng 12. Tại ven biển Nam Bộ, nhiều đợt triều cường cao với mực nước tại trạm Vũng Tàu vượt 4,0m xuất hiện vào các ngày cuối tháng 10 và đầu tháng 11, các ngày giữa và cuối của tháng 11 và 12 năm 2019.

KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP

Tháng VIII/2019 điều kiện khí tượng nông nghiệp ở hầu hết các vùng trong cả nước tương đối thuận lợi cho sản xuất nông nghiệp. Hầu hết các yếu tố khí tượng nông nghiệp ở mức xấp xỉ hoặc cao hơn TBNN một ít, lượng mưa lớn, số ngày mưa nhiều, phân bố đều trong tháng, kết hợp với nền nhiệt và số giờ nắng khá, gió tây khô nóng giảm hẳn so với các tháng trước tạo điều kiện cho cây trồng sinh trưởng và phát triển thuận lợi. Trong tháng các địa phương Miền Bắc tiếp tục hoàn thành kế hoạch gieo trồng lúa mùa, tập trung làm cỏ, bón phân, tưới dưỡng cho lúa, phòng trừ sâu bệnh bảo vệ lúa và các cây rau, màu vụ hè thu - thu đông đồng thời tranh thủ gieo cấy các loại cây rau màu đang còn thời vụ, các tỉnh trung du và miền núi,

Bắc Trung Bộ, đồng bằng Bắc Bộ tập trung khắc phục hậu quả của các trận mưa lớn do bão số 3 và 4 gây ra. Đặc điểm nổi bật trong tháng VIII là tình hình thời tiết diễn biến phức tạp, mưa lũ lớn trên diện rộng ở Bắc bộ, Trung Bộ và Nam Bộ, tố lốc xảy ra ở nhiều nơi, bão số 4 và hoàn lưu bão ảnh hưởng trực tiếp khu vực ven biển các tỉnh Thái Bình đến Nghệ An, lũ quét xảy ra ở một số tỉnh miền núi phía Bắc, Bắc Trung bộ... đã tác động đến sản xuất và đời sống của người dân. Ngoài ra, gió tây khô nóng phát triển mạnh ở khu vực Trung Trung Bộ, Nam Trung Bộ đang trong giai đoạn mùa khô nên xảy ra tình hình thiếu nước cho sản xuất nông nghiệp. Ảnh hưởng của bão số 3 xảy ra ở khu vực phía Bắc trong đó Thanh Hóa là địa phương chịu thiệt hại nhiều nhất hơn 1,2 nghìn ha lúa và hoa màu bị hư hỏng; 1,7 nghìn con gia súc

bị chết; 94 ngôi nhà bị sập đổ, cuốn trôi; 2,1 nghìn ngôi nhà bị ngập và hư hỏng, thiệt hại về tài sản ước tính 864 tỷ đồng. Tại Hải Dương, mưa lớn làm 3.276 ha lúa, 193 ha cây trồng khác bị ngập úng.

Cơn bão số 4 xảy ra vào cuối tháng VIII ảnh hưởng đến khu vực từ Nghệ An – Quảng Bình, trong đó trên địa bàn Nghệ An có nhiều địa phương bị thiệt hại: Anh Sơn, Quỳnh Lưu, Tương Dương, Kỳ Sơn, Quế Phong, Quỳnh Châu

1. Đối với cây lúa

- Lúa mùa: Tính đến cuối tháng, cả nước đã gieo cấy được 1.286 nghìn ha lúa Mùa, bằng 97,6% cùng kỳ năm trước, trong đó các địa phương phía Bắc gieo cấy 1.080 nghìn ha, bằng 97,8%, các địa phương phía Nam gieo cấy 205,9 nghìn ha, bằng 96,5%. Tiến độ gieo cấy lúa Mùa 2019 tại các địa phương chậm hơn cùng kỳ do ảnh hưởng của thời tiết khô hạn, đặc biệt tại các tỉnh Duyên hải Nam Trung Bộ và Tây Nguyên.

- Lúa hè thu: Tính đến cuối tháng, cả nước gieo cấy được 2.011,4 nghìn ha lúa Hè thu, bằng 97,7% cùng kỳ năm trước, trong đó các địa phương phía Bắc đạt 171 nghìn ha, bằng 100,6%; các địa phương phía Nam đạt 1.829 nghìn ha, bằng 97,4%. Hiện nay các địa phương phía Nam, thu hoạch lúa Hè thu đạt 1081,1 nghìn ha, bằng 112,4%, trong đó vùng Đồng bằng sông Cửu Long đạt 987,5 nghìn ha, bằng 111,8%. Tiến độ thu hoạch lúa Hè thu nhanh hơn so thời điểm cùng kỳ năm trước, do nông dân thực hiện theo lịch xuống giống tập trung và sớm hơn khoảng 10 đến 20 ngày so với thời điểm xuống giống vụ Hè thu năm trước. Tổng hợp số liệu báo cáo ước tính từ các địa phương, sản lượng lúa

Hè thu 2019 cả nước giảm do cả diện tích và năng suất đều giảm. Diện tích gieo trồng lúa Hè thu ước đạt 2.011,4 nghìn ha, giảm 49,1 nghìn ha, do các địa phương tiếp tục chuyển đổi cơ cấu cây trồng và chuyển đổi mùa vụ; năng suất ước đạt 54,4 tạ/ha, giảm 0,3 tạ/ha; sản lượng ước đạt 10,95 triệu tấn, giảm 328,3 nghìn tấn so với chính thức vụ Hè thu năm 2018.

- Lúa Thu đông: Tính đến cuối tháng, lúa Thu đông đã xuống giống được 403,5 nghìn ha, bằng 97,6% so cùng kỳ. Tiến độ xuống giống lúa Thu đông chậm hơn cùng kỳ do ảnh hưởng của mưa đầu vụ. Hiện nay, lúa Thu đông đang ở giai đoạn

mạ, đẻ nhánh đến làm đòng, cây lúa sinh trưởng và phát triển khá tốt, các đối tượng gây hại ở mức nhẹ đến trung bình.

2. Đối với các loại rau màu

Tính đến cuối tháng, các địa phương trên cả nước đã gieo trồng được 926,1 nghìn ha ngô, bằng 98,3% cùng kỳ năm trước; 102.4 nghìn ha khoai lang, bằng 99,1%; 169,3 nghìn ha lạc, bằng 95,6%; 46,1 nghìn ha đậu tương, bằng 99,7%; 889,6 nghìn ha rau, đậu các loại, bằng 100,4%. Ở Mộc Châu, Ba Vì, Phú Hộ chè trong giai đoạn nảy chồi, lá thật 1 trạng thái sinh trưởng từ trung bình đến khá. Ở Bắc Trung Bộ lạc trong giai đoạn hình thành củ, đậu tương ra quả, trạng thái sinh trưởng trung bình. Ở Tây Nguyên và Xuân Lộc cà phê trong giai đoạn hình thành quả, trạng thái sinh trưởng từ trung bình đến khá

3. Tình hình sâu bệnh

Theo Cục Bảo vệ thực vật tình hình sinh vật gây hại cây lúa trong tháng 8 diễn ra như sau:

- Rầy hại lúa: Diện tích nhiễm 11.311 ha. Phân bố chủ yếu tại các tỉnh phía Nam.

- Bệnh đạo ôn

+ Bệnh đạo ôn hại lá: Diện tích nhiễm 7.643 ha. Phân bố chủ yếu tại các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long và các tỉnh Duyên Hải nam Trung bộ.

+ Bệnh đạo ôn cổ bông: Diện tích nhiễm 10.113 ha. Tập trung các tỉnh phía Nam.

- Bệnh khô vằn: Diện tích nhiễm 42.446 ha. Phân bố chủ yếu tại các tỉnh Bắc Trung bộ và phía Nam.

- Bệnh đen lép hạt: Diện tích nhiễm 33.779 ha. Phân bố chủ yếu tại các tỉnh phía Nam.

- Bệnh bạc lá: Diện tích nhiễm 14.804 ha. Phân bố tập trung tại các tỉnh phía Nam.

- Sâu cuốn lá nhỏ: Diện tích 19.258 ha. Tập trung tại các tỉnh Bắc Trung bộ và Nam bộ.

- Chuột: Diện tích hại 11.637 ha, mất trắng 2,5 ha.

- Bệnh vàng lụi: Diện tích nhiễm 15 ha.

- Bệnh lùn sọc đen: Bệnh xuất hiện rải rác tại Thái Bình, Hòa Bình, Nam

Định.

- Bệnh lúa cỏ: xuất hiện cục bộ, diện tích nhiễm 15 ha (Ninh Bình).

Table of content

- 1** **Truong Van Anh, Hoang Thanh Son** (2019), *Classification of flood hazard caused by heavy rain-fall and sea level raise in Vu Gia Thu Bon River basin*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 705, 1 - 10.
- 11** **Phan Thi Thuy Duong, Vu Thi Van Anh, Nguyen Thi Tuyet** (2019), *Future climate projection of Ba River basin in the uncertain context of climate models*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 705, 11 - 21.
- 22** **Cao Hoang Hai, Tran Anh Phuong, Thai Quynh Nhu, Tran Manh Cuong** (2019), *Application of artificial intelligence models for reservoir inflow prediction in Ba River basin*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 705, 22 - 33.
- 34** **Ha Thi Thuan, Hoang Van Hoan, Tran Hong Thai** (2019), *Application of scale models in surveying and assessing the demand of public-private partnership (PPP) in climate change responses in Vietnam*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 705, 34 - 44.
- 45** **Do Quy Manh, Nguyen Quoc Huy, Le Van Tuat** (2019), *Some results of research on mangrove in southern central coast*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 705, 45 - 55.
- 56** **Chu Thi Thu Huong, Tran Dinh Linh** (2019), *Characteristics of the summer monsoon over Vietnam*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 705, 56 - 63.
- 64** **Huynh Luu Trung Phung, Tran Tuan Hoang, Ho Cong Toan, Nguyen Phuong Dong, Huynh Thi My Linh, Nguyen Ky Phung** (2019), *Constructing reduce inundation scenarios for district 12 on the model*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 705, 64 - 70.
- 71** **Tran Dinh Linh, Pham Minh Tien, Chu Thi Thu Huong** (2019), *Weather forms in the winter heavy rainfall days on the west-northern region of Vietnam*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 705, 71 - 80.
- 81** Summary of the Agro-Meteorological, Hydrological Conditions in August 2019 - **National Center for Hydro-Meteorological Forecasting and Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change**