

**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 707**

**11-2019**



### 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. Tổng Ngọc Thanh       |                         |

### Giấy phép xuất bản

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

### Tòa soạn

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

### Chế bản và In tại:

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

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

Giá bán: 25.000 đồng

# TẠP CHÍ KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

## SỐ 707 - 11/2019

## MỤC LỤC

### Bài báo khoa học

- 1 Nguyễn Thị Hiền, Nguyễn Xuân Hoài, Đặng Văn Nam, Ngô Văn Mạnh:** Dự báo lượng mưa tại một số trạm quan trắc Việt Nam dựa trên lập trình di truyền
  - 11 Nguyễn Văn Hồng, Phan Thị Anh Thơ, Nguyễn Thị Phong Lan:** Biến đổi khí hậu và những tác động của biến đổi khí hậu đến phát triển bền vững tiểu vùng sinh thái ven biển Đồng bằng sông Cửu Long
  - 20 Phạm Thanh Long, Huỳnh Thị Lan Hương, Nguyễn Thị Liễu, Vương Xuân Hòa, Đoàn Quang Trí:** Xây dựng quy trình giám sát, báo cáo và thẩm tra (MRV) cho các hoạt động thích ứng với biến đổi khí hậu cấp quốc gia ở Việt Nam
  - 28 Trần Thọ Đạt, Đinh Đức Trường:** Chỉ số hiệu quả môi trường (EPI): thực trạng và giải pháp từ góc nhìn kinh tế tại Việt Nam
  - 37 Nguyễn Anh Tuấn, Nguyễn Đình Chinh, Lê Trung Thành:** Nghiên cứu giải pháp giám sát (xâm thực mặn vùng ven biển) môi trường thông qua mạng cảm biến không dây sử dụng bo mạch Arduino
  - 44 Hồ Thị Thanh Vân, Đinh Thị Nga:** Đánh giá xu hướng thay đổi khí hậu ở tỉnh Đắk Nông trong điều kiện biến đổi khí hậu toàn cầu và đề xuất mô hình tưới tiết kiệm thông minh cho canh tác cây cà phê ở Gia Nghĩa - Đắk Nông
  - 52 Phạm Thanh Long, Huỳnh Thị Lan Hương, Nguyễn Tú Anh, Vương Xuân Hòa, Nguyễn Thị Liễu, Đoàn Quang Trí:** Xác định phương án xây dựng hệ thống đo đạc-báo cáo-thẩm tra cho tài chính khí hậu tại Việt Nam
- ### Tổng kết tình hình khí tượng thủy văn
- 61** Bản tin dự báo thủy văn tháng 10 các sông Bắc bộ, Trung bộ, Tây Nguyên và Nam bộ - **Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia**

# DỰ BÁO LƯỢNG MƯA TẠI MỘT SỐ TRẠM QUAN TRẮC VIỆT NAM DỰA TRÊN LẬP TRÌNH DI TRUYỀN

Nguyễn Thị Hiền<sup>1</sup>, Nguyễn Xuân Hoài<sup>2</sup>, Đặng Văn Nam<sup>3</sup>, Ngô Văn Mạnh<sup>4</sup>

**Tóm tắt:** Dự báo lượng mưa là một trong những bài toán thách thức nhất, vì nó thể hiện các đặc điểm rất độc đáo không tồn tại trong dữ liệu chuỗi thời gian khác. Hơn nữa, lượng mưa là một thành phần chính và rất cần thiết cho việc áp dụng quy hoạch tài nguyên nước. Chính vì vậy, bài viết này tập trung vào việc dự đoán lượng mưa sử dụng dữ liệu từ Cơ quan Khí tượng Việt Nam. Hiện nay trong hầu hết các nghiên cứu dự báo lượng mưa, quá trình dự báo thường bị chi phối bởi các mô hình thống kê, cụ thể là sử dụng chuỗi Markov được mở rộng với dự báo lượng mưa (MCRP). Trong bài báo này, nghiên cứu trình bày một phương pháp mới để giải quyết bài toán dự đoán lượng mưa là lập trình di truyền (Genetic Programming - GP). Đây là lần đầu tiên GP được sử dụng trong bối cảnh dự báo lượng mưa ở một số thành phố tại Việt Nam. Nghiên cứu sẽ so sánh hiệu suất của GP và các thuật toán học máy khác như SVM, MLP, DCT, kNN trên 3 bộ dữ liệu khác nhau của các thành phố tại Việt Nam và báo cáo kết quả. Mục tiêu là để xem liệu GP có khả năng dự báo tốt hơn so với các phương pháp học máy khác hay không? Các kết quả đều chỉ ra rằng nói chung GP vượt trội đáng kể so với các phương pháp học máy khác, đó là cách tiếp cận chủ đạo trong bài viết.

**Từ khóa:** Lập trình di truyền, dự báo lượng mưa.

Ban Biên tập nhận bài: 12/09/2019 Ngày phân biện xong: 20/10/2019 Ngày đăng bài: 25/11/2019

## 1. Đặt vấn đề

Mưa là một hiện tượng quan trọng trong hệ thống khí hậu, có bản chất hỗn loạn có ảnh hưởng trực tiếp đến quy hoạch tài nguyên nước, nông nghiệp và hệ thống sinh học. Bài toán dự báo lượng mưa đặt ra khá nhiều trở ngại, cả trong nghiên cứu và trong thực tiễn (lượng mưa là tương đối khó để đo được chính xác). Đã có khá nhiều các nghiên cứu được thực hiện để giải quyết bài toán này. Trong bài viết này nghiên cứu sẽ mô tả việc sử dụng lập trình di truyền để áp dụng cho bài toán dự báo lượng mưa tích lũy.

Mục đích bài viết này là khám phá xem GP có vượt trội hơn so với các cách tiếp cận khác thường được áp dụng trong bài toán dự báo lượng mưa hay không. GP được lựa chọn cho bài

báo này chứ không phải các kỹ thuật học máy khác, bởi vì GP đưa ra lời giải bài toán ở dạng hộp trắng (giúp ta có thể hiểu được sự phụ thuộc của lời giải vào các thuộc tính đã chọn, trái ngược với mô hình hộp đen), nó cho phép ta hiểu sâu hơn về lời giải. Hơn nữa, chúng ta có thể có hiểu được phân phi tuyến trong mẫu dữ liệu mà không cần bất kỳ giả định nào liên quan đến dữ liệu. Điều này sẽ cho phép chúng ta dễ dàng đưa ra một mô hình dự báo có thể phản ánh quá trình thay đổi lượng mưa. Xa hơn nữa, người dự báo có thể nắm bắt được những sai lệch hàng năm mà hiện tại một số cách tiếp cận truyền thống không thể làm được (sử dụng chuỗi Markov để dự báo).

Do đó, đóng góp chính của bài viết này là

<sup>1</sup>Học viện Kỹ thuật quân sự

<sup>2</sup>Viện AI Việt nam

<sup>3</sup>Đại học Mỏ-Địa Chất

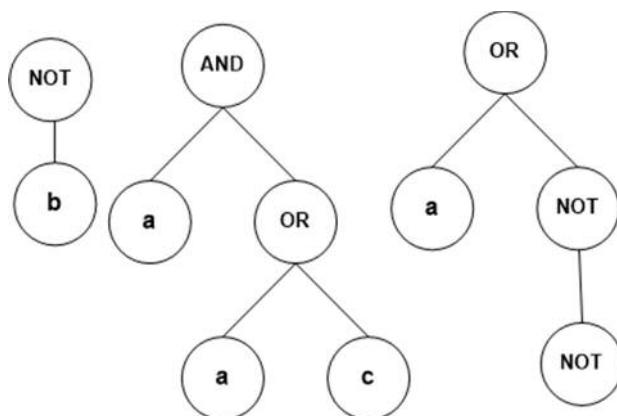
<sup>4</sup>Trung tâm Thông tin và Dữ liệu khí tượng thủy văn

Email: manh.ngovan@gmail.com; nguyenthienqn@gmail.com

ngiên cứu đề xuất GP với một số thay đổi nhỏ áp dụng cho bài toán dự báo lượng mưa và so sánh hiệu suất dự đoán của nó so với các phương pháp học máy khác thường được áp dụng cho những bài toán dự báo tương tự.

Phần còn lại của bài báo này được tổ chức như sau. Phần 2 sẽ trình bày về GP bao gồm giới thiệu chung, và một số điểm riêng dùng cho bài toán dự báo lượng mưa. Phần 3 sẽ đưa ra các tham số cụ thể của GP khi chạy thực nghiệm, dữ liệu để thí nghiệm, cùng với các phương pháp học máy khác để so sánh với GP. Phần 4 trình bày kết quả của thí nghiệm đánh giá, phân tích, so sánh kết quả của các phương pháp. Cuối cùng, phần 5 kết luận lại những phát hiện và đề xuất các nghiên cứu trong tương lai.

## 2. Phương pháp nghiên cứu



Hình 1. Biểu diễn chương trình GP

### Toán tử di truyền

Toán tử lai ghép (crossover)

Thể hiện quá trình trao đổi nhiễm sắc thể giữa hai cây bố mẹ. Toán tử gồm các bước sau:

- Chọn một nút ngẫu nhiên trên mỗi cây bố mẹ.
- Hoán đổi hai cây con có gốc tại hai nút vừa chọn và trao đổi chúng cho nhau.

Toán tử đột biến (Mutation)

Là quá trình đột biến của một bộ nhiễm sắc thể được tạo ra. Gồm các bước sau:

- Chọn ngẫu nhiên một nút bất kì trên cây cha (mẹ).

### a. Lập trình di truyền

Lập trình di truyền (Genetic Programming - GP) ra đời vào năm 1992 [3] với tham vọng nhằm đưa ra một quần thể các chương trình mà chúng có thể tiến hóa một cách tự động trên những dữ liệu huấn luyện. Với nghĩa này, GP được xem như là một phần của học máy. Dựa trên lý thuyết tiến hóa của Darwinian, GP đưa ra các chương trình mã hóa dưới dạng các chuỗi di truyền thông qua quá trình tiến hóa và chọn lọc tự nhiên để tìm được chuỗi di truyền (chương trình) tốt đáp ứng được yêu cầu bài toán.

#### Biểu diễn chương trình

Chương trình trong GP được biểu diễn dưới dạng cây, trong đó mỗi nút được gán nhãn là một ký hiệu thuộc tập hàm (F) hay tập kết (T).

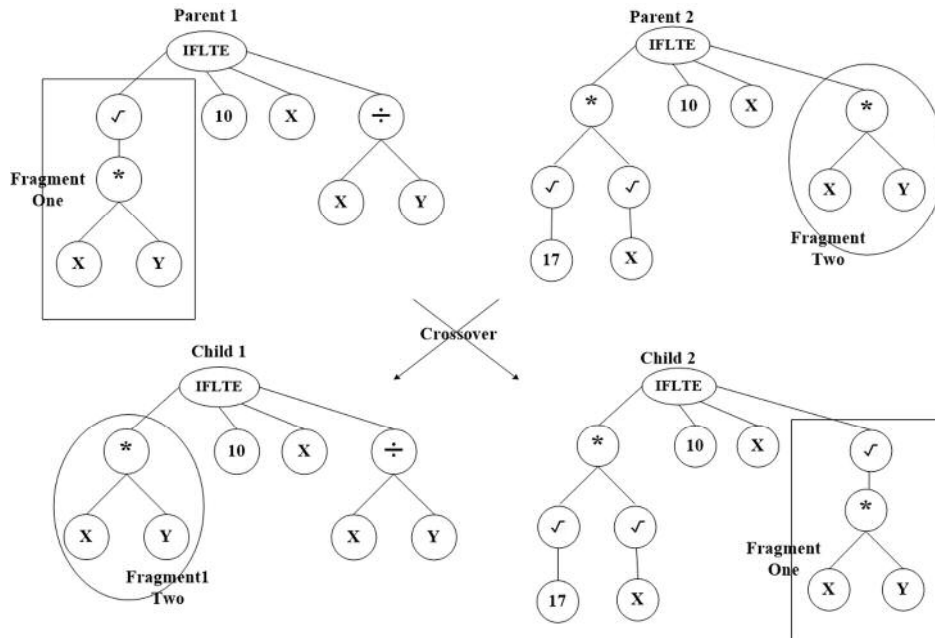
- Xóa cây con thuộc nốt được chọn.
- Sinh ngẫu nhiên một cây con mới vào vị trí vừa xóa.

Tái sinh (reproduction)

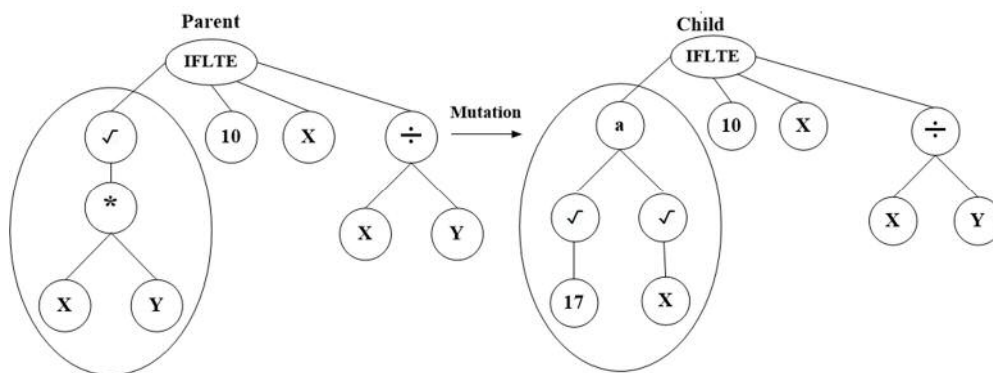
Nếu một cá thể được tái sinh chúng sẽ được sao chép y nguyên vào quần thể, hay nói cách khác là sẽ có hai cá thể giống nhau trong quần thể.

Đánh giá độ tốt (fitness)

Mỗi một chương trình được gán một giá trị được gọi là độ tốt, giá trị này sẽ có ảnh hưởng quan trọng đến việc cá thể có được lựa chọn để thực hiện các toán tử di truyền hay không.



Hình 2. Toán tử lai ghép



Hình 3. Toán tử biến dị

Như vậy các bước để chạy một thuật toán GP:

1) Khởi tạo ngẫu nhiên một quần thể (thế hệ 0) các cá thể được tạo ra từ tập hàm và tập kết.

2) Thực hiện lặp (các thế hệ) theo các bước phụ sau cho đến khi thỏa mãn điều kiện kết thúc (tìm thấy lời giải tối ưu hoặc đạt đến số thế hệ nào đó):

a. Đánh giá độ tốt của các cá thể.

b. Chọn 1 hoặc 2 cá thể từ quần thể với xác suất phụ thuộc vào độ tốt của chúng để tham gia vào các toán tử di truyền c.

c. Tạo các cá thể mới cho quần thể bằng việc áp dụng các phép toán di truyền sau với một xác suất đã định.

- Tái sinh
- Lai ghép
- Đột biến

Sau khi kết thúc quá trình tiến hóa, cá thể tốt nhất của toàn bộ quá trình chạy được coi như là kết quả của quá trình chạy.

Bên cạnh các phương pháp truyền thống: cây quyết định, tập luật quyết định, hàm thống kê và mạng nơron các nghiên cứu đã cho thấy rằng GP cũng là một phương pháp giải bài toán dự báo với độ chính xác cao bằng cách tiến hóa ra cây biểu thức. Một trong những lý do cho phép ta tin tưởng điều này là quá trình tìm kiếm của GP có kết quả tốt đối với những bài toán có không gian

tìm kiếm lớn.

**b. Lập trình di truyền cho dự báo lượng mưa**

Việc sử dụng lập trình di truyền (GP) để dự báo lượng mưa theo thời gian thực đã mở rộng trong những năm gần đây. Madsen và cộng sự [4] đã tiến hành so sánh việc sử dụng các mô hình hồi quy tự động, AR (p), sử dụng GP và mạng nơ-ron để chỉnh sửa về lỗi dư thừa của mô hình có hiệu chỉnh. Để đánh giá ảnh hưởng của chất lượng mô hình mô phỏng lên dự báo, kỹ thuật sửa lỗi (hoặc cập nhật các giá trị đầu ra) đã được áp dụng cho cả mô hình hiệu chỉnh và mô hình không hiệu chỉnh.

Whigham & Crapper [8] đề xuất sử dụng GP dựa trên văn phạm phi ngữ cảnh. Bài báo này đã xác định tập hàm GP bao gồm các hàm số học và hàm mũ. Tập kết bao gồm một số giá trị lượng mưa trong quá khứ cũng như lượng mưa trung bình trong 5, 10, 15, 25, 30, 40, 50, 60 và 100 ngày gần nhất. Năm 2002, Liang và các cộng sự dùng GP để xác định mô hình mô tả mối quan hệ giữa lượng mưa và dòng chảy bằng cách sử dụng mã hóa cổ điển của GP giống như Koza đã định nghĩa [3] Tập hàm bao gồm các hàm số học và hàm mũ, mô hình được xây dựng như bài toán hồi quy. Hai bài báo này đưa ra mô hình nhưng không cung cấp một giải thích vật lý về hiện tượng.

Khu và các cộng sự [2] sử dụng GP và mạng nơ-ron để sinh lỗi thời gian thực dựa trên tiến hóa cập nhật chương trình để bổ sung cho mô hình dự báo thời gian thực gọi là WRIP (Bộ xử lý thông tin thời tiết radar) dựa trên các phép đo lượng mưa được ghi lại bằng radar.

Các thử nghiệm đã được thực hiện bằng cách sử dụng tổng lượng mưa và lượng mưa thực tế, với cả mạng nơ-ron và GP để tối ưu hóa lỗi. Đối với chức năng hiệu chỉnh, dữ liệu được ghi lại trong trận mưa tháng 12 năm 1999 ở lưu vực nông thôn ngược dòng từ Taunton, Vương quốc Anh đã được sử dụng và, trong quá trình hợp lệ, một ước tính đã được thực hiện bằng cách sử

dụng dữ liệu từ tháng 4 năm 2000. Có thể cải thiện dự báo dòng chảy với mô hình WRIP sử dụng cả lập trình di truyền và một mạng nơ-ron nhân tạo bằng cách cập nhật lỗi theo thời gian thực giữa dòng chảy cần đo và giá trị mô phỏng cho tối đa năm khoảng thời gian. Phương trình là kết quả của GP có thể được xem như một dạng cải tiến của mô hình hồi quy tự động.

Trong nước hầu như chưa có nghiên cứu nào rõ ràng về bài toán dự báo lượng mưa, và hầu chắc chắn rằng chưa có nghiên cứu nào sử dụng công cụ học máy để dự báo lượng mưa.

**3. Thí nghiệm**

Trong phần này nghiên cứu trình bày cách thiết kế thí nghiệm và các tham số của GP đã được hiệu chỉnh cho phù hợp với bài toán dự báo lượng mưa.

**a. Tham số của GP**

*Bảng 1. Tham số của GP*

Tham số	Giá trị
Tập hàm	+, -, x, /, sin, cos, ln, √
Tập kết	Biến thuộc tính
Kích thước quần thể	1000
Thuật toán khởi tạo	Ramped half-and-half
Độ cao lớn nhất của cây	15
Số thế hệ	200
Xác suất thực hiện lai ghép	0,9
Xác suất thực hiện đột biến	0,1
Phương pháp chọn	Tranh đấu kích thước

Bảng 1 trình bày các tham số cụ thể để chạy GP. Ở đây hàm đánh giá độ tốt của mỗi cá thể nghiên cứu sử dụng hàm RMSE (root mean square error).

GP chạy 30 lần mỗi lần với giá trị khởi tạo khác nhau, mỗi lần sẽ nhận được một lời giải tốt nhất sau đó lựa chọn lời giải trung vị (median) của dãy 30 lời giải tốt nhất đó dùng làm mô hình cuối cùng.

**b. Dữ liệu bài toán**

Dữ liệu thử nghiệm là dữ liệu đo được ở Mường Lay (trạm 1), Lào Cai (trạm 2), Hà Giang (trạm 3), Sơn La (trạm 4), Cao Bằng (trạm 5), Điện Biên (trạm 6), Tuyên Quang (trạm 7).

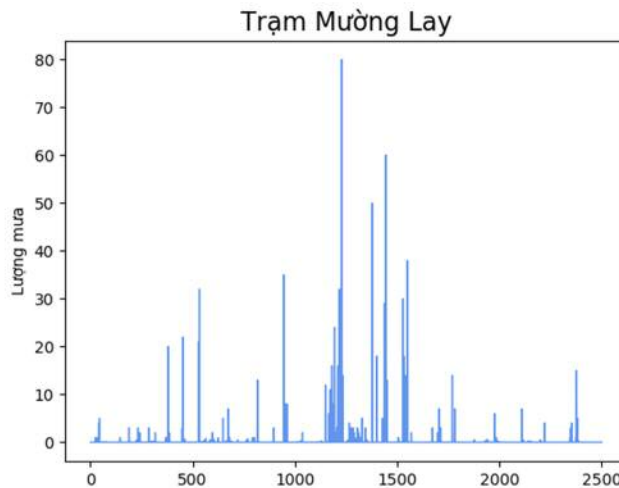
Dữ liệu được lấy từ ngày 1/6/2016 đến ngày 1/1/2019, mỗi ngày gồm 8 giá trị (đo cách nhau 3 giờ).

Sau khi có dữ liệu dạng chuỗi thời gian, nghiên cứu chuyển thành dữ liệu phụ thuộc có dạng:

$$r_t = f(r_{t-1}, r_{t-2}, \dots, r_{t-\tau}) \tag{1}$$

Trong đó  $r_t$  là lượng mưa ở thời điểm  $t$ .

Sau khi chuyển về dữ liệu phụ thuộc và chọn  $\tau = 6$ , nghiên cứu lấy 5000 bản ghi làm dữ liệu huấn luyện, phần còn lại 2556 bản ghi làm dữ liệu kiểm tra.



Hình 4. Một số giá trị lượng mưa đo được tại trạm Mường Lay

**c. Tổng quan các kỹ thuật học máy**

Để so sánh GP với các kỹ thuật học máy khác khi giải quyết bài toán dự báo lượng mưa, nghiên cứu lựa chọn 4 kỹ thuật học máy đưa ra mô hình dự báo chỉ dựa vào dữ liệu và có khả năng phản ánh được ánh xạ giữa các biến đầu vào và đầu ra (bài toán dự báo) mà không cần xem xét trực tiếp các quy luật vật lý của cơ chế mưa. Những mô hình này hoàn toàn dựa trên thông tin có được từ việc thu thập dữ liệu. Đó là các mô hình sau:

Máy véc-tơ hỗ trợ (Support Vector Machine)

Máy véc-tơ hỗ trợ hồi quy (Support Vector Regression -SVR) [5], là một phương pháp thành công để xử phạt sự phức tạp mô hình bằng cách

cộng thêm giá trị này vào hàm lỗi. Để minh họa ta xem xét một mô hình tuyến tính dự báo cho bởi công thức (2):

$$f(x) = w^T x + b \tag{2}$$

trong đó  $w$  là véc-tơ trọng số,  $b$  là độ dốc và  $x$  là véc-tơ đầu vào. Gọi  $x_m$  và  $y_m$  lần lượt là véc-tơ đầu vào, giá trị đầu ra thứ  $m$  của tập huấn luyện. Công thức tính hàm lỗi như công thức (3):

$$J = \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^n |y_m - f(x_m)|_\epsilon \tag{3}$$

Số hạng thứ nhất của hàm lỗi chính là giá trị phạt độ phức tạp của mô hình, còn số hạng thứ hai là giá trị lỗi nhạy cảm với  $\epsilon$ . Nếu hàm lỗi nhỏ hơn  $\epsilon$  thì sẽ không phạt, đây là tham số được đưa thêm vào để điều chỉnh giảm độ phức tạp của mô

hình. Chính vì vậy lời giải sẽ cực tiểu hóa hàm lỗi như công thức (4):

$$f(x) = \sum_{m=1}^M (\alpha_m^* - \alpha_m) x_m^T x + b \quad (4)$$

Trong đó  $\alpha_m^*$ ,  $\alpha_m$  là nhân tử Lagrange. Véc-tơ huấn luyện đưa ra các số nhân Lagrange khác không được gọi là các véc-tơ hỗ trợ và đây là một khái niệm chính về lý thuyết SVR. Các véc-tơ không hỗ trợ không đóng góp trực tiếp vào lời giải và số lượng vectơ hỗ trợ là độ đo độ phức tạp của mô hình. Mô hình này được mở rộng cho trường hợp phi tuyến tính thông qua khái niệm nhân  $\kappa$  sinh ra công thức (5):

$$f(x) = \sum_{m=1}^M (\alpha_m^* - \alpha_m) \kappa(x_m^T x) + b \quad (5)$$

Trong thí nghiệm này nghiên cứu sẽ sử dụng nhân Gauss.

**Cây quyết định (Decision Tree - DCT)** [6] là một kiểu mô hình dự báo. Mỗi một nút trong của cây tương ứng với một biến; cạnh nối giữa nó với nút con của nó thể hiện một giá trị cụ thể cho biến đó. Mỗi nút lá đại diện cho giá trị dự báo của biến mục tiêu, cho trước các giá trị của các biến được biểu diễn bởi đường đi từ nút gốc tới nút lá đó. Kỹ thuật học máy dùng trong cây quyết định được gọi là học bằng cây quyết định, hay chỉ gọi với cái tên ngắn gọn là cây quyết định.

Cây quyết định có thể được học bằng cách chia tập hợp nguồn thành các tập con dựa theo một kiểm tra giá trị thuộc tính. Quá trình này được lặp lại một cách đệ quy cho mỗi tập con dẫn xuất. Quá trình đệ quy hoàn thành khi không thể tiếp tục thực hiện việc chia tách được nữa, hay khi một phân loại đơn có thể áp dụng cho từng phần tử của tập con dẫn xuất. Một bộ phân loại rừng ngẫu nhiên (random forest) sử dụng một số cây quyết định để có thể cải thiện tỉ lệ phân loại.

**k-láng giềng gần nhất (k Nearest Neighbor - kNN)** [1] là phương pháp để phân lớp các đối tượng dựa vào khoảng cách gần nhất giữa đối tượng cần xếp lớp và tất cả các đối tượng trong tập dữ liệu.

Một đối tượng được phân lớp dựa vào k láng giềng của nó, k là số nguyên dương được xác định trước khi thực hiện thuật toán. Người ta thường dùng khoảng cách Euclidean để tính khoảng cách giữa các đối tượng.

**Mạng Perceptron nhiều lớp (Multi-layer Perceptron - MLP)** [7] là mạng nơ-ron nhân tạo được gọi là perceptron nhiều lớp bởi vì nó là tập hợp của các perceptron chia làm nhiều nhóm, mỗi nhóm tương ứng với một layer. Hoạt động của chúng có thể được mô tả như sau tại tầng đầu vào các nơron nhận tín hiệu vào xử lý (tính tổng trọng số, gửi tới hàm truyền) rồi cho ra kết quả (là kết quả của hàm truyền); kết quả này sẽ được truyền tới các nơron thuộc tầng ẩn thứ nhất; các nơron tại đây tiếp nhận như là tín hiệu đầu vào, xử lý và gửi kết quả đến tầng ẩn thứ 2;...; quá trình tiếp tục cho đến khi các nơron thuộc tầng ra cho kết quả. Bốn mô hình trên được sử dụng rất phổ biến cho các bài toán học máy và cũng cho thấy hiệu năng đáng kể của chúng.

#### 4. Phân tích kết quả

Trong phần này, ta sẽ xem xét các kết quả khi chạy GP so với các thuật toán học máy điển hình. Để so sánh hiệu suất của GP với các phương pháp khác nghiên cứu sử dụng hai độ đo như công thức (6, 7):

$$NRMSE = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{obs,i} - y_{pre,i})^2}}{(y_{obs,max} - y_{obs,min})} \quad (6)$$

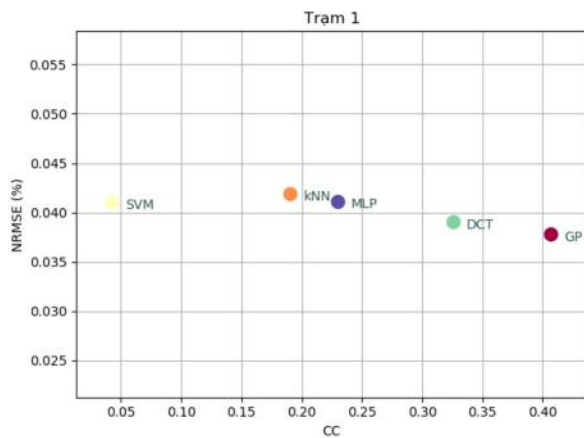
$$CC = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{obs,i} - \bar{y}_{obs})(y_{pre,i} - \bar{y}_{pre})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_{obs,i} - \bar{y}_{obs})(y_{pre,i} - \bar{y}_{pre})}} \quad (7)$$

Trong đó NRMSE (normal root mean squared error) là RMSE chuẩn hóa tính theo phần trăm, CC (*correlation coefficient*) là hệ số tương quan.

Trong công thức trên n là độ lớn tập huấn luyện,  $y_{pre,i}$  là giá trị dự báo của điểm mẫu  $i$  còn  $y_{obs,i}$  là giá trị đo được ở điểm mẫu  $i$ .

Mục đích của GP là quá trình tiến hóa làm sao tìm cây kết quả có giá trị NRMSE nhỏ và CC lớn.

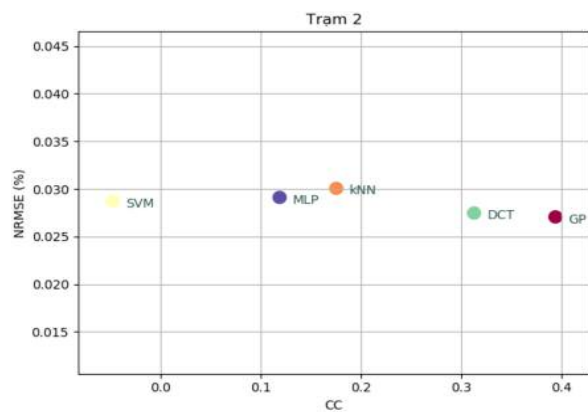




Hình 5. Giá trị NRMSE và CC của các mô hình dự báo với dữ liệu tại trạm Mùng Lay

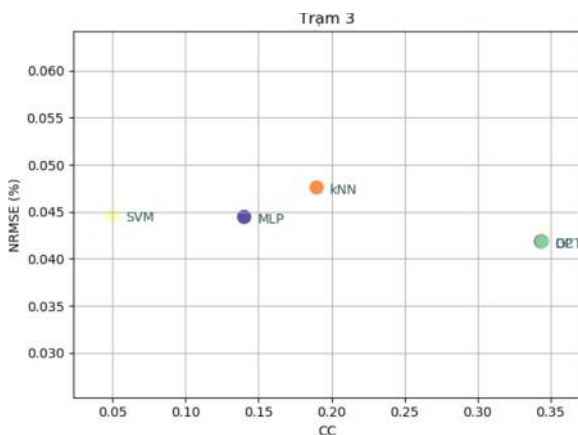
Trong hình 5, giá trị NRMSE của 5 phương pháp dự báo nằm trong khoảng từ 0,035 đến 0,045. Còn giá trị CC nằm trong khoảng từ 0,03 đến 0,4. Và ta cũng thấy phương pháp GP vừa cho kết quả giá trị NRMSE nhỏ và CC lớn nhất trong 5 phương pháp.

Trong hình 6, giá trị NRMSE của 5 phương pháp



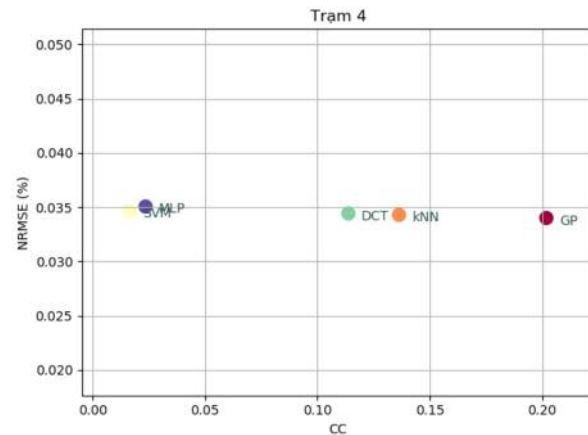
Hình 6. Giá trị NRMSE và CC của các mô hình dự báo với dữ liệu tại trạm Lào Cai

pháp rơi vào khoảng từ 0,025 đến 0,030, trong đó MLP và SVM khá gần nhau cũng như DCT và GP. Tuy nhiên giá trị CC của SVM nhỏ hơn 0 trong khi giá trị này của các phương pháp còn lại từ 0,1 đến 0,4. Và cũng tương tự như dự báo trạm Mùng Lay, lời giải GP cho kết quả tốt nhất cả về NRMSE lẫn CC.



Hình 7. Giá trị NRMSE và CC của các mô hình dự báo với dữ liệu tại trạm Hà Giang

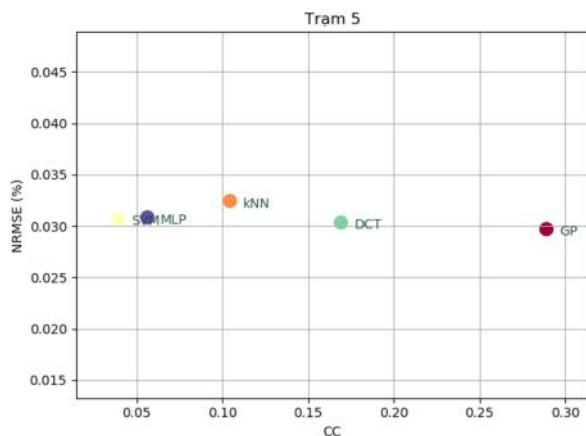
Trong hình 7, giá trị NRMSE của các mô hình nằm trong khoảng 0,04 đến 0,05, trong đó giá trị này của SVM và MLP gần như bằng nhau, giá trị DCT và GP trùng nhau. Giá trị CC của các phương pháp nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,35 trong đó DCT và GP gần như bằng nhau. Đối với dữ liệu tại trạm này thì hiệu năng của GP và



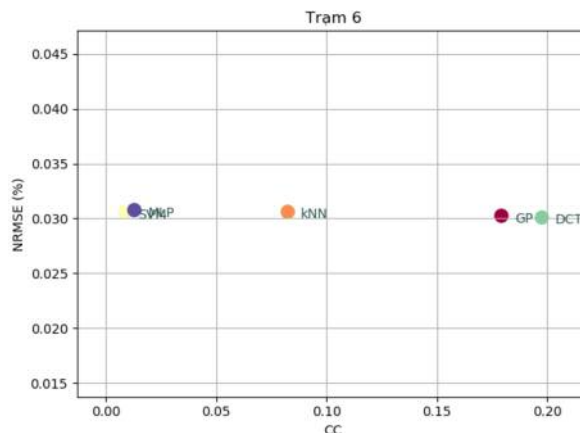
Hình 8. Giá trị NRMSE và CC của các mô hình dự báo với dữ liệu tại trạm Sơn La

DCT là tốt nhất.

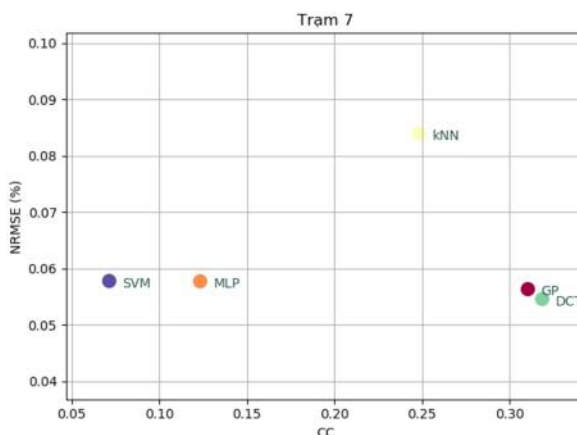
Kết quả trong hình 8 cho thấy giá trị NRMSE của các phương pháp học máy hầu như tương đồng với nhau. Chỉ có giá trị CC là khác biệt trong đó GP có giá trị CC lớn nhất, MLP, SVM là phương pháp cung cấp giá trị CC của dữ liệu dự báo kém nhất.



Hình 9. Giá trị NRMSE và CC của các mô hình dự báo với dữ liệu tại trạm Cao Bằng



Hình 10. Giá trị NRMSE và CC của các mô hình dự báo với dữ liệu tại trạm Điện Biên



Hình 11. Giá trị NRMSE và CC của các mô hình dự báo với dữ liệu tại trạm Tuyên Quang

Kết quả trong hình 9 cho thấy không có sự khác biệt lắm về kết quả của 2 mô hình SVM và MLP, trong khi đó GP vẫn chiếm ưu thế vượt trội cả về hai giá trị này.

Hình 10 cho thấy khả năng dự báo của các mô hình trên dữ liệu trạm 6 không có sự khác biệt về sai số, chỉ có giá trị CC khác nhau, trong đó DCT có giá trị này lớn nhất, GP thứ hai. SVM và MLP hầu như cũng không có khác biệt.

Kết quả trên hình 11 cho thấy kNN có giá trị sai số mô hình dự báo tồi hơn hẳn các mô hình còn lại, SVM và MLP tương đương nhau tuy nhiên CC của MLP tốt hơn. Với dữ liệu trạm 7 mô hình DCT cho kết quả tốt nhất, GP kém chút ít cả về lỗi và giá trị CC.

Như vậy trên 7 tập dữ liệu thực tế tại 7 trạm khác nhau, GP cho mô hình dự báo tốt nhất trên 5 tập dữ liệu. Trên các bài toán còn lại GP chỉ thua kém so với DCT không đáng kể về sai số của mô hình. Các kết quả khẳng định hiệu năng của GP vượt trội so với các mô hình dự báo khác.

#### Mô hình kết quả tiến hóa GP

Dưới đây là một cây lời giải cho bài toán dự báo lượng mưa ở trạm 1 là kết quả của quá trình tiến hóa của GP có dạng:

$$\text{sqrt}(\text{add}(\text{mul}(\text{mul}(\text{sqrt}(\text{mul}(X4,X3))),X2),\text{add}(\text{mul}(\text{mul}(X2,X2),\text{mul}(X2,X2)),\text{mul}(\text{add}(X3,X3),X2))),\text{mul}(\text{add}(\text{mul}(\text{add}(X3,X3),\text{sin}(X3)),\text{div}(\text{mul}(X4,X5),\text{sin}(X5))),\text{sin}(\text{sqrt}(X3))))))$$

Biểu thức tương ứng với cây trên là:

$$\sqrt{\sqrt{X_3 \times X_4 \times X_2 \times (X_2^4 + 2X_3 \times X_2) + 2X_3} \times \sin(X_3) + X_4 \times \frac{X_5}{\sin X_5} + \sin \sqrt{X_3}} \quad (8)$$

Với mô hình kết quả như trên việc dự báo trở nên khá dễ dàng với các biến  $X_i$  chính là các giá trị đầu vào. Và với mô hình nhận được ta nhận thấy sự phụ thuộc của kết quả vào các tham số đó cũng là một tham khảo để lựa chọn đặc trưng cho phù hợp bài toán. Đây chính là ý nghĩa hộp trắng của GP mà chỉ có mô hình DCT trong số 4 mô hình trên mới có.

### 5. Kết luận

Bài báo trình bày việc sử dụng GP để dự báo lượng mưa tại một số trạm quan trắc Việt Nam,

các kết quả cho thấy GP vượt trội hơn về hiệu năng so với các phương pháp dự báo khác (MLP, SVM, kNN, DCT). Tuy nhiên giá trị CC của mô hình còn tương đối thấp, tức là kết quả dự báo vẫn còn chưa đoán được đúng xu thế của dữ liệu. Chính vì vậy, trong tương lai nghiên cứu sẽ tiếp tục cải tiến GP để thu được kết quả dự báo tốt hơn nữa. Ngoài ra tham số phụ thuộc vào số giá trị thời điểm trước cũng cần được điều chỉnh linh hoạt để có được kết quả dự báo phù hợp với thực tế.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi đề tài “Nghiên cứu cơ sở khoa học và giải pháp ứng dụng trí tuệ nhân tạo để nhận dạng, hỗ trợ dự báo và cảnh báo một số hiện tượng khí tượng thủy văn nguy hiểm trong bối cảnh biến đổi khí hậu tại Việt Nam”, mã số BĐKH.34/16-20.”

### Tài liệu tham khảo

1. Hastie, T.T., (2009), *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction*. New York: Springer.
2. Khu, S.T., (2004), *An evolutionary-based real-time updating technique for an operational rainfall-runoff forecasting model*. Proceedings of the 2nd Biennial Meeting of the International Environmental Modelling and Software Society, Manno, Switzerland, 141-146.
3. Koza, J.R., (1992), *Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection*. Cambridge, MA, USA: MIT Press.
4. Madsen, H.B., (2000), *Data assimilation in rainfall-runoff forecasting*. Hydroinformatics 2000, 4th International Conference of Hydroinformatics, (pp. 1-6). Iowa, USA.
5. ölkop, A.J., (2004), *A tutorial on support vector regression*. Statistics and Computing, 14(3), 199-222.
6. Rokach, L., Maimon, O. (Eds). *Data mining with decision trees: theory and applications*. World Scientific Publishing Co., Inc. River Edge, NJ, USA, Series in Machine Perception and Artificial Intelligence, 81, pp. 328.
7. Rosenblatt, F., (1961), *Principles of Neurodynamics: Perceptrons and the Theory of Brain Mechanisms*. Arch Gen Psychiatry. 7(3), 218-219.
8. Whigham, P.A. (2001), *Modelling rainfall-runoff using genetic programming*. Mathematical and Computer Modelling, 33, (6-7), 707-721.

**A GENETIC PROGRAMMING-BASED RAINFALL PREDICTION USING DATA FROM THE VIETNAM METEOROLOGICAL AGENCY**

**Nguyen Thi Hien<sup>1</sup>, Nguyen Xuan Hoai<sup>2</sup>, Dang Van Nam<sup>3</sup>, Ngo Van Manh<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Le Quy Don Technical University

<sup>2</sup>AI Academy Vietnam

<sup>3</sup>Hanoi University of Mining and Geology

<sup>4</sup>Center for Hydro-Meteorological Data and Information

**Abstract:** *Rainfall is one of the most challenging variables to predict, as it exhibits very unique characteristics that do not exist in other time series data. Moreover, rainfall is a major component and is essential for applications that surround water resource planning. In particular, this paper is interested in the prediction of rainfall using data from the Vietnam Meteorological Agency. Currently in the rainfall prediction literature, the process of predicting rainfall is dominated by statistical models, namely using a Markov chain extended with rainfall prediction (MCRP). In this paper we outline a new methodology to be carried out by predicting rainfall with Genetic Programming (GP). This is the first time in the literature that GP is used within the context of rainfall prediction in some city at Vietnam. We have used a GP to this problem domain and we compare the performance of the GP and SVM, MLP, DCT, kNN on 3 different data sets of cities at Vietnam and report the results. The goal is to see whether GP can outperform other machine learning methods. Results indicate that in general GP significantly outperforms other machine learning methods, which is the dominant approach in the literature.*

**Keywords:** *Genetic Programming, rainfall prediction.*

# BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NHỮNG TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG TIỂU VÙNG SINH THÁI VEN BIỂN ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Nguyễn Văn Hồng<sup>1</sup>, Phan Thị Anh Thơ<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Phong Lan<sup>2</sup>

**Tóm tắt:** Bài báo này đánh giá xu thế khí hậu và kịch bản biến đổi khí hậu ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Sử dụng phương pháp phân tích xu thế nhiệt độ và lượng mưa tại 09 trạm khí tượng trong giai đoạn 1980 - 2018 và kịch bản biến đổi khí hậu của Bộ Tài nguyên và Môi trường năm 2016, dựa trên các kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5. Kết quả phân tích cho thấy nhiệt độ trung bình hàng năm trong khu vực từ 23,0 đến 28,0°C. Nhiệt độ trung bình hàng năm có xu hướng tăng khoảng 0,027°C/năm. Lượng mưa trung bình trong khu vực khoảng 1250-2450 mm. Với kịch bản RCP 4.5, đầu thế kỷ 21, lượng mưa trung bình tăng 4,5 - 35,4%; vào giữa thế kỷ 21, lượng mưa trung bình tăng 5,8 - 20,6%; cuối thế kỷ 21, lượng mưa trung bình tăng 9,6 - 23,8%. Với kịch bản RCP 8.5, đầu thế kỷ 21, lượng mưa trung bình tăng 6,7-27,3%; vào giữa thế kỷ 21, lượng mưa trung bình tăng 10,8 - 20,7%; vào cuối thế kỷ 21, lượng mưa trung bình tăng 12,6 - 23,7%. Bài báo bước đầu đã nhận diện được những tác động của biến đổi khí hậu đến vùng sinh thái ven biển và các hoạt động kinh tế ở ĐBSCL trong những năm gần đây như: hạn hán, thiếu nước, xâm nhập mặn, sạt lở bờ sông, xói lở bờ biển.

**Từ khóa:** Biến đổi khí hậu, kịch bản, tác động biến đổi khí hậu.

Ban Biên tập nhận bài: 12/9/2019 Ngày phản biện xong: 22/10/2019 Ngày đăng bài: 25/11/2019

## 1. Mở đầu

Vùng ven biển Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) có tiềm năng đa dạng, có thể mạnh phát triển nông nghiệp và các ngành kinh tế biển, ven biển, nhất là nuôi trồng và khai thác thủy hải sản. Thời gian qua, kinh tế - xã hội các tỉnh trong vùng đã đạt được những thành tựu quan trọng, kết cấu hạ tầng được quan tâm đầu tư xây dựng, quốc phòng - an ninh được giữ vững, đời sống nhân dân từng bước được cải thiện và nâng lên. Tuy nhiên, những năm gần đây, các tỉnh trong vùng đã và đang phải đối mặt với tác động ngày càng mạnh mẽ của biến đổi khí hậu. Biểu hiện rõ nét là nhiệt độ tăng cao, hạn hán khốc liệt, xâm nhập mặn sâu vào nội đồng, lốc xoáy diễn ra thường xuyên, triều cường và sạt lở bờ sông, bờ biển diễn biến phức tạp. Các tỉnh vùng ven biển ĐBSCL thực sự đang là những địa phương bị tổn thương nhiều nhất do biến đổi khí hậu gây ra.

Dân cư sống rải rác, dễ bị ảnh hưởng trước tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng, nên công tác phòng, tránh thiên tai, bảo vệ sản xuất, cung cấp nước ngọt, phát triển kinh tế, nâng cao đời sống nhân dân gặp không ít khó khăn, tốn kém. Chính vì vậy, các tỉnh này đã, đang chịu tác động nặng nề nhất so với các tỉnh trong khu vực và đang phải đối mặt với những thách thức.

## 2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập tài liệu

### 2.1 Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là khu vực ven biển Đồng bằng sông Cửu Long. Vùng ven biển Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) có tiềm năng đa dạng, có thể mạnh phát triển nông nghiệp và các ngành kinh tế biển, ven biển, nhất là nuôi trồng và khai thác thủy hải sản.

<sup>1</sup>Phân viện Khoa học Khí tượng và Biến đổi khí hậu

<sup>2</sup>Viện Lúa Đồng Bằng Sông Cửu Long

Email: nguyenvanhong79@gmail.com



Hình 1. Vị trí địa lý khu vực đồng bằng sông Cửu Long [6]

**2.2 Phương pháp nghiên cứu**

Phương pháp hồi quy tuyến tính được sử dụng để xác định xu thế và mức độ biến đổi của các biến khí hậu. Số liệu thực đo về nhiệt độ, lượng mưa tại 9 trạm khí tượng, thủy văn,... được dùng để phân tích xu thế và mức độ biến đổi của các biến khí hậu lượng mưa và nhiệt độ trong quá khứ (1980 - 2017).

Bài báo xây dựng kịch bản Biến đổi khí hậu tại khu vực Nam Bộ cho nhiệt độ trung bình năm và lượng mưa năm dựa vào kịch bản biến đổi khí hậu của Bộ Tài nguyên và Môi trường năm 2016, dựa trên các kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5. Phương pháp chi tiết hóa động lực là phương pháp chính được sử dụng để tính toán xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho Nam Bộ.

**2.3 Số liệu sử dụng để đánh giá**

Việc đánh giá sự biến đổi của nhiệt độ, lượng mưa tại khu vực nghiên cứu được tiến hành tại một số trạm khí tượng chính ở khu vực ĐBSCL, với chuỗi số liệu tin cậy và có đủ độ dài để phục vụ tính toán thống kê, các trạm điển hình được sử dụng là: Tân Sơn Hòa, Vũng Tàu, Biên Hòa, Sở Sao, Mộc Hóa, Cần Thơ, Châu Đốc, Rạch Giá, Cà Mau giai đoạn 1980-2017.

Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho khu vực Nam Bộ được xây dựng trên cơ sở

dựa vào kịch bản biến đổi khí hậu của Bộ Tài nguyên và Môi trường năm 2016, các kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5, bản đồ số địa hình quốc gia cập nhật đến năm 2015; xu thế biến đổi gần đây của khí hậu và nước biển dâng ở Việt Nam; các mô hình khí hậu toàn cầu và mô hình khí hậu khu vực độ phân giải cao cho khu vực Việt Nam, các mô hình khí quyển - đại dương [3].

**3. Kết quả và thảo luận**

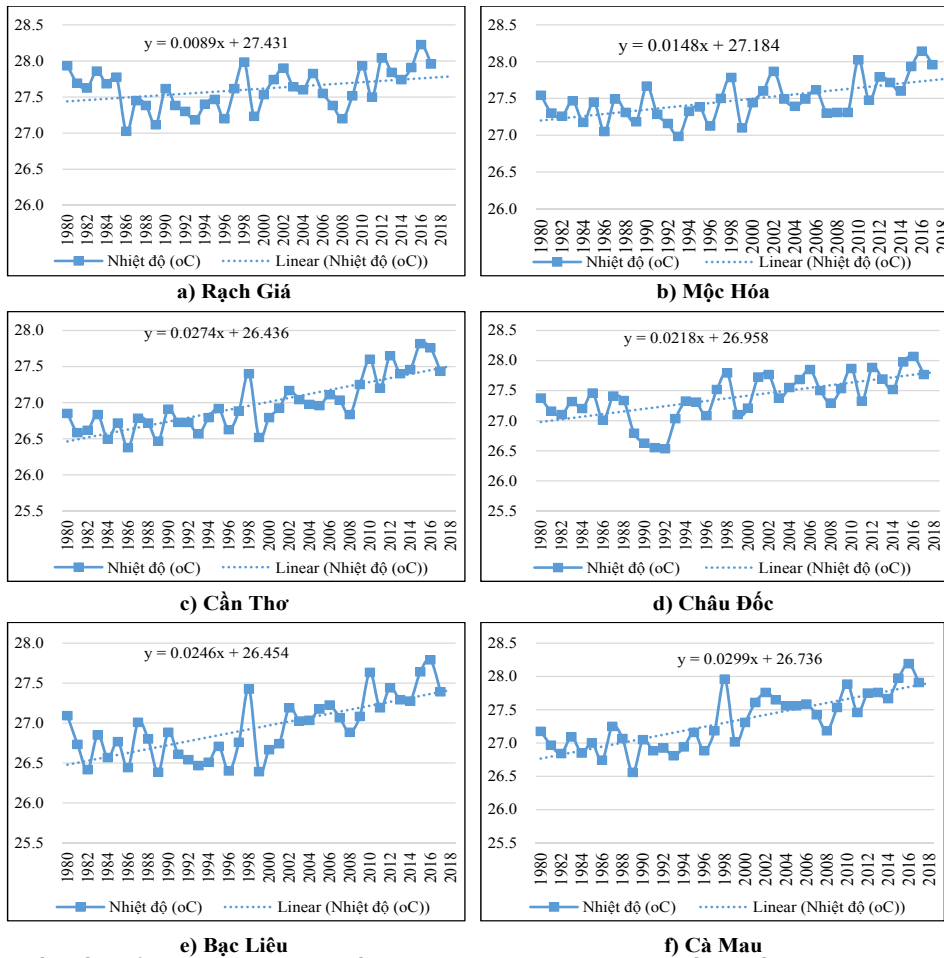
**3.1. Biến đổi khí hậu ở khu vực Đồng bằng sông Cửu Long**

**3.1.1. Xu thế biến đổi các yếu tố khí hậu tại khu vực Đồng bằng sông Cửu Long**

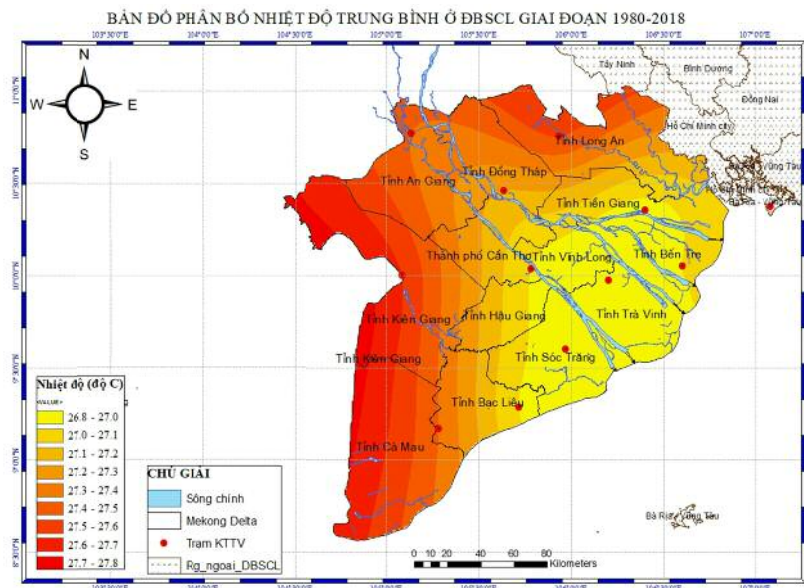
**a) Nhiệt độ**

Theo số liệu quan trắc trung bình nhiều năm (1980 - 2017) tại các trạm điển hình thuộc khu vực Đồng bằng sông Cửu Long, nhiệt độ có xu thế tăng với tốc độ trung bình khoảng 0,027°C/năm.

Theo số liệu quan trắc nhiệt độ hơn 30 năm (1980 - 2017), nhiệt độ TBNN tại khu vực Đồng bằng sông Cửu Long khoảng từ 23,0÷28,0°C. Nhiệt độ có xu thế tăng với tốc độ trung bình 0,027°C/năm. Khu vực miền Đông tăng nhanh hơn khu vực miền Tây. Nhiệt độ phân bố không đều. Nhìn chung, khu vực miền Đông có nhiệt độ TBNN thấp hơn khu vực miền Tây.



Hình 2. Xu thế biến đổi nhiệt độ trung bình năm (°C) tại khu vực Đồng bằng sông Cửu Long giai đoạn 1980 - 2017



Hình 3. Bản đồ phân bố nhiệt độ trung bình tại khu vực Đồng bằng sông Cửu Long giai đoạn 1980 - 2018

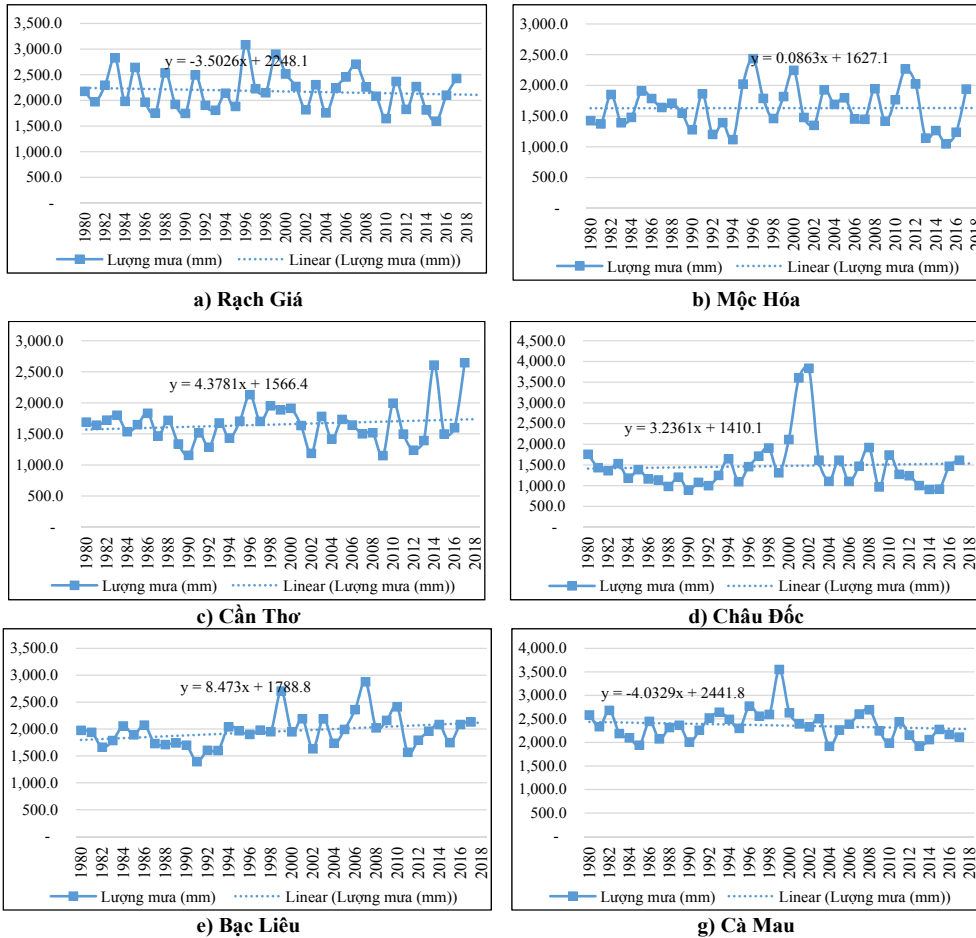
b) Lượng mưa  
 Số liệu quan trắc TBNN (1980 - 2017) tại các trạm thuộc khu vực Đồng bằng sông Cửu Long

cho thấy lượng mưa thể hiện xu thế tăng, giảm không rõ ràng. Lượng mưa TBNN tại khu vực Đồng bằng sông Cửu Long khoảng từ

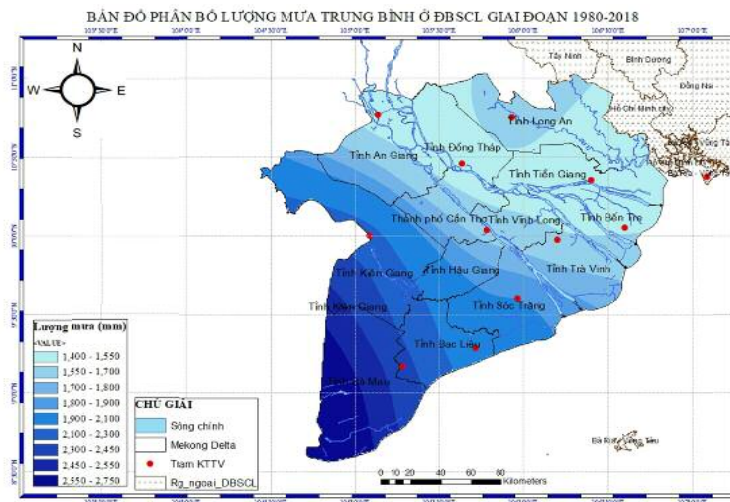
1250÷2450 mm.

Lượng mưa phân bố không đều. Các tỉnh phía nam tỉnh Kiên Giang, Bạc Liêu, Cà Mau có lượng mưa trung bình nhiều năm cao, khoảng 2050 - 2450 mm. Những khu vực có lượng mưa

trung bình nhiều năm thấp như: Đồng Tháp, Tiền Giang, Bến Tre, một phần tỉnh Vĩnh Long và An Giang lượng mưa trung bình nhiều năm chỉ khoảng 1250 - 1450 mm.



Hình 4. Xu thế biến đổi lượng mưa năm (mm) tại khu vực Đồng bằng sông Cửu Long giai đoạn 1980 - 2017



Hình 5. Bản đồ phân bố lượng mưa trung bình tại khu vực Đồng bằng sông Cửu Long giai đoạn 1980 - 2018



### 3.1.2 Kích bản biến đổi khí hậu cho khu vực Đồng bằng sông Cửu Long

#### a) Kích bản nhiệt độ

Theo kịch bản RCP4.5, vào đầu thế kỷ 21 nhiệt độ trung bình khu vực Đồng bằng sông Cửu Long tăng từ 0,6 - 0,8°C; đến giữa thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình tăng từ 1,4 - 1,6°C, tăng ít hơn ở khu vực ven biển; đến cuối thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình khu vực các tỉnh ĐBSCL tăng từ 1,8 - 2,0°C. Theo kịch bản RCP8.5, vào đầu thế kỷ 21 nhiệt độ trung bình khu vực tăng từ 0,7 - 0,9°C; đến giữa thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình các tỉnh ĐBSCL tăng từ 1,7 - 2,1°C, tăng ít hơn ở khu vực ven biển; đến cuối thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình khu vực các tỉnh ĐBSCL tăng 3,3 - 3,5°C [1], [5].

#### b). Kích bản lượng mưa

Về lượng mưa, theo kịch bản RCP4.5, vào đầu thế kỷ 21 lượng mưa trung bình khu vực các tỉnh ĐBSCL tăng từ 4,4 - 22,4%; đến giữa thế kỷ 21, lượng mưa trung bình các tỉnh ĐBSCL tăng từ 5,8 - 20,6%; đến cuối thế kỷ 21, lượng mưa trung bình khu vực các tỉnh ĐBSCL tăng từ 9,6 - 23,8%. Theo kịch bản RCP8.5, vào đầu thế kỷ 21, lượng mưa trung bình khu vực các tỉnh ĐBSCL tăng từ 6,7 - 17,9%; đến giữa thế kỷ 21, lượng mưa trung bình các tỉnh ĐBSCL tăng từ 10,8 - 20,7%; đến cuối thế kỷ 21, lượng mưa trung bình khu vực các tỉnh ĐBSCL tăng từ 12,6 - 23,7%.

ĐBSCL, nhiệt độ có xu thế tăng với tốc độ trung bình 0,27°C/năm. Lượng mưa thể hiện xu thế tăng, giảm không rõ ràng [2].

Về nhiệt độ, theo kịch bản RCP4.5, vào đầu thế kỷ 21 nhiệt độ trung bình khu vực các tỉnh ĐBSCL tăng từ 0,6 - 0,8°C; đến giữa thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình các tỉnh ĐBSCL tăng từ 1,4 - 1,6°C, tăng ít hơn ở khu vực ven biển; đến cuối thế kỷ 21, tăng nhiệt độ trung bình khu vực các tỉnh ĐBSCL tăng từ 1,8 ÷ 2,0°C. Theo kịch bản RCP8.5, vào đầu thế kỷ 21 nhiệt độ trung bình khu vực tăng từ 0,7 - 0,9°C; đến giữa thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình các tỉnh ĐBSCL tăng từ 1,7 - 2,1°C, tăng ít hơn ở khu vực ven biển; đến cuối thế kỷ 21, tăng nhiệt độ trung bình khu vực các tỉnh ĐBSCL tăng từ 3,3 - 3,5°C.

Về lượng mưa, theo kịch bản RCP4.5, vào đầu thế kỷ 21 lượng mưa trung bình khu vực các tỉnh ĐBSCL tăng từ 4,4 - 22,4%; đến giữa thế kỷ 21, lượng mưa trung bình các tỉnh ĐBSCL tăng từ 5,8 - 20,6%; đến cuối thế kỷ 21, lượng mưa trung bình khu vực tăng từ 9,6 - 23,8%. Theo kịch bản RCP8.5, vào đầu thế kỷ 21 lượng mưa trung bình khu vực các tỉnh ĐBSCL tăng từ 6,7 - 17,9%; đến giữa thế kỷ 21, lượng mưa trung bình các tỉnh ĐBSCL tăng từ 10,8 - 20,7%; đến cuối thế kỷ 21, lượng mưa trung bình khu vực các tỉnh ĐBSCL tăng từ 12,6 - 23,7% [1], [5].

### 3.2. Tác động của BĐKH đến vùng sinh thái ven biển Đồng bằng sông Cửu Long

#### 3.2.1 Những thách thức ở vùng đồng bằng sông Cửu Long

ĐBSCL cũng luôn đối mặt với những vấn đề về: lũ và ngập lụt ở vùng thượng; xâm nhập mặn ở vùng ven biển; đất phèn và sự lan truyền nước chua ở những vùng trũng thấp; thiếu nước ngọt cho sản xuất và sinh hoạt ở những vùng gần biển; xói lở bờ sông, bờ biển xảy ra ở nhiều nơi và ngày càng trở nên nghiêm trọng và ô nhiễm nguồn nước, kể cả nước mặt và nước ngầm.

Biến đổi khí hậu ở Việt Nam gây ra các hiện tượng cực đoan như hạn hán gia tăng trong mùa khô, ảnh hưởng của El Nino và La Nina,... Xu thế biến đổi này đang làm thay đổi vòng tuần hoàn của nước trong tự nhiên và do vậy tác động lớn đến tài nguyên nước. Thay đổi chế độ dòng chảy trong sông và triều cường sẽ ảnh hưởng trực tiếp tới phạm vi xâm nhập mặn tại ĐBSCL, đặc biệt trong những năm kiệt. Theo kịch bản biến đổi khí hậu năm 2016, nếu mực nước biển dâng 100cm và không có các giải pháp ứng phó, ĐBSCL là khu vực có nguy cơ ngập đến 38,9% diện tích. Trong đó, các tỉnh có nguy cơ ngập cao nhất là Hậu Giang (80,62%), Kiên Giang (76,86%) và Cà Mau (57,69%) [2].

Dự báo dân số có thể tăng từ 17 triệu hiện nay lên đến khoảng 30 triệu vào năm 2050, công nghiệp hóa, đô thị hóa sẽ ngày càng phát triển và sẽ thu hẹp diện tích đất nông nghiệp, đồng thời làm tăng nhu cầu về nước sạch cũng như phát sinh nhiều nước thải hơn. Đây sẽ là áp lực lớn đối với nguồn nước của ĐBSCL, đặc biệt là giải

quyết vấn đề nước ngọt, ô nhiễm nguồn nước, nhất là ở các kênh, rạch nhỏ, chảy qua các khu đô thị, khu công nghiệp. Do đó, nhu cầu lương thực và nước ngọt cũng ngày càng tăng, đồng thời kéo theo những vấn đề về suy giảm chất lượng nước, ô nhiễm nguồn nước. Những vấn đề về xung đột giữa nhu cầu nước ngọt cho nông nghiệp và nhu cầu nước mặn, nước lợ để nuôi tôm đang diễn ra ở nhiều nơi.

Việc phát triển hạ tầng chống lũ, thủy lợi, giao thông đô thị, khu công nghiệp... đã làm biến đổi sâu sắc chế độ lũ tại ĐBSCL như vốn có trước đây. Việc phát triển hệ bờ bao, khu dân cư vượt lũ... làm giảm không gian chứa lũ, thoát lũ làm gia tăng nguy cơ ngập, lụt ở nhiều khu vực. Diện tích chứa lũ giảm đồng thời mực nước biển dâng sẽ làm tăng mực nước lũ ở khu vực trung tâm ĐBSCL trong thời gian dài. Ở các khu vực trung và hạ lưu ĐBSCL, do phát triển công nghiệp và đô thị hóa cao, diện tích chứa lũ giảm và nước biển dâng làm tăng nguy cơ ngập lũ.

Cung cấp nước sạch chỉ đảm bảo được cho 60 - 65% dân số đô thị và tỷ lệ này thấp hơn rất nhiều đối với nông thôn. Nguồn nước để cấp nước ở các khu vực nông thôn đang phải đối mặt với hai vấn đề lớn là mặn và ô nhiễm nguồn nước. Nước thải chưa được xử lý, ô nhiễm công nghiệp và cơ sở hạ tầng sinh hoạt hạn chế gây ra các vấn đề về chất lượng nước và những rủi ro về sức khỏe, đồng thời không đảm bảo việc cung cấp nước. Nếu không kiểm soát hiệu quả các vấn đề về xử lý nước thải, chất thải thì trong tương lai không xa nhiều nơi có nước nhưng không thể sử dụng do bị ô nhiễm, đặc biệt là các kênh, rạch nhỏ. Bên cạnh đó, hệ thống ngăn mặn, giữ ngọt chưa đồng bộ hoặc việc vận hành chưa hợp lý cũng sẽ là vấn đề lớn trong việc bảo đảm nguồn nước ngọt cho canh tác và sinh hoạt.

Sự gia tăng dân số tăng nhanh và việc phát triển nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản trong những thập kỷ qua đã làm giảm đáng kể giá trị tự nhiên của ĐBSCL. Nhiều vùng đất ngập nước như rừng ngập mặn, ao, hồ, đầm phá và vùng đồng cỏ ẩm ướt đang biến mất để nhường chỗ cho hệ thống tưới tiêu, trồng rừng, ruộng muối, phát triển công nghiệp và nuôi tôm. Ngoài ra, việc khai thác quá mức tài nguyên thiên nhiên là

một mối đe dọa lớn đối với hệ sinh thái.

Việc cải tạo đất và nước, thâm canh nông nghiệp, cùng với tác động sinh thái tiêu cực do chiến tranh để lại đã làm giảm đáng kể diện tích rừng tự nhiên, đất ngập nước và các môi trường sống tự nhiên khác của ĐBSCL. Do có các công trình bảo vệ bờ ven biển nên diện tích các khu vực ngập triều ven biển bị thu hẹp, làm cho diện tích rừng ngập mặn ngày càng giảm đi và điều này làm cho tình hình xói lở bờ biển ngày càng nghiêm trọng hơn.

Diện tích rừng ngập mặn đang bị thu hẹp lại, gia tăng diện tích nuôi tôm, nhất là khai thác nước ngầm bị mặn để nuôi trồng thủy sản... đang làm phức tạp thêm tình hình nhiễm mặn, nhất là các khu vực ven biển.

Các công trình thủy điện đã xây dựng và đang vận hành của Trung Quốc trên sông Lan Thương đã tác động mạnh mẽ đến chế độ dòng chảy cả mùa lũ và mùa cạn, làm suy giảm hàm lượng phù sa. Chỉ riêng 02 hồ lớn là Tiểu Loan và Nộ Trác Độ đã có dung tích khoảng 38 tỷ m<sup>3</sup>. Với lượng nước này, nếu xả liên tục 07 tháng mùa cạn, mỗi ngày hạ lưu sẽ có thêm khoảng 180 triệu m<sup>3</sup>, tương đương khoảng 2100 m<sup>3</sup>/s hoặc ngược lại nếu các hồ không vận hành thì ĐBSCL sẽ không có lượng nước đó.

Theo “Nghiên cứu tác động của các công trình thủy điện trên dòng chính sông Mê Công”, khi các công trình thủy điện của Trung Quốc đi vào vận hành thì tổng lượng phù sa bùn cát hàng năm từ Trung Quốc về tới Tân Châu và Châu Đốc giảm từ 73 triệu tấn xuống còn 42 triệu tấn (giảm 42%).

Tác động của phát triển thủy điện và khai thác sử dụng nước ở thượng nguồn phía Lào, Campuchia và Thái Lan. Theo kết quả “Nghiên cứu tác động của các công trình thủy điện trên dòng chính sông Mê Công” cho thấy các bậc thang thủy điện dòng chính dự kiến sẽ gây nhiều tác động bất lợi ở mức lớn tới nghiêm trọng, nếu không có các biện pháp giảm thiểu. Đó là các vấn đề về suy giảm dòng chảy mùa cạn trong thời đoạn ngắn hạn; suy giảm phù sa, bùn cát (tổng lượng phù sa bùn cát và dinh dưỡng bị giảm tới 65% và nếu tính chung cả các thủy điện thượng nguồn phía Trung Quốc thì lượng phù sa

về ĐBSCL chỉ còn lại khoảng 15 triệu tấn, chưa đến 10% so với điều kiện tự nhiên); xâm nhập mặn sẽ gia tăng tại hầu hết các vùng ven biển. Tác động lên chế độ dòng chảy gây tác động về xâm nhập mặn lớn nhất; làm suy giảm nguồn lợi thủy sản, đa dạng sinh học và gây bất lợi cho hoạt động giao thông thủy trên toàn tuyến.

Một vấn đề đáng quan ngại là hệ thống các hồ chứa trên toàn lưu vực với tổng dung tích rất lớn, khoảng 60 tỷ m<sup>3</sup>. Nếu lượng nước này được xả liên tục trong 7 tháng mùa cạn thì mỗi ngày hạ lưu sẽ có thêm khoảng 280 triệu m<sup>3</sup>, tương đương khoảng 3.300 m<sup>3</sup>/s.

### 3.2.2 Những tác động của BĐKH đến phát triển bền vững tiểu vùng sinh thái ven biển và hải đảo ở ĐBSCL

Những biểu hiện về ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến vùng sinh thái ven biển và hải đảo và các hoạt động kinh tế ở ĐBSCL đã xuất hiện trong những năm gần đây.

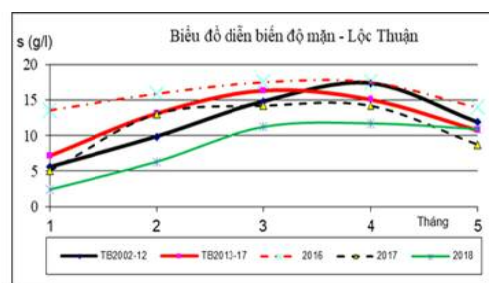
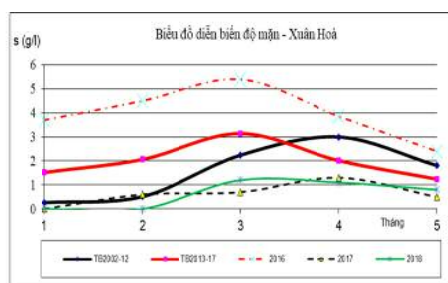
#### Hạn hán, thiếu nước, xâm nhập mặn

Vào các tháng mùa khô, ĐBSCL chịu tác động mạnh bởi xâm nhập mặn, đây là đặc tính của vùng. Mức độ xâm nhập hàng năm có tính quy luật tương đối rõ rệt, tuy nhiên trong những năm gần đây, nguồn nước thượng lưu sông Mê Công về ĐBSCL đã thay đổi quy luật tự nhiên bởi việc xây dựng, vận hành các hồ chứa thủy

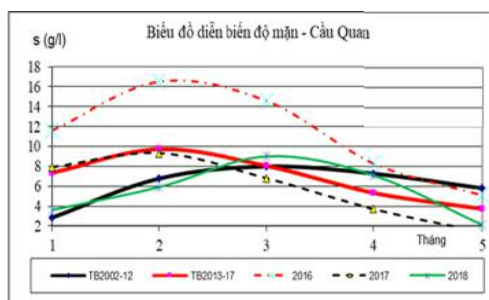
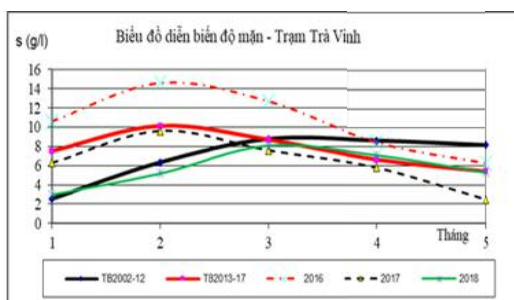
điện thượng lưu, dẫn đến xâm nhập mặn có những thay đổi lớn, gây khó khăn lớn trong việc cấp nước phục vụ sản xuất nông nghiệp. Cụ thể

- Thời gian xâm nhập mặn: Có xu hướng xuất hiện sớm hơn trước đây từ 1-1,5 tháng. Giai đoạn trước năm 2012, mặn thường xâm nhập đáng kể từ tháng 2 đến tháng 4, đỉnh mặn xuất hiện vào cuối tháng 3 hoặc đầu tháng 4 (là tháng có dòng chảy kiệt nhất, gió Chướng hoạt động mạnh nhất). Những năm gần đây dòng chảy thượng nguồn đầu mùa khô về thấp, xâm nhập mặn xuất hiện từ cuối tháng 12 năm trước, đỉnh mặn xuất hiện vào tháng 2; hoặc đầu tháng 3.

- Phạm vi xâm nhập mặn: Giai đoạn trước năm 2012, ranh mặn 4 g/l chỉ vào từ 35 - 45 km, năm sâu nhất đến 60 km. Từ năm 2012 đến nay, xâm nhập mặn với ranh mặn 4 g/l thường xuyên vào sâu hơn, ở mức 50 - 60 km, điển hình đợt xâm nhập mặn kỷ lục năm 2016, chiều sâu xâm nhập mặn cao nhất lên tới 90 km. Việc này dẫn đến hàng loạt cửa lấy nước được xây dựng trước đây ở khoảng cách cửa sông 35 - 50 km không thể lấy nước ngọt (trước đây có thể chủ động lấy nước ngọt); ngoài ra, các cửa cống này thường có cửa van tự động đóng mở theo chênh lệch mực nước thượng/hạ lưu, nên đã gây tác động không nhỏ đến việc chủ động vận hành.



Hình 6. Diễn biến mặn tại trạm điển hình trên sông Cửa Tiểu, sông Cửa Đại giai đoạn sau năm 2012 so với trước đây



Hình 7. Diễn biến mặn tại trạm điển hình trên sông Cổ Chiên, sông Hậu giai đoạn sau năm 2012 so với trước đây

**Sạt lở bờ sông, xói lở bờ biển:**

Với các đặc điểm về địa hình, địa chất, tác động của các yếu tố thượng nguồn, từ biển và phát triển vùng đồng bằng, tác động của BĐKH làm gia tăng sạt lở bờ sông, vùng cửa sông ven biển. Qua công tác theo dõi thấy rằng:

- Giai đoạn trước năm 2010: Vùng ĐBSCL thường xuyên xảy ra hiện tượng sạt lở, tại một số khu vực đã ghi nhận những thiệt hại do sạt lở gây ra, nhất là những khu vực tập trung dân cư như : TX Tân Châu, TP Long Xuyên (An Giang); TX Hồng Ngự; TP. Sa Đéc (Đồng Tháp); TP. Vĩnh Long (Vĩnh Long). Tuy nhiên, xu thế chung là ổn định, không gia tăng quá mức; vùng ven biển có xu thế bồi là chính.

Từ năm 2010 tới nay: Sạt lở diễn biến ngày càng phức tạp và có mức độ gia tăng cả về phạm vi và mức độ nghiêm trọng, uy hiếp trực tiếp đến tính mạng, tài sản của nhân dân, ảnh hưởng nghiêm trọng đến an toàn các công trình phòng chống thiên tai, cơ sở hạ tầng vùng ven biển và làm suy thoái rừng ngập mặn ven biển. Trung bình hàng năm, xói lở đã làm mất khoảng 300 ha đất, rừng ngập mặn ven biển. Theo số liệu thống kê, hiện khu vực ĐBSCL có 564 điểm sạt lở với tổng chiều dài trên 834 km. Trong đó, sạt lở bờ sông 512 điểm với tổng chiều dài khoảng 566km (chủ yếu diễn ra dọc theo sông Tiền, sông Hậu, sông Vàm Cỏ Đông, Vàm Cỏ Tây và các nhánh chính của hệ thống kênh, rạch); sạt lở bờ biển 52 điểm với tổng chiều dài 268 km.

Trong số các điểm sạt lở nêu trên, theo tiêu chí về phân loại sạt lở bờ sông, bờ biển quy định tại Quyết định số 01/2011/QĐ-TTg ngày 04/01/2011 của Thủ tướng Chính phủ, hiện có 57 điểm sạt lở đặc biệt nguy hiểm (sạt lở gây nguy hiểm trực tiếp đến khu tập trung dân cư và

cơ sở hạ tầng quan trọng), tổng chiều dài 170 km. Bao gồm, bờ sông 39 điểm với tổng chiều dài 85 km, bờ biển 18 điểm với tổng chiều dài 85 km (biển Đông 15/69 km, biển Tây 03 điểm/16 km).

**4. Kết luận**

Các kết quả nghiên cứu về xu thế khí hậu và kịch bản biến đổi khí hậu ở Đồng bằng sông Cửu Long cho thấy:

Nhiệt độ trung bình hàng năm của khu vực Đồng bằng sông Cửu Long khoảng từ 23,0 đến 28°C. Nhiệt độ trung bình hàng năm có xu hướng tăng khoảng 0,27°C/năm. Lượng mưa trung bình khoảng 1250 - 2450 mm. Dựa theo kịch bản biến đổi khí hậu của Bộ TNMT, 2016 cho Đồng bằng sông Cửu Long thì theo các kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5, nhiệt độ và lượng mưa có xu hướng tăng cả vào giữa và cuối thế kỷ 21. Với kịch bản RCP 4.5, đầu thế kỷ 21, lượng mưa trung bình tăng 4,5 - 35,4%; vào giữa thế kỷ 21, lượng mưa trung bình tăng 5,8 - 20,6%; cuối thế kỷ 21, lượng mưa trung bình tăng 9,6 - 23,8%. Với kịch bản RCP 8.5, đầu thế kỷ 21, lượng mưa trung bình tăng 6,7 - 27,3%; vào giữa thế kỷ 21, lượng mưa trung bình tăng 10,8 - 20,7%; vào cuối thế kỷ 21, lượng mưa trung bình tăng 12,6 - 23,7%. Bài báo bước đầu đã nhận diện được những tác động của biến đổi khí hậu đến vùng sinh thái ven biển và các hoạt động kinh tế ở ĐBSCL trong những năm gần đây như: Hạn hán, thiếu nước, xâm nhập mặn, sạt lở bờ sông, xói lở bờ biển.

Các nghiên cứu nêu trên là những bước đi đầu tiên có ý nghĩa khoa học và thực tế cao, đặt nền móng về cơ sở dữ liệu và phương pháp luận để đánh giá đề xuất mô hình, giải pháp phát triển bền vững ứng phó với biến đổi khí hậu phù hợp cho các tiểu vùng sinh thái ở ĐBSCL.

**Lời cảm ơn:** Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của đề tài khoa học “Nghiên cứu đề xuất mô hình, giải pháp phát triển bền vững ứng phó với biến đổi khí hậu phù hợp cho các tiểu vùng sinh thái ở đồng bằng sông Cửu Long”, mã số: BĐKH.42/16-20 trong việc thực hiện và công bố nghiên cứu này.

### Tài liệu tham khảo

1. Ministry of Natural Resources and Environment (2016), *Climate change and sea level rise scenarios for Vietnam*.
2. Southern regional Hydrometeorological (2018), *Additional comments on the weather and hydrological trend of the rainy season, storm and flood in 2018 in the South of Vietnam*.
3. National Centre for Hydro-Meteorological Forecasting (2018), *Updated Report on ENSO and Hydrometeorological status*.
4. Institute of Hydrometeorology and Climate Change (2018), *Monthly climate forecast for 2018*.
5. IPCC (2013), *IPCC Fifth Assessment Report: Climate Change 2013 - The Physical Science Basis*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 1535.
6. Bộ TN&MT (2013), *Nghiên cứu thiết kế mô hình làng sinh thái thích ứng với BĐKH dựa vào cộng đồng cho khu vực ĐBSCL*, Hà Nội.

## CLIMATE CHANGE AND THE IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF COASTAL REGION IN THE MEKONG DELTA

Nguyen Van Hong<sup>1</sup>, Phan Thi Anh Tho<sup>1</sup>, Nguyen Thi Phong Lan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sub-Institute of Hydrometeorology and Climate Change (SIHYMECC)

<sup>2</sup>Cuu Long Delta Rice Research Institute (CLRRI)

**Abstract:** *This paper reviews the trends of climate and climate change (cc) scenarios in the Mekong delta. Using the trend analysis method of temperature and rainfall at 09 meteorological stations in the period 1980 - 2018 and the climate change scenarios of MONRE in 2016, based on RCP 4.5 and RCP 8.5 scenarios. The annual average temperature ranges in the region delta from 23.0 to 28.0°C. The average annual temperatures tend to rise about 0.027°C per year. The average rainfall in the region delta is about 1250 - 2450 mm. With the RCP4.5 scenario, in the early 21st century, the average rainfall increased by 4.4 - 22.4%; in mid-21st century, the average rainfall increased by 5.8 - 20.6%; in end of 21st century, the average rainfall increased by 9.6 - 23.8%. With the RCP8.5 scenario, in the early 21st century, the average rainfall increased by 6.7-17.9%; in mid-21st century, the average rainfall increased by 10.8 - 20.7%; in end of 21st century, the average rainfall increased by 12.6 - 23.7%. The article also has reviewed the impacts of climate change on coastal ecology and economic activities in the Mekong delta in recent years: drought, water shortages, saltwater intrusion, riverbank landslides, coastal erosion.*

**Keywords:** *Climate change, Scenarios, the impacts of Climate change.*

# XÂY DỰNG QUY TRÌNH GIÁM SÁT, BÁO CÁO VÀ THẨM TRA (MRV) CHO CÁC HOẠT ĐỘNG THÍCH ỨNG VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU CẤP QUỐC GIA Ở VIỆT NAM

Phạm Thanh Long<sup>1</sup>, Huỳnh Thị Lan Hương<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Liễu<sup>1</sup>,  
Vương Xuân Hòa<sup>1</sup>, Đoàn Quang Trí<sup>2</sup>

**Tóm tắt:** Theo yêu cầu của Thỏa thuận Paris về Biến đổi khí hậu, việc tăng cường tính minh bạch trong các hoạt động thích ứng với biến đổi khí hậu (BĐKH) cần được xem xét đối với tất cả các quốc gia tham gia công ước khung của BĐKH, điều đó cũng sẽ được thể hiện trong NDC đệ trình của các nước lên Ban thư ký của Công ước khung của Liên Hiệp Quốc về Biến đổi Khí hậu (UNFCCC). Ở Việt Nam, hiện nay chưa có khung Giám sát, Báo cáo và Thẩm tra (MRV) hay hướng dẫn cụ thể nào cho các hoạt động thích ứng với BĐKH. Do đó, bài báo đề xuất Khung MRV cho các hoạt động thích ứng với BĐKH tại Việt Nam bao gồm các khâu từ khi bắt đầu đến khi kết thúc một hành động thích ứng với BĐKH. Kết quả của nghiên cứu sẽ góp phần đóng góp vào việc thiết lập hệ thống MRV cho hoạt động thích ứng ở Việt Nam.

**Từ khóa:** MRV, thích ứng với biến đổi khí hậu, quy trình thích ứng.

Ban Biên tập nhận bài: 15/09/2019 Ngày phản biện xong: 22/10/2019 Ngày đăng bài: 25/11/2019

## 1. Mở đầu

Biến đổi khí hậu (BĐKH) có tác động đến nhiều ngành, nhiều lĩnh vực và các khu vực trên thế giới. Để ứng phó hiệu quả với BĐKH, cần có phương pháp và công cụ để hỗ trợ các nhà quản lý trong quá trình hoạch định chính sách. Các hoạt động thích ứng (HĐTƯ) với BĐKH đã được thực hiện trong nhiều lĩnh vực và đã phát huy hiệu quả trong ứng phó với BĐKH, phát triển bền vững và xóa đói giảm nghèo ở Việt Nam. Trên thế giới cũng như ở Việt Nam đã có các nghiên cứu về tác động của BĐKH, xây dựng và thực hiện các giải pháp thích ứng với BĐKH. Tuy nhiên, vẫn chưa có nghiên cứu đầy đủ về đánh giá hiệu quả hoạt động thích ứng với BĐKH. Nghiên cứu đánh giá hiệu quả của các HĐTƯ với BĐKH nhằm trả lời các câu hỏi: (i) hiệu quả của các hoạt động trong giảm mức độ tác động của BĐKH, tăng cường khả năng thích ứng, và (ii) chính sách thích ứng cần được xây

dựng và thực hiện. Do đó, cần phải xây dựng phương pháp nhằm giám sát, báo cáo và thẩm định mức độ hiệu quả của các chính sách và HĐTƯ với BĐKH và áp dụng phương pháp này trong quản lý thực hiện các HĐTƯ.

Tính cho đến thời điểm hiện nay thì MRV cho hoạt động thích ứng với BĐKH vẫn đang là yêu cầu của quốc tế nên những hướng dẫn cụ thể để thiết kế hoạt động MRV các cấp nhìn chung là chưa có mà chỉ có những khái niệm về M&E (Monitoring and Evaluation), tức giám sát và đánh giá). Giám sát và Đánh giá các dự án, chính sách và chương trình là một phần quan trọng của quá trình thích ứng với BĐKH. Cuối cùng, sự thích ứng thành công sẽ được đo lường bằng cách các biện pháp khác nhau góp phần làm giảm hiệu quả tổn thương và xây dựng khả năng phục hồi. Bài học kinh nghiệm từ thực tiễn trong quá trình giám sát và đánh giá các dự án, chính sách và chương trình đang thực hiện và hoàn thành sẽ cung cấp các biện pháp trong tương lai, tạo ra một quá trình thích ứng hiệu quả [6].

Hiện nay, trên thế giới hầu hết các NDC của

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

Email: phamthanlong559@gmail.com

các nước đang phát triển tham gia UNFCCC, về hệ thống giám sát đánh giá, có khoảng 50% số NDC đề cập đến hệ thống này, trong khi đó, các NDC khác đề cập rằng hệ thống giám sát đánh giá vẫn đang được xây dựng [3]. Việt Nam hiện nay chưa xây dựng được MRV cho thích ứng với BĐKH. Nghiên cứu này dựa trên tổng quan tài liệu trong nước và quốc tế, kết hợp với thực tiễn Việt Nam sẽ đề xuất ra một quy trình cho hoạt động MRV thích ứng với BĐKH cấp quốc gia tại Việt Nam.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này được thực hiện dựa trên phương pháp tổng hợp và phân tích các tài liệu liên quan đến việc xây dựng quy trình MRV cho các hoạt động thích ứng với BĐKH ở Việt Nam.

### 2.1. Khái niệm chung về MRV cho hoạt động thích ứng với BĐKH

MRV cho các hoạt động thích ứng có thể là (*Monitoring, Reporting and Verification*), tức “Đo đạc, Báo cáo và Thẩm định” các hoạt động thích ứng với BĐKH. Từ V- Verification trong MRV có thể hiểu là từ Evaluation - Đánh giá trong khung MER. Do đó, MRV trong hoạt động thích ứng với BĐKH có thể hiểu như sau:

*M - Monitoring (Đo đạc)*: là cách thứ để giám sát kết quả thực hiện hoạt động thích ứng. Muốn đo đạc được cần dựa trên bộ chỉ số phục vụ đo đạc hiệu quả của hoạt động thích ứng;

*R - Báo cáo (Reporting)*: đó là việc mô tả lại quá trình thực hiện các hoạt động thích ứng với BĐKH nhằm đạt được mục tiêu thích ứng đã đưa ra ban đầu hay các bằng chứng có liên quan đến việc thực hiện hoạt động thích ứng với BĐKH;

*V - (Thẩm định - Verification)*: là kiểm tra mức độ tin cậy của những thông tin được báo cáo đối với các hoạt động thích ứng. Quá trình này sẽ làm tăng tính minh bạch của hoạt động thích ứng, việc thẩm định cần có đại diện của các cơ quan chuyên môn mới có thể đưa ra những kết luận một cách chuẩn xác.

### 2.2. Tổng quan về MRV cho thích ứng với BĐKH

Trên thế giới, hiện nay MRV cho hoạt động thích ứng có thể nói là chưa có một khung hướng

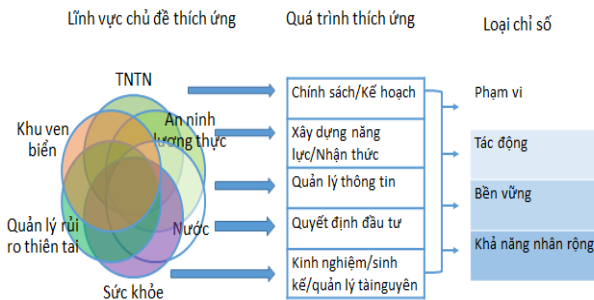
dẫn hoàn chỉnh nào đề cập, có chăng chỉ là những khái niệm, khung hướng dẫn liên quan đến M&E. Tại Điều 7, 13 và 14 của Thỏa thuận Paris về BĐKH có đề cập đến những nội dung về thích ứng và yêu cầu về MRV cho hoạt động thích ứng cho các nước thành viên thực hiện trong báo cáo NDC và một số quốc gia cũng đã đề cập đến MRV đối với hợp phần thích ứng.

Việc thực hiện MRV trong hoạt động thích ứng sẽ góp phần mang lại những lợi ích quan trọng phải kể đến như: tận dụng được nguồn lực tài chính từ các tổ chức trong và ngoài nước đầu tư nhằm đạt được hiệu quả trong thích ứng với BĐKH và bên cạnh đó sẽ góp phần tạo ra giá trị kinh tế cho đối tượng nhận được nguồn tài trợ.

Theo UNFCCC và Nghị định thư Kyoto, các quốc gia thuộc phụ lục 1 (các quốc gia phát triển) sẽ phải đầu tư tài chính cho các quốc gia đang phát triển trong việc thực hiện các hành động ứng phó với BĐKH và cơ chế tài chính này được thông qua một số quỹ về BĐKH như: Quỹ Môi trường toàn cầu (GCF); một số tổ chức của các quốc gia phát triển. Chỉ tính riêng năm 2005, GCF đã cung cấp cho hoạt động thích ứng là 110 triệu đô la, nguồn tiền này đến chủ yếu đến từ các quốc gia Châu Âu như Đan Mạch, Đức, Thụy Điển và Anh. Bên cạnh đó, việc thực hiện hiệu quả các hoạt động thích ứng với BĐKH còn góp phần gia tăng động lực chính trị nhằm hỗ trợ phát triển kinh tế và tăng sự hiểu biết về thích ứng và phát triển [6].

UNDP (2008) [9] đã đưa ra khung tiếp cận trong M&E đối với hoạt động thích ứng với BĐKH với mục đích cung cấp hướng dẫn và xây dựng năng lực của các bên liên quan nhằm theo dõi tiến trình thích ứng [9]. Ở giai đoạn ban đầu hình thành sáng kiến thích ứng, khung M&E có thể giúp xác định phạm vi can thiệp hoạt động thích ứng, xác định kết quả có thể có được và tạo mối liên kết chặt chẽ của các can thiệp ở cấp độ dự án với các chỉ số đo lường tiến độ thích ứng. Theo Khung đề xuất này thì các lĩnh vực thích ứng với BĐKH sẽ được đưa vào xem xét bao gồm: Tài nguyên thiên nhiên; an ninh lương thực; tài nguyên nước; Sức khỏe; Quản lý rủi ro

thiên tai; vùng duyên hải ven biển, từ đó ảnh hưởng hưởng đến quy trình thích ứng bao gồm vấn đề về chính sách; nâng cao nhận thức và tăng cường năng lực; quản lý thông tin; các quyết định liên quan đến đầu tư và vấn đề liên quan đến sinh kế và quản lý tài nguyên. Các chỉ số đo đạc cũng sẽ được thiết kế dựa trên các hợp phần thích ứng bao gồm: những chỉ số về tác động; chỉ số bền vững [9].



Hình 1. Đề xuất Khung Đo đạc cho hoạt động thích ứng với BĐKH [8]

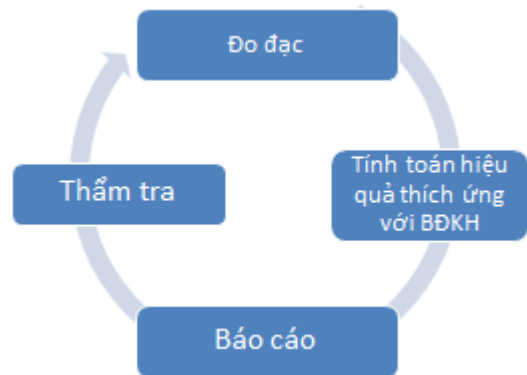
Báo cáo của Chương trình tác động khí hậu của Anh (*United Kingdom Climate Impacts Programme - UKICP*) có đưa ra công cụ AdaptME để đánh giá và giám sát các biện pháp thích ứng với BĐKH, trong đó yêu cầu người dùng tự trả lời các câu hỏi liên quan như loại hình đánh giá, mục đích đánh giá, những rào cản,... mà không đề cập đến các chỉ số cụ thể [3].

GIZ (2013) [7] có đưa ra một hệ thống giám sát và đánh giá (M&E) các hoạt động thích ứng với BĐKH cho cấp quốc gia, cấp địa phương dựa trên phân tích bối cảnh cụ thể của từng cấp [7].

Ở Việt Nam, hiện nay chưa có khung MRV nào hướng dẫn cụ thể cho hoạt động thích ứng với BĐKH [8]. Để thực hiện Thỏa thuận Paris về BĐKH, ngày 28 tháng 10 năm 2016 Thủ tướng Chính phủ đã ký Quyết định số 2053/QĐ-TTg phê duyệt Kế hoạch thực hiện Thỏa thuận Paris về BĐKH tại Việt Nam, theo đó nhiệm vụ số 58 yêu cầu xây dựng hệ thống MRV thích ứng với BĐKH và được xác định đây là nhiệm vụ cần phải làm trong công tác thích ứng với BĐKH ở Việt Nam thời gian tới.

Có thể thấy hiện nay, tại cấp quốc gia nói chung thì việc thiết lập hệ thống MRV cho hoạt

động thích ứng với BĐKH sẽ gặp phải một số khó khăn trở ngại như sau: (1) Nhiều chính sách và chương trình thích ứng thiếu các mục tiêu có thể đo lường được hoặc xác định rõ ràng kết quả mong đợi. Không có những điều này, các chỉ số không thể được sử dụng để đánh giá hiệu quả. (2) Thiếu các nguồn lực thực hiện hoạt động thích ứng (nhân lực, tài chính và kỹ thuật). (3) Thiếu dữ liệu cơ sở tốt và xu hướng lịch sử để cho phép phân tích hiệu quả. (4) Các Báo cáo và trao đổi dữ liệu và thông tin không đầy đủ, đặc biệt khi các biện pháp thích ứng được thực hiện bởi một loạt các bên liên quan ở các cấp và ngành khác nhau. Từ thực tiễn ở trên, bài báo sẽ đề xuất một quy trình MRV cho hoạt động thích ứng với BĐKH cấp quốc gia như trong mục 3 dưới đây.



Hình 2. Tiến trình xây dựng MRV thích ứng với BĐKH

### 2.3. Các bước xây dựng quy trình MRV thích ứng với BĐKH cấp quốc gia

Việc tổng quan các tài liệu trên thế giới kết hợp với thực tiễn công tác thích ứng trong lĩnh vực biến đổi khí hậu tại Việt Nam, nghiên cứu đề xuất 4 bước trong việc xây dựng quy trình MRV thích ứng với BĐKH cấp quốc gia như sau:

Bước 1: Trước khi một hoạt động thích ứng được thực hiện, muốn MRV hoạt động thích ứng cần phải nắm được những thông tin đầy đủ cho hoạt động thích ứng đó;

Bước 2: Khi đã nắm được đầy đủ thông tin liên quan đến hoạt động thích ứng thì cần phải xác định được các yếu tố cụ thể của MRV cho hoạt động thích ứng bao gồm:

- Xây dựng đường cơ sở để đánh giá hiệu quả hoạt động thích ứng;



- Xác định được nội dung cần thẩm định của hoạt động thích ứng;

- Xác định được nội dung cần báo cáo của hoạt động thích ứng;

Bước 3: Sau khi xác định được các yếu tố cần MRV thì phải xây dựng được bộ chỉ số để đo lường hoạt động thích ứng;

Bước 4: Phải xác định được vai trò và trách nhiệm của các bên liên quan trong hoạt động thích ứng cấp quốc gia.

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Thông tin về hoạt động thích ứng với BĐKH

Xác định rõ tên của hành động thích ứng; Xác định Mục tiêu của hành động thích ứng; Xác định công nghệ sử dụng trong hành động thích ứng; Loại hành động thích ứng mang tính mục tiêu; Xác định địa điểm thực hiện của hành động thích ứng; Xác định Thời gian thực hiện của hành động thích ứng; Xác định nguồn kinh phí cho hành động thích ứng; Xác định lợi ích của hành động thích ứng và đóng góp của nó cho sự phát triển bền vững của đất nước; Xác định nguồn ngân sách và cơ chế hỗ trợ tài chính của hành động thích ứng; Xác định được thông tin về cơ chế thị trường quốc tế của hành động thích ứng.

#### 3.2. Các yếu tố MRV trong hoạt động thích ứng với biến đổi khí hậu

Đối với M (*Monitoring*) cần phải xây dựng được đường cơ sở (*Baseline*) cho các hoạt động thích ứng trên cơ sở thiết lập một bộ chỉ số đánh giá quá trình và đánh giá hiệu quả các hoạt động thích ứng với BĐKH. Trong đường cơ sở này cần làm rõ các nguồn số liệu được đưa vào tính toán, cách thức tính toán và đường cơ sở sẽ là căn cứ để xác định được mức độ đạt được hiệu quả của các hoạt động thích ứng. Đối với R (*Reporting*) phải xác định rõ Báo cáo hoạt động thích ứng nào? Các mẫu cho Báo cáo thích ứng cần phải được chuẩn bị và đối tượng Báo cáo là ai? Cuối cùng là cần phải xác định cơ quan yêu cầu phải nộp báo cáo và duyệt báo cáo. Đối với V (*Verification*) cũng cần chuẩn bị xem nội dung cần thẩm định gì? Cần thiết phải đưa hệ thống các câu hỏi thẩm định vào đây và phần phần thẩm định này cần phải thẩm định hết quá trình

thực hiện và kết quả của hành động thích ứng với BĐKH ở các cấp khác nhau. Việc thẩm định này cần có cơ quan chuyên môn sâu như các Viện nghiên cứu; các trường đại học và các chuyên gia đầu ngành về BĐKH tham gia. Thời gian thẩm định cần phải xác định sau khi hoạt đã đánh giá được hiệu quả của hoạt động thích ứng.

#### 3.3. Bộ chỉ số đánh giá hiệu quả các hoạt động thích ứng với biến đổi khí hậu

Bộ chỉ số tập trung vào các chỉ số quá trình thực hiện và kết quả thực hiện hành động thích ứng. Việc thiết lập bộ chỉ số phải dựa trên lĩnh vực thích ứng cụ thể như (Lĩnh vực tài nguyên môi trường; lĩnh vực Nông nghiệp và phát triển nông thôn; lĩnh vực Đô thị và Nhà ở; lĩnh vực Giảm nhẹ rủi ro thiên tai và lĩnh vực Y tế và sức khỏe cộng đồng) và tính khả thi của việc thu thập nguồn dữ liệu để tiện cho việc Đo đạc và Thẩm định. Các chỉ số khi xây dựng cũng cần bám sát vào mục tiêu thích ứng để thiết kế các chỉ số đảm bảo độ phù hợp và khả thi. Bên cạnh đó, không thể thiếu ý kiến tham vấn chuyên gia cho bộ chỉ số được xây dựng để nhằm thực hiện MRV cho hoạt động thích ứng một cách hiệu quả. Cuối cùng bằng việc thu thập và sử lý nguồn tài liệu thì các hoạt động thích ứng cũng sẽ được đánh giá một cách toàn diện nhất.

Một trong những yếu tố chính khi áp dụng phương pháp MRV cho hoạt động thích ứng cần phải xem xét đến các yếu tố sau của phương pháp.

Khả năng áp dụng: Miêu tả, giải thích rõ hành động thích ứng với BĐKH nào có thể áp dụng phương pháp này;

Nguyên lý của hiệu quả hành động thích ứng với BĐKH: Chỉ rõ được hiệu quả thích ứng như thế nào thông qua hành động này;

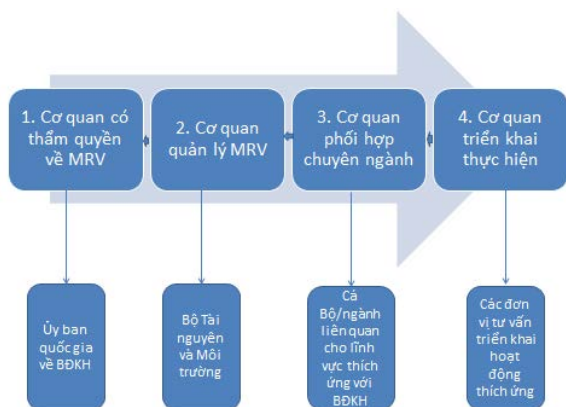
Công thức tính toán hiệu quả thích ứng: Chỉ ra công thức tính toán hiệu quả thích ứng so với đường cơ sở là như thế nào;

Phương pháp đo đạc những số liệu cần thiết để tính toán hiệu quả thích ứng: Miêu tả phương pháp đo đạc, thu thập từng tham số trong công thức tính toán hiệu quả thích ứng cơ sở, và khi áp dụng các giải pháp thích ứng.

TT	Các yếu tố	Nội dung MRV
1	M (Monitoring)	<p>- Xác định được đối tượng cần Đo đạc cho các hoạt động thích ứng với BĐKH:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lĩnh vực tài nguyên môi trường;</li> <li>• Nông nghiệp và phát triển nông thôn;</li> <li>• Đô thị và Nhà ở;</li> <li>• Giảm nhẹ rủi ro thiên tai; và</li> <li>• Y tế và sức khỏe cộng đồng.</li> </ul> <p>- Xây dựng được đường cơ sở (BASELINE) đánh giá quá trình và đánh giá hiệu quả hoạt động thích ứng với BĐKH;</p> <p>- Xây dựng bộ chỉ số đánh giá quá trình và đánh giá hiệu quả hoạt động thích ứng với BĐKH</p>
2	R (Reporting)	<p>- Xác định được nội dung cần Báo cáo cho các hoạt động thích ứng với BĐKH:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lĩnh vực tài nguyên môi trường;</li> <li>• Nông nghiệp và phát triển nông thôn;</li> <li>• Đô thị và Nhà ở;</li> <li>• Giảm nhẹ rủi ro thiên tai; và</li> <li>• Y tế và sức khỏe cộng đồng.</li> </ul> <p>- Xác định được đối tượng chịu trách nhiệm báo cáo theo hệ thống</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cơ quan đại diện cho Chính Phủ (Ủy ban Quốc gia về BĐKH);</li> <li>• Cơ quan đầu mối (Bộ tài nguyên và Môi trường);</li> <li>• Bộ, ban ngành liên quan;</li> <li>• UBND các tỉnh;</li> <li>• UBND các huyện.</li> </ul> <p>- Xác định được thời gian Báo cáo hoạt động thích ứng (thường sẽ là báo cáo định kỳ tùy vào quy mô và phạm vi của hành động thích ứng cho các cấp khác nhau, tuy nhiên Báo cáo thích ứng của địa phương cần gửi về Cơ quan chủ trì nên có kỳ hạn nhất định)</p>
3	V (Verification)	<p>- Xác định được đối tượng cần Đo đạc cho các hoạt động thích ứng với BĐKH:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lĩnh vực tài nguyên môi trường;</li> <li>• Nông nghiệp và phát triển nông thôn;</li> <li>• Đô thị và Nhà ở;</li> <li>• Giảm nhẹ rủi ro thiên tai; và</li> <li>• Y tế và sức khỏe cộng đồng.</li> </ul> <p>- Xây dựng được bộ câu hỏi cần thẩm định đối với các hoạt động thích ứng (thẩm định cần áp dụng cho quá trình thực hiện và đánh giá hiệu quả hoạt động thích ứng được thực hiện)</p> <p>- Xác định được bên thứ 3 tham gia vào quá trình thẩm định (Thường tập trung vào các đơn vị có chuyên môn cao và hiểu biết về lĩnh vực BĐKH như các Viện nghiên cứu; các trường đại học và các chuyên gia đầu ngành)</p> <p>- Xác định được Cơ quan phê duyệt báo cáo Thẩm định (ví dụ như Bộ Tài nguyên và Môi trường)</p>

### 3.4. Quy định về vai trò và trách nhiệm của các bên liên quan đến MRV thích ứng với biến đổi khí hậu

Việc xác định được vai trò và trách nhiệm của các bên tham gia vào MRV cho hoạt động thích ứng BĐKH là quan trọng và cần thiết để thực hiện các khâu MRV được chuẩn xác để mang lại hiệu quả thích ứng cao nhất. Tuy nhiên, để xác định được vai trò và trách nhiệm của các bên liên quan cần phân tách cho từng yếu tố MRV cụ thể. Nhìn chung thì để quản lý hệ thống MRV, trách nhiệm các bên liên quan sẽ được phân tách thành: (1) Cơ quan có thẩm quyền cao nhất; (2) Cơ quan đầu mối cao nhất; (3) Cơ quan phối hợp thực hiện MRV và (iv) Cơ quan triển khai MRV cụ thể (Hình 3).



Hình 3. khung MRV dự kiến cho hoạt động thích ứng với BĐKH cấp quốc gia

Đối với Cơ quan có thẩm quyền: được xác định là cơ quan cao nhất trong hệ thống MRV cấp quốc gia, ở đây có thể hiểu là Ủy ban quốc gia về BĐKH có trách nhiệm trong việc (kiểm tra và phê duyệt các hành động thích ứng với BĐKH; kiểm tra và phê duyệt các báo cáo về MRV của quốc gia do Cơ quan đầu mối quản lý MRV đệ trình và thông báo với Chính phủ và các bên liên quan cho hoạt động thích ứng của quốc gia sau khi có đầy đủ các thông tin được tổng hợp).

Đối với Cơ quan đầu mối quản lý MRV: được xác định là cơ quan cao nhất trong việc quản lý trực tiếp hệ thống MRV của quốc gia. Cơ quan này quản lý và giám sát tất cả các hoạt động MRV của quốc gia với nhiệm vụ chính như (xem xét các hoạt động thích ứng và kế hoạch MRV

do các cơ quan phối hợp đệ trình và có trách nhiệm tổng hợp thành dự thảo danh sách các hành động giảm nhẹ và kế hoạch MRV cho quốc gia; xem xét tất cả các báo cáo đánh giá của ngành và địa phương để đệ trình lên Cơ quan thẩm quyền MRV quốc gia; nắm được toàn bộ hệ thống cơ sở dữ liệu về hoạt động thích ứng để có thể đưa vào MRV thích ứng cấp quốc gia.

Đối với cơ quan phối hợp thực hiện MRV: là các cơ quan chuyên ngành và phải nắm được MRV cho ngành/lĩnh vực mình phụ trách. Các cơ quan ở đây phải kể đến như: Bộ Tài nguyên và Môi trường; Bộ Kế hoạch và Đầu Tư; Bộ Tài Chính; Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; Bộ Xây dựng; Bộ giao thông vận tải; Bộ Y tế; Bộ Văn hóa - thể thao - Du lịch. Nhiệm vụ chính của các Cơ quan phối hợp thực hiện MRV là rà soát kế hoạch cũng như kết quả MRV đối với tất cả các hành động thích ứng với BĐKH của ngành/lĩnh vực mình phụ trách (xem xét danh sách hoạt động thích ứng và kế hoạch MRV của ngành; đệ trình danh sách các hành động giảm nhẹ theo ngành và các kế hoạch MRV lên Cơ quan đầu mối quản lý MRV; xem xét Báo cáo giám sát các hành động thích ứng được các Cơ quan triển khai MRV đệ trình; tổng hợp các Báo cáo giám sát các hành động thích ứng do các đơn vị thực hiện đệ trình thành Báo cáo giám sát ngành và đệ trình Báo cáo đánh giá ngành lên Cơ quan đầu mối quản lý MRV). Đối với cơ quan triển khai MRV cụ thể: là cơ quan trực tiếp các hoạt động thích ứng của quốc gia bao gồm từ cấp dự án trở lên. Đại diện của cơ quan này là các cơ quan chuyên môn về lĩnh vực BĐKH như các Viện nghiên cứu; các trường đại học; các chuyên gia hay tổ chức tư nhân uy tín. Nhiệm vụ của cơ quan này bao gồm (xác định được danh sách các hoạt động thích ứng cần MRV; đệ trình danh sách các hoạt động thích ứng lên cơ quan phối hợp chuyên ngành; tiến hành các bước đo đạc và giám sát hoạt động thích ứng; tính toán được hiệu quả của các hành động thích ứng và báo cáo đo đạc và giám sát hoạt động thích ứng lên cơ quan phối hợp chuyên ngành để tổng hợp lên các cấp cao hơn).

#### 4. Kết luận

Như vậy, để xây dựng quy trình MRV trong thích ứng với BĐKH ở cấp quốc gia trước hết cần phải hiểu được rõ bản chất của hoạt động MRV như là một trong những yêu cầu bắt buộc khi chúng ta thực hiện bất kể một hành động thích với BĐKH cụ thể nào bởi vì ngoài lợi ích trực tiếp về kinh tế của các hoạt động thích ứng, có thể tận dụng được những cơ hội đầu tư thì việc thực hiện MRV cho hoạt động thích ứng còn góp phần mang lại những đóng góp lớn về mặt chính sách giúp cho các nhà hoạch định chính sách về BĐKH có cái nhìn tổng quan và đưa ra được những quyết định chỉ đạo sáng suốt đối với lĩnh vực thích ứng BĐKH một cách toàn diện nhất. Bài báo bước đầu đã chỉ ra được kết quả về việc xây dựng quy trình MRV cho hoạt động thích ứng với BĐKH cấp quốc gia bao

gồm có các bước từ việc xác định những thông tin chung của hoạt động thích ứng; đến việc xác định các yếu tố cần thiết trong từng thành phần của MRV cho hoạt động thích ứng cấp quốc gia; đo đạc và đánh giá được hoạt động thích ứng cần thiết phải xây dựng bộ chỉ số phù hợp cho các lĩnh vực thích ứng cụ thể và cần chỉ ra được vai trò và trách nhiệm của các bên liên quan trong việc MRV cho các hoạt động thích ứng. Bên cạnh đó, việc xác định vai trò và trách nhiệm của các bên tham gia vào MRV thích ứng được xem là một khâu quan trọng nhằm hướng tới một khung minh bạch trong MRV thích ứng cấp quốc gia, trong đó có sự phân chia thành cơ quan về đầu mối; cơ quan về quản lý; cơ quan phối hợp chuyên ngành và cơ quan thực hiện hoạt động thích ứng.

**Lời cảm ơn:** Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ cấp Nhà nước “Nghiên cứu đề xuất hệ thống giám sát - báo cáo - thẩm định (MRV) các hoạt động ứng phó với biến đổi khí hậu ở Việt Nam”, mã số BĐKH.32/16-20 đã hỗ trợ để thực hiện bài báo này.

#### Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2013), *Hệ thống chỉ tiêu theo dõi, giám sát và đánh giá thực hiện Chương trình NTP-RCC giai đoạn 2012-2015 ban hành tại Quyết định số 1788 /QĐ-BTNMT ngày 27 tháng 9 năm 2013 của Bộ Tài nguyên và Môi trường.*
2. Chu Thị Thanh Hương, Huỳnh Thị Lan Hương, Trần Thục (2017), *Nghiên cứu xây dựng quy trình đánh giá hiệu quả thích ứng với biến đổi khí hậu.*
3. Chu Thị Thanh Hương (2016), *Nghiên cứu cơ sở khoa học trong việc đánh giá các giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu áp dụng cho tỉnh Quảng Ngãi.*
4. Brooks, N., Reed, J.F., (2008), *Proposed framework for monitoring and evaluating adaptation to climate change.* United Nations Development Programme. Paper for the GEF International Workshop on Evaluating Climate Change and Development. p. 2.
5. C40 city (2019), *Measuring progress in Urban Climate change Climate change adaptation. Monitoring - Evaluating - Reporting Framework.*
6. Haris, E., Sanahuja, Consultant (2011), *A Framework for Monitoring and Evaluating Adaptation to Climate Change.*
7. GIZ (2013), *Monitoring and Evaluating Adaptation at Aggregated Levels: A Comparative Analysis of Ten Systems.* Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
8. Pham, T.L., Doan, Q.T., Vuong, X.H., Ngo, T.T., (2019), *Research and propose a legal framework for stakeholders in the national MRV system in Vietnam.* Proceeding of 10th International Conference on Socio-economic and Environmental Issues in Development, 2019 at National Economics University, Hanoi, Vietnam, 11-12 May 2019, 1098-1111.

9. UNDP (2008), *Proposed Framework for Monitoring Adaptation to Climate Change*. Draft. United Nations Development Programme.

## ESTABLISHING A MONITORING, REPORTING AND VERIFYING (MRV) SYSTEM FOR ADAPTATION OF CLIMATE CHANGE IN VIETNAM

Pham Thanh Long<sup>1</sup>, Huynh Thi Lan Huong<sup>1</sup>, Nguyen Thi Lieu<sup>1</sup>,  
Vuong Xuan Hoa<sup>1</sup>, Doan Quang Tri<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration

**Abstract:** *Based on the Paris Agreement on Climate Change, the need of increasing transparency in climate change adaptation should be taken into consideration by all members in the UN framework convention of Climate change, which will also be reflected in the NDC submitted by countries to the secretariat of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). In Vietnam, there is no specific Monitoring, Reporting, and Verification (MRV) framework or specific guidance for climate change adaptation activities. Therefore, this paper proposes an MRV framework for climate change adaptation activities in Vietnam covering the stages from the beginning to the end of a climate change adaptation action. The results of the study will contribute the MRV framework for climate change adaptation activities in Vietnam.*

**Keywords:** *MRV, climate change adaptation, adaptation process.*

# CHỈ SỐ HIỆU QUẢ MÔI TRƯỜNG (EPI): THỰC TRẠNG VÀ GIẢI PHÁP TỪ GÓC NHÌN KINH TẾ TẠI VIỆT NAM

Trần Thọ Đạt<sup>1</sup>, Đinh Đức Trường<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Bài viết này giới thiệu về chỉ số hiệu quả môi trường (Environmental Performance Index - EPI), thực trạng và diễn biến EPI tại Việt Nam và những lý giải từ góc nhìn kinh tế. Những kết quả nghiên cứu cho thấy trong giai đoạn 2012-2018, Việt Nam đang tụt hạng dần trong thứ bậc EPI. Những nguyên nhân được nhận diện gồm (i) mô hình tăng trưởng phụ thuộc vào tài nguyên gây ô nhiễm môi trường, (ii) sự nhập khẩu chất thải và ô nhiễm cùng dòng vốn FDI, và (iii) sự phân công lao động quốc tế và thứ bậc thấp của Việt Nam trong chuỗi giá trị đi kèm với ô nhiễm môi trường. Bài báo cũng đưa ra những gợi ý chính sách để cải thiện EPI trong bối cảnh hội nhập kinh tế, đặc biệt nhấn mạnh vào lựa chọn mô hình tăng trưởng và cách thức nhìn nhận giá trị của tài nguyên môi trường với phát triển kinh tế.

**Từ khóa:** Chỉ số hiệu quả môi trường EPI, tăng trưởng kinh tế, bảo vệ môi trường, biến đổi khí hậu, đầu tư trực tiếp nước ngoài, quản lý môi trường.

Ban Biên tập nhận bài: 12/08/2019 Ngày phản biện xong: 12/09/2019 Ngày đăng bài: 25/10/2019

## 1. Mở đầu

Quá trình đổi mới tại Việt Nam (1986) đã mang lại nhiều thành tựu về phát triển kinh tế - xã hội cho đất nước. Từ một nền kinh tế nông nghiệp lạc hậu với 90% dân số làm nông nghiệp, Việt Nam đã xây dựng được cơ sở vật chất-kỹ thuật, hạ tầng kinh tế-xã hội từng bước đáp ứng cho sự nghiệp công nghiệp hóa (CNH), hiện đại hóa, tạo ra môi trường thu hút nguồn lực xã hội cho phát triển. Tuy nhiên, mặt trái của sự phát triển là ô nhiễm môi trường ngày càng trở nên trầm trọng hơn. Việt Nam cũng là một trong 5 quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của biến đổi khí hậu (BĐKH) [1]. Thiệt hại kinh tế do ô nhiễm môi trường được ước tính khoảng 5% GDP và do BĐKH khoảng 1,5-1,8% GDP [3, 9]. Ngoài ra, tài nguyên thiên nhiên cũng đang bị cạn kiệt nhanh chóng do quá trình khai thác “vô tội vạ” phục vụ cho tăng trưởng kinh tế. Những vấn đề tài nguyên- môi trường và BĐKH đã trở thành mối đe dọa lớn với sự phát triển bền vững của đất nước trong thế kỷ 21. Bài viết này có mục tiêu chủ yếu là giới thiệu về chỉ số hiệu quả môi trường (Environmental Performance Index -

EPI), thực trạng EPI tại Việt Nam và những lý giải từ góc nhìn kinh tế cũng như những gợi ý chính sách để cải thiện EPI trong thời gian tới trong bối cảnh CNH và hội nhập kinh tế.

## 2. Chỉ số hiệu quả môi trường EPI - thực trạng của Việt Nam

Chỉ số hiệu quả môi trường (EPI) là một chỉ số tổng hợp được Trung tâm Chính sách và Luật Môi trường Yale (YCELP) tại Đại học Columbia xây dựng và đề xuất năm 2006 để đánh giá tính bền vững về môi trường ở các quốc gia [14]. EPI gồm nhiều chỉ số thành phần và chia thành hai nhóm lớn. Nhóm thứ nhất để đo những nỗ lực giảm áp lực lên môi trường về sức khỏe con người, được gọi là nhóm chỉ số sức khỏe môi trường (Environmental Health). Nhóm thứ hai đo việc giảm những mất mát hay suy giảm hệ sinh thái và nguồn tài nguyên thiên nhiên, được đưa vào nhóm chỉ số tính bền vững hệ sinh thái (Ecosystem Vitality). Cho đến tháng 1 năm 2012, 04 báo cáo EPI đã được phát hành - Chỉ số Hiệu quả Môi trường Thí điểm 2006, và Chỉ số hiệu quả Môi trường 2008, 2010, và 2012. Năm 2012, YCELP tiếp tục công bố báo cáo EPI tại Diễn

<sup>1</sup>Trường Đại học Kinh tế quốc dân

Email: tranthodat@neu.edu.vn; truongdd@neu.edu.vn

đàn Kinh tế thế giới nhằm mục đích xếp hạng (*EPI rank*) và đánh giá xu hướng (*Trend EPI rank*) về hiệu quả hoạt động BVMT cho 132

quốc gia, cho phép xác định các quốc gia nào đang cải thiện và quốc gia nào đang suy giảm.

*Bảng 1. EPI và các chỉ số thành phần của Việt Nam năm 2012 [14]*

<b>Cấp độ tổng hợp</b>	<b>Điểm</b>	<b>Thứ hạng</b>
<b>Chỉ số hiệu quả môi trường EPI</b>	50,6	79
<b>Sức khỏe môi trường</b>	51,6	91
Không khí (tác động đến sức khỏe con người)	31	123
Sự liên quan của môi trường đến bệnh tật	66,4	77
Nước (tác động đến sức khỏe con người)	42,5	80
<b>Tính bền vững của hệ sinh thái</b>	50,2	62
Nông nghiệp	47,8	80
Không khí (tác động đến hệ sinh thái)	43,8	55
Đa dạng sinh học và môi trường sống	54,1	77
Biến đổi khí hậu	56,5	49
Ngư nghiệp	19,4	82
Rừng	81,4	65
Tài nguyên nước (tác động đến hệ sinh thái)	37,8	47

Theo báo cáo xếp hạng EPI của Yale, Việt Nam có EPI năm 2012 là 50,6 điểm xếp thứ 79/132 quốc gia được xếp hạng, thuộc nhóm nước có năng lực quản lý môi trường trung bình và tương đương với các quốc gia đang phát triển trên thế giới như Chile, Indonesia, Myanmar, Cambodia, Peru Mexico, Venezuela, Honduras và UAE (phân loại theo 5 mức: năng lực rất tốt, năng lực tốt, năng lực trung bình, năng lực kém và năng lực rất kém). Ngoài ra, xếp hạng xu hướng cải thiện năng lực quản lý môi trường, Việt Nam đạt 4,2 điểm và xếp hạng 73/132 quốc gia, thuộc nhóm các quốc gia có những cải thiện nhỏ về năng lực (phân loại theo 5 mức: cải thiện rất tốt, cải thiện tốt, cải thiện nhỏ, suy giảm tương đối, suy giảm rất nhiều) [14].

Trong các chỉ số thành phần, nhóm chỉ thị về chất lượng không khí ảnh hưởng đến sức khỏe: Việt Nam xếp vào nhóm 10 nước ô nhiễm nhất (hạng 123/132), tương đương với một số quốc gia châu Á như Trung Quốc, Ấn Độ, Pakistan, Nepal và Bangladesh [5, 13].

Trong khu vực ASEAN Việt Nam hiện xếp thứ 7/11 quốc gia, cùng nhóm với Thái Lan, Indonesia, Đông Timo và Myanmar. Xếp hạng cao nhất trong khu vực là Singapore (hạng 49) và thấp nhất là Lào (hạng 153). Các quốc gia Châu Âu và Scandinavia chiếm các vị trí cao nhất trên bảng xếp hạng: Thụy Sĩ hạng nhất, sau đó đến Pháp (hạng 2), Đan Mạch (hạng 3), Manta (hạng 4), Thụy Điển (hạng 5) [8].

Về cơ bản, EPI của Việt Nam nằm ở dưới mức trung bình của thế giới và xu hướng xếp hạng ngày càng đi xuống. Nếu như năm 2102 Việt Nam xếp thứ 79/132 thì năm 2016 tụt xuống thứ 131/178 và 2018 xếp thứ 132/180 quốc gia. Trong đó, năm 2018, chỉ số sức khỏe môi trường Việt Nam xếp thứ 129/180 và chỉ số sức khỏe hệ sinh thái xếp thứ 124/180 quốc gia. Về điểm, Việt Nam đạt 46,96 điểm EPI năm 2018 so với 50.6 năm 2012. Như vậy, EPI cho thấy Việt Nam ngày càng tụt hậu về môi trường so với chính mình và so với các quốc gia khác trên thế giới.

Bảng 2. EPI và xếp hạng một số quốc gia OECD, NICs và lân cận Việt Nam [6, 14]

	GPP/người theo PPP 2017 (USD)	EPI (2018)	Xếp hạng EPI 2018
<b>Các quốc gia OECD</b>			
Hoa Kỳ	59.495	71.19	27
Canada	48.141	72.18	25
Đức	50.206	78.37	13
Pháp	43.550	83.95	2
Anh	43.620	79.89	6
Nhật Bản	42.695	74.699	20
Hàn Quốc	39.387	62.30	60
Italia	37.970	76.96	16
<b>Các quốc gia công nghiệp mới (NICs)</b>			
Brazil	15.500	60.70	69
Mexico	19.480	59.69	72
Malaysia	28.871	59.22	75
Nam Phi	13.403	44.73	142
Ấn Độ	7.174	30.57	177
<b>Một số quốc gia khác</b>			
Trung Quốc	16.624	50.74	120
Thái Lan	17.786	49.88	121
Indonesia	12.378	46.92	133
Singapore	90.531	64.23	49
Việt Nam	6.876	46.96	132

### 3. Chỉ số EPI với quá trình công nghiệp hóa và phát triển kinh tế tại Việt Nam

Cho đến nay, đã có nhiều nghiên cứu chỉ ra mối quan hệ ngược chiều có ý nghĩa giữa tăng trưởng kinh tế và sự suy giảm tài nguyên và môi trường ở Việt Nam, và rằng mức độ suy giảm ngày càng trầm trọng hơn. Bài viết này phân tích và lý giải về xu hướng suy giảm của chỉ số EPI từ góc độ kinh tế của đất nước.

#### 3.1 Mô hình tăng trưởng phụ thuộc vào tài nguyên thiên nhiên và gây ô nhiễm môi trường

Lý thuyết và các bằng chứng thực nghiệm cho thấy có 4 nhân tố căn bản của tăng trưởng kinh tế gồm vốn vật chất, vốn con người, tài nguyên thiên nhiên và khoa học công nghệ. Các quốc gia khác nhau sẽ có sự lựa chọn chiến lược khác nhau việc sử dụng các nhóm nhân tố tăng trưởng kinh tế và tăng năng suất.

Trong một thời gian dài, nếu nhìn vào cấu trúc kinh tế, có thể thấy việc khai thác tài nguyên chiếm một tỷ trọng rất lớn trong nguồn thu ngân sách và góp phần tăng trưởng kinh tế tại Việt Nam. Nói cách khác, nền kinh tế Việt Nam thâm

dụng tài nguyên thiên nhiên (*natural resource intensive economy*). Thực ra, việc khai thác tài nguyên để tăng trưởng không có gì lạ trên thế giới; nhiều quốc gia đã dựa vào tài nguyên để tạo ra đòn bẩy tăng trưởng trong những giai đoạn đầu của công nghiệp hóa, với họ tài nguyên thiên nhiên là nguồn lực tạo ra sự kích thích tăng trưởng ban đầu và tích lũy vốn để tái đầu tư cho những nguồn lực tăng trưởng khác (công nghệ, vốn con người). Tuy nhiên, Việt Nam lại coi khai thác tài nguyên là một phương thức để tăng trưởng chủ đạo trong khi quá chậm trong chuyển sang các bước cao hơn trong các giai đoạn của quá trình CNH.

Mô hình tăng trưởng dựa vào khai thác tài nguyên của Việt Nam hiện quá lạc hậu so với các nước trong khu vực và trên thế giới. Cụ thể, các nước ASEAN như Indonesia, Thái Lan và Malaysia đã chuyển sang giai đoạn phát triển công nghiệp phụ trợ, làm chủ một phần công nghệ, có sự hướng dẫn của nước ngoài, Trung Quốc thậm chí đã nắm vững và quản lý công nghệ, sản xuất các hàng hóa với chất lượng cao



như xe hơi, điện thoại, công nghệ ICT, năng lượng tái tạo thì Việt Nam vẫn chủ yếu dựa vào công nghiệp chế tạo giản đơn dưới sự hướng dẫn của nước ngoài và các ngành khai khoáng. Mô

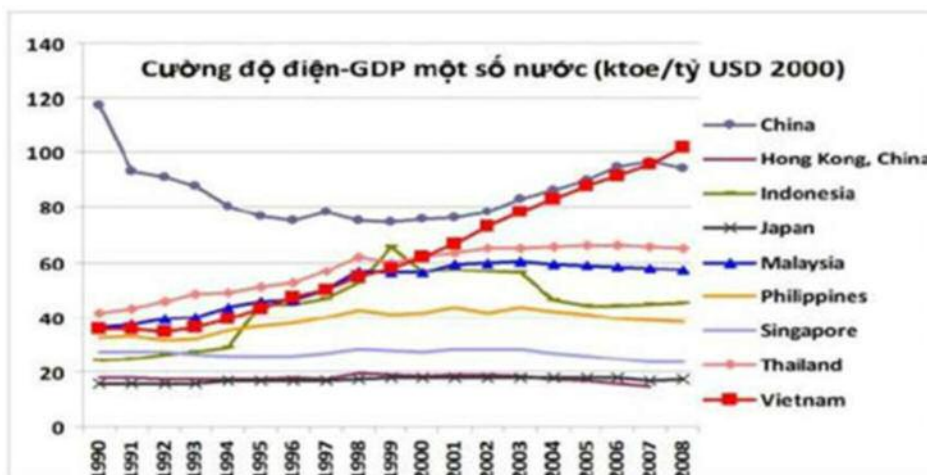
hình này chỉ hơn các nước nghèo ở Châu Phi với sản xuất nông nghiệp đơn giản và phụ thuộc vào viện trợ của nước ngoài.



Hình 1. Các giai đoạn công nghiệp hóa của các quốc gia [10]

Hiện nay nước ta là một trong những quốc gia có cường độ tiêu thụ năng lượng cao nhất thế giới (năng lượng cần thiết tiêu thụ để tạo ra một đơn vị GDP). So sánh với 10 nước (Nhật Bản, Mỹ, Singapore, Hàn Quốc, Philippines, Malaysia, Indonesia, Thái Lan, Trung Quốc và Việt Nam), Việt Nam đứng cao nhất. Việt Nam chỉ thấp hơn Trung Quốc và cao gấp sáu lần so với Nhật Bản, Mỹ (bốn lần), Singapore (3,5 lần), Hàn Quốc (2,6 lần), Philippines (2 lần),

Malaysia (1,6 lần)... Điều này cho thấy một khoảng cách khá xa về trình độ khoa học kỹ thuật, hiện trạng công nghệ áp dụng cho sản xuất của Việt Nam so với nhiều nước phát triển và đang phát triển. Nguy hiểm hơn đó là xu hướng đầu tư và phát triển những ngành công nghiệp khai thác nhiều tài nguyên, tiêu dùng năng lượng lớn nhưng lại không mang lại hiệu quả kinh tế cao cho đất nước.



Hình 2. Cường độ tiêu thụ điện-GDP một số quốc gia [11]

### 3.2 Đầu tư trực tiếp nước ngoài (FDI) và ô nhiễm môi trường sinh thái

Đầu tư trực tiếp nước ngoài là một trụ cột tăng trưởng kinh tế của Việt Nam. Sau 30 năm Luật Đầu tư trực tiếp nước ngoài ra đời, Việt Nam đã thu hút được hơn 23.000 dự án FDI với tổng vốn đăng ký trên 300 tỷ USD, trong đó, số vốn thực hiện nước đạt khoảng 161 tỷ USD. Trong 3 thập niên qua, FDI đã góp phần bổ sung nguồn vốn đầu tư phát triển, giải quyết việc làm, tăng thu ngân sách, thúc đẩy chuyển giao công nghệ và tiến trình hội nhập quốc tế của Việt Nam. Đáng chú ý, hiện khu vực FDI chiếm đến 72% kim ngạch xuất khẩu và tạo việc làm cho 2 triệu lao động, đóng góp vào 40% tăng GDP [12].

Tuy nhiên, mặt trái của FDI là ô nhiễm và suy thoái môi trường. Mối quan hệ giữa FDI và môi trường được thể hiện qua “Định đề thiên đường ô nhiễm” (*Pollution Haven Hypothesis*) được phát triển từ thập niên 1980. Theo đó, các quốc gia công nghiệp hóa sẽ thành lập các công ty, nhà máy, trụ sở tại các nước đang phát triển để tận dụng nguồn tài nguyên thiên nhiên giá rẻ cùng các qui định kém chặt chẽ hơn về môi trường để cắt giảm chi phí so với chi phí tương ứng tại nước mẹ. Từ đó, dòng đầu tư có xu hướng chuyển dịch từ các quốc gia có tiêu chuẩn môi trường khắt khe sang các quốc gia có tiêu chuẩn và hệ thống giám sát lỏng lẻo hơn [10].

Các bằng chứng thực nghiệm đã chứng minh định đề này khá đúng tại Việt Nam, khi FDI tăng lên thì chất lượng môi trường giảm xuống. Nghiên cứu của Trường Đại học Kinh tế quốc dân (2016) đã cho thấy có sự gia tăng đáng kể chất gây ô nhiễm cùng với sự gia tăng của FDI tại Việt Nam, cụ thể khi FDI tăng lên 1% thì lượng khí thải ô nhiễm tăng 2,7%, nước thải tăng 1,6% và năng lượng tiêu thụ tăng 1,5%. Cũng theo nghiên cứu này, có tới 70% doanh nghiệp FDI cho biết đầu tư vào Việt Nam sẽ tiết kiệm chi phí về môi trường so với chính quốc. Thông thường, tại các nước này chi phí xử lý nước thải các ngành dệt nhuộm, sắt thép, giấy, bột ngọt... là rất lớn, việc quản lý, giám sát xả thải rất khó,

đòi hỏi trình độ kỹ thuật cao. Vì thế, khi đầu tư tại Việt Nam sẽ tiết kiệm chi phí 30-50% so với tại nước mẹ. Nhiều địa phương do chạy theo thành tích thu hút FDI nhưng hiệu quả kinh tế thấp, gây ô nhiễm nghiêm trọng, không bền vững.

Đáng nói, đến năm 2013, chỉ có 5% doanh nghiệp FDI đầu tư vào Việt Nam có công nghệ cao, 80% có công nghệ trung bình, còn lại 14% là sử dụng công nghệ thấp. Điều này hoàn toàn trái ngược kỳ vọng cũng như tuyên bố đưa các công nghệ, ứng dụng tiên tiến vào sản xuất tại Việt Nam. Hiện có đến 80% khu công nghiệp vi phạm các quy định về môi trường; 70% doanh nghiệp FDI xả thải vượt quy chuẩn, 23% trong số đó xả chất thải vượt quy chuẩn cho phép 5-12 lần [12].

Điển hình năm 2008, Công ty Vedan Việt Nam xả thải, gây ô nhiễm trên sông Thị Vải (Đồng Nai). Với việc xả chui 100.000m<sup>3</sup> nước thải độc ra sông mỗi tháng, bán kính ô nhiễm rộng tới 10km dọc bờ sông Thị Vải, Vedan đã làm thiệt hại gần 2.700ha nuôi trồng thủy sản của Đồng Nai, thành phố Hồ Chí Minh và Bà Rịa - Vũng Tàu. Mới đây nhất, Công ty TNHH Gang thép Hưng Nghiệp Formosa Hà Tĩnh thuộc Đài Loan đã xả thải hủy hoại nghiêm trọng môi trường biển 4 tỉnh miền Trung (Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị và Thừa Thiên - Huế). Bên cạnh đó, còn nhiều doanh nghiệp FDI liệt kê vào danh sách đen các cơ sở gây ô nhiễm môi trường như: công ty TNHH Hyundai- Vinasin (Khánh Hoà); công ty TNHH Miwon Việt Nam; công ty Tung Kuang; công ty TNHH Mei SHeng Textiles Việt Nam (Trung Quốc), Công ty Chia Chen (Ninh Bình).

### 3.3 Vị trí thấp của Việt Nam trong nấc thang chuỗi giá trị sản xuất toàn cầu

Một trong những nguyên nhân ô nhiễm môi trường của Việt Nam xuất phát từ đặc trưng tham gia công đoạn gia công trong chuỗi giá trị toàn cầu. Gia công là công đoạn có giá trị gia tăng thấp nhất, chiếm dụng lao động trình độ thấp và tiêu tốn nhiều tài nguyên, năng lượng, gây ô nhiễm môi trường. Thực tế cho thấy, nền kinh tế

nước ta được duy trì quá lâu trong đẳng cấp “giá trị gia tăng thấp”. Hội nhập kinh tế không chỉ là những con số xuất khẩu hay nhập khẩu tính bằng tiền. Điều quan trọng hơn là phải tham gia được vào chuỗi giá trị gia tăng toàn cầu để mở rộng thị trường. Và điều quan trọng nhất là từ vị trí ban đầu, chúng ta phải vươn lên được những vị trí có giá trị gia tăng cao hơn. Khi nhảy lên các bước cao hơn trong chuỗi giá trị (thiết kế, marketing, phân phối, hậu mãi, ý tưởng R&D), chúng ta vừa bảo vệ được môi trường do những mắt xích này thâm dụng tri thức, năng lực khoa học công nghệ chứ không tiêu thụ tài nguyên như mắt xích gia công, chế tạo hiện tại của Việt Nam, đồng thời góp phần gia tăng phần giá trị kinh tế cho đất nước.



Hình 3. Giá trị gia tăng trong các công đoạn của chuỗi giá trị [13]

Hiện tại, trình độ công nghệ của nền kinh tế, trong đó có ngành công nghiệp ở Việt Nam còn rất thấp. Ví dụ, trong ngành cơ khí, thiết bị lạc hậu tới 4 thập kỷ so với mặt bằng thế giới. Công nghệ trong ngành sử dụng để sản xuất công cụ, hàng tiêu dùng, máy động học... hầu hết đều ra đời từ trước những năm 1980 và 30% có tuổi thọ hơn nửa thế kỷ. Tỷ trọng doanh nghiệp có công nghệ cao của Việt Nam mới đạt khoảng 20,6%, thấp xa so với mức 29,1% của Philippines, 29,7% của Indonesia, 30,8% của Thái lan, 51,1% của Malaysia, 73% của Singapore. Với mô hình này, rất khó có thể tạo ra tác động lan tỏa tích cực từ khu vực FDI. Chính vì vậy, các biện pháp chính sách và nỗ lực nhằm tạo ra môi trường

kinh doanh thuận lợi, chi phí thấp cho các doanh nghiệp, đặc biệt là doanh nghiệp FDI, tuy cần thiết nhưng vẫn không đủ để thúc đẩy tác động lan tỏa từ FDI đến việc nâng cao năng suất lao động và hiệu quả đóng góp của TFP vào tăng trưởng [10].

#### 4. Một số hàm ý chính sách góp phần tăng trưởng kinh tế và cải thiện EPI tại Việt Nam trong bối cảnh CNH và hội nhập kinh tế

Hiện nay, các quốc gia trên thế giới được xếp hạng EPI theo 4 nhóm chính là những nước có EPI ở mức cao (top 50), các nước có EPI ở mức trung bình (từ 50-100), các nước có EPI thấp (100-150) và các nước yếu kém về EPI (từ 150 tới 180). Năm 2018, Việt Nam xếp hạng 132 về EPI tức là nhóm thấp và gần với yếu kém của thế giới, với xu hướng ngày càng tụt hậu trong bảng xếp hạng.

Trong trung và dài hạn, dù cải thiện chất lượng môi trường, rất khó để Việt Nam chen chân vào nhóm top 50 EPI vì nhóm này chủ yếu là những quốc gia có nền kinh tế rất phát triển, có nguồn lực xã hội để đầu tư bảo vệ môi trường. Vì vậy mục tiêu thực tế của Việt Nam là đạt EPI ở mức trung bình khá như các quốc gia NICs tiên tiến. Đó là Brazil (hạng 69), Mexico (hạng 72) và Malaysia (hạng 75) của EPI. Đặc điểm chung của các quốc gia này là có mức GDP/người tính theo PPP trong khoảng từ 15-28 ngàn USD/năm hiện tại. Đây là mức Việt Nam có thể phấn đấu đạt được.

#### 4.1 Thay đổi mô hình phát triển kinh tế theo hướng bền vững

Như đã trình bày, mô hình phát triển kinh tế của Việt Nam thâm dụng tài nguyên thiên nhiên, gây ô nhiễm môi trường, chiếm giữ những mắt xích thấp nhất trong chuỗi giá trị sản phẩm toàn cầu. Đây là mô hình lạc hậu, không hiệu quả và không bền vững. Thực tế cho thấy nhiều quốc gia đã gặp phải “Lời nguyền tài nguyên” và không thoát khỏi sự lạc hậu sau khi tài nguyên thiên nhiên dần cạn kiệt, ô nhiễm gia tăng và không có những nguồn lực tăng trưởng thay thế. Nếu không thận trọng và có chiến lược đúng đắn, Việt Nam có thể đi theo vết xe đổ của những

quốc gia này.

Vì vậy, sự lựa chọn thông minh của Việt Nam là từ bỏ mô hình tăng trưởng dựa vào tận khai tài nguyên mà chuyển sang mô hình tăng trưởng xanh, phát triển nguồn nhân lực chất lượng cao và trình độ khoa học công nghệ. Đầu tư vào con người và công nghệ là chiến lược được nhiều quốc gia đã và đang phát triển sử dụng. Nó vừa xây dựng nền tảng và nguồn lực tăng trưởng bền vững lâu dài cho các quốc gia, vừa góp phần thay đổi cấu trúc nền kinh tế sang hướng hiện đại, giảm bớt sự phụ thuộc vào tài nguyên thiên nhiên, cải thiện chất lượng môi trường, giảm ô nhiễm và gia tăng phúc lợi xã hội.

#### **4.2 Thu hút FDI sạch và chuyển dịch vị trí của Việt Nam trong chuỗi giá trị theo hướng bảo vệ môi trường**

FDI là một trụ cột của tăng trưởng kinh tế nhưng lại gây ô nhiễm môi trường tại nước ta. Trong những năm tới đây, FDI vẫn sẽ tiếp tục tăng lên cùng quá trình hội nhập kinh tế quốc tế của Việt Nam. Tuy nhiên, vấn đề là làm sao để dòng FDI mang lại sự phát triển bền vững, tăng hiệu quả kinh tế nhưng không gây ra những tác động tiêu cực tới môi trường.

Như đã phân tích, vấn đề hiện nay của Việt Nam là khó thu hút được dòng FDI sạch. Thái Lan, Malaysia và Trung Quốc hiện đã thu hút được nhiều dự án FDI trong các lĩnh vực sạch như năng lượng tái tạo, ICT, giáo dục, công nghệ sinh học, dịch vụ. Vấn đề mấu chốt là Việt Nam chưa phát triển những ngành công nghiệp hỗ trợ vốn là nền tảng của các ngành công nghiệp sạch [7].

Vì vậy, muốn thay đổi cấu trúc FDI theo hướng thu hút các ngành sạch hơn, không còn cách nào khác là phải phát triển công nghiệp phụ trợ, song song với việc loại trừ dần những ngành FDI 'bẩn' như sắt thép, hóa chất, khai khoáng, dệt nhuộm, giấy. Bên cạnh việc lồng ghép những yêu cầu về qui trình và tiêu chuẩn quản lý môi trường trong việc xét duyệt và lựa chọn dự án FDI, Luật Đầu tư trực tiếp nước ngoài nên bổ sung các chính sách khuyến khích các ngành sạch, thân thiện môi trường.

Chính sách xây dựng ngành công nghiệp hỗ trợ cũng cần xuất phát từ định hướng thu hút FDI. Trong đó, Chính phủ và doanh nghiệp nội địa cần phải tiếp cận nhu cầu của doanh nghiệp FDI, chất lượng và sản phẩm mà họ yêu cầu doanh nghiệp nội địa. Điều này đòi hỏi cơ quan quản lý phải tạo hành lang pháp lý, định hướng xu hướng và lộ trình phát triển, minh bạch thông tin, tiêu chuẩn để doanh nghiệp phân đầu đạt được.

#### **4.3 Tận dụng quá trình hội nhập thương mại quốc tế để bảo vệ môi trường**

Thương mại là một trong những khâu quan trọng của tái sản xuất nền kinh tế - xã hội. Nó không những là cầu nối giữa tiêu dùng với sản xuất, mà còn có tác dụng định hướng tiêu dùng thân thiện hơn với môi trường và bảo đảm phát triển bền vững [6].

Thương mại có một vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế tại Việt Nam. Năm 2017 tổng kim ngạch xuất nhập khẩu lên tới gần 400 tỷ USD tức là gấp rưỡi qui mô của GDP. Việt Nam đã ký kết hơn 17 Hiệp định thương mại tự do và ngày càng hội nhập nhiều hơn vào kinh tế thế giới nên thương mại sẽ tiếp tục tăng trưởng trong tương lai gần.

Tuân thủ các qui định về môi trường trong thương mại là một thách thức nhưng cũng mang lại cơ hội cho Việt Nam để cải thiện chất lượng môi trường. Hiện nay, các tiêu chuẩn môi trường đối với hàng hóa nhập khẩu tại các nước phát triển là bắt buộc và rất chặt chẽ. Những quốc gia này có đủ phương tiện, nguồn lực và chế tài để giám sát và xử lý các hàng hóa nhập khẩu không tuân thủ các tiêu chuẩn môi trường. Áp lực của thị trường tiêu thụ, thị hiếu lựa chọn tiêu dùng các sản phẩm xanh, an toàn và rủi ro kinh tế từ việc không tuân thủ các qui định môi trường buộc các doanh nghiệp xuất khẩu Việt Nam phải chuyển mình theo hướng thân thiện hơn, trong đó phải bảo vệ môi trường để đáp ứng các đòi hỏi của thị trường nhập khẩu hàng hóa.

#### **4.4 Tăng cường những khía cạnh kinh tế trong quản lý tài nguyên và môi trường**

Cải thiện hiệu quả quản lý tài nguyên môi

trường là điểm quan trọng để cải thiện chất lượng và thứ bậc của EPI. Vì vậy, trong công tác quản lý sử dụng tài nguyên và môi trường, cần lồng ghép một số nguyên tắc từ góc độ kinh tế.

Thứ nhất, phải xem môi trường là một loại tài sản của nền kinh tế, tài sản môi trường cung cấp hàng hóa dịch vụ cho tăng trưởng kinh tế (cung cấp không gian, tài nguyên, chứa đựng chất thải), đồng thời cũng bị khấu hao nếu không biết quản lý khai thác sử dụng hợp lý. Với góc nhìn kinh tế, tài sản môi trường là có hạn, việc sử dụng có tính chi phí cơ hội nên phải sử dụng tối ưu (mang lại lợi ích lớn nhất cho cộng đồng và xã hội).

Thứ hai, do môi trường là tài sản nên phải lượng giá được giá trị của tài sản môi trường phục vụ cho các phương án quản lý sử dụng. Do có chi phí cơ hội của việc tiêu dùng tài nguyên và môi trường nên việc lượng giá là cơ sở của việc tính toán lợi ích - chi phí của các phương án sử dụng khác nhau. Từ đó lựa chọn được phương án tối ưu nhất. Lượng giá cũng cho phép lựa chọn các giải pháp phát triển kinh tế, có lồng ghép tính toán đến những chi phí môi trường, vì vậy quyết định phát triển đưa ra sẽ toàn diện hơn.

Thứ ba, chất lượng môi trường trong nền kinh tế thị trường là một loại hàng hóa, có tính chất công cộng, mang lại lợi ích cho nhiều người. Hàng hóa môi trường (hay cải thiện chất lượng môi trường- EPI) là một quá trình đòi hỏi sự đầu tư nguồn lực của xã hội (nhân lực, con người, tài chính). Vì vậy, cần phải huy động được nguồn lực của xã hội cho bảo vệ môi trường, đặc biệt là nguồn tài chính. Hiện nay theo Luật Ngân sách, chi tiêu cho bảo vệ môi trường mới chỉ chiếm 1% tổng chi ngân sách hàng năm. Để có thể cải thiện tốt hơn chất lượng môi trường góp phần cải thiện EPI cần phải đầu tư và chi tiêu thêm nhiều hơn nữa. Bên cạnh việc gia tăng tỷ lệ chi tiêu

ngân sách cho môi trường, cũng cần xây dựng các cơ chế khuyến khích sự tham gia của khối tư nhân, doanh nghiệp, đặc biệt là cơ chế hợp tác công tư (PPP) để thu hút thêm nguồn lực xã hội cho bảo vệ môi trường.

### 5. Kết luận

Chỉ số EPI là một chỉ số tổng hợp phản ánh mức độ bền vững về môi trường cũng như hiệu quả môi trường của một quốc gia. Đây là một chỉ số có tính đa chiều gồm có nhiều thành phần cấu thành, bao hàm nhiều khía cạnh của phát triển. Việc cải thiện chỉ số của một quốc gia không phải là vấn đề kỹ thuật mà là vấn đề quản lý, gắn với mô hình tăng trưởng, chuyển đổi cấu trúc nền kinh tế, liên quan đến các khía cạnh quan trọng của nền kinh tế như thương mại, đầu tư, chuỗi giá trị, đô thị hóa và công nghiệp hóa.

Cải thiện EPI là nhu cầu tất yếu để hướng tới sự phát triển bền vững, hài hòa cân đối giữa kinh tế, xã hội và môi trường. Mấu chốt là việc chuyển đổi mô hình phát triển kinh tế lạc hậu của đất nước, tận dụng ưu thế của cuộc CMCN 4.0 để bước lên các mắt xích cao hơn trong chuỗi giá trị, xây dựng một cấu trúc kinh tế chuyển đổi từ tài nguyên sang thâm dụng nguồn nhân lực chất lượng cao, dựa trên khoa học và công nghệ. Chỉ có như vậy mới cải thiện tận gốc các vấn đề môi trường và mang lại hiệu quả kinh tế cao cho đất nước. Ngoài ra, cũng cần tận dụng quá trình hội nhập kinh tế quốc tế để làm xanh hóa các dòng FDI, xanh hóa sản xuất và tiêu dùng theo qui chuẩn môi trường của thế giới, thay đổi lối sống của người dân theo hướng thân thiện môi trường. Đó là sự lựa chọn của Việt Nam chứ không phải bất khả thi. Và điều này cần tầm nhìn, định hướng phát triển, hệ thống chính sách mạnh mẽ, sáng tạo cũng như phát huy sự tham gia của toàn xã hội để hướng tới sự phát triển bền vững.

**Lời cảm ơn:** Bài viết này được hỗ trợ chuyên môn và tư liệu từ đề tài khoa học “Nghiên cứu lượng giá thiệt hại kinh tế do các hiện tượng khí tượng thủy văn cực đoan gây ra trong bối cảnh biến đổi khí hậu và đề xuất các giải pháp quản lý rủi ro cho các tỉnh ven biển miền Trung Việt Nam”. Mã số: BDKH.22/16-20. Cơ quan chủ trì: Trường Đại học Kinh tế quốc dân.

### Tài liệu tham khảo

1. Bộ Kế hoạch và Đầu tư và Ngân hàng Thế giới (2016), *Báo cáo Việt Nam 2035: Hướng tới Thịnh vượng, Sáng tạo, Công bằng và Dân chủ*, Việt Nam.
2. Climate Position (2016), India's Climate Debt is on track for something big, <http://climatepositions.com/indias-climate-debt-is-on-track-for-something-big/>.
3. DARA International (2012), Climate Vulnerability Monitor: Findings and Observations. Mendelsohn, R., (2009), Climate Change and Economic Growth, *Working Paper No. 60*, The World Bank.
4. Đinh Đức Trường (2015), *Quản lý môi trường tại các doanh nghiệp đầu tư nước ngoài (FDI) tại Việt Nam*. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, 31 (5), 46-55.
5. Institute For Health Metrics And Evaluation (2017), Global Health Data Exchange Database. Retrieved From <Http://Ghdx.Healthdata.Org/>
6. International Monetary Fund (2018), World Economic Outlook Database.
7. Nguyễn Tuấn (2016), *Nếu không có DN FDI, ngành công nghiệp phụ trợ của Việt Nam rất khó phát triển*, <https://infonet.vn/neu-khong-co-dn-fdi-nganh-cong-nghiep-phu-tro-cua-viet-nam-rat-kho-phat-trien-post202350.info>
8. Tổng Cục Thống kê (2013), *Nghiên cứu ứng dụng tính chỉ số bền vững môi trường áp dụng cho Việt Nam*, Đề tài NCKH cấp Bộ, Mã số: 2.1.7-B12-13.
9. Tổng Cục Thống kê các năm, *Số liệu về tăng trưởng kinh tế của Việt Nam*.
10. Trần Đình Thiên (2012), *Những vấn đề của nền kinh tế duy trì quá lâu mô hình tăng trưởng dựa vào khai thác tài nguyên và sản xuất gia công lắp ráp*. Báo cáo phân tích chính sách, <http://nature.org.vn/vn/wp-content/uploads/2014/07/TS.-Tran-Dinh-Thien.pdf>.
11. Trần Đình Tuấn (2016), *Tăng trưởng kinh tế Việt Nam sau 10 năm gia nhập WTO*, Tạp chí Tài chính kỳ 2 tháng 4/2016.
12. Trường Đại học Kinh tế quốc dân (2016), *Ảnh hưởng của đầu tư trực tiếp nước ngoài tới môi trường sinh thái tại Việt Nam*, Đề tài KHCN cấp Bộ, Bộ Giáo dục và Đào tạo.
13. UNESCAP (2012), Green Growth, Resources and Resilience: Environmental sustainability in Asia And The Pacific. United Nations and Asian Development Bank Publication, Truy Cập Từ: [Http://Www.Unep.Org/Dewa/Portals/67/Pdf/G2R2\\_Web.Pdf](Http://Www.Unep.Org/Dewa/Portals/67/Pdf/G2R2_Web.Pdf).
14. Yale Center for Environmental Law and Policy (2012-2018), Center for International Earth Science Information Network at Columbia University, Environmental Performance Index.

## ENVIRONMENTAL PERFORMANCE INDEX (EPI): STATUS AND SOLUTIONS FROM ECONOMIC PERSPECTIVES IN VIETNAM

Tran Tho Dat<sup>1</sup> and Dinh Duc Trung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>The National Economics University, Hanoi

**Abstract:** *This article introduces the environmental performance index (EPI), the situation and EPI changes in Vietnam and the explanations from the economic perspective. The research results show that in the period of 2012-2018, Vietnam is gradually falling in the EPI hierarchy. Identified causes include: (i) a resource-dependent growth model that causes environmental pollution, (ii) waste and pollution imports from FDI inflows, and (iii) the division of international labor; Vietnam's low rank in the value chain accompanied by environmental pollution. The paper also provides policy implications for improving EPI in the context of economic integration, with particular emphasis on selecting growth model and how to recognize the value of environmental resources with economic development.*

**Keywords:** *Environmental performance index, economic growth, environmental protection, climate change, foreign direct investment, environmental management.*

# NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP GIÁM SÁT (XÂM THỰC MẶN VÙNG VEN BIỂN) MÔI TRƯỜNG THÔNG QUA MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY SỬ DỤNG BỘ MẠCH ARDUINO

Nguyễn Anh Tuấn<sup>1</sup>, Nguyễn Đình Chính<sup>2</sup>, Lê Trung Thành<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Trong hơn một thập kỷ nghiên cứu và phát triển chuyên sâu, công nghệ cảm biến không dây được xem như là một giải pháp sáng tạo cho nhiều ứng dụng. Trong bài báo này chúng tôi mô tả một hệ thống cảm biến không dây được phát triển sử dụng các nền tảng phần cứng mã nguồn mở Arduino. Hệ thống có chi phí thấp và khả năng mở rộng cao về cả loại cảm biến và số lượng nút cảm biến, cũng như mức độ phù hợp với nhiều ứng dụng liên quan tới công tác giám sát môi trường. Trong nghiên cứu này chúng tôi trình bày kiến trúc tổng quan và thiết kế phần mềm, phần cứng của hệ thống quan trắc độ xâm nhập mặn ở vùng ven biển.

**Từ khóa:** Arduino, giám sát môi trường, mạng cảm biến không dây, xâm nhập mặn, zigbee.

Ban Biên tập nhận bài: 12/09/2019 Ngày phản biện xong: 08/11/2019 Ngày đăng bài: 25/11/2019

## 1. Giới thiệu

Trong hơn một thập kỷ nghiên cứu và phát triển chuyên sâu, công nghệ cảm biến không dây được xem như là một giải pháp sáng tạo cho nhiều ứng dụng [1]. Các nghiên cứu về mạng cảm biến và hệ thống vật lý không gian mạngban đầu tập trung phát triển các công nghệ đổi mới bằng cách giải quyết vô số các thách thức kỹ thuật như định tuyến đa liên kết, truyền thông trù tượng, các phần mềm trung gian, hệ điều hành, ngôn ngữ trù tượng và chia sẻ dữ liệu. Gần đây do sự phát triển của công nghệ vi cơ điện tử (MEMS), công nghệ truyền thông vô tuyến và lĩnh vực vi xử lý, xử lý tín hiệu và hệ điều hành nhúng cho phép phát triển các nút cảm biến đa chức năng có giá thành thấp, tiêu tốn ít năng lượng, kích thước nhỏ, truyền thông vô tuyến và rất linh hoạt. Các nút cảm biến nhỏ này gồm có thành phần cảm biến, bộ xử lý dữ liệu và bộ thu phát vô tuyến. Hoạt động của mạng cảm biến dựa trên sự kết hợp tương tác của một số lượng lớn các nút với phân bố mật độ nút cao nên mạng có thể triển khai rộng khắp trong một

vùng diện tích rộng lớn với mật độ cao hay thấp tùy vào từng ứng dụng cụ thể.

Hầu hết hiện nay các mạng cảm biến không dây sử dụng theo chuẩn ZigBee (một chuẩn của IEEE được sử dụng rộng rãi hiện nay). Mạng cảm biến bao gồm các nút mạng (*End Device* và *Router*) có nhiệm vụ thu thập và gửi dữ liệu thu được về nút điều phối (*Coordinator*). Nút điều phối sẽ gửi dữ liệu này về một server trên mạng Internet, tại đây dữ liệu sẽ được lưu trữ trên cơ sở dữ liệu, xử lý, cập nhật và đưa ra quyết định thi hành cụ thể theo từng trường hợp. Tần số hoạt động của mạng cảm biến vô tuyến ở các dải tần số công nghiệp 868 MHz, 915 MHz và 2,4 GHz. Pin sử dụng cho nút mạng kéo dài trung bình từ 1 đến 2 năm, để truyền dữ liệu đi xa có thể đặt thêm nút *End Device* và *Router* trong mạng. Mỗi nút mạng với chức năng cảm biến có khả năng tự cấu hình một mạng vô tuyến, các nút cảm biến đọc dữ liệu đã được xử lý, đóng gói và truyền về nút điều phối, nút điều phối sẽ truyền dữ liệu nhận được về cơ sở dữ liệu trên Internet. Các hoạt động chính diễn ra tại đơn vị này: Giao tiếp

<sup>1</sup>Khoa Quốc tế, Đại học Quốc gia Hà Nội, Nhà G7, 144 Xuân Thủy, Cầu Giấy Hà Nội

<sup>2</sup>Trường Đại học Công Nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội, Nhà E3, 144 Xuân Thủy, Cầu Giấy Hà Nội  
Email: tuanna@isvnu.vn

với mạng cảm biến, thu thập tham số cần quan trắc vào cơ sở dữ liệu, điều khiển và giao tiếp thiết bị ngoại vi, đóng gói dữ liệu thu được từ mạng cảm biến và truyền lên Internet. Nghiên cứu này tập trung đề xuất một cấu trúc mạng cảm biến không dây phục vụ giám sát các tai biến thiên nhiên sử dụng bo mạch Arduino nhằm giúp giảm chi phí, tăng tốc độ truyền dữ liệu, dễ dàng mở rộng phạm vi quan trắc.

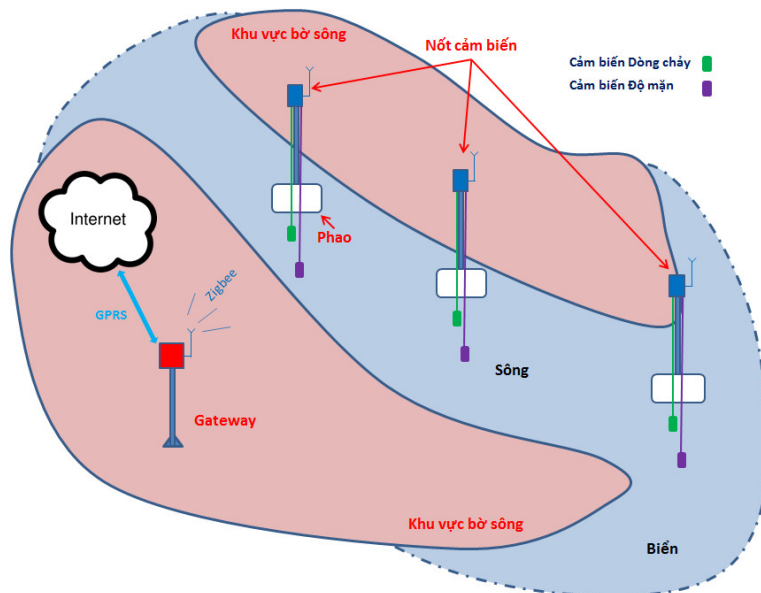
**2. Phương pháp nghiên cứu**

Phương pháp để xây dựng một hệ thống mạng cảm biến không dây (WSN) yêu cầu cần phải phát triển và tích hợp gồm nhiều các phần mềm và phần cứng. Hình 1 mô tả kiến trúc tổng thể của một hệ thống giám sát môi trường đã được nhóm nghiên cứu đề xuất.

Hệ thống bao gồm phần cứng được thiết kế dựa trên bộ vi xử lý AVR để nhận và chuyển tải các nút dữ liệu mạng cảm biến không dây thông qua việc mở rộng các mô đun Zigbee và GPRS. Trong hệ thống WSN các nút và các cổng được

đặt tại các khu vực không thể tiếp cận, do đó việc bảo tồn năng lượng là một chỉ số quan trọng. Các cổng sử dụng công nghệ Zigbee cho bảo toàn năng lượng như giao thức IEEE 802.11.15.4. Các dữ liệu thông qua mạng Zigbee được tải lên trung tâm giám sát thông qua mạng GPRS.

Các dữ liệu quan trắc thu được từ các nút cảm biến sẽ được căn chỉnh và tiền xử lý sau đó được đóng gói, truyền về Gateway thông qua giao thức ZigBee để dữ liệu có thể truyền đi xa thông qua một mạng lưới các thiết bị trung gian, tiêu tốn điện năng và công suất thấp; các dữ liệu này được xử lý bởi Data Logger (chuyển đổi tín hiệu ADC, SPI, I2C...). Dữ liệu sau khi được xử lý sẽ được lưu trữ và quản lý bởi một hệ cơ sở dữ liệu quan hệ MySQL. Người dùng sẽ truy cập vào dữ liệu và nút cảm biến thông qua các dịch vụ Web Service và các ứng dụng di động bởi giao thức API để đưa ra các quyết định cảnh báo nguy cơ tai biến thiên nhiên [3-4].



Hình 1. Kiến trúc tổng quan của hệ thống

Mô hình này bao gồm các nút mạng cảm biến và nút điều phối (Gateway) được kết nối không dây với nhau. Các nút cảm biến được thiết kế để đo 2 thông số lưu lượng dòng chảy và độ mặn đó của môi trường. Nút mạng được lắp trên một đế phao nổi trên sông và kết nối không dây với nút điều phối được đặt trên bờ. Kết nối mạng

không dây được sử dụng trong nghiên cứu này là chuẩn truyền thông không dây Zigbee và được thiết lập theo mô hình mạng hình sao như trình bày trong Hình 2.

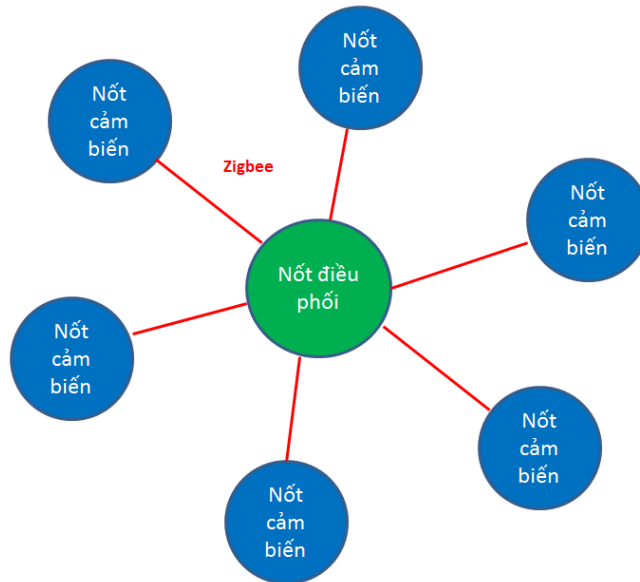
Các thông tin chi tiết của mạng được trình bày sau đây: Zigbee là một tiêu chuẩn mạng lưới không dây chi phí thấp, năng lượng thấp, nhằm



vào các thiết bị chạy bằng pin trong các ứng dụng điều khiển và giám sát không dây. Zigbee cung cấp thông tin liên lạc có độ trễ thấp thường được tích hợp với radio vavi điều khiển. Zigbee hoạt động trong các băng tần vô tuyến công nghiệp, khoa học và y tế (ISM): 2,4 GHz trong hầu hết các khu vực pháp lý trên toàn thế giới; mặc dù một số thiết bị cũng sử dụng 784 MHz ở Trung Quốc, 868 MHz ở châu Âu và 915 MHz ở Mỹ và Úc, tuy nhiên ngay cả những khu vực và quốc gia đó vẫn sử dụng 2,4 GHz cho hầu hết các thiết bị Zigbee thương mại để sử dụng tại nhà. Tốc độ dữ liệu thay đổi từ 20 kb/s (băng tần 868 MHz) đến 250 kb/s (băng tần 2,4 GHz). Zigbee xây dựng trên lớp vật lý và điều khiển truy cập phương tiện được xác định trong chuẩn 802.11.15.4 của IEEE cho các mạng khu vực cá nhân không dây tốc độ thấp (WPANs). Thông số kỹ thuật bao gồm bốn thành phần chính bổ sung:

lớp mạng, lớp ứng dụng, đối tượng thiết bị Zigbee (ZDOs) và các đối tượng ứng dụng do nhà sản xuất xác định. ZDO chịu trách nhiệm cho một số nhiệm vụ, bao gồm theo dõi vai trò của thiết bị, quản lý các yêu cầu tham gia mạng, cũng như khám phá và bảo mật thiết bị.

Lớp mạng Zigbee vốn hỗ trợ cả mạng sao và mạng cây và mạng lưới chung. Mỗi mạng phải có một thiết bị điều phối. Trong các mạng sao, điều phối viên phải là nút trung tâm. Cả cây và mạng lưới đều cho phép sử dụng bộ định tuyến Zigbee để mở rộng giao tiếp ở cấp độ mạng. Một tính năng xác định khác của Zigbee là các phương tiện để thực hiện liên lạc an toàn, bảo vệ việc thiết lập và vận chuyển các khóa mật mã, khung mã hóa và thiết bị điều khiển. Nó được xây dựng trên khung bảo mật cơ bản được xác định trong IEEE 802.15.4 [5].



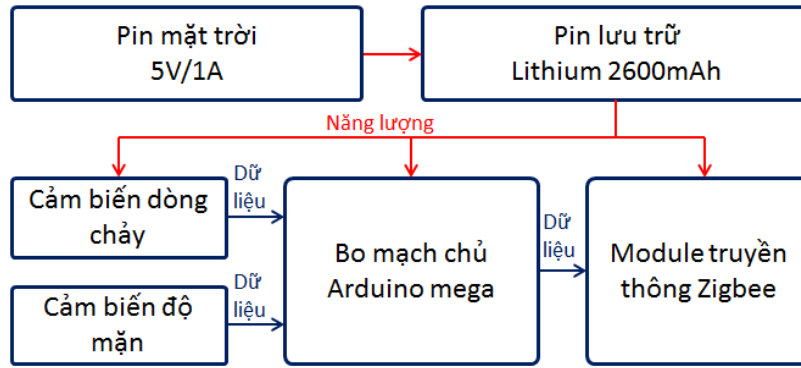
Hình 2. Mô hình mạng Zigbee dạng hình sao

### 3. Kết quả

#### 3.1 Thiết kế node cảm biến

Trong nghiên cứu này nhóm phát triển mạng cảm biến sử dụng bo mạch chủ Arduino được thiết kế như sơ đồ trong Hình 3. Nút cảm biến bao gồm các thành phần: Bo mạch chủ Arduino

Mega giống như trên nút điều phối, Module truyền thông Zigbee được cấu hình với vai trò là End Device, 2 cảm biến gồm cảm biến lưu lượng dòng chảy và cảm biến độ mặn, nguồn cấp gồm Pin lưu trữ và Pin năng lượng mặt trời (Hình 4) [2].

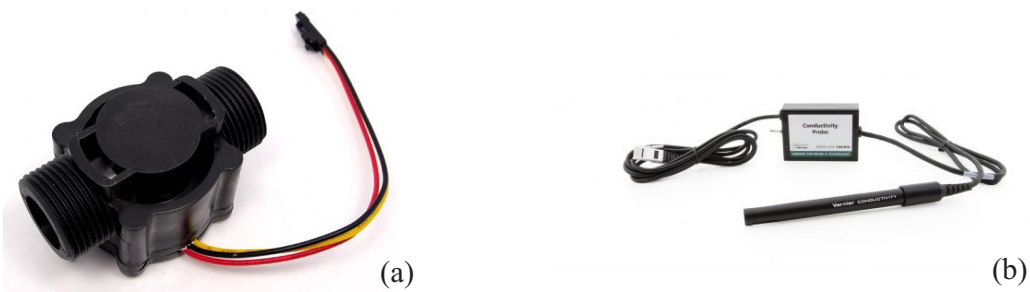


Hình 3. Kiến trúc nút cảm biến

Nghiên cứu này sử dụng cảm biến lưu lượng dòng chảy YF-S201. Trong khi có dòng chảy đi qua cảm biến sẽ làm quay động cơ từ tính trong cảm biến, tốc độ quay của động cơ sẽ tỉ lệ với tốc độ dòng chảy. Hiệu ứng trường của động cơ sẽ đưa ra các xung tín hiệu từ đó sẽ xác định được lưu lượng dòng chảy. Cảm biến lưu lượng dòng chảy có các đặc điểm sau: đường kính nội: 11mm; đường kính bên ngoài: 20mm; kháng áp lực nước: <math><1.75\text{ MPa}</math>; dải đo: 1-30L/min; dải điện áp hoạt động: 3.5~12V; dòng cung cấp: 15 mA (DC 5V); độ chính xác:  $\pm 5\%$  (2~30L/min); công thức quy đổi: 1L = 450 sóng xung vuông.

Cảm biến độ mặn nghiên cứu sử dụng thiết bị đầu dò độ dẫn điện (Conductivity Probe) để xác định độ dẫn dung dịch và tổng nồng độ ion trong một phạm vi quan trắc. Đầu dò độ dẫn điện xác

định hàm lượng ion của dung dịch nước bằng cách đo độ dẫn của nó. Các đặc điểm của thiết bị đầu dò gồm dải đo và độ phân giải. Trong đo dải đo gồm: dải thấp: 0 đến 200SS/cm (0 đến 100mg/L TDS); dải trung: 0 đến 2000SS/cm (0 đến 1000mg/L TDS); dải cao: 0 đến 20.000 S/cm (0 đến 10.000 mg/L TDS). Độ phân giải: dải thấp: 0,1 $\mu$ S/cm (0,05 mg/L TDS); dải trung: 1  $\mu$ S/cm (0,5 mg/L TDS); dải cao 10  $\mu$ S/cm (5 mg/L TDS). Đối với thiết bị đầu dò độ dẫn điện này thì thời gian phản hồi nhanh: đạt 98% giá trị đầy đủ trong vòng chưa đầy 5 giây; hiệu chuẩn nhanh chóng và dễ dàng sử dụng; bù nhiệt độ tích hợp cho phép hiệu chỉnh đầu dò trong phòng thí nghiệm, sau đó thực hiện các phép đo ngoài trời mà thay đổi nhiệt độ không ảnh hưởng đến dữ liệu.

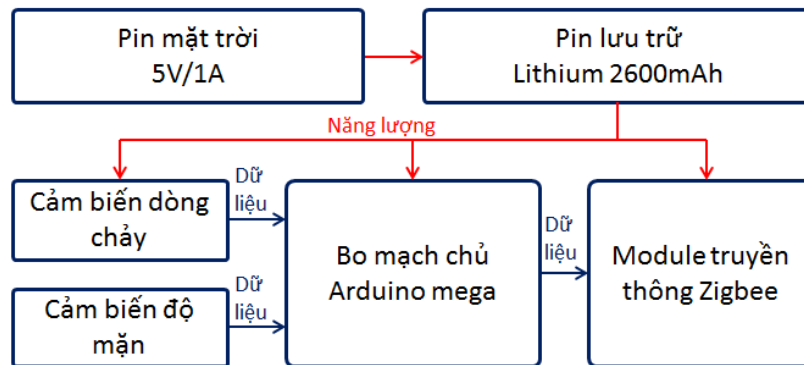


Hình 4. (a) cảm biến dòng chảy; (b) cảm biến độ mặn

### 3.2 Thiết kế nút điều phối (Gateway)

Trong nghiên cứu này nút gateway được thiết kế gồm các thành phần: Bo mạch chủ Arduino Mega, Module truyền thông Zigbee, Module

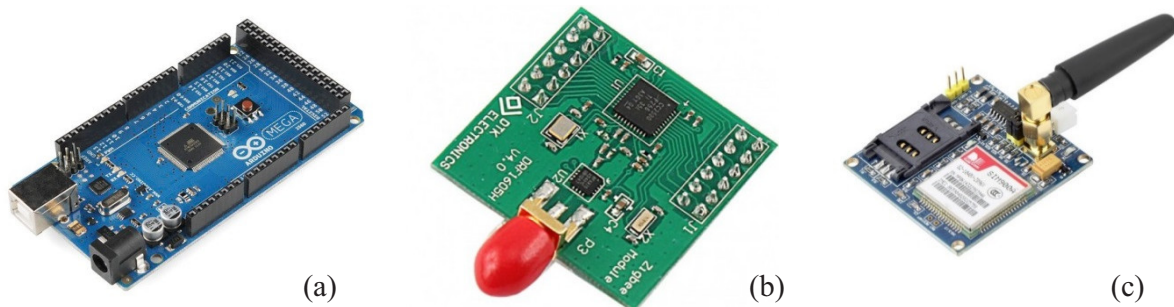
SIM - GPRS, và bộ cấp năng lượng gồm pin lưu trữ và pin mặt trời (Hình 6). Sơ đồ thiết kế của nút gateway được trình bày như trong hình 5.



Hình 5. Kiến trúc nút gateway

Trong đó bo mạch chủ Arduino Mega gồm chip xử lý ATmega2560 cung cấp đầy đủ các kết nối cơ bản cho các thiết bị ngoại vi như: Digital, Analog, UART, SPI, I2C, USB. Bo mạch hoạt động tại tần số thạch anh 16Mhz. Mô đun truyền thông Zigbee DRF1605 gồm chip CC2530; hoạt động tại tần số 2.4 GHz; nguồn cấp 3.3V; sử dụng giao tiếp UART với vi điều khiển; có thể cấu hình với các vai trò: Coordinator, Router và

End device; khoảng cách truyền line-of-sight là 1000m. Mô đun SIM 900A được sử dụng để truyền thông dữ liệu từ cảm biến được truyền về từ các nút cảm biến lên trên mạng Internet nhằm mục đích giám sát dữ liệu từ xa. Mô đun hoạt động ở 2 băng tần 900/1900 MHz, xây dựng dựa trên Sim900A của hãng SIMCOM; nguồn cấp 5V; sử dụng giao tiếp UART với vi điều khiển.



Hình 6. (a) Bo mạch chủ Arduino Mega; (b) Module Zigbee DRF1605; (c) Module SIM 900A

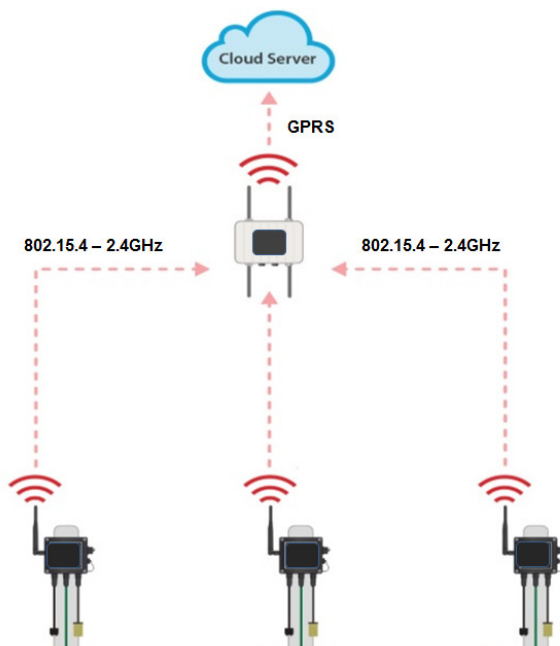
### 3.3 Giải pháp truyền dữ liệu quan trắc lên Internet

Nghiên cứu này đề xuất xây dựng một mô hình mạng cảm biến sử dụng các công nghệ như đã đề cập ở phần trên kết hợp với phần mềm theo dõi và cảnh báo ngưỡng các chỉ số đo được cài đặt tại trung tâm giám sát tập trung.

Hệ thống sẽ gồm hai thành phần chính về mặt phần cứng là các thiết bị nút cảm biến và Gateway. Các nút cảm biến được trang bị cảm biến đo lưu lượng dòng chảy và cảm biến độ mặn. Các nút cảm biến sẽ thu thập dữ liệu từ các cảm biến, sau đó sẽ truyền dữ liệu đo được về thiết bị

trung tâm gọi là Gateway thông qua chuẩn truyền thông Zigbee; từ đây, dữ liệu sẽ được truyền lên Cloud Server thông qua chuẩn truyền thông GPRS. Cloud Server có chức năng lưu trữ như một hệ CSDL đo.

Trong nghiên cứu này trình bày về cách giao tiếp, như mô tả trong Hình 7, nghiên cứu sẽ triển khai chủ yếu sử dụng giao thức truyền 802.15.4 (hoặc Zigbee) để kết nối giữa nút cảm biến và Gateway và một giao thức GPRS giữa Gateway và Cloud Server. Dữ liệu từ Cloud Server có thể được khai thác thông qua Web Server và các API trên nền tảng di động.



Hình 7. Sơ đồ đầu nối dùng giao thức truyền 802.15.4/Zigbee tại nốt cảm biến và GPRS tại đầu Gateway

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu này đã trình bày đề xuất giải pháp xây dựng mạng cảm biến không dây đa chặng giám sát xâm nhập mặn vùng ven biển với bo mạch Arduino và một số phần mềm mã nguồn

mở. Hệ thống có khả năng mở rộng kiến trúc với nhiều cảm biến, làm cơ sở để xây dựng một hệ thống cảnh báo IoT hoàn chỉnh hỗ trợ công tác dự báo tai biến thiên nhiên.

**Lời cảm ơn:** Nhóm nghiên cứu xin gửi lời cảm ơn chân thành tới Văn phòng Chương trình KH&CN cấp Quốc gia về TNMT&BĐKH - Bộ Tài nguyên và Môi trường, Khoa Quốc tế-ĐHQGHN đã hỗ trợ trong quá trình thực hiện đề tài cấp nhà nước: “Nghiên cứu thiết kế mạng thông tin cảm biến không dây đa chặng và xây dựng cổng thông tin tích hợp hệ thống quan trắc môi trường và một số yếu tố khí tượng thủy văn phục vụ giám sát môi trường và cảnh báo thiên tai” mã số BĐKH.30/16-20.

#### Tài liệu tham khảo

1. Ferdoush, S., Li, X., (2014), *Wireless Sensor Network System Design using Raspberry Pi and Arduino for Environmental Monitoring Applications*. *Procedia Computer Science*, 34, 103-110.
2. Ammari, Habib, M., (2014), *The Art of Wireless Sensor Networks*. *Signals and Communication Technology*, Springer, 1, Fundamentals.
3. Hussain, S., Schofield, N., Matin, A.W., (2006), *Design of a Web-based Application for Wireless Sensor Networks*. *The 17th International Workshop on Database and Expert Systems Applications*, 319-326.
4. Wei, X., Liu, J., Zhang, G., (2010), *Applications of web technology in wireless sensor network*. *The 3rd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology (ICCSIT)*, 227-230.
5. <http://www.zigbee.org/>

# WIRELESS SENSOR NETWORK SYSTEM SOLUTION STUDY FOR MONITORING SALINE INTRUSION USING ARDUINO

Nguyen Anh Tuan<sup>1</sup>, Nguyen Dinh Chinh<sup>2</sup>, Le Trung Thanh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Vietnam National University - International School

<sup>2</sup>Vietnam National University - University of Engineering and Technology

**Abstract:** *In the more than a decade of intensive research and development, wireless sensor network technology was a best solution to many innovative applications. In this paper, we suggest a wireless sensor network system using open-source hardware platform Arduino. The system is low cost and high ability of extension both in terms of the type of sensors and the number of sensor nodes, also the suite ability for applications related to environmental monitoring. In this research we present the overall architecture and design of software and hardware components of the salinity monitoring system in the coast areas.*

**Keywords:** *Arduino, environmental monitoring, wireless sensor network, salinity intrusion, zig-bee.*

# ĐÁNH GIÁ XU HƯỚNG THAY ĐỔI KHÍ HẬU Ở TỈNH ĐẮK NÔNG TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TOÀN CẦU VÀ ĐỀ XUẤT MÔ HÌNH TƯỚI TIẾT KIỆM THÔNG MINH CHO CANH TÁC CÂY CÀ PHÊ Ở GIA NGHĨA - ĐẮK NÔNG

Hồ Thị Thanh Vân<sup>1</sup>, Đinh Thị Nga<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục tiêu đánh giá xu hướng thay đổi khí hậu ở tỉnh Đắk Nông từ đó đề xuất mô hình tưới tiết kiệm thông minh cho canh tác cây cà phê. Để đạt được mục tiêu nghiên cứu, các thông số khí hậu về nhiệt độ, lượng mưa, số giờ nắng, lượng bốc hơi, độ ẩm trung bình được thu thập ở trạm khí tượng Đắk Nông trong khoảng thời gian từ năm 2007 đến 2018. Kết quả phân số liệu và xu hướng thay đổi cho thấy có sự thay đổi khí hậu ở khu vực nghiên cứu trong thời gian khảo sát: nhiệt độ có xu hướng tăng, lượng mưa thay đổi. Điều này ảnh hưởng đến đời sống và hoạt động sản xuất nông nghiệp ở địa phương. Từ đó, mô hình tưới tiết kiệm nước thông minh trên được đề xuất cơ sở thiết kế một hệ thống cảm biến độ ẩm (Soil Moisture Sensor) điều khiển từ xa, từ đó có thể để tính toán và xác định lượng nước tưới đúng thời điểm, chính xác có thể giúp tiết kiệm được lượng nước và có thể tăng năng suất cây trồng. Mô hình này góp phần giải quyết bài toán về tình trạng thiếu nước và thích ứng với biến đổi khí hậu hướng đến tăng trưởng xanh và phát triển bền vững nguồn tài nguyên nước.

**Từ Khóa:** Thay đổi khí hậu, Nhiệt độ, Lượng mưa, Số giờ nắng, Lượng bốc hơi, Độ ẩm trung bình, Mô hình tưới nước thông minh.

Ban Biên tập nhận bài: 12/9/2019 Ngày phản biện xong: 22/10/2019 Ngày đăng bài: 25/11/2019

## 1. Giới thiệu chung

Biến đổi khí hậu là một trong những thách thức lớn nhất đối với nhân loại. Biến đổi khí hậu tác động nghiêm trọng đến sản xuất, đời sống và môi trường trên phạm vi toàn thế giới. Nhiệt độ tăng, mực nước biển dâng gây ngập lụt, nhiễm mặn nguồn nước, ảnh hưởng đến nông nghiệp, gây rủi ro lớn đối với công nghiệp và các hệ thống kinh tế - xã hội trong tương lai. Vấn đề biến đổi khí hậu đã, đang và sẽ làm thay đổi toàn diện và sâu sắc quá trình phát triển và an ninh toàn cầu như năng lượng, nước, lương thực, xã hội, việc làm, ngoại giao, văn hóa, kinh tế, thương mại. Các nhà khoa học thuộc Ban liên chính phủ về Biến đổi khí hậu (IPCC) đã chỉ ra rằng, trong 100 năm qua nhiệt độ không khí bề mặt Trái đất đã tăng lên trung bình khoảng 0,6°C,

nước biển dâng 15cm. Theo dự đoán, trong thế kỷ 21 nhiệt độ sẽ tăng lên 0,74°C và nước biển dâng 59cm [1].

Tỉnh Đắk Nông nằm ở cửa ngõ phía Tây Nam của vùng Tây Nguyên, đoạn cuối dãy Trường Sơn; được xác định trong khoảng tọa độ địa lý: 11°45' đến 12°50' vĩ độ Bắc, 107°13' đến 108°10' kinh độ Đông. Phía Bắc và Đông Bắc giáp tỉnh Đắk Lắk, cách thành phố Buôn Ma Thuột (Đắk Lắk) 125km; phía Đông và Đông Nam giáp tỉnh Lâm Đồng, cách thành phố Đà Lạt (Lâm Đồng) 170km và thành phố Phan Thiết (Bình Thuận) 190km về phía Đông; phía Nam và Tây Nam giáp tỉnh Bình Phước, phía Tây giáp Vương quốc Campuchia [2]. Đắk Nông là khu vực chuyển tiếp giữa hai tiểu vùng khí hậu Tây Nguyên và Đông Nam Bộ, chế độ khí hậu mang

<sup>1</sup>Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Tp.HCM

Email: dtnga@hcmunre.edu.vn

đặc điểm chung của khí hậu nhiệt đới gió mùa cận xích đạo, nhưng có sự nâng lên của địa hình nên có đặc trưng của khí hậu cao nguyên nhiệt đới ẩm, vừa chịu ảnh hưởng của gió mùa Tây Nam khô nóng. Mỗi năm có 2 mùa rõ rệt: Mùa mưa từ tháng 4 đến hết tháng 11, tập trung trên 90% lượng mưa cả năm; mùa khô từ tháng 12 đến hết tháng 3 năm sau, lượng mưa không đáng kể. Nhiệt độ trung bình năm 22 - 23°C, nhiệt độ cao nhất 35°C, nhiệt độ thấp nhất 14°C. Tổng số giờ nắng trong năm trung bình 2000 - 2300 giờ. Lượng mưa trung bình năm 2.513mm. Độ ẩm không khí trung bình 84%. Tuy nhiên cũng như các vùng khác của Tây Nguyên, điều bất lợi cơ bản về khí hậu là sự mất cân đối về lượng mưa trong năm và sự biến động lớn về biên độ nhiệt ngày đêm và theo mùa, nên yếu tố quyết định đến sản xuất và sinh hoạt là việc cấp nước, giữ nước và việc bố trí mùa vụ cây trồng [2-4].

Hiện nay ở khu vực Đăk Nông - Tây Nguyên, nước ngầm là nguồn nước chủ yếu được người dân sử dụng trong việc tưới cây công nghiệp, chủ yếu là tưới cây cà phê. Ước tính cho thấy tỉ lệ lượng nước ngầm và nước từ sông hồ được sử dụng tưới cho cây cà phê tương ứng là 72,2% và 27,8%. Trung bình nhu cầu nước sử dụng tưới cây cà phê trong 5 tháng mùa khô là 2.626.229 m<sup>3</sup>/ngày. Điều này làm suy giảm đáng kể hàm lượng nước trong tầng chứa nước ở các khu vực canh tác và ảnh hưởng tới sự cân bằng nước dưới đất [4].

Trước tình hình đó, việc phân tích các diễn biến khí hậu ở khu vực Đăk Nông trong những năm gần đây và xây dựng mô hình tưới nước tiết kiệm cho cây cà phê là vấn đề cấp bách. Bài báo này nhằm phân tích xu hướng biến đổi của một số các thông số khí hậu đặc trưng ở Đăk Nông trong khoảng thời gian từ năm 2006 đến 2018 để từ đó đưa ra những nhận định về tác động của biến đổi khí hậu ở khu vực này, đồng thời xây dựng giải pháp tưới tiết kiệm nước cho cây cà phê góp phần thích ứng với biến đổi khí hậu.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

Số liệu khí tượng được thu thập ở Trạm Khí tượng Thủy văn Thị xã Gia Nghĩa (Đăk Nông) trong khoảng thời gian từ 2006 đến năm 2018

[5]. Từ các số liệu thu thập được, chúng tôi tiến hành thống kê và xử lý số liệu bằng excel về các thông số cụ thể như nhiệt độ, lượng mưa, tổng giờ nắng, lượng bốc hơi, độ ẩm trung bình để phân tích xu hướng thay đổi của các thông số khí hậu trong bối cảnh biến đổi khí hậu diễn ra trên phạm vi toàn cầu và tác động sâu sắc đến sản xuất đời sống của người dân trên thế giới nói chung và ở Việt Nam nói riêng.

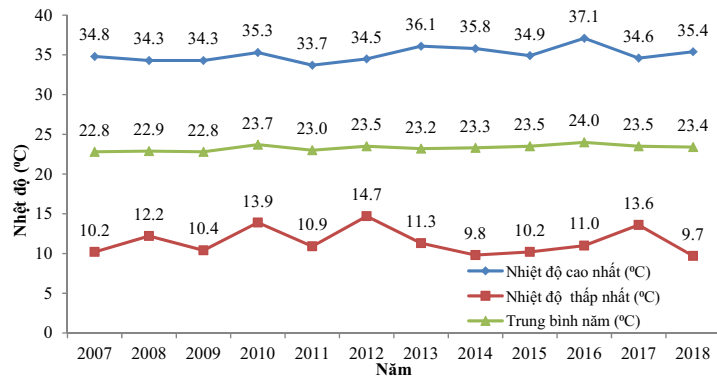
Trên cơ sở phân tích số liệu thứ cấp về số liệu khí tượng thủy văn, đất đai, địa lý và điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội vùng nghiên cứu kết hợp với tham vấn cơ quan, chuyên gia địa phương, đề xuất lựa chọn mô hình dựa theo tiêu chí kinh tế, xã hội, địa lý, nông nghiệp và đặc điểm của vùng nghiên cứu khô hạn. Các số liệu sơ cấp được thu thập qua bộ công cụ đánh giá nông thôn có sự tham gia phỏng vấn người am hiểu, thảo luận nhóm có trọng tâm và phỏng vấn hộ nông dân về các định hướng quy hoạch, sản xuất nông nghiệp, thuận lợi, khó khăn của các hệ thống canh tác truyền thống, vùng khan hiếm nước tưới, mô hình triển vọng, kỹ thuật cần cải tiến đồng thời tham vấn và quyết định chọn mô hình, hệ thống canh tác.

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1 Xu hướng thay đổi khí hậu ở Đăk Nông

#### 3.1.1 Về nhiệt độ

Hình 1 thể hiện số liệu nhiệt độ không khí trung bình trong tại trạm khí tượng Gia Nghĩa - Đăk Nông khoảng thời gian từ năm 2007 đến năm 2017. Mức nhiệt độ trung bình trong vòng 6 năm về sau (2013 - 2018) là 35,48°C còn trong 6 năm trước đó (2007 - 2012) là 34,48°C tăng 1,0°C. Trong khi đó nhiệt độ thấp nhất trung bình trong 5 năm về sau là 11,47 trong khi đó nhiệt độ thấp nhất trung bình 5 năm trước đó là 12,05°C giảm 0,5°C. Việc tăng nhiệt độ cao nhất nhưng lại giảm nhiệt độ cao nhất ở khu vực này trong khoảng thời gian nói trên có thể cho thấy được mức độ cực đoan hơn của thời tiết trong những năm gần đây của Đăk Nông. Điều này gây ảnh hưởng không nhỏ đến hoạt động canh tác cũng như nhu cầu nước tưới của cây cà phê.

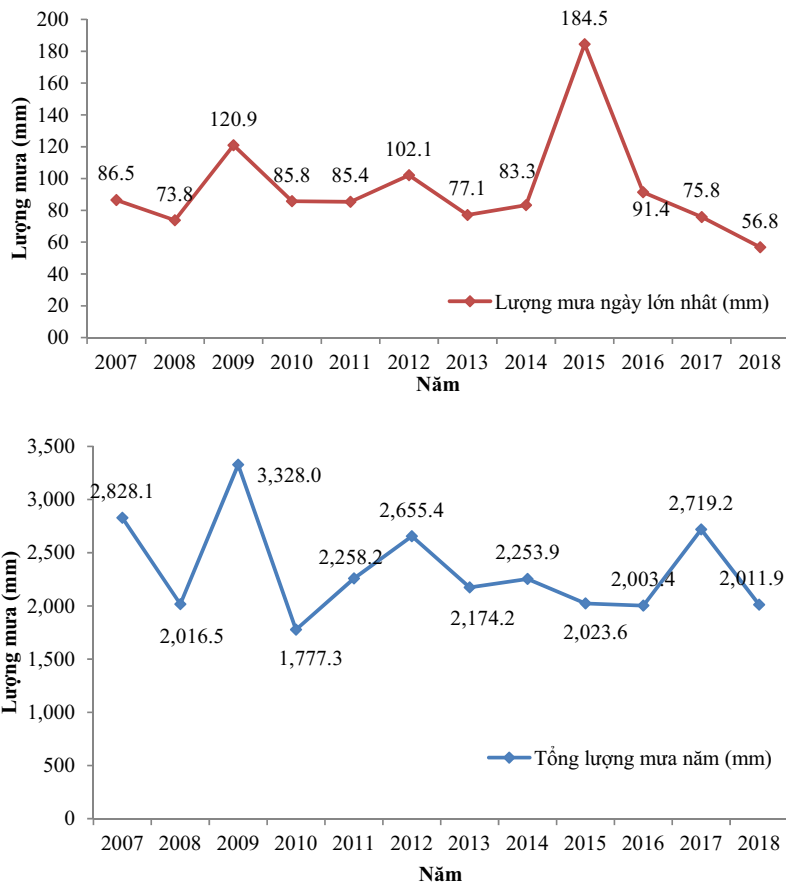


Hình 1. Nhiệt độ không khí trung bình hàng năm ở trạm khí tượng Gia Nghĩa - Đắk Nông (2007-2018)

3.1.2 Về lượng mưa

Kết quả lượng mưa ngày lớn nhất và lượng mưa hàng năm ở trạm khí tượng Đắk Nông trong khoảng thời gian 2007 - 2018 được thể hiện ở hình 2. Từ kết quả này chúng ta thấy rõ ràng trong những năm gần đây lượng mưa ngày lớn nhất có xu hướng biến động nhiều hơn so với những năm trước đó, đỉnh điểm là trong năm 2015 có đỉnh điểm lượng mưa ngày lớn nhất lên

đến 184,5mm, cao nhất trong vòng 10 năm 2007 - 2018. Trong khi đó tổng lượng mưa hàng năm từ năm 2011 đến nay so với những năm trước đó lại giảm đi đáng kể. Từ đó cho thấy lượng mưa ngày càng có xu hướng thay đổi nhiều ở khu vực này và tăng tính dị thường ở khu vực. Sự thay đổi lượng mưa dị thường này gây ảnh hưởng đến kế hoạch sản xuất và sản lượng cây trồng ở khu vực nghiên cứu.



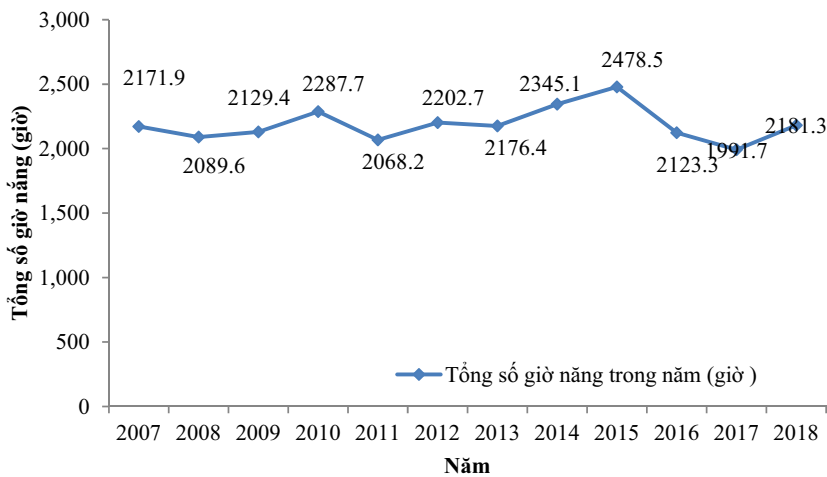
Hình 2. Tổng lượng mưa ở trạm khí tượng Gia Nghĩa (2007-2018):  
a) Tổng lượng mưa hàng năm; b) Lượng mưa ngày lớn nhất hàng năm



3.1.1 Tổng số giờ nắng

Kết quả tổng số giờ nắng trong năm và số giờ nắng lớn nhất trong năm được thể hiện ở hình 3. Từ kết quả này cho thấy trong những năm từ năm 2011 đến năm 2018 có tổng số giờ nắng tăng dần và cao hơn đáng kể so với tổng số giờ nắng trong năm trong khoảng thời gian từ năm 2007 đến năm 2011. Đặc biệt là năm 2015 có tổng số giờ nắng lên đến 2478,5 giờ, cao nhất trong vòng 12 năm từ 2007 - 2018. Kết quả này cho thấy xu hướng nắng nhiều và tăng nhiệt độ ở khu vực Đắc Nông trong những năm gần đây.

Tuy nhiên số giờ nắng lớn nhất trong ngày trong khoảng thời gian này tương đối đồng đều giữa các năm. Từ thực tế tổng số giờ nắng tăng rõ rệt trong những năm gần đây nhưng số giờ nắng lớn nhất trong ngày lại không có sự khác biệt nhiều điều này cho thấy rằng, trong những năm gần đây số ngày nắng trong năm nhiều hơn so với trước đây từ đây chứng tỏ có sự dịch chuyển mùa, mùa nắng kéo dài hơn so với mùa mưa. Đây cũng là xu hướng biến đổi chung của khí hậu toàn cầu được nêu ở trong các nghiên cứu về Biến đổi khí hậu.

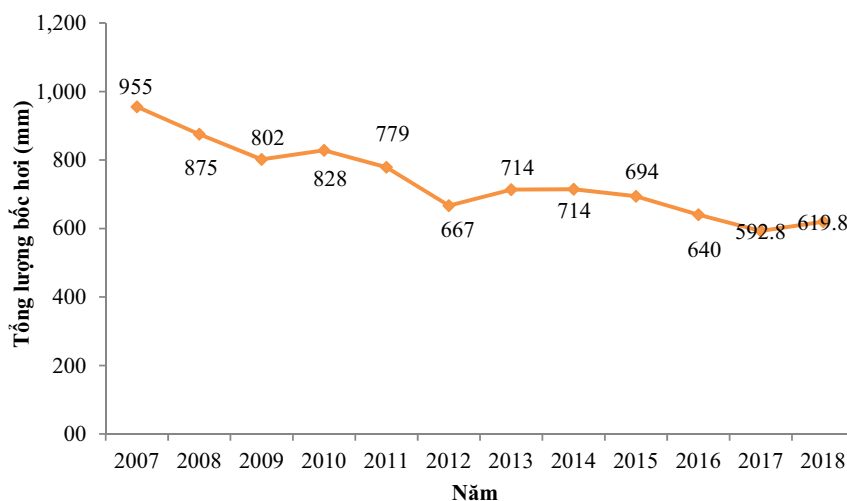


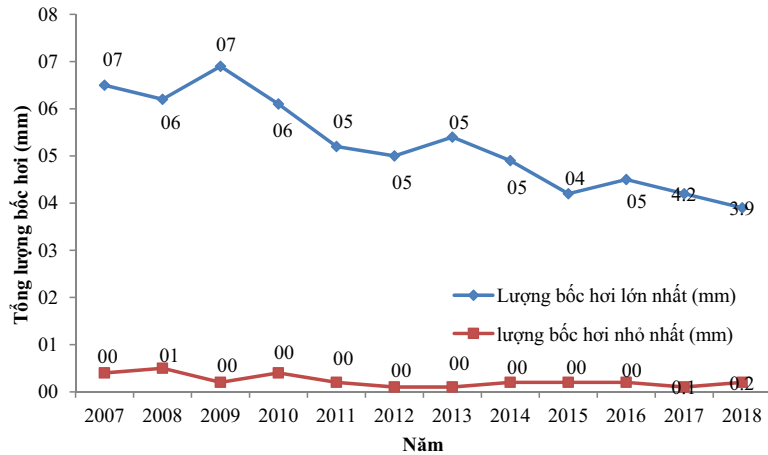
Hình 3. Tổng số giờ nắng trong năm ở trạm khí tượng Gia Nghĩa (2007 - 2018)

3.1.4 Lượng bốc hơi

Kết quả về lượng bốc hơi lớn nhất, nhỏ nhất và trung bình được thể hiện trong hình 4. Chúng ta dễ dàng thấy rằng lượng bốc hơi trung bình cao nhất có xu hướng giảm dần trong khoảng

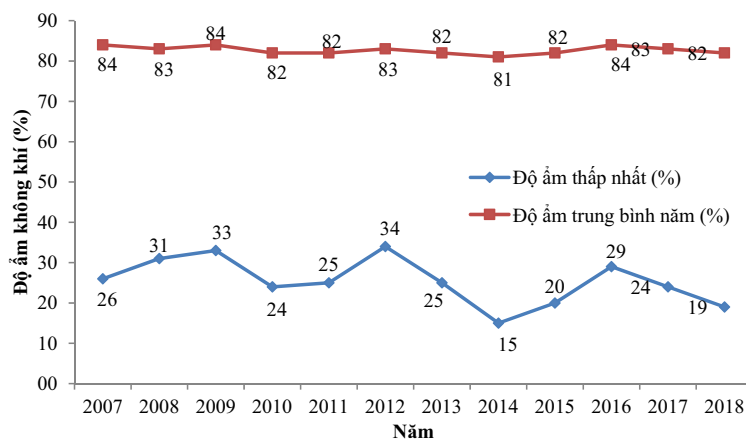
thời gian này nhưng lượng bốc hơi nhỏ nhất có xu hướng thay đổi không đáng kể giữa các năm từ đó kéo theo lượng bốc hơi trung bình hàng năm cũng có xu hướng giảm dần.





Hình 4. Tổng lượng bốc hơi hàng năm, bốc hơi lớn nhất và nhỏ nhất trong năm ở trạm khí tượng (2007 - 2018): a) Tổng lượng bốc hơi hàng năm; b) Tổng lượng bốc hơi lớn nhất và nhỏ nhất trong năm

### 3.1.5 Độ ẩm trung bình



Hình 5. Độ ẩm không khí trung bình năm ở trạm khí tượng Đắc Nông trong 10 năm (2007 - 2016)

Kết quả độ ẩm trung bình hàng năm và độ ẩm trong bình thấp nhất ở trạm khí tượng Đắc Nông trong 12 năm (2007 - 2018) được thể hiện trong hình 5. Từ kết quả này cho thấy rằng độ ẩm trung bình hàng năm tương đối đồng đều giữa các năm trong khoảng thời gian này. Tuy nhiên độ ẩm trung bình thấp nhất lại có xu hướng giảm trong khoảng thời gian từ năm 2013 đến năm 2018 so với những năm trước đó. Và cũng đồng thời với việc trong những năm này độ ẩm trung bình cao nhất có xu hướng tăng kết quả này thể hiện xu hướng thay đổi và tăng cường không đồng đều của độ ẩm trong những năm gần đây so với các năm trước đó.

### 3.2 Xây dựng mô hình tưới tiết kiệm nước

#### cho cây cà phê

Trong những năm gần đây, việc áp dụng công nghệ tưới tiết kiệm nước đặc biệt là công nghệ tiên tiến đã và đang được nghiên cứu và áp dụng rộng rãi. Việc xây dựng mô hình tưới tiết kiệm thích ứng với tình trạng khan hiếm nguồn nước dưới tác động của biến đổi khí hậu là một giải pháp rất cấp thiết. Dựa trên thực trạng xu hướng thay đổi khí hậu ở Gia Nghĩa - Đắc Nông trong điều kiện biến đổi khí hậu toàn cầu, đề xuất giải pháp xây dựng và thiết kế một hệ thống tưới tiết kiệm nước thông minh trên cơ sở thiết kế một hệ thống cảm biến độ ẩm (*Soil Moisture Sensor*) điều khiển từ xa, từ đó có thể để tính toán và xác định lượng nước tưới đúng thời điểm, chính xác

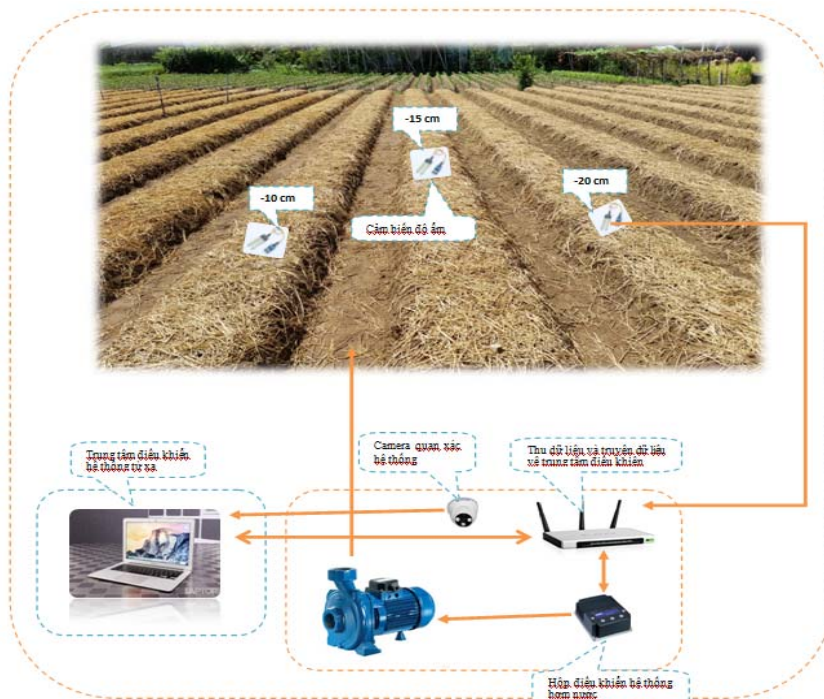
và cần để cung cấp cụ thể cho cây cà phê ở vùng hạn hán là sự cần thiết.

3.2.1 Cơ sở xây dựng phương pháp, mô hình tưới nước thông minh

Các cảm biến độ ẩm đất hoạt động bằng năng lượng mặt trời và được đặt dưới mặt đất ở độ sâu mà khoảng 80% rễ cây phân bố (Hình 6). Thông tin về ẩm độ của đất sẽ được đo đạc thông qua cảm biến đo độ ẩm đất, khi đạt độ ẩm tưới hoặc ngưng tưới, người sử dụng sẽ ra lệnh cho bộ điều khiển trung tâm thông qua gửi tin nhắn điện thoại (máy tính). Bộ điều khiển trung tâm nhận tín hiệu, phân tích và ra lệnh cho việc tắt/mở máy

bơm tưới nước. Khi tưới nước đến ngưỡng thích hợp (đã cây đạt sẵn), hệ thống sẽ tự động tắt [6 - 7].

Người sử dụng có thể dùng máy tính hoặc điện thoại thông minh có kết nối internet (hoặc qua tính nhắn điện thoại) để quan sát tình trạng cây trồng và điều khiển hệ thống tức thời thông qua hệ thống camera quan sát lắp đặt theo dõi hoạt động của hệ thống. Trong đó, phương pháp tưới cho cây cà phê được sử dụng là phương pháp tưới phun mưa kết hợp cảm biến độ ẩm [8].



Hình 6. Mô hình minh họa bố trí thử nghiệm hệ thống tưới nước tự động điều khiển từ xa

3.2.2 Xây dựng mô hình dự kiến cho cây cà phê ở Đắk Nông

Mô hình sẽ được bố trí thử nghiệm trên cây cà phê ở Đắk Nông với diện tích thử nghiệm là 1000m<sup>2</sup>. Mô hình lựa chọn thử nghiệm phương pháp tưới phun mưa kết hợp cảm biến độ ẩm đất. Hai mẫu đối chứng có cùng diện tích 1000m<sup>2</sup> được tưới theo phương pháp truyền thống - tưới đẫm gốc và tưới theo phương pháp phun mưa cục bộ nhưng không lắp đặt cảm biến độ ẩm. Cây cà phê trên các mẫu đều có cùng giống, cùng thời đoạn sinh trưởng, được áp dụng các kỹ thuật

canh tác khác như phân bón, chăm sóc, quản lý dịch hại như nhau.

Trên cơ sở đó, so sánh, tính toán năng suất cuối mùa vụ, lượng nước được tiết kiệm, chi phí đầu tư (nhân công, phân, thuốc, giống, vật tư...), một số chỉ tiêu về hiệu quả tài chính, môi trường khác của cả ba mẫu. Từ đó, chứng minh tính hiệu quả của phương pháp tưới.

Sự thành công của của nghiên cứu này không những giải quyết được bài toán về tình trạng thiếu nước nghiêm trọng như hiện nay mà còn góp phần rất lớn trong việc tiết kiệm năng lượng,

hạn chế thất thoát lượng phân bón cho cây trồng do quá trình rửa trôi khi tưới, hạn chế tối đa hiện tượng phú dưỡng hóa nguồn tiếp nhận, góp phần bảo vệ môi trường hướng đến tăng trưởng xanh và phát triển bền vững nguồn tài nguyên nước.

#### **4. Kết luận**

Thông qua việc phân tích số liệu về nhiệt độ, lượng mưa, số giờ nắng, ở trạm khí tượng Đắc Nông trong khoảng thời gian từ năm 2007 đến 2018, kết quả cho thấy xu hướng biến đổi khí hậu trong thời gian này như sau: trong khoảng thời gian (2013 - 2018) so với giai đoạn (2007-2012) nhiệt độ cao nhất trung bình tăng 1°C, nhiệt độ thấp nhất trung bình giảm 0,5°C; tổng lượng mưa, số giờ nắng và độ giữa các năm thay đổi không đáng kể nhưng tính dị thường tăng lên rõ rệt. Với các kết quả này ta chưa thể kết luận rằng có sự biến đổi khí hậu diễn ra trong khu vực khảo sát, tuy nhiên những sự thay đổi này đòi hỏi sống và hoạt động sản xuất nông nghiệp ở địa

phương. Đề xuất giải pháp xây dựng mô hình tưới tiết kiệm nước thông minh trên cơ sở thiết kế một hệ thống cảm biến độ ẩm (*Soil Moisture Sensor*) điều khiển từ xa, từ đó có thể để tính toán và xác định lượng nước tưới đúng thời điểm, chính xác có thể giúp tiết kiệm được lượng nước và có thể tăng năng suất cây trồng do tưới đúng thời điểm và đủ lượng nước trước thực trạng biến đổi khí hậu như hiện nay là một trong những giải pháp công nghệ hiệu quả có tiếp cận nền nông nghiệp 4.0. Sự thành công của nghiên cứu này không những giải quyết được bài toán về tình trạng thiếu nước nghiêm trọng như hiện nay mà còn góp phần rất lớn trong việc tiết kiệm năng lượng, hạn chế thất thoát lượng phân bón cho cây trồng do quá trình rửa trôi khi tưới, hạn chế tối đa hiện tượng phú dưỡng hóa nguồn tiếp nhận, góp phần bảo vệ môi trường hướng đến tăng trưởng xanh và phát triển bền vững nguồn tài nguyên nước.

**Lời cảm ơn:** Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn Chương trình khoa học và công nghệ ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và môi trường giai đoạn 2016 - 2020 đã hỗ trợ tài chính cho việc thu thập số liệu để hoàn thành bài báo này trong khuôn khổ đề tài “Nghiên cứu công nghệ tưới nước thông minh, tiết kiệm bằng hệ thống cảm biến độ ẩm (*Soil Moisture Sensor*) cho một số loại cây trồng ở vùng hạn hán Tây Nguyên và Duyên hải Nam Trung Bộ”, Mã số: BDKH.08/16-20.

#### **Tài liệu tham khảo**

1. Phạm Văn Cự (2008), *Cuốn sách những kiến thức cơ bản về Biến đổi khí hậu*. Trung tâm Quốc tế nghiên cứu Biến đổi khí hậu Toàn cầu.
2. Cổng thông tin điện tử tỉnh Đắc Nông (2018), *Điều kiện tự nhiên và xã hội tỉnh Đắc Nông*.
3. Ủy Ban nhân dân tỉnh Đắc Nông (2006), *Báo cáo tổng hợp: quy hoạch, kế hoạch sử dụng đất tỉnh Đắc Nông đến năm 2010 và định hướng đến năm 2020*.
4. Cơ quan hợp tác quốc tế Nhật Bản (Jica) (2018), *Khảo sát thu thập số liệu về quản lý tài nguyên nước tại khu vực Tây Nguyên*.
5. Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Tây Nguyên (2007 - 2018), *Số liệu khí tượng trạm Đắc Nông và Đăkmil từ năm 2007 đến 2018*.
6. Pardossi, A., Incrocci, L., Incrocci, G., Malorgio, F., Battista, P., Bacci, L., Rapi, B., Marzialetti, P., Hemming, J., Balendonck, J., (2009), *Review Root Zone Sensors for Irrigation Management in Intensive Agriculture*. *Sensors*, 9, 2809-2835.
7. Avatade, S.S., Dhanure, S.P., (2015), *Irrigation System Using a Wireless Sensor Network and GPRS*. *Ijarce*, 4 (5), 521-524.
8. Cancela, J.J., Fandiño, M., Rey, B.J., Martínez, E.M., (2015), *Automatic irrigation system based on dual crop coefficient, soil and plant water status for Vitis vinifera (cv Godello and cv Mencía)*. *Agricultural Water Management*, 151, 52-63.

# ANALYSIS THE TREND OF CLIMATE CHANGE IN DAKNONG PROVINCE IN THE SITUATION OF GLOBAL CLIMATE CHANGE AND PROPOSE THE SMART IRRIGATION MODEL FOR COFFEE TREES IN GIA NGHIA - DAKNONG

Ho Thi Thanh Van<sup>1</sup>, Dinh Thi Nga<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hochiminh City University of Natural Resources and Environment, Hochiminh city, Vietnam

**Abstract:** *This study aimed to investigate the the trend of climate change in Daknong province and propose the smart water-saving irrigation model for coffee trees in Gia Nghia - Daknong. In order to achieve the study purpose, the climate parameters such as temperature, precipitation, number of sunny hours, evaporation, average humidity were collected at Dak Nong meteorological station from 2007 to 2018. The results showed that there is a climate change in the study area during the survey period: temperature tends to increase, precipitation changes. This affects the life and agricultural activities of local residents. From there, a smart water-saving irrigation model is proposed by using a soil moisture, sensor remote control, so that it is possible to calculate and determine the suilable amount of irrigation water at the right time, therefore it can help to save water and increase crop yields. This model contributes to solving the problem of water shortage and climate change adaptation towards green growth and sustainable development of water resources.*

**Keywords:** *Climate change, Temperature, Precipitation, Number of sunny hours, Evaporation, Average humidity, Smart irrigation model.*

# XÁC ĐỊNH PHƯƠNG ÁN XÂY DỰNG HỆ THỐNG ĐO ĐẠC-BÁO CÁO-THẨM TRA CHO TÀI CHÍNH KHÍ HẬU TẠI VIỆT NAM

Phạm Thanh Long<sup>1</sup>, Huỳnh Thị Lan Hương<sup>1</sup>, Nguyễn Tú Anh<sup>1</sup>,  
Vương Xuân Hòa<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Liễu<sup>1</sup>, Đoàn Quang Trí<sup>2</sup>

**Tóm tắt:** Để đạt được mục tiêu đề ra trong đóng góp dự kiến do quốc gia tự quyết định, Việt Nam đang nỗ lực thu hút đầu tư từ cộng đồng quốc tế cũng như huy động các nguồn lực trong nước để đảm bảo cho việc thực hiện các hoạt động liên quan đến cam kết giảm nhẹ KNK sau năm 2020 của mình. Tuy nhiên, giám sát tài chính khí hậu vẫn là một thách thức với các quốc gia đang phát triển nói chung và Việt Nam nói riêng. Do vậy, Việt Nam cần có một hệ thống đo đạc, báo cáo và thẩm tra (MRV) công khai và minh bạch về tình hình và hiệu quả sử dụng các nguồn vốn hỗ trợ dành cho ứng phó với BĐKH. Từ đó xây dựng được lòng tin của các nhà tài trợ, nâng cao số lượng và hiệu quả của các dự án khí hậu và đạt được các mục tiêu đề ra. Vì thế, bài báo này được thực hiện để cung cấp cái nhìn tổng quan và đề xuất phương án thiết kế hệ thống MRV đối với tài chính khí hậu cho Việt Nam. Ngoài ra, kết quả của nghiên cứu cũng đóng góp một cơ sở quan trọng để xây dựng một hệ thống MRV toàn diện hỗ trợ cho Việt Nam bao gồm cả tài chính khí hậu, chuyển giao công nghệ và tăng cường năng lực trong tương lai.

**Từ khóa:** MRV, biến đổi khí hậu, công khai, minh bạch.

Ban Biên tập nhận bài: 12/07/2019 Ngày phản biện xong: 15/08/2019 Ngày đăng bài: 25/11/2019

## 1. Mở đầu

MRV đã được hình thành với mục tiêu tích hợp ba quy trình tuy độc lập nhưng lại có liên quan chặt chẽ với nhau là Đo đạc (*Monitoring - M*), Báo cáo (*Reporting - R*) và Thẩm tra (*Verification - V*) để thiết lập một căn cứ minh bạch và hiệu quả cho các hành động và hỗ trợ quá trình ra quyết định. Thuật ngữ MRV lần đầu tiên được đưa ra đối với chính sách giảm nhẹ BĐKH trong Kế hoạch hành động Bali (2007) yêu cầu các hành động giảm nhẹ phát thải KNK phù hợp với điều kiện quốc gia (NAMA) được hỗ trợ về công nghệ, tài chính và tăng cường năng lực cần phải đo lường được (*measurable*), báo cáo được (*reportable*) và thẩm tra được (*verifiable*). Các nỗ lực tiếp sau đó là để xác định cái gì cần được đo đạc, báo cáo, thẩm tra, bằng cách nào, bởi ai và để làm gì [9]. Gần đây nhất là Thỏa thuận Paris

về BĐKH năm 2015 yêu cầu các bên tham gia phải xây dựng và thực hiện các đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC) đảm bảo tính minh bạch, chính xác, đầy đủ, so sánh được, nhất quán và không tính trùng lặp. MRV là một công cụ hiệu quả để thực hiện điều này [4]. Kể từ khi các Thỏa thuận Cancun được thông qua tại COP16 (năm 2010), MRV được xác định rõ là sẽ được áp dụng cho cả các hành động giảm nhẹ của quốc gia và các hành động giảm nhẹ được hỗ trợ. Tuy nhiên, cách MRV được vận hành vẫn còn nhiều tranh luận giữa các quốc gia phát triển và đang phát triển, đặc biệt là vấn đề MRV đối với các hỗ trợ về tài chính, công nghệ và tăng cường năng lực [5].

Việt Nam là một trong những quốc gia tích cực tham gia vào các hoạt động ứng phó với BĐKH. Gần đây, Chính phủ Việt Nam đã ban hành Quyết định số 2053/QĐ-TTg về Kế hoạch thực hiện Thỏa thuận Paris về BĐKH (Thủ tướng Chính phủ, 2016). Một trong những nhiệm

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

Email: phamthanhlolong559@gmail.com

vụ quan trọng được đề cập trong Quyết định này là thiết lập hệ thống đo đạc, báo cáo và thẩm tra (MRV) cấp quốc gia cho các hoạt động giảm nhẹ phát thải KNK, thích ứng với BĐKH và huy động nguồn lực. Ngoài ra, trong Thông báo Quốc gia lần thứ ba của Việt Nam cũng chỉ ra một số khó khăn hiện tại đối với việc xây dựng các báo cáo cho Công ước khung Liên hợp quốc về Biến đổi khí hậu (UNFCCC) trong đó có đề cập về việc chưa chính thức hình thành hệ thống MRV ở các cấp, các ngành nên khó khăn cho việc thực hiện và thiếu cơ chế phối hợp hoạt động trong triển khai thực hiện giảm phát thải KNK [7].

Bên cạnh đó, Việt Nam đã xác định các nhu cầu tài chính để thực hiện các mục tiêu giảm nhẹ KNK mà Chính phủ đã cam kết trong Đóng góp dự kiến do quốc gia tự quyết định (iNDC) cho giai đoạn 2021-2030 [3]. Theo đó, tổng nhu cầu tài chính trong nước để thực hiện cam kết tự nguyện giảm 8% lượng phát thải KNK (so với kịch bản phát triển thông thường (BAU)) vào năm 2030 là khoảng 3,2 tỷ USD. Để đạt được mục tiêu giảm 25% lượng phát thải KNK (so với BAU) vào năm 2030, cần thêm 17,9 tỷ USD từ hỗ trợ quốc tế. Hiện tại, Việt Nam đang rà soát, cập nhật NDC và dự kiến sẽ hoàn thành vào đầu năm 2020, với nhu cầu tài chính bổ sung kết hợp với các hoạt động tăng trưởng xanh. Nguồn tài chính sẽ được huy động từ tất cả các thành phần kinh tế cũng như tối đa hóa hỗ trợ quốc tế, bao gồm hỗ trợ song phương và đa phương, để thực hiện hiệu quả các mục tiêu giảm nhẹ KNK. Tiếp đó, Chính phủ Việt Nam đã ban hành Nghị quyết số 74/NQ-CP ngày 26 tháng 8 năm 2016 về việc phê duyệt định hướng đầu tư của các chương trình mục tiêu trong giai đoạn 2016-2020, bao gồm cả Chương trình mục tiêu ứng phó với biến đổi khí hậu và tăng trưởng xanh trong giai đoạn 2016-2020. Nghị quyết đã khẳng định trong những năm tới, Việt Nam sẽ tích cực thực hiện cam kết với cộng đồng quốc tế về bảo vệ khí hậu toàn cầu, đẩy mạnh và thu hút đầu tư từ cộng đồng quốc tế để giảm lượng phát thải KNK hướng đến các hoạt động triển khai đang diễn ra

liên quan đến cam kết giảm nhẹ KNK sau năm 2020, phù hợp với NDC. Nhu cầu tài chính cho việc thực hiện Chương trình mục tiêu ứng phó với BĐKH và tăng trưởng xanh trong giai đoạn 2016-2020 được tóm tắt trong Bảng 1.

*Bảng 1. Nhu cầu tài chính thực hiện Chương trình mục tiêu Quốc gia về BĐKH và Tăng trưởng xanh [6]*

Tổng kinh phí (tỷ VND)	Hợp phần BĐKH (tỷ VND)	Hợp phần Tăng trưởng xanh (tỷ VND)	Ngân sách trung ương (tỷ VND)	ODA (tỷ VND)
15,866	11,300	4,566	866	15,000

Tuy nhiên, Bộ Kế hoạch và Đầu tư (Bộ KH&ĐT) cũng chỉ ra một số thách thức khác nhau để giám sát tài chính khí hậu bao gồm: (1) các định nghĩa không nhất quán về tài chính khí hậu và các tiêu chí ứng dụng; (2) phân loại và chỉ số không nhất quán để xác định dữ liệu tài chính (ví dụ: mã ngành và mã hoạt động); (3) những thách thức để đạt được một phạm vi bảo hiểm toàn diện của các công cụ tài chính; (4) hạn chế về dữ liệu tài chính tư; và sự sắp xếp thể chế không đầy đủ, bao gồm thiếu vai trò và trách nhiệm rõ ràng, sự phối hợp giữa các tổ chức kém và thiếu các quy trình và công cụ kỹ thuật [1]. Vì vậy, Việt Nam cần có một hệ thống báo cáo và đánh giá về tình hình và hiệu quả sử dụng vốn và các hỗ trợ khác dành cho ứng phó với BĐKH nhằm đạt được các mục tiêu đề ra.

Vì vậy, bài báo này được thực hiện để cung cấp cái nhìn tổng quan và đề xuất phương án thiết kế hệ thống MRV đối với tài chính khí hậu cho Việt Nam. Ngoài ra, kết quả của nghiên cứu cũng đóng góp một cơ sở quan trọng để xây dựng một hệ thống MRV toàn diện hỗ trợ cho Việt Nam bao gồm cả tài chính khí hậu, chuyển giao công nghệ và tăng cường năng lực trong tương lai.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này được thực hiện dựa trên phương pháp tổng hợp và phân tích các tài liệu liên quan đến yêu cầu xây dựng và đảm bảo thành công cho một hệ thống MRV đối với tài

chính khí hậu. Từ đó, dựa trên tình hình thực tế, nghiên cứu xác định và đề xuất mô hình MRV thích hợp cho Việt Nam.

**2.1. Khái niệm chung và các khó khăn tồn tại của MRV đối với tài chính khí**

MRV đối với tài chính khí hậu (sau đây gọi tắt là MRV tài chính) là một hệ thống MRV được đưa ra để đo đạc, báo cáo và thẩm tra các dòng tài chính và những tác động của hỗ trợ đã được cung cấp [8]. Vì vậy, một khuôn khổ MRV đối với tài chính khí hậu dài hạn sẽ giúp theo dõi được đóng góp dự kiến và việc thực hiện các đóng góp đó, giúp xây dựng lòng tin giữa các quốc gia phát triển và các quốc gia đang phát triển thông qua nâng cao tính minh bạch và cải thiện quá trình báo cáo tài chính. Bên cạnh đó, hệ thống này còn cung cấp bức tranh toàn cảnh về các dòng tài chính, xu thế, nguồn và mục đích của hỗ trợ quốc tế và trong nước cho khí hậu và từ đó nâng cao được hiệu quả hợp tác quốc tế và khuyến khích đầu tư tư nhân.

Đến nay, Kế hoạch Hành động Bali, Hiệp ước Copenhagen và Thỏa thuận Cancun đã đưa ra một số yêu cầu cơ bản đối với hệ thống MRV hỗ trợ nói chung và hệ thống MRV tài chính nói riêng. Tuy nhiên, các cơ chế và quy định hiện hành vẫn chưa xác định rõ: (1) Cái gì phải được Đo đạc: dòng tài chính và mức độ chuyển giao công nghệ mà có thể được tính vào những biện pháp can thiệp liên quan đến các hành động giảm nhẹ; (2) Cái gì phải được Báo cáo: loại hình tài chính, mục đích của các loại hình đó, phân bổ theo lĩnh vực và vùng địa lý, đóng góp của khối tư nhân và phân bổ; và (3) Cái gì phải được Thẩm tra: quy mô hỗ trợ giữa các nhà tài trợ và các nước nhận tài trợ, hiệu lực của hỗ trợ và những tác động chi phí-lợi ích.

**2.2. Các yếu tố thành công của MRV tài chính**

MRV tài chính được kỳ vọng về lâu dài sẽ trở thành một hệ thống chung cho các quốc gia tài trợ và các quốc gia nhận tài trợ. Theo đó, ngoài việc sử dụng MRV tài chính giành riêng cho các báo cáo quốc gia về BĐKH cho UNFCCC như các yêu cầu trong khung MRV, các nước đang

phát triển cũng sử dụng loại hình MRV này để báo cáo cho các nhà tài trợ như các tổ chức tài chính đa phương (ví dụ: Ngân hàng Thế giới), các cơ quan hợp tác phát triển song phương hoặc các tổ chức tài chính công và tư nhân quốc gia. Vì các yêu cầu đối với kiểm tra và báo cáo có thể thay đổi từ nhà tài trợ sang nhà tài trợ, một hệ thống MRV tài chính xuyên suốt và có tính linh động cao là cần thiết. Để đảm bảo cho một hệ thống MRV tài chính thành công các yếu tố sau cần được xem xét [8]:

- Phạm vi minh bạch (cam kết, lượng vốn phân bổ/huy động, các hành động đã được hỗ trợ, cấp vốn trong nước, tác động) phải được xác định bằng cách áp dụng các phương án thiết kế để vận hành MRV hỗ trợ;
- Tính hoàn chỉnh của các lĩnh vực và các loại thông tin;
- Tính nhất quán với các khung thời gian báo cáo hiện tại và tương lai trong khuôn khổ UNFCCC;
- Khả năng thu thập được của số liệu cho MRV;
- Khả năng so sánh được để điều phối và điều chỉnh các loại số liệu khác nhau, để so sánh và tổng hợp (và tránh tính 2 lần);
- Tính chính xác của thông tin thu thập được về hỗ trợ (đã được nhận);
- Khả năng dự báo được các hỗ trợ tài chính là đối tượng của MRV.

**2.3. Các bước cơ bản cho MRV hỗ trợ**

Như đã đề cập ở phần mở đầu, hiện nay mô hình sắp xếp thể chế cho MRV tài chính vẫn đang được hoàn thiện và dựa trên 3 trụ cột chính bao gồm: Kế hoạch Hành động Bali; Hiệp ước Copenhagen và Thỏa thuận Cancun. Về cơ bản một hệ thống MRV hỗ trợ sẽ bao gồm các bước chính như: (1) Bắt đầu, (2) Đo đạc, (3) Báo cáo, (4) Thẩm tra, (5) Liên tục cải thiện (Hình 1). Theo đó, cũng giống như các hệ thống MRV khác (MRV phát thải KNK, MRV giảm nhẹ KNK và MRV thích ứng) MRV tài chính bao gồm năm bước chính sau [8]:

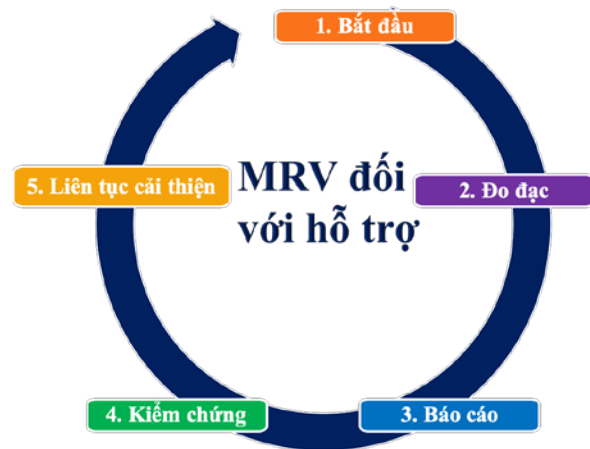
- Bước 1: Bắt đầu
- Xác định mục tiêu dự định và lý giải sự cần



thiết của hệ thống MRV tài chính như là một khuôn khổ MRV đối với tài chính khí hậu dài hạn;

- Phản ánh đóng góp dự kiến và các hành động (tùy thuộc và hỗ trợ đã nhận) trong thiết kế hệ thống MRV tài chính;

- Cân nhắc đến tài chính quốc tế khi thiết kế MRV tài chính và điều chỉnh tương ứng theo định hướng phát triển của các đàm phán quốc tế.



Hình 1. Các thành phần của hệ thống MRV hỗ trợ [8]

• Bước 2: Đo đạc: Nội dung đang được đàm phán trong khuôn khổ UNFCCC liên quan đến xác định MRV tài chính là hệ thống này cần bao trùm những gì, ví dụ:

- Dòng tài chính: từ tổ chức nào đến tổ chức nào, lượng tài chính, loại công cụ tài chính, khối tư nhân/khối chính phủ, mới/bổ sung;

- Loại hình hỗ trợ tài chính;

- Các hành động được hỗ trợ, mức độ tác động (ngành, vùng, v.v.);

- Tác động của các hành động được hỗ trợ - các chỉ số định lượng/định tính.

Điểm được nhấn mạnh ở bước này là sự chuyên môn hoá của các cơ quan chính phủ liên quan và sự tham gia của lĩnh vực tư nhân.

• Bước 3: Báo cáo: Các báo cáo về tài chính khí hậu bao gồm các thông tin về:

- Loại hình tài chính (viện trợ không hoàn lại, vay ưu đãi, cổ phần, bảo lãnh, v.v.);

- Mục đích của hỗ trợ (Phân loại: giảm nhẹ/thích ứng);

- Phân bổ hỗ trợ giữa các ngành/các hoạt

động, hay theo vùng địa lý;

- Cân đối với tài chính tư nhân;

- Tác động mong muốn/đã đạt;

- So sánh lượng hỗ trợ đã cam kết với lượng hỗ trợ đã giải ngân.

• Bước 4: Thẩm tra: Tiến trình thẩm tra đang được đàm phán trong khuôn khổ UNFCCC với những nội dung cơ bản sau:

- Quy mô hỗ trợ (so sánh số liệu từ bên hỗ trợ và bên nhận hỗ trợ);

- Hiệu quả của hỗ trợ (lượng giảm phát thải thực tế và/hoặc kết quả thực hiện các ưu tiên của các quốc gia đang phát triển);

- Tác động chi phí-lợi ích (ví dụ: đối với thích ứng, tăng trưởng xanh).

Thẩm tra tài chính được hiểu một cách đơn giản là sự so sánh các số liệu từ bên hỗ trợ và bên nhận hỗ trợ. Quy tắc cốt lõi của Thẩm tra tài chính (bao gồm cả đảm bảo chất lượng và quản lý chất lượng) là phải được thực hiện bởi các chuyên gia tài chính độc lập, không liên quan đến chính trị. Hiện tại, chưa có hướng dẫn về Thẩm tra tài chính khí hậu.

• Bước 5: Liên tục cải thiện: Liên tục kiểm tra và đánh giá những thế mạnh, những cơ hội, những điểm yếu và những rào cản của hệ thống hệ tại (Phân tích SWOT) cần được chú trọng thực hiện để xác định và đưa ra phương án cải thiện. Do vậy, cần giải quyết những thách thức sau:

- Rất nhiều kênh tài chính khí hậu và khả năng quan sát chúng;

- Phân biệt các kênh của các dòng tài chính;

- Năng lực không đồng nhất và các cơ chế quản lý.

Kết quả từ MRV tài chính cần được đưa ra trong bản đánh giá lại đối với các cam kết.

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Phân tích thể chế MRV hỗ trợ và vai trò/trách nhiệm của các bên liên quan

##### 3.1.1 Cơ sở của MRV hỗ trợ

Phương án thiết kế thể chế và quy trình của MRV tài chính được xác định tùy thuộc vào mức độ minh bạch được kỳ vọng. Theo đó, các phương án thiết kế được xác định như sau [5]:

- Xây dựng lòng tin giữa các quốc gia phát triển và các quốc gia đang phát triển thông qua nâng cao tính minh bạch và tính giải trình: phương án thiết kế 1;

- Đưa ra một cái nhìn tổng quan rõ ràng hơn về các dòng tài chính, xu thế, nguồn và các mục đích của hỗ trợ khí hậu quốc tế và trong nước: phương án thiết kế 2;

- Theo dõi các đóng góp dự kiến và việc thực hiện những đóng góp đó: phương án thiết kế 3;

- Xác định các thực hành tốt và cải thiện tính hiệu quả của hành động quốc tế và tạo động lực cho đầu tư từ khu vực tư nhân: phương án thiết kế 4.

### *3.1.2 Mô tả các phương án thiết kế thể chế và vai trò/trách nhiệm của các bên liên quan*

Các phương án thiết kế được xác định và tổng kết trong hình 2 [5]:

- Phương án thiết kế 1: Xác định phạm vi minh bạch dự kiến sẽ đạt được thông qua quy trình MRV là cam kết hỗ trợ quốc tế được thực hiện bởi các quốc gia phát triển, cũng như thực tế hỗ trợ được huy động và/hoặc phân bổ, sau đó và so sánh hai bên. Trọng tâm hiện tại của các cuộc đàm phán và cũng là lĩnh vực trọng tâm của các nghiên cứu trước đây phù hợp với phương án thiết kế này. Tùy chọn thiết kế này có thể được chia nhỏ thành cam kết hỗ trợ tổng hợp được thực hiện bởi các quốc gia phát triển (tức là hỗ trợ dài hạn) và cam kết hỗ trợ được thực hiện riêng bởi một quốc gia phát triển theo cam kết tài chính tập thể. Khi quy trình MRV so sánh cam kết hỗ trợ và lượng tài chính được phân bổ/huy động, các nhà tài trợ, các nước phát triển, đóng vai trò là đơn vị báo cáo;

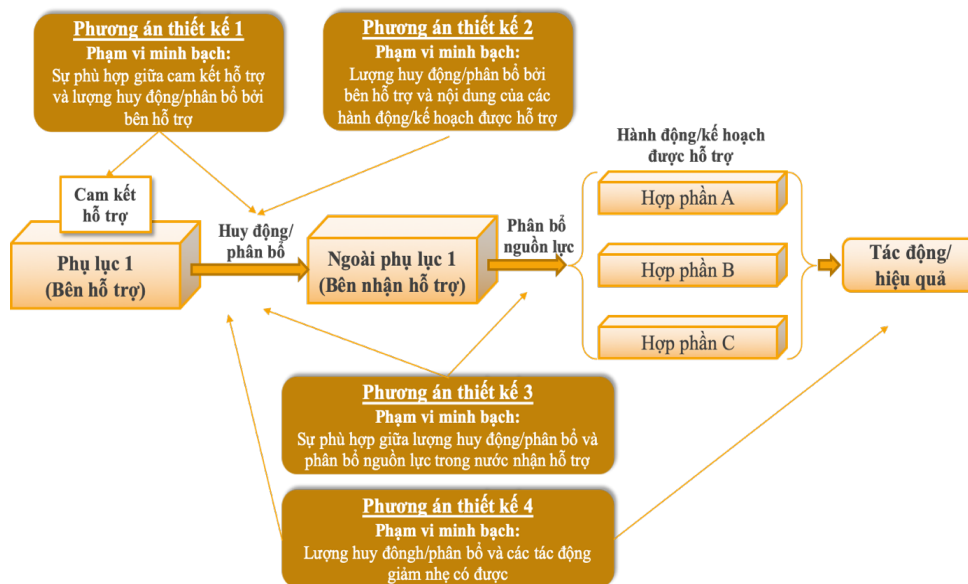
- Phương án thiết kế 2: Đặt phạm vi minh bạch vượt ra ngoài khía cạnh cam kết của hỗ trợ và nhằm bảo đảm tính minh bạch đối với nội dung của các hoạt động được hỗ trợ ở cấp hoạt động riêng lẻ, bao gồm các chi tiết về kênh hỗ trợ, lĩnh vực mục tiêu, loại hoạt động và khối lượng tài nguyên cung cấp cho từng hoạt động được hỗ trợ. Tương tự như Phương án thiết kế 1, các quốc gia phát triển cũng đóng vai trò là thực

thể báo cáo của quy trình MRV này.

- Phương án thiết kế 3: nhằm mục đích thiết lập phạm vi minh bạch đối với lượng tài nguyên tài chính được phân bổ/huy động và phân bổ nguồn lực nhận được trong nước ở các quốc gia nhận để khám phá sự gắn kết giữa hai bên. Ở một mức độ nhất định, tùy chọn thiết kế này cho phép nhìn rộng hơn về quy trình MRV được Mỹ nêu rõ trong các tài liệu MISC. Không giống như tùy chọn thiết kế 1 và 2, các thực thể báo cáo của tùy chọn thiết kế này bao gồm cả các quốc gia phát triển và đang phát triển.

- Phương án thiết kế 4: Nhằm đảm bảo tính minh bạch đối với số lượng hỗ trợ thực tế được phân bổ và/hoặc huy động bởi các nước phát triển và các tác động giảm thiểu được tạo ra từ các hành động được hỗ trợ, từ đó nắm bắt được sự minh bạch về đầu vào và đầu ra của hỗ trợ quốc tế. Tùy chọn thiết kế này cũng hợp nhất các yếu tố hiện đang được thảo luận riêng biệt như thành phần giảm thiểu và tài chính theo đàm phán UNFCCC và cả các nước phát triển và đang phát triển đóng vai trò là đơn vị báo cáo của thiết kế này’.

Các nội dung chi tiết và đánh giá cụ thể từng phương án thiết kế trên có thể tìm thấy trong báo cáo của IGES về “Vận hành MRV hỗ trợ” [5]. Về cơ bản, mỗi tùy chọn thiết kế cho MRV tài chính đều cho thấy cả ưu điểm và nhược điểm về khía cạnh vận hành. Liên quan đến nội dung của từng phương án thiết kế, có thể thấy phạm vi minh bạch tăng dần đồng nghĩa với yêu cầu về lượng thông tin cung cấp và độ phức tạp của thể chế để đảm bảo vận hành của các phương án tăng dần từ phương án 1 đến phương án 4. Bên cạnh đó, nghĩa vụ kiểm tra và báo cáo của bên nhận hỗ trợ tăng dần từ phương án 1 đến 4. Đồng thời, cần nhấn mạnh là mọi lựa chọn phương án thiết kế MRV tài chính đều phụ thuộc vào mức độ chi tiết và khối lượng thông tin hỗ trợ cần thiết để đảm bảo tính minh bạch. Do đó, đơn giản hoá về thủ tục và giảm chi phí vận hành của quy trình MRV là những yếu tố quan trọng để đảm bảo sự tính khả thi của một hệ thống MRV tài chính.



Hình 2. Các phương án thiết kế tiềm năng cho MRV tài chính [3]

### 3.2. Đề xuất mô hình MRV hỗ trợ cho Việt Nam

Như đã đề cập ở mục 3, hiện nay chưa có lựa chọn chính thức về phương án thiết kế MRV tài chính cả ở cấp quốc tế và quốc gia. Tuy nhiên, để chuẩn bị sẵn sàng cho vận hành hệ thống MRV tài chính trong tương lai, Việt Nam cần có một hệ thống MRV tài chính quốc gia đủ mạnh để đảm bảo cho các thông tin về nhu cầu cũng như phân phối các nguồn tài chính khí hậu cả trong nước và quốc tế chính xác và đáng tin cậy. Hình 3 thể hiện mô hình MRV quốc gia tiềm năng cho Việt Nam bao gồm MRV tài chính, MRV giảm nhẹ và MRV thích ứng và hỗ trợ tài chính. Mô hình này được xây dựng dựa trên những quy định và hệ thống MRV hiện tại, theo đó các cơ quan liên quan đến hệ thống MRV tài chính như sau (Bộ KH&ĐT, 2015; Bộ TN&MT, Bộ TC, & Bộ KH&ĐT, 2013):

*Đầu mối MRV hỗ trợ cấp quốc gia là Bộ Kế hoạch và Đầu tư:*

- Bộ KH&ĐT chịu trách nhiệm xây dựng hướng dẫn chiến lược cho chi tiêu ứng phó với biến đổi khí hậu và lồng ghép các chính sách BDKH trong kế hoạch phát triển kinh tế xã hội;
- Tổng hợp trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt danh mục các dự án liên quan đến BDKH theo đề xuất của Bộ Tài nguyên và Môi trường (Bộ TN&MT);
- Chủ trì, phối hợp với Bộ Tài chính, Bộ TN&MT phân bổ và thông báo tổng mức, cơ cấu

vốn cho từng dự án liên quan đến BDKH cho các Bộ, ngành, địa phương (bao gồm cả dự án mở mới và dự án chuyển tiếp theo phân kỳ dự toán);

- Bộ KH&ĐT ban hành Hướng dẫn phân loại chi tiêu cho ứng phó với BDKH, yêu cầu tất cả các dự án liên quan tới BDKH phải được phân loại, xác định được mục tiêu, các chỉ tiêu và các mốc thực hiện;

- Bộ KH&ĐT chỉ đạo lập dự toán cho ứng phó BDKH của tất cả các dự án liên quan tới biến đổi khí hậu tại các đơn vị/tổ chức thực hiện thí điểm;

- Chuẩn bị Dự thảo biên bản ghi nhớ thí điểm về Ngân sách dành cho BDKH phục vụ Báo cáo dự toán ngân sách hàng năm (ABSR);

- Bộ KH&ĐT và Bộ TN&MT tăng cường công tác giám sát trong suốt quá trình thực hiện dự án;

- Chuẩn bị Báo cáo Ngân sách khí hậu.

*Bộ Tài chính:*

- Phối hợp với Bộ KH&ĐT tổng hợp trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt danh mục các dự án liên quan đến BDKH theo đề xuất của Bộ TN&MT;

- Chủ trì, phối hợp với Bộ KH&ĐT, Bộ TN&MT - cơ quan thường trực của Ủy ban quốc gia về BDKH để xác định tổng mức vốn do Nhà tài trợ cam kết đã hòa vào ngân sách nhà nước để bố trí cho các dự án về trong dự toán ngân sách nhà nước hàng năm, trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt;

- Phối hợp với Bộ TN&MT kiểm tra tình hình thực hiện các dự án về BĐKH;

- Bộ Tài chính phối hợp các Bộ liên quan và chỉ đạo Sở tài chính tham gia chuẩn bị báo cáo tổng chi cho các dự án liên quan đến BĐKH.

*Bộ Tài nguyên và Môi trường:*

- Trên cơ sở đề nghị của các Bộ, ngành, địa phương, rà soát kết quả thực hiện các dự án liên quan đến BĐKH và năm thực hiện, phối hợp với các Bộ KH&ĐT và Bộ Tài chính tổng hợp nhu cầu kinh phí thực hiện các dự án năm kế hoạch, trình cấp có thẩm quyền xem xét quyết định;

- Chủ trì, phối hợp với các cơ quan liên quan cung cấp cho các nhà tài trợ kế hoạch ngân sách năm cho BĐKH và kế hoạch phân bổ vốn chi tiết theo từng dự án;

- Chủ trì, phối hợp với Bộ KH&ĐT, Bộ Tài chính và các Bộ, ngành liên quan kiểm tra, đánh giá tình hình thực hiện các dự án liên quan đến BĐKH, báo cáo Thủ tướng Chính phủ, Ủy ban quốc gia về BĐKH và thông báo cho các nhà tài trợ theo hiệp định đã ký (nếu có);

- Định kỳ 6 tháng, hàng năm tổng hợp báo cáo tình hình thực hiện các dự án BĐKH gửi Thủ tướng Chính phủ, Ủy ban Quốc gia về BĐKH, Bộ KH&ĐT, Bộ Tài chính. Báo cáo 6 tháng gửi trước ngày 15 tháng 8, báo cáo năm gửi trước ngày 30 tháng 4 năm sau;

- Chủ trì, phối hợp với Bộ KH&ĐT, Bộ Tài chính tổng hợp kết quả thực hiện dự án liên quan

đến BĐKH để báo cáo Thủ tướng Chính phủ, Ủy ban quốc gia về BĐKH và thông báo cho các nhà tài trợ theo hiệp định đã ký (nếu có).

*Các Bộ, ngành và địa phương:*

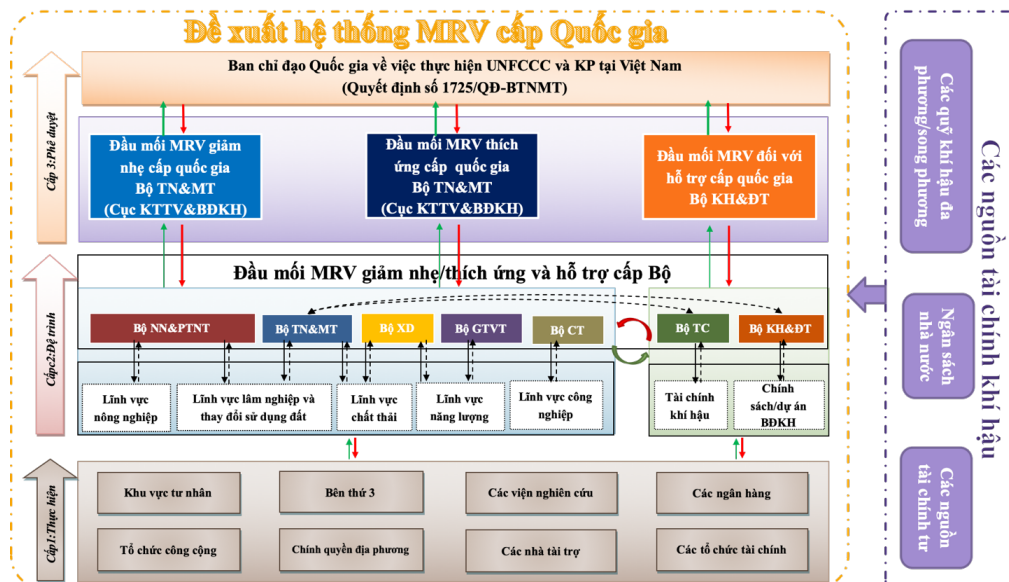
- Chịu trách nhiệm tổ chức thẩm định và phê duyệt dự án trong danh mục dự án được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt đảm bảo phân kỳ dự án phù hợp với nguồn vốn thực hiện dự án được xác định hàng năm;

- Chỉ đạo chủ đầu tư và các đơn vị liên quan thực hiện các dự án được giao đúng mục đích, hiệu quả theo các quy định hiện hành;

- Đối với địa phương phải đảm bảo vốn đối ứng cần thiết từ ngân sách địa phương và các nguồn vốn huy động khác để thực hiện các nhiệm vụ chi được quy định;

- Thực hiện lồng ghép với các chương trình, dự án khác để thực hiện các dự án liên quan đến BĐKH có hiệu quả. Bố trí đủ phần vốn địa phương cho các dự án theo tiến độ đã cam kết khi trình Thủ tướng Chính phủ phê duyệt danh mục các dự án được đầu tư từ nguồn vốn giành cho BĐKH.

- Thực hiện công tác báo cáo theo quy định hiện hành về báo cáo dự án đầu tư, đồng thời báo cáo định kỳ 6 tháng, hàng năm theo hướng dẫn của Bộ TN&MT. Báo cáo 6 tháng gửi Bộ TN&MT trước ngày 15 tháng 7, báo cáo năm gửi trước ngày 15 tháng 3 năm sau.



Hình 3. Đề xuất hệ thống MRV đối với hỗ trợ cho Việt Nam ([8], [10], [11])

#### 4. Kết luận

Mục tiêu của nghiên cứu này là cung cấp cái nhìn tổng quan và đề xuất phương án thiết kế hệ thống MRV đối với tài chính khí hậu cho Việt Nam. Theo đó một số chú ý đối với việc lựa chọn phương án thiết kế MRV tài chính được chỉ ra như sau:

- Do yêu cầu về kiểm tra và báo cáo có thể thay đổi tùy vào nhà tài trợ, hệ thống MRV cần phải xuyên suốt và có tính linh động cao;
- Các yếu tố đảm bảo cho sự thành công của hệ thống MRV bao gồm: tính minh bạch, tính hoàn chỉnh, tính nhất quán, khả năng thu thập số liệu, khả năng so sánh chéo và tính chính xác;
- Có bốn phương án thiết kế MRV tài chính đã được đưa ra. Liên quan đến nội dung của từng phương án thiết kế thì phạm vi minh bạch tăng dần đồng nghĩa với yêu cầu về lượng thông tin cung cấp và độ phức tạp của thể chế để đảm bảo vận hành của các phương án tăng dần từ phương án 1 đến phương án 4. Bên cạnh đó, nghĩa vụ kiểm tra và báo cáo của bên nhận hỗ trợ tăng dần từ phương án 1 đến 4;
- Về cơ bản, mỗi tùy chọn thiết kế cho MRV tài chính đều cho thấy cả ưu điểm và nhược điểm về khía cạnh vận hành. Đồng thời, cần nhấn mạnh là mọi lựa chọn phương án thiết kế MRV tài chính đều phụ thuộc vào mức độ chi tiết và khối

lượng thông tin hỗ trợ cần thiết để đảm bảo tính minh bạch. Do đó, đơn giản hoá về thủ tục và giảm chi phí vận hành của quy trình MRV là những yếu tố quan trọng để đảm bảo sự tính khả thi của một hệ thống MRV tài chính.

Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng đã đề xuất phương án thiết kế cho hệ thống MRV tài chính cấp quốc gia cho Việt Nam. Đầu mối của MRV tài chính là Bộ KH&ĐT, chịu trách nhiệm đưa ra chiến lược và hướng dẫn chi tiêu ứng phó với BĐKH và lồng ghép các chính sách BĐKH trong kế hoạch phát triển kinh tế xã hội của quốc gia; Bộ Tài chính và Bộ TN&MT cần phối hợp chặt chẽ với Bộ KH&ĐT trong tổng hợp các hoạt động ứng phó với BĐKH, kinh phí tương ứng cần thiết, thông tin cho các nhà tài trợ và kiểm tra, giám sát việc thực hiện các dự án; Các Bộ, ngành và địa phương chịu trách nhiệm thẩm định, phê duyệt dự án, chỉ đạo, tiến hành các hoạt động và chuẩn bị nguồn lực cần thiết đảm bảo thực hiện các dự án, thực hiện báo cáo theo quy định hiện hành.

Kết quả của nghiên cứu đã đóng góp một cơ sở quan trọng để xây dựng một hệ thống MRV toàn diện hỗ trợ cho Việt Nam bao gồm cả tài chính khí hậu, chuyển giao công nghệ và tăng cường năng lực trong tương lai.

**Lời cảm ơn:** Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ cấp Nhà nước “Nghiên cứu đề xuất hệ thống giám sát - báo cáo - thẩm định (MRV) các hoạt động ứng phó với biến đổi khí hậu ở Việt Nam”, mã số BĐKH.32/16-20 đã hỗ trợ để thực hiện bài báo này.

#### Tài liệu tham khảo

1. Bộ KH&ĐT (2015), *Ngân sách cho Ứng phó với Biến đổi khí hậu ở Việt Nam: Đầu Tư Thông Minh Vì Tương Lai Bền Vững*. Hà Nội.
2. Bộ TN&MT, Bộ TC, & Bộ KH&ĐT (2013), *Thông tư liên tịch số 03/2013/TTLT-BTNMT-BTC-BĐKH ngày 05/03/2013 về Hướng dẫn cơ chế quản lý nguồn vốn Chương trình Hỗ trợ ứng phó với biến đổi khí hậu*. Hà Nội: Bộ Tài Nguyên và Môi Trường, Bộ Tài Chính và Bộ Kế hoạch và Đầu tư.
3. Government of Viet Nam (2015), *Intended Nationally Determined Contribution of Viet Nam, Submission to UNFCCC*. Ha Noi. Retrieved from <http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published Documents/Viet Nam/1/VIETNAM'S INDC.pdf>
4. Herold, A., Böttcher, H., (2018), *Accounting of the land-use sector in nationally determined*

*contributions (NDCs) under the Paris Agreement*. Bonn: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Retrieved from [https://www.transparency-partnership.net/system/files/document/Guide Accounting of land-use sector in NDCs%28vf%29\\_20181010.pdf](https://www.transparency-partnership.net/system/files/document/Guide_Accounting_of_land-use_sector_in_NDCs%28vf%29_20181010.pdf).

5. IGES (2011), *Operationalising MRV of Support: Analysis of Finance, Technology and Capacity Building Support*. Kanagawa. Retrieved from [https://pub.iges.or.jp/system/files/publication\\_documents/pub/policyreport/2439/operationalising\\_mrv\\_of\\_support.pdf](https://pub.iges.or.jp/system/files/publication_documents/pub/policyreport/2439/operationalising_mrv_of_support.pdf)

6. MONRE (2017), *The Second Biennial Updated Report of Vietnam to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. Ha Noi, Viet Nam: Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE), Viet Nam.

7. MONRE (2019), *The Third National Communication of VietNam to the United Nation Framework Convention on Climate Change*. Ha Noi: Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE), Viet Nam.

8. Pang, Y., Thistlethwaite, G., Watterson, J., Okamura, S., Harries, J., Varma, A., Cornu, E. Le. (2018), *MRV - Đo đạc, Báo cáo, Thẩm tra: Các xây dựng các hệ thống MRV quốc gia (Draft 4.1)*. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

9. Singh, N., Finnegan, J., Levin, K., (2016), *MRV 101: Understanding Measurement, Reporting, and Verification of Climate change Mitigation*. Washington, DC. Retrieved from [http://www.wri.org/sites/default/files/MRV\\_101\\_0.pdf](http://www.wri.org/sites/default/files/MRV_101_0.pdf)

10. Thủ tướng Chính phủ (2016), *Quyết định số 2053/QĐ-TTg ngày 28/10/2016 của Thủ tướng Chính phủ về việc ban hành Kế hoạch thực hiện Thỏa thuận Paris về biến đổi khí hậu*. Hà Nội: Việt Nam.

## GUIDELINES FOR DESIGNING MONITORING, REPORTING AND VERIFICATION SYSTEM OF CLIMATE FINANCE IN VIET NAM

Long Thanh Pham<sup>1</sup>, Huong Lan Thi Huynh<sup>1</sup>, Tu Anh Nguyen<sup>1</sup>,  
Hoa Xuan Vuong<sup>1</sup>, Doan Quang Tri<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration

**Abstract:** *To achieve goals outlined in the Intended Nationally Determined Contribution, Viet Nam is making efforts to attract investment from the international community as well as mobilizing domestic resources to ensure the implementation of activities related to its commitment to GHG mitigation after 2020. However, the country has to face various challenges regarding climate finance monitoring. Therefore, it is necessary to have a transparent monitoring, reporting and verification (MRV) system to track the status and effectiveness in the application of financial sources to support climate change response activities. This system can either enhance the trust of donors or increase either the quantity and efficiency of climate projects facilitating the achievement of the set goals. Therefore, this paper aims to provide an overview and propose a proper design of MRV system for climate finance in Vietnam. Moreover, the results of this study also contribute an important basis for developing a comprehensive MRV system for support of Vietnam, including climate finance, technology transfer and capacity building in the future.*

**Keywords:** *MRV, Climate change, Transparency.*

## BẢN TIN DỰ BÁO THỦY VĂN THÁNG 10 CÁC SÔNG BẮC BỘ, TRUNG BỘ, TÂY NGUYÊN VÀ NAM BỘ

### I. Bản tin dự báo thủy văn tháng 10 các sông Bắc bộ

#### 1. Tóm tắt tình hình thủy văn, nguồn nước tháng 9 năm 2019

Từ ngày 9 đến ngày 11 tháng 9, trên hệ thống sông Hồng, mực nước sông Thao và sông Lô lên nhanh với biên độ nước lên dao động từ 2m - 4m.

Tình hình dòng chảy trên các sông chính trong tháng 9 phổ biến ở mức thấp hơn so với

trung bình nhiều năm (TBNN) cụ thể như sau: lượng dòng chảy trên sông Thao tại Yên Bái, sông Hồng tại Hà Nội thấp hơn mức TBNN lần lượt là 25%, 36%; dòng chảy trên sông Lô tại Tuyên Quang nhỏ hơn mức TBNN là 72%. Dòng chảy trên sông Đà đến hồ Hòa Bình nhỏ hơn TBNN là 61%.

Chi tiết các đặc trưng thủy văn tháng 9 trên các sông Bắc Bộ như trong bảng 1.

Bảng 1. Đặc trưng mực nước, lưu lượng tháng 9/2019

Đơn vị: H cm; Q m/s<sup>3</sup>

Sông	Trạm	Cao nhất	Thấp nhất	Trung bình	TBNN	So với TBNN
Đà	Hồ Hòa Bình (Q)	3221	40	1133	2870	<61%
Thao	Yên Bái (H)	3136	2542	2742	2814	<72cm
	Yên Bái (Q)	3480	290	870	1160	<25%
	Phước Thọ (H)	1639	1320	1432	1553	<121cm
	Phước Thọ (Q)	1940	400	710	1290	<45%
Lô	Tuyên Quang (H)	1932	1423	1612	1786	<174cm
	Tuyên Quang (Q)	2138	49	322	1159	<72%
	Vụ Quang (H)	1035	588	770	927	<157cm
	Vụ Quang (Q)	2070	410	990	1723	<43%
Hồng	Hà Nội (H)	360	102	196	437	<241cm
	Hà Nội (Q)	3690	970	1940	3011	<36%

### 2. Nhận định xu thế thời tiết, thủy văn tháng 10 trên lưu vực sông Hồng

#### 2.1. Nhận định xu thế thời tiết:

Bảng 2. Xu thế nhiệt độ(°C)

STT	Khu Vực	Trạm	Trị số TBNN	Trị số dự báo
1	Tây Bắc	Lai Châu	23.8	24.0-25.0
2	Việt Bắc	Việt Trì	24.8	25.0-26.0
3	Đông Bắc	Hải Phòng	24.5	24.5-25.5
4	Đồng Bằng Bắc Bộ	Hà Đông	24.5	24.5-25.5

Bảng 3. Xu thế lượng mưa (mm)

STT	Khu Vực	Trạm	Trị số TBNN	Trị số dự báo
1	Tây Bắc	Lai Châu	88	60-80
2	Việt Bắc	Việt Trì	145	120-150
3	Đông Bắc	Hải Phòng	149	120-150
4	Đồng Bằng Bắc Bộ	Hà Đông	210	170-200

**2.2 Dự báo tình hình thủy văn, nguồn nước tháng 10 năm 2019**

Trong tháng 10, trên các sông ở thượng hệ thống sông Hồng sẽ có dao động nhỏ. Mực nước hạ lưu sông Hồng sẽ biến đổi chậm và chịu ảnh hưởng của thủy triều. Mực nước trung bình tháng phổ biến ở mức thấp hơn so với TBNN.

Dòng chảy trên các sông chính thuộc hệ

thống sông Hồng-Thái Bình tiếp tục ở mức nhỏ hơn TBNN: trên sông Đà, dòng chảy đến hồ Hòa Bình ở mức nhỏ hơn TBNN khoảng 38%; dòng chảy trên sông Thao tại Yên Bái và trên sông Lô tại Tuyên Quang ở mức nhỏ hơn TBNN lần lượt là 60% và 74%.

Chi tiết các đặc trưng thủy văn tháng 10 trên các sông Bắc Bộ như bảng 4.

Bảng 4. Đặc trưng mực nước, lưu lượng tháng 10/2019

Đơn vị: H cm; Q m<sup>3</sup>/s

Sông	Trạm	Cao nhất	Thấp nhất	Trung bình	TBNN	So với TBNN
Đà	Hồ Hòa Bình (Q)	3200	40	1150	1849	<38%
Thao	Yên Bái (H)	2600	2470	2540	2702	<162cm
	Yên Bái (Q)	430	170	290	734	<60%
	Phước Thọ (H)	1360	1270	1300	1475	<175cm
	Phước Thọ (Q)	500	280	350	873	<60%
Lô	Tuyên Quang (H)	1650	1410	1550	1679	<129cm
	Tuyên Quang (Q)	453	44	158	600	<74%
	Vụ Quang (H)	750	570	620	768	<148cm
	Vụ Quang (Q)	920	350	500	1215	<59%
Hồng	Hồ Nội (H)	270	90	150	323	<173cm
	Hồ Nội (Q)	2710	850	1460	2047	<29%

**II. Bản tin dự báo thủy văn tháng 10 các sông Trung bộ, Tây Nguyên và Nam bộ**

**2.1 Bắc Trung Bộ**

Tóm tắt tình hình tháng qua:

Trong tháng, từ ngày 01-05/9, trên sông Bưởi, các sông ở Nghệ An, Hà Tĩnh xuất hiện một đợt lũ. Biên độ lũ trên sông Bưởi và các sông ở Nghệ An từ 1-3,0m; các sông ở Hà Tĩnh từ 3-12m, đỉnh lũ trên sông Ngân Sâu tại Hòa Duyệt 10,43m (23h/05), dưới BĐ3 0,07m; sông Ngân Phố tại Sơn Diệm 11,05m (16h/03), dưới BĐ2 0,45m; sông Bưởi, sông Mã và hạ lưu sông La tại

Linh Cảm còn dưới mức BĐ1.

Lưu lượng dòng chảy trung bình tháng trên sông Mã tại Cẩm Thủy thấp hơn TBNN khoảng 40%, sông Cà tại Yên Thượng thấp hơn khoảng 68%, sông Ngân Sâu tại Hòa Duyệt cao hơn khoảng 6%.

Tình hình hồ chứa: Dung tích phần lớn các hồ chứa thủy lợi ở Thanh Hóa đều đạt từ 70-90% dung tích thiết kế (DTTK), một số hồ đã đầy nước và đang tràn, các hồ ở Nghệ An, Hà Tĩnh đạt từ 50-60% DTTK. Mực nước các hồ chứa thủy điện đều thấp hơn mực nước dâng bình



thường (MNDBT) từ 11-15m.

*Dự báo trong tháng tới:*

Trong tháng 10, trên các sông ở Thanh Hóa, Nghệ An ít khả năng xuất hiện lũ, các sông ở Hà Tĩnh khả năng xuất hiện 1-2 đợt lũ nhỏ với biên độ lũ ở thượng lưu các sông từ 2,0-5,0m; hạ lưu các sông từ 1-3m.

## **2.2 Trung Trung Bộ**

*Tóm tắt tình hình tháng qua*

Trong tháng, trên khu vực đã xuất hiện 1-2 đợt lũ và dao động:

Từ ngày 2-6/9, trên các sông Quảng Bình, Quảng Trị xuất hiện một đợt lũ với biên độ lũ lên thượng lưu từ 4-10m, hạ lưu từ 2-6m; các sông Thừa Thiên Huế dao động ở mức BĐ1; các sông Quảng Nam, Quảng Ngãi có dao động; đỉnh lũ trên các sông như sau: sông Gianh tại Mai Hóa 6,87m (7h/05/9), trên BĐ3 0,37m, sông Kiến Giang tại Lệ Thủy 2,57m (5h/05/9), dưới BĐ3 0,13m, sông Thạch Hãn tại Thạch Hãn 5,24m (11h/04/9) dưới BĐ3 0,26m.

Những ngày cuối tháng, trên thượng lưu các sông Quảng Nam, Quảng Ngãi có dao động, hạ lưu và các sông khác biến đổi chậm. Tổng lượng dòng chảy trên khu vực thấp hơn TBNN cùng kỳ từ 61-82%.

Tình hình hồ chứa: Dung tích các hồ chứa ở Trung Trung Bộ đạt từ 22-50% dung tích thiết kế. Mực nước các hồ thủy điện trong khu vực ở mức xấp xỉ và cao hơn mực nước chết từ 1,0-5,4m.

*Dự báo trong tháng tới*

Nửa đầu tháng 10, mực nước trên các sông ít biến đổi. Cuối tháng 10, có khả năng xuất hiện 1 đợt lũ với biên độ lũ lên ở thượng lưu từ 4-9m, hạ lưu từ 1-3,5m.

## **2.3 Nam Trung Bộ**

*Tóm tắt tình hình tháng qua*

Trong tháng 9, trên các sông nhỏ ở Nam Trung Bộ xuất hiện 1-2 đợt lũ và dao động. Biên độ lũ lên từ 1,0-2,5m, đỉnh lũ còn ở mức thấp, phổ biến dưới BĐ1; riêng sông Cái Phan Rang tại Tân Mỹ 37,13m (02h/18), dưới BĐ3 0,37m; sông Cái Ninh Hòa tại Ninh Hòa 4,95m (07h/17) trên BĐ2 0,15m. Các sông khác mực nước biến

đổi chậm. Tổng lượng dòng chảy trung bình trong khu vực phổ biến thấp hơn so với TBNN cùng kỳ từ 22-76%, riêng sông Cái Nha Trang tại Đồng Trăng ở mức thấp hơn TBNN 7%.

Tình hình hồ chứa: Dung tích các hồ thủy lợi trong khu vực phổ biến đạt từ 10-62% dung tích thiết kế. Một số hồ có dung tích rất thấp như Núi Một, Vạn Hội, Định Bình (Bình Định); Đồng Tròn, Phú Xuân (Phú Yên); Đá Bàn, Đá Đen (Khánh Hòa). Mực nước các hồ thủy điện phổ biến thấp hơn MNDBT từ 3-8m, một số hồ xuống thấp ở dưới mực nước chết như Vĩnh Sơn B, Trà Xom, Thuận Ninh.

*Dự báo trong tháng tới*

Trong tháng tới, trên các sông có khả năng xuất hiện 1-2 đợt lũ nhỏ và dao động.

## **2.4 Tây Nguyên**

*Tóm tắt tình hình tháng qua*

Từ ngày 03-06/9, trên các sông ở bắc Tây Nguyên xuất hiện 1 đợt lũ nhỏ với biên độ lũ lên từ 0,8-1,2m. Đỉnh lũ trên sông PôKô tại trạm ĐăkMốt 585,26m (19h/03), dưới báo động (BĐ)2 0,24m; trên sông Đăk Tơ Kan tại trạm ĐăkTô 577,76m (13h/4), trên BĐ1 0,35m; trên sông Đăkbla tại trạm KonPlông 592,75m (13h/04), dưới BĐ2 0,25m, tại trạm KonTum còn dưới BĐ1.

Từ ngày 21-25/9, trên các sông ở nam Tây Nguyên xuất hiện một đợt lũ nhỏ với biên độ lũ lên 0,7-2,5m. Đỉnh lũ trên sông Srêpôk tại Bản Đôn 172,27m (19h/22/9) dưới BĐ2 0,73m. Mực nước trên sông Đăk Nông dao động ở mức BĐ1-BĐ2, trên sông Cam Ly dao động ở mức BĐ2-BĐ3.

Lưu lượng dòng chảy trên sông Đăkbla tại trạm Kon Tum thấp hơn khoảng 34% so với TBNN, trên sông Srêpôk tại trạm Giang Sơn cao hơn khoảng 40% so với TBNN.

Tình hình hồ chứa: Dung tích các hồ thủy lợi trong khu vực phổ biến đạt từ 50-90% dung tích thiết kế. Mực nước các hồ chứa thủy điện phổ biến thấp hơn MNDBT từ 1-2m, riêng Sê San 4A cao hơn MNDBT 0,56m.

*Dự báo trong tháng tới*

Trong tháng, trên các sông ở khu vực Tây

Nguyên có khả năng xuất hiện 1-2 đợt lũ nhỏ và dao động.

**2.5 Nam Bộ**

*Tóm tắt tình hình tháng qua*

Mức nước sông Cửu Long biến đổi theo triều. Mức nước cao nhất tháng trên sông Tiền tại Tân Châu 3,63m (ngày 17/9) trên BĐ1 0,13m, tại Mỹ Thuận 2,12m (ngày 30/9) trên BĐ3 0,32m (vượt lịch sử năm 2018 là 0,05m), tại Mỹ Tho 1,87m (ngày 30/9) trên BĐ3 0,27m (vượt mức lịch sử năm 2018 là 0,05m); trên sông Hậu tại Châu Đốc

3,16m (ngày 28/9) trên BĐ1 0,16m, tại Cần Thơ 2,25m (ngày 30/9) trên BĐ3 0,35m (vượt mức lịch sử năm 2018 là 0,02m), tại Long Xuyên 2,68m (ngày 30/9) trên BĐ3 0,18m; trên sông Sài Gòn tại Phú An 1,77m (ngày 30/9) trên BĐ3 0,27m (vượt mức lịch sử năm 2018 là 0,06m).

*Dự báo trong tháng tới*

Mức nước sông Cửu Long biến đổi theo triều với xu thế xuống dần và đạt mức cao nhất trên sông Tiền tại Tân Châu 3,25m, trên sông Hậu tại Châu Đốc 3,1m.

*Bảng 5. Bảng số liệu mực nước thực đo và dự báo trên các sông chính ở Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ*

Sông	Trạm	Thực đo			Dự báo		
		Trung bình	Cao nhất	Thấp nhất	Trung bình	Cao nhất	Thấp nhất
Mekong	Giồng	82	371	-94	75	250	-100
Cà	Nam Đàn	74	228	-10	70	400	-5
La	Linh cảm	17	170	-132	25	300	-120
Gianh	Mai Hòa	89	687	-60	65	550	-75
Hương	Kim Long	39	105	13	48	150	15
Thu Bồn	Cầu Lộ	20	75	-47	35	150	-65
Trở Khúc	Trở Khúc	27	82	-6	95	500	-3
Kon	Thạnh Hòa	438	585	415	445	610	420
Đà Rằng	Phước Lâm	-5	58	-69	9	75	-50
Tiền	Tân Châu	308	363	178	270	325	230
Hậu	Châu Đốc	259	316	151	240	310	200

# Table of content

- 1 **Nguyen Thi Hien, Nguyen Xuan Hoai, Dang Van Nam, Ngo Van Manh** (2019), *A genetic programming-based rainfall prediction using data from the Vietnam meteorological agency*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 707, 1 - 10.
  
- 11 **Nguyen Van Hong, Phan Thi Anh Tho, Nguyen Thi Phong Lan** (2019), *Climate change and the impacts of climate change on sustainable development of coastal region in the Mekong delta*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 707, 11 - 19.
  
- 20 **Pham Thanh Long, Huynh Thi Lan Huong, Nguyen Thi Lieu, Vuong Xuan Hoa, Doan Quang Tri** (2019), *Establishing a monitoring, reporting and verifying (MRV) system for adaptation of climate change in Vietnam*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 707, 20 - 27.
  
- 28 **Tran Tho Dat, Dinh Duc Truong** (2019), *Environmental performance index (EPI): status and solutions from economic perspectives in Vietnam*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 707, 28 - 36.
  
- 37 **Nguyen Anh Tuan, Nguyen Dinh Chinh, Le Trung Thanh** (2019), *Wireless sensor network system solution study for monitoring saline intrusion using Arduino*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 707, 37 - 43.
  
- 44 **Ho Thi Thanh Van, Dinh Thi Nga** (2019), *Analysis the trend of climate change in Daknong province in the situation of global climate change and propose the smart irrigation model for coffee trees in Gia Nghia - Daknong*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 707, 44 - 51.
  
- 52 **Long Thanh Pham, Huong Lan Thi Huynh, Tu Anh Nguyen, Hoa Xuan Vuong, Doan Quang Tri** (2019), *Guidelines for designing monitoring, reporting and verification system of climate finance in Vietnam*, Vietnam Journal of Hydro-Meteorology, Volume 707, 52 - 60.
  
- 61 Hydrological forecasts in October for rivers in the North, Central, Central Highlands and Southern Vietnam - **National Center for Hydro-Meteorological Forecasting**.