

# NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG BẢN ĐỒ PHÂN VÙNG HẠN HÁN LƯU VỰC SÔNG BA TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Nguyễn Nam Thành<sup>1</sup>, Trần Hồng Thái<sup>1</sup>, Bạch Quang Dũng<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Hạn hán là một loại hình thiên tai có những đặc thù riêng và tác động của hạn hán thường xảy ra trên một phạm vi rộng lớn, thời điểm bắt đầu cũng như kết thúc thường rất khó nhận biết. Ứng dụng mô hình SWAT mô phỏng diễn biến dòng chảy có tính đến các yếu tố biến đổi khí hậu diễn ra trên lưu vực sông là một nghiên cứu có ý nghĩa. Kết quả mô phỏng của mô hình SWAT trên lưu vực sông Ba cung cấp và bổ sung đầy đủ những dữ liệu cần thiết để tính toán chỉ số hạn thủy văn cho khu vực nghiên cứu này. Nghiên cứu này đã xây dựng được bản đồ phân vùng hạn hán lưu vực sông Ba theo kịch bản nền và các kịch bản BĐKH. Từ bản đồ phân vùng hạn hán đã phân tích, đánh giá được tác động của BĐKH đến hạn hán lưu vực sông Ba. Kết quả nghiên cứu này cũng góp phần hỗ trợ các nhà quản lý hoạch định chính sách ứng phó với hạn hán hiệu quả đặc biệt trước tình hình biến đổi khí hậu ảnh hưởng ngày càng mạnh mẽ như hiện nay và trong tương lai.

**Từ khóa:** Hạn thủy văn, SWAT, biến đổi khí hậu, lưu vực sông Ba.

Ban Biên tập nhận bài: 12/06/2019 Ngày phản biện xong: 20/07/2019 Ngày đăng bài: 25/08/2019

## 1. Giới thiệu

Hạn hán không chỉ ảnh hưởng đến sản xuất mà đời sống, sinh hoạt của người dân lưu vực sông Ba cũng đang bị ảnh hưởng nghiêm trọng. Nhà máy nước Sài Gòn-An Khê được thiết kế phục vụ gần 15.000 hộ dân thuộc thị xã An Khê, huyện Đăk Pơ và tính toán có thể lấy nước ở mức thấp hơn 2m so với mực nước thấp nhất những năm trước đây của hồ Thủy điện An Khê. Tuy vậy, khô hạn đã khiến hồ thủy điện xuống mức thấp nhất lịch sử, nhà máy buộc phải dừng hoạt động, người dân không có nước sử dụng trong 4 ngày liên tục.

Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Tây Nguyên đã chỉ ra lượng mưa năm 2018 trên lưu vực sông Ba chỉ đạt khoảng 60% và mùa mưa lại kết thúc sớm nên khô hạn đã diễn ra ngay trong mùa mưa năm ngoái kéo dài đến năm 2019. Đến thời điểm cuối năm 2018, đã xảy ra tình trạng thiếu nước nghiêm trọng ở lưu vực sông Ba cùng khả năng chịu ảnh hưởng của El Nino dẫn đến các tháng 2, 3, 4 có số trận mưa cũng ít hơn quy luật. Đồng thời mùa mưa 2019 cũng đến muộn hơn so với quy luật dẫn đến khả năng thiếu nước

ở phía Đông, Đông Nam Gia Lai sẽ rất nghiêm trọng. Khô hạn kéo dài cũng tác động nghiêm trọng đến hoạt động của hệ thống thủy điện trên lưu vực sông Ba.

Sông Ba, dòng sông lớn nhất Tây Nguyên đang đối mặt với đợt hạn lịch sử. Trong khi đó, nhiều nghiên cứu đã đánh giá và báo cáo về tác động của hạn hán cũng như biến đổi khí hậu khu vực Tây Nguyên, cao điểm mùa khô, hạn hán có thể diễn ra rất khốc liệt trong thời gian dài [2, 7, 10-14]. Do đó, các cấp chính quyền địa phương cần chủ động các giải pháp ứng phó với khô hạn, giảm thiểu thiệt hại có thể xảy ra.

Wilhite và Glantz (1985) [17] phân hạn hán thành 4 loại dựa vào cách tiếp cận về định nghĩa hạn hán: hạn khí tượng, hạn thủy văn, hạn nông nghiệp và hạn hán kinh tế xã hội. Ba cách phân loại đầu tiên, hạn hán được coi như một hiện tượng vật lý, còn riêng cách thứ 4 dựa vào tác động của sự thiếu hụt nước đến đời sống kinh tế xã hội. Trong nghiên cứu này chúng tôi tập trung vào hạn thủy văn. Hạn thủy văn là sự thiếu hụt của thủy văn bề mặt và thủy văn dưới bề mặt (dòng chảy bề mặt, hồ chứa, nước ngầm). Mặc

<sup>1</sup>Tổng cục Khí tượng Thủy văn  
Email: dungmmu05@gmail.com

dù, hạn hán đều bắt nguồn từ sự thiếu hụt lượng mưa, tuy nhiên hạn thủy văn xảy ra ở các hệ thống thủy văn khác nhau. Tần suất và mức độ nghiêm trọng của hạn thủy văn thường được xác định trên một lưu vực sông cụ thể. Nó thường lệch pha so với hạn khí tượng và hạn nông nghiệp, bởi vì hạn thủy văn có độ trễ do cần thời gian để sự thiếu hụt lượng mưa tác động đến những đặc tính thủy văn như độ ẩm đất, dòng chảy, mực nước ngầm và hồ chứa. Do hệ thống thủy văn (sông ngòi, hồ chứa) thường được sử dụng cho nhiều mục đích (kiểm soát lũ, tưới tiêu, thủy điện, đường thủy, môi trường sống...) đã làm phức tạp tác động của hạn thủy văn.

Mô hình SWAT tích hợp nhiều mô hình của ARS được phát triển từ mô hình mô phỏng tài nguyên nước lưu vực nông thôn (*Simulator for Water Resources in Rural Basins - SWRRB*) [1,16]. Những mô hình góp phần vào sự phát triển của SWAT bao gồm: hệ thống quản lý nông nghiệp về hóa chất, rửa trôi và xói mòn (*Chemicals, Runoff, and Erosion from Agricultural Management Systems - CREAMS*) [4]; mô hình những ảnh hưởng của sự tích trữ nước ngầm (GLEAMS - Groundwater Loading Effects on Agricultural Management Systems) [5], đây là phần mở rộng của CREAMS bao gồm bốn thành phần: thủy văn, xói mòn/ bồi lắng, sự di chuyển của thuốc bảo vệ thực vật và dinh dưỡng và mô hình tính toán những ảnh hưởng của các hoạt động sản xuất đến sự xói mòn (*EPIC - Erosion Productivity Impact Calculator*) [15].

Trong những năm gần đây mô hình SWAT được nâng cấp rất nhiều và tại Việt Nam được nhiều nghiên cứu áp dụng: 1) Đánh giá việc bồi lắng trong hồ chứa nước của dự án thủy điện, 2) Ứng dụng mô hình thông số phân bố SWAT để đánh giá ảnh hưởng của việc sử dụng đất đến bồi lắng hồ chứa nước hồ, 3) Nghiên cứu đánh giá tác động của che phủ rừng tới dòng chảy và xói mòn tại các lưu vực sông, 4) Nghiên cứu thiết lập bộ thông tin dữ liệu phục vụ quản lý tài nguyên thiên nhiên ở lưu vực sông, 5) Nghiên cứu ứng dụng mô hình SWAT tính toán dòng chảy và bùn cát tại một lưu vực sông, 6) Nghiên

cứu tài nguyên nước Tây Nguyên và vấn đề khai thác sử dụng hiệu quả, từ đó đưa ra các giải pháp quản lý nguồn nước trong lưu vực, 7) Ứng dụng mô hình SWAT đánh giá lưu lượng dòng chảy và bồi lắng tại một lưu vực sông, 8) Tích hợp GIS và SWAT trong đánh giá tài nguyên nước cho lưu vực sông [3,8,9].

Nghiên cứu này đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến hạn hán dựa trên việc xây dựng bản đồ phân vùng hạn cho lưu vực sông Ba trên cơ sở sử dụng mô hình SWAT mô phỏng dòng chảy hiện trạng và các kịch bản được công bố năm 2016 của Bộ Tài nguyên và Môi trường. Kết quả nghiên cứu này sẽ là đóng góp nhất định về nghiên cứu hạn thủy văn đối với một lưu vực sông trong điều kiện biến đổi khí hậu ngày càng rõ nét.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Ứng dụng mô hình SWAT mô phỏng dòng chảy và tính chỉ số hạn

#### 2.1.1. Ứng dụng mô hình SWAT lưu vực nghiên cứu

Mô hình SWAT được ứng dụng để mô phỏng dòng chảy các lưu vực nghiên cứu - báo cáo lựa chọn lưu vực sông Ba vì sông Ba là con sông lớn nhất vùng ven biển miền Trung, chảy qua 4 tỉnh miền Trung Việt Nam là Kon Tum, Gia Lai, Đắk Lắk và Phú Yên với diện tích lưu vực 13.900 km<sup>2</sup>. Kết quả mô phỏng mùa cạn sông Ba sẽ đánh giá được tác động hạn hán đến của một trong những khu vực thường xuyên chịu ảnh hưởng của loại hình thiên tai này.

Trong nghiên cứu này, dữ liệu đầu vào được thu thập tại các cơ quan chức năng tại địa phương và từ các nguồn dữ liệu toàn cầu trên Internet, bao gồm dữ liệu không gian là các bản đồ chuyên đề tỷ lệ 1:1000000 và dữ liệu thuộc tính là số liệu thực đo tại các trạm quan trắc, cụ thể:

- Mô hình cao độ số DEM được thu thập từ dữ liệu cao độ số toàn cầu với độ phân giải 30x30m, giá trị độ cao từ 65-2445m.

- Bản đồ thổ nhưỡng các lưu vực nghiên cứu được thu thập từ Atlas Việt Nam. Các loại đất được mã hoá theo quy định của mô hình SWAT bao gồm đất nâu đỏ, đất xám bạc màu, đất đen có

tầng loang lổ, đất đen nứt nẻ, đất mới biến đổi trung tính ít chua, đất nứt nẻ loang lổ, đất phù sa, đất gley trung tính ít chua. Bản đồ thảm phủ lưu vực sông được chia thành bảy loại dựa trên mã của mô hình SWAT bao gồm: cây lâu năm, cây hàng năm, rừng rụng lá, rừng thường xanh, rừng hỗn giao, đất chuyên dùng và mặt nước.

Mạng lưới sông suối, vị trí địa lý các trạm khí tượng thủy văn và các trạm đo mưa trong và ngoài lưu vực. Cụ thể số liệu đầu vào sử dụng cho mô hình SWAT như sau: 1) Số liệu khí tượng bao gồm nhiệt độ không khí trung bình (tối cao, tối thấp) tại các trạm khí tượng: An Khê, AynPa;

2) Tài liệu mưa trung bình ngày tại các trạm đo mưa: Pomore, An Khê, Chuse, Dakdoa, Kbang, AynPa, Củng Sơn; 3) Lưu lượng dòng chảy trung bình tháng tại các trạm thủy văn: An Khê, Củng Sơn.

Sau khi ứng dụng mô hình SWAT mô phỏng tính toán dòng chảy mùa cạn cho lưu vực sông Ba thời kỳ 1981-2002 để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình; tính toán hệ số hạn cho lưu vực sông Ba với thời kỳ lựa chọn là năm 2006.

Mô hình SWAT được đánh giá mức độ chính xác dựa vào các chỉ tiêu đánh giá như bảng dưới đây:

Bảng 1. Phân cấp chỉ tiêu thống kê đánh giá mức độ tin cậy kết quả mô phỏng của mô hình theo tháng [6]

Chỉ tiêu	NSE	PBIAS (%)	
Mức độ		Lưu lượng dòng chảy	Tải lượng bùn cát
Rất tốt	$0,75 < NSE \leq 1,00$	$PBIAS < \pm 10$	$PBIAS < \pm 15$
Tốt	$0,75 < NSE \leq 1,00$	$\pm 10 \leq PBIAS < \pm 15$	$\pm 15 \leq PBIAS < \pm 30$
Đạt	$0,50 < NSE \leq 0,65$	$\pm 10 \leq PBIAS < \pm 15$	$\pm 15 \leq PBIAS < \pm 30$
Không đạt	$NSE \leq 0,50$	$PBIAS \geq \pm 25$	$PBIAS \geq \pm 55$

Mô hình đánh giá độ chính xác thông qua các đặc trưng thống kê với  $O_i$  là giá trị thực đo tại thời điểm  $i$ ;  $O_{tb}$  là giá trị thực đo trung bình,  $P_{si}$  là giá trị mô phỏng của mô hình tại thời điểm  $i$ ;  $P_{tb}$  là giá trị mô phỏng trung bình của mô hình;  $n$  là số các giá trị quan trắc.

Hệ số hiệu quả Nash (1) được sử dụng để đo mức độ liên kết giữa các giá trị thực đo và mô phỏng, được tính toán theo công thức:

$$PBIAS = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n O_i - \sum_{i=1}^n P_i}{\sum_{i=1}^n O_i} \times 100\% \quad (1)$$

Hệ số cân bằng tổng lượng PBIAS (2) là sự phù hợp giữa trung bình dự báo và trung bình quan trắc. Hệ số này cũng xác định xu hướng trị trung bình của giá trị dự báo lớn hơn hay nhỏ hơn trị trung bình quan trắc, tính theo công thức:

$$PBIAS = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n O_i - \sum_{i=1}^n P_i}{\sum_{i=1}^n O_i} \times 100\% \quad (2)$$

Hệ số tương quan Pearson  $R^2$  là thước đo độ chặt chẽ của mối quan hệ tuyến tính giữa bộ giá trị thực đo là mô phỏng. Mục đích của mô phỏng

khí hệ số tương quan được sử dụng là để hàm mục tiêu cực đại hoá tới 1. Tuy nhiên, khả năng đạt giá trị tuyệt đối khó có thể đạt được nên giá trị  $R^2$  (3) thường được chấp nhận khi đạt kết quả trên 0,5.

$$R^2 = \frac{(\sum_{i=1}^n O_i - O_{tb})(\sum_{i=1}^n P_i - P_{tb})}{(\sum_{i=1}^n (O_i - O_{tb})^2)(\sum_{i=1}^n (P_i - P_{tb})^2)} \quad (3)$$

### 2.1.2. Ứng dụng phần mềm ArcGIS

Phần mềm ArcGIS được sử dụng để: 1) tạo và chỉnh sửa dữ liệu tích hợp (dữ liệu không gian với dữ liệu thuộc tính), 2) truy vấn dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính từ nhiều nguồn và bằng nhiều cách khác nhau, 3) hiển thị, truy vấn và phân tích dữ liệu không gian kết hợp với dữ liệu thuộc tính, 4) thành lập bản đồ có chất lượng tốt.

### 2.1.2. Xây dựng kịch bản mô phỏng dòng chảy mùa cạn tính đến BĐKH

Để xây dựng bản đồ phân vùng hạn hán trong bối cảnh BĐKH, nghiên cứu này đã tính toán chỉ

số hạn thủy văn xét đến BĐKH, các mô phỏng của mô hình SWAT được thiết lập với lượng mưa biến đổi theo kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam do Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố năm 2016. Nghiên cứu lựa chọn kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 để mô phỏng tính toán chỉ số hạn thủy văn..

Hạn hán, thiếu nước xảy ra khắc nghiệt nhất vào các tháng mùa khô, do đó nghiên cứu tập trung mô phỏng biến đổi dòng chảy lưu vực sông Ba theo biến đổi lượng mưa mùa hè trong kịch bản BĐKH. . Bảng 2 dưới đây là thể hiện biến đổi lượng mưa mùa hè theo kịch bản BĐKH cho 04 tỉnh thuộc lưu vực sông Ba.

Các kịch bản mô phỏng thiết lập trong nghiên cứu

- Kịch bản 1 (KB1): Mô phỏng và xây dựng bản đồ phân vùng hạn hán lưu vực sông Ba hiện trạng.

- Kịch bản 2 (KB2): Mô phỏng và xây dựng bản đồ phân vùng hạn hán lưu vực sông Ba thời kỳ 2046-2065 theo kịch bản RCP4.5.

- Kịch bản 3 (KB3): Mô phỏng và xây dựng bản đồ phân vùng hạn hán lưu vực sông Ba thời kỳ 2046-2065 theo kịch bản RCP8.5.

*Bảng 2. Biến đổi lượng mưa mùa hè kịch bản BĐKH(Đơn vị:mm)*

Tỉnh	RCP4.5	RCP8.5
Phú Yên	-1,4 (-13,0÷9,8)	9,6 (0,8÷18,2)
Kon Tum	8,6 (-1,8÷19,3)	4,5 (0,4÷8,6)
Gia Lai	-0,7 (-10,1÷8,8)	2,1 (-3,5÷7,8)
Đắk Lắk	-5,1 (-11,9÷2,2)	0,4 (-4,8÷5,7)

Sau khi mô phỏng các kịch bản xét đến biến đổi khí hậu như Bảng 2, tính toán lại các chỉ số hạn thủy văn tương ứng các kịch bản trên. Kết quả các thành phần cân bằng nước như lượng mưa, bốc hơi tiềm năng, lưu lượng dòng chảy được trích xuất từ mô hình phục vụ cho quá trình tính toán hệ số hạn trên lưu vực.

Trên cơ sở tài liệu bốc thoát hơi tiềm năng, lượng mưa và lưu lượng dòng chảy trung bình tháng mô phỏng theo các kịch bản lựa chọn trên

các lưu vực thuộc vùng nghiên cứu, tính toán hệ số khô, hệ số cạn và hệ số hạn theo các công thức:

Phương pháp nghiên cứu trong báo cáo dựa trên cơ sở tính toán hệ số hạn (4) cho các tiểu lưu vực với lượng bốc hơi nước tiềm năng tính toán bằng mô hình Penman - Monteith, lượng mưa trung bình xác định bằng phương pháp đa giác Thiessen và lưu lượng trung bình các tiểu lưu vực, cụ thể theo các công thức sau:

$$K_{hạn} = \sqrt{K_{khô}K_{cạn}} \quad (4)$$

Trong đó  $K_{khô}$ : hệ số khô biểu thị mức độ hạn khí tượng;  $K_{cạn}$ : hệ số cạn nước sông biểu thị mức độ phong phú về nguồn nước vào thời kỳ nào đó trong năm.

Hệ số khô (5) phụ thuộc chủ yếu vào hai yếu tố là mưa và tiềm năng bốc hơi. Theo bản chất vật lý của hiện tượng, khi lượng mưa (nguồn cấp) nhỏ hơn lượng bốc thoát hơi nước (tiêu hao) sẽ gây ra sự thiếu hụt, có nghĩa là có khả năng sinh hạn. Báo cáo sử dụng chỉ tiêu phân hạn theo công thức:

$$K_{khô} = 1 - \frac{X}{ET_p} \quad (5)$$

Trong đó X là lượng mưa tháng;  $ET_p$  là bốc thoát hơi tiềm năng.

Hệ số cạn nước sông (6) được tính theo công thức:

$$K_{cạn} = 1 - \frac{Q_{j,i}}{\sqrt{Q_i Q_o}} \quad (6)$$

Trong đó  $Q_{j,i}$  là lưu lượng nước sông trung bình trong thười kỳ thứ j của năm thứ i;  $Q_i$  là lưu lượng sông trung bình năm thứ i;  $Q_o$  là lưu lượng nước sông trung bình nhiều năm.

Như vậy hệ số  $K_{hạn}$  là hệ số biểu thị mức độ hạn (cả khô và cạn) cho thời điểm xuất hiện và nơi sinh hạn cụ thể. Hệ số hạn được tính toán cho từng trạm khí tượng nằm trong lưu vực hoặc lân cận lưu vực sông.  $K_{hạn}$  được xác định khi đồng thời  $K_{khô}$  và  $K_{cạn}$  là dương.

Phân cấp mức độ hạn: chỉ tiêu phân cấp mức độ hạn dựa theo diễn biến thực tế các năm. Có thể ấn định:

$K_{hạn} = 0,5$ : Dấu hiệu sinh hạn;

$0.5 < K_{hạn} \leq 0.6$ : Hạn nhẹ;

$0.6 < K_{hạn} \leq 0.8$ : Hạn vừa;

$0.8 < K_{hạn} \leq 0.9$ : Hạn nặng;



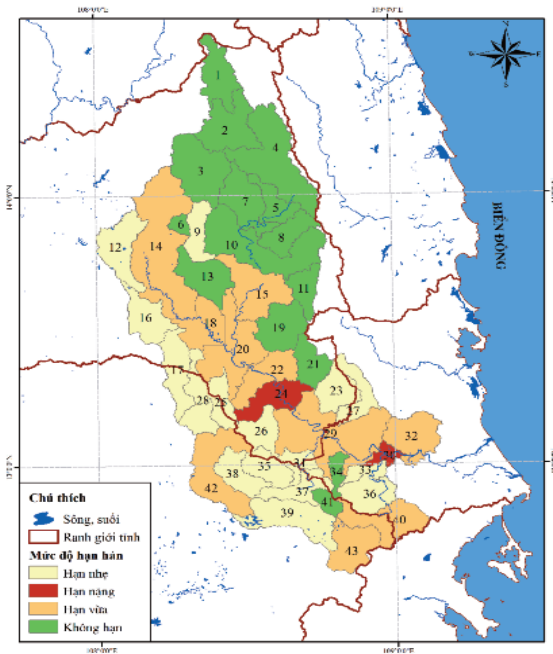
$0.9 < K_{\text{hạn}} \leq 1$ : Hạn đặc biệt.

Hệ số hạn hán tính theo công thức trên có ưu điểm biểu thị đầy đủ mối tương tác giữa các yếu tố chính chi phối hạn như mưa, bốc thoát hơi nước tiềm năng, lưu lượng năm và lưu lượng trung bình nhiều năm, do đó tránh được sai số (nếu chỉ dùng lượng mưa hoặc mức độ cạn trong sông thì độ chính xác thấp); thể hiện rõ mức độ hạn của từng thời đoạn hạn nhất trong những thời khoảng khác nhau trong năm; có thể dùng để xây dựng bản đồ phân vùng hạn. Ngược lại, nhược điểm của nó là nếu áp dụng công thức tính

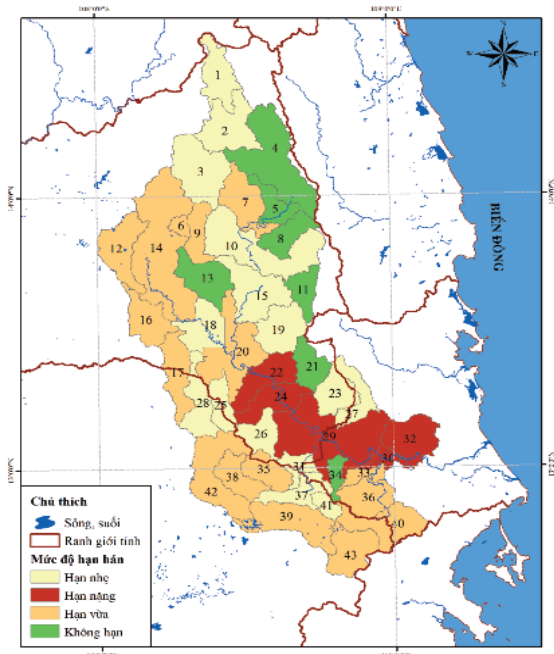
hệ số khô và dòng chảy cạn cho những vùng chưa có số liệu thì độ chính xác không đảm bảo. Tuy nhiên, điều này đã được khắc phục nhờ sự hỗ trợ của mô hình SWAT.

### 3. Kết quả và thảo luận

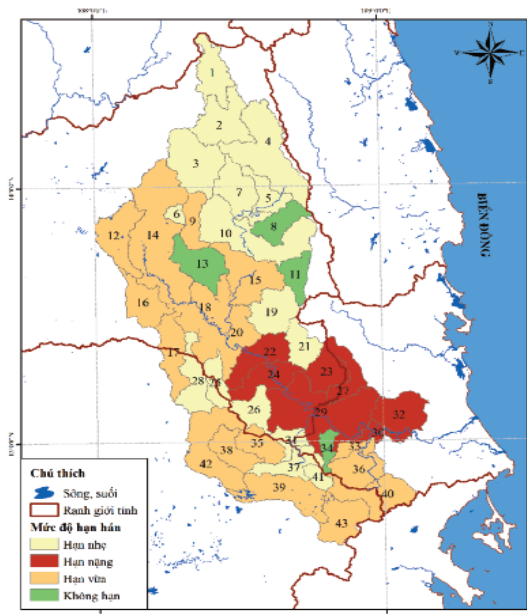
Kết quả tính toán thể hiện trong các bản đồ phân vùng hạn hán trong bối cảnh BĐKH xây dựng cho lưu vực sông Ba tương ứng các kịch bản mô phỏng Hình 1,2,3. Kết quả mô phỏng 03 kịch bản trên cho thấy: Tác động BĐKH đã thể hiện khá rõ nét thông qua bản đồ phân vùng theo mức độ hạn hán.



Hình 1. Bản đồ phân cấp hạn Kịch bản 1 lưu vực sông Ba



Hình 2. Bản đồ phân cấp hạn Kịch bản 2 lưu vực sông Ba



Hình 3. Bản đồ phân cấp hạn Kịch bản 3 lưu vực sông Ba

Kết quả thể hiện rõ hơn qua Bảng 3 thống kê diện tích hạn hán theo mức độ của 03 kịch bản mô phỏng.

*Bảng 3. Thống kê diện tích hạn theo các kịch bản*

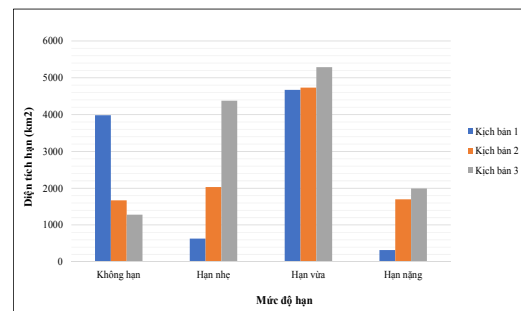
Mức độ hạn	Diện tích (km <sup>2</sup> )		
	KB1	KB2	KB3
Không hạn	3983,2	1673,2	1279,8
Hạn nhẹ	628,6	2033,2	4376,2
Hạn vừa	4675,5	4737,2	5287,4
Hạn nặng	317,4	1697,5	1989,2
Hạn đặc biệt	0	0	0

Thống kê Bảng 3 cho thấy diện tích không hạn hiện trạng là lớn nhất gần 4000 km<sup>2</sup>, trong khi kết quả mô phỏng các kịch bản xét đến tác động biến đổi khí hậu có thể nhận thấy diện tích không bị hạn ngày càng giảm, theo kịch bản RCP 4.5 giảm còn gần 2000 km<sup>2</sup> và kịch bản RCP 8.5 chỉ còn trên 1000km<sup>2</sup>. Có thể nhận thấy BĐKH ảnh hưởng khá nghiêm trọng đến tình hình hạn hán lưu vực sông Ba, diện tích không bị ảnh hưởng hạn hán ngày càng giảm theo các kịch bản mô phỏng. Đồng nhất với xu thế đó, diện tích hạn nhẹ; hạn vừa; hạn nặng tăng dần theo các kịch bản mô phỏng. Điều này càng minh chứng ảnh hưởng của BĐKH đến hạn hán lưu vực nghiên cứu. Nếu diện tích hạn nhẹ với kịch bản nền chỉ trên 600km<sup>2</sup> thì diện tích đó đã tăng lên trên 2000km<sup>2</sup> cho kịch bản 2 và trên 4000km<sup>2</sup> cho kịch bản 3. Diện tích hạn vừa tăng từ 4600km<sup>2</sup> lên gần 5300km<sup>2</sup>; đặc biệt hạn nặng đã xảy ra nghiêm trọng hơn hẳn, diện tích hạn nặng kịch bản 2 và kịch bản 3 tăng gấp 5 lần so với diện tích hạn nặng kịch bản nền. Hạn nặng ảnh hưởng nghiêm trọng không chỉ đến sản xuất mà còn ảnh hưởng nghiêm trọng đến vấn đề cấp nước ngọt phục vụ sinh hoạt cho lưu vực nghiên cứu.

Mô hình SWAT đã phân chia lưu vực sông thành các tiểu lưu vực với lượng dòng chảy nhận được sinh ra từ mưa là khác nhau. Với công thức tính chỉ số hạn thủy văn, mỗi lưu vực sẽ có một chỉ số khô hạn tương ứng lượng dòng chảy sinh ra do mưa trên lưu vực đó; với 5 mức độ hạn

được quy định, có thể nhận thấy tại lưu vực sông Ba chưa xuất hiện hạn đặc biệt nghiêm trọng trong cả 3 kịch bản mô phỏng. Các chỉ số khô hạn sau khi tính toán sử dụng phần mềm ArcGIS để phân khu các vùng với các mức độ hạn tương ứng (thể hiện qua các bản đồ phân vùng hạn phía trên). Có thể mức độ hạn và diện tích hạn qua các kịch bản còn phải tính toán thêm về độ tin cậy, tuy nhiên xu hướng hạn hán dưới tác động BĐKH là hợp lý, điều này thể hiện trực quan diện tích ảnh hưởng tương ứng các mức hạn tại lưu vực sông Ba qua các kịch bản mô phỏng.

Mức độ hạn trên lưu vực sông Ba theo các kịch bản khác nhau cũng được thấy rõ trong Hình 4. Các kịch bản cho thấy mức độ hạn vừa chiếm ưu thế hơn trên ba kịch bản này. Mức độ hạn nặng, hạn vừa xuất hiện cao nhất ở kịch bản RCP 8.5.



*Hình 4. So sánh diện tích hạn qua các kịch bản*

Như vậy có thể ứng dụng hiệu quả mô hình thủy văn vào hỗ trợ quá trình đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến hạn hán lưu vực sông Ba theo không gian và thời gian cũng như phát triển để có thể xây dựng bản đồ dự báo hạn hán giúp các nhà quản lý có thể hoạch định chính sách ứng phó với hạn hán hiệu quả đặc biệt trước tình hình biến đổi khí hậu ảnh hưởng ngày càng mạnh mẽ như hiện nay.

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu đã ứng dụng thành công mô hình SWAT mô phỏng quá trình dòng chảy diễn ra trên lưu vực sông Ba. Kết quả cho thấy mô hình SWAT có thể ứng dụng để mô phỏng tính toán dòng chảy mùa cạn cho khu vực nghiên cứu. Kết quả mô phỏng của mô hình SWAT sẽ cung cấp và bổ sung đầy đủ những dữ liệu cần thiết để tính toán chỉ số hạn thủy văn khu vực nghiên cứu.

Kết hợp công thức tính chỉ số hạn thủy văn và phần mềm ArcGIS, nghiên cứu đã xây dựng được bản đồ phân vùng hạn hán lưu vực sông Ba theo kịch bản nền và các kịch bản BĐKH. Từ bản đồ phân vùng hạn hán đã phân tích, đánh giá

được tác động của BĐKH đến hạn hán lưu vực sông Ba. Với các kết quả tính toán được, nghiên cứu này đưa ra một số đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến hạn hán lưu vực sông Ba.

**Lời cảm ơn:** *Kết quả của bài báo là một phần kết quả của luận văn học viên cao học Nguyễn Nam Thành với tiêu đề “Tác động của biến đổi khí hậu đến hạn hán lưu vực sông Ba”.*

### **Tài liệu tham khảo**

1. Arnold, J. G., Williams, J.R., Nicks, A.D. Sammons, N.B., (1990), SWRRB: A basin scale simulation model for soil and water resources management. *College Station, Tex.: Texas A&M University Press.*
2. Dương, V.K., Sơn, N.H., Trần, T.T (2013), *Nghiên cứu ứng dụng công nghệ viễn thám giám sát hạn hán ở Tây Nguyên*, Hội thảo khoa học liên ngành nhóm nhiệm vụ thuộc chương trình Tây Nguyên 3: Quản lý bền vững đất và nước ứng phó với hạn hán, hoang mạc hóa và lũ lụt vùng Tây Nguyên.
3. Huỳnh Thị Thanh Hạnh (2012), *Ứng dụng GIS và mô hình SWAT đánh giá tài nguyên đất và nước tại thượng nguồn lưu vực sông Srepok tỉnh Đắk Lắk*, Luận văn cao học, Trường Đại học Bách Khoa, Thành phố Hồ Chí Minh.
4. Knisel, W.G., (1980), CREAMS: A Field-Scale Model for Chemicals, Runoff and Erosion from Agricultural Management Systems, *USDA Conservation Research Report*, 26 (1), 36-64.
5. Leonard R.A., Knisel W.G. and Still D.A., (1987), GLEAMS: Groundwater Loading Effects of Agricultural Management Systems. *Transactions of the ASAE*, 30 (5), 1403-1418.
6. Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Van Liew, M.W., Bingner, R.L., Harmel, R.D., and Veith, T.L., (2007), Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 50 (3), 885.
7. Nguyễn Đức Ngữ (2005), *ENSO và hạn hán ở các tỉnh ven biển miền Trung và Tây Nguyên*, Tạp chí Khí tượng thủy văn, 530 (2), 1-15.
8. Nguyễn Kim Lợi và cộng sự (2012), *Đánh giá lưu lượng dòng chảy đến lưu vực sông Bé sử dụng mô hình SWAT*.
9. Nguyễn Thị Ngọc Quyên và Nguyễn Duy Liêm, Nguyễn Đại Ngưỡng, Nguyễn Thoan, Bùi Tá Long, Nguyễn Kim Lợi (2017), *Phân vùng hạn hán dựa trên chỉ số hạn và mô phỏng chế độ thủy văn trên lưu vực Srepok vùng Tây Nguyên*, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường, 33 (1), 65-81.
10. Nguyễn Trọng Hiệu, Nguyễn Văn Thắng, Phạm Thị Thanh Hương (2010), *Tác động của biến đổi khí hậu đến hạn hán trên các vùng khí hậu ở Việt Nam*, Tạp chí Khí tượng thủy văn, 598 (10), 21-25.
11. Rivera, S., Hernandez, A.J., Ramsey, R.D., Suarez, G. and Rodriguez S.A., (2007), Predicting flood hazard areas: a SWAT and HEC-RAS simulations conducted in Aguan river basin of Honduras, central America, *ASPRS 2007 Annual Conference*, Tampa, Florida.
12. Trần Thục (2008), *Báo cáo tổng kết đề án: “Xây dựng bản đồ hạn hán và mức độ thiếu nước sinh hoạt ở Nam Trung Bộ và Tây Nguyên”*, Viện KTTV, Bộ Tài nguyên và Môi trường.
13. Trần Thục, Thắng N.V., Cường H.D., Khiêm M.V., Mậu N.Đ., Thắng V.V., Takeuchi W. & An V.N., (2013), *Khả năng ứng dụng chỉ số hạn KeetchByram (KBDI) trong giám sát hạn hán ở Việt Nam*, Hội thảo khoa học liên ngành nhóm nhiệm vụ thuộc chương trình Tây Nguyên 3: Quản lý bền

vững đất và nước ứng phó với hạn hán, hoang mạc hóa và lũ lụt vùng Tây Nguyên.

14. Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia (từ 2005 đến 2016), *Đặc điểm khí tượng thủy văn, Báo cáo tổng hợp*.

15. Williams, J.R., Jones, C.A. and Dyke, P.T., (1984), A modeling approach to determining the relationship between erosion and soil productivity. *Transactions of the ASAE*, 27 (1), 129-144.

16. Williams, J.R., Nicks, A.D. and Arnold, J. G., (1985), SWRRB, A simulator for water resources in rural basins. *Journal of Hydraulic Engineering*, 111(6), 970-986.

17. Wilhite, D.A. and Glantz, M.H., (1985), Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Definitions, *Water International*, 10, 111-120.

## INVESTIGATING TO ESTABLISH THE DROUGHT CLASSIFICATION MAPS IN THE BA RIVER BASIN IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE

Nguyen Nam Thanh<sup>1</sup>, Tran Hong Thai<sup>1</sup>, Bach Quang Dung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Vietnam Meteorological and Hydrological Administration

**Abstract:** *Drought is a type of natural disaster that has typical characteristics and the impact of drought usually occurs over a wide range, and the beginning and ending are often difficult to identify. In this study, the SWAT model used to simulate the flow changes taking into account the climate change factors in the Ba River basin is a significant study. The simulation results of the SWAT model provide the necessary data to calculate the hydrological drought index for this study area. This study has built the drought classification maps in the Ba River basin based on the baseline scenarios and climate change scenarios. Using the drought classification maps can analyze and assess the impact of climate change on drought in the Ba River basin. The results of this investigation also contribute to support for policymakers to effectively concern with the drought, especially climate change is recently happening and in the future.*

**Key words:** *Hydrological drought, SWAT model, climate change, Ba River basin.*