

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA**

**VŨ THỊ VÂN ANH**

**NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU  
ĐẾN TÀI NGUYÊN NƯỚC LƯU VỰC SÔNG BA  
THEO CÁCH TIẾP CẬN KẾT HỢP GIỮA DỰ TÍNH KHÍ HẬU VÀ  
NGƯỠNG HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG**

Ngành: Kỹ thuật Tài nguyên nước  
Mã số ngành: 62580212

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ**

**TP. HỒ CHÍ MINH - NĂM 2021**

Công trình được hoàn thành tại **Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM**

Người hướng dẫn 1: PGS.TS Nguyễn Thông

Người hướng dẫn 2: GS. TS Trần Thục

Phản biện độc lập 1:

Phản biện độc lập 2:

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án họp tại

.....  
.....

vào lúc          giờ          ngày          tháng          năm

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện:

- Thư viện Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM
- Thư viện Đại học Quốc gia Tp.HCM
- Thư viện Khoa học Tổng hợp Tp.HCM

# GIỚI THIỆU

## 1. Tính cấp thiết của vấn đề nghiên cứu

Biến đổi khí hậu (BĐKH) là một trong những thách thức lớn đối với nhân loại trong thế kỷ 21 trên phạm vi toàn thế giới và Việt Nam. Dưới tác động của BĐKH, trên các lưu vực sông ở Việt Nam, dòng chảy mùa lũ có xu hướng gia tăng trong khi dòng chảy dòng chảy mùa kiệt có xu thế giảm, các cực trị lũ và hạn gia tăng cả về cường độ và tần suất, gây ra các thiên tai liên quan đến tài nguyên nước (TNN) như lũ lụt, hạn hán, xâm nhập mặn, ô nhiễm nguồn nước... Lưu vực sông Ba (LVS Ba) là lưu vực sông lớn nhất ở vùng ven biển miền Trung Việt Nam với diện tích 13.900 km<sup>2</sup>. Trong những năm gần đây, do yêu cầu phát triển kinh tế - xã hội (KT-XH), nhu cầu sử dụng nước ở LVS Ba gia tăng đáng kể. Trong khi đó, TNN trên lưu vực này chứa đựng nhiều yếu tố không bền vững. Trong bối cảnh BĐKH, các yếu tố này càng trở nên nghiêm trọng, đe dọa đến an toàn cấp nước của LVS Ba trong tương lai.

Trước đây, ở Việt Nam đã có nhiều nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH đến TNN trên LVS Ba. Các nghiên cứu này chủ yếu dựa theo cách tiếp cận từ trên xuống. Có thể nói, cách tiếp cận này đã cung cấp những thông tin về các tác động tiềm tàng của BĐKH đối với các hệ thống TNN ở LVS Ba. Tuy nhiên, tính chưa chắc chắn của các kết quả dự tính khí hậu từ các mô hình khí hậu đã gây ra khó khăn cho các nhà hoạch định chính sách trong việc ra quyết định về các giải pháp thích ứng. Do đó, việc nghiên cứu xây dựng một cách tiếp cận khác trong đó giảm thiểu ảnh hưởng của tính chưa chắc chắn từ các mô hình khí hậu đến quá trình đánh giá tác động của BĐKH đến hệ thống TNN ở LVS Ba nhằm hỗ trợ tốt hơn cho quá trình ra quyết định của các nhà hoạch định chính sách là hết sức cần thiết.

## 2. Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu chung: Xây dựng cơ sở khoa học đánh giá tác động của BĐKH đến TNN LVS Ba theo cách tiếp cận kết hợp giữa dự tính khí hậu và ngưỡng hoạt

động của hệ thống nhằm quản lý bền vững TNN trên LVS trong bối cảnh chưa chắc chắn của BĐKH.

Mục tiêu cụ thể:

- Mục tiêu 1: Phân tích tình trạng thiếu nước trong những năm gần đây ở LVS Ba và xác định được ngưỡng đảm bảo cấp nước của hệ thống.
- Mục tiêu 2: Xác định được phản ứng của hệ thống TNN ở LVS Ba đối với sự thay đổi của khí hậu.
- Mục tiêu 3: Đánh giá được tác động của BĐKH đến TNN ở LVS Ba theo cách tiếp cận kết hợp giữa dự tính khí hậu và ngưỡng hoạt động của hệ thống.

### **3. Phương pháp nghiên cứu**

Các phương pháp nghiên cứu sử dụng trong luận án bao gồm: Phương pháp kế thừa; phương pháp tham vấn các bên liên quan; phương pháp mô hình toán; phương pháp phân tích xác suất thống kê; phương pháp chuyên gia; phương pháp sử dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS).

### **4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án**

*Ý nghĩa khoa học:* Luận án đã làm phong phú thêm kiến thức chuyên ngành và góp phần hoàn thiện các phương pháp đánh giá tác động của BĐKH đến hệ thống TNN nói riêng và hệ thống tự nhiên, KT-XH nói chung.

*Ý nghĩa thực tiễn:* Kết quả luận án có thể được sử dụng làm cơ sở phục vụ cho công tác quy hoạch và quản lý TNN ở LVS Ba trong bối cảnh BĐKH, đồng thời là cơ sở cho các cơ quan, các tỉnh thành trên lưu vực tham khảo để hoạch định chiến lược, chủ trương, chính sách, cũng như lập và điều chỉnh kế hoạch phát triển bền vững TNN phục vụ công cuộc công nghiệp hóa – hiện đại hóa trong bối cảnh BĐKH cho địa phương.

### **5. Những đóng góp mới của luận án**

- Luận án đã đánh giá tình trạng thiếu nước trong những năm gần đây và xác định được ngưỡng đảm bảo cấp nước của hệ thống TNN trên LVS Ba dựa vào quá trình tham vấn với các bên liên quan theo hướng tiếp cận từ dưới lên.
- Luận án đã xác định được phản ứng của hệ thống TNN ở LVS Ba (cụ thể là mức đảm bảo cấp nước tại các nút nhu cầu nước) đối với sự thay đổi của khí hậu.
- Luận án đã xây dựng được cơ sở khoa học đánh giá tác động của BĐKH đến TNN LVS Ba theo cách tiếp cận kết hợp giữa dự tính khí hậu và ngưỡng hoạt động của hệ thống, từ đó đề xuất giải pháp thích ứng nhằm quản lý bền vững TNN trên LVS trong bối cảnh chưa chắc chắn của BĐKH.

## **6. Bố cục của luận án**

Ngoài phần Mở đầu và Kết luận và kiến nghị, luận án bao gồm 4 chương: (1) Chương 1. Tổng quan về các nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH đến TNN; (2) Chương 2. Phương pháp luận nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu đến hệ thống tài nguyên nước theo cách tiếp cận kết hợp giữa dự tính khí hậu và ngưỡng hoạt động của hệ thống; (3) Chương 3. Kết quả đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến hệ thống tài nguyên nước LVS Ba theo cách tiếp cận kết hợp giữa dự tính khí hậu và ngưỡng hoạt động của hệ thống; (4) Chương 4: Nghiên cứu chi tiết cho các khu vực cụ thể ở LVS Ba.

## **CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN CÁC NGHIÊN CỨU VỀ TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN HỆ THỐNG TÀI NGUYÊN NƯỚC**

### **1.1 Tổng quan về biến đổi khí hậu và các mô hình khí hậu**

Biến đổi khí hậu (BĐKH) là sự thay đổi trong trạng thái của khí hậu có thể được xác định (ví dụ như sử dụng các kiểm tra thống kê) bởi những thay đổi trong giá trị trung bình và/hoặc sự thay đổi thuộc tính của nó, và trong thời gian dài, thường là vài thập kỷ hoặc lâu hơn.

Mô hình hóa khí hậu là sự biểu diễn hệ thống khí hậu bằng các phương trình toán học mô tả các quá trình vật lý, hóa học, sinh học,... xảy ra trong hệ thống khí hậu. Mô hình khí hậu toàn cầu (GCMs) mô tả các đặc trưng khí quyển và đại

đương với lưới 3 chiều, độ phân giải phổ biến khoảng 200 km và số mực thẳng đứng từ 20-50 m. Cho đến nay, GCMs được coi là công cụ đáng tin cậy duy nhất để mô phỏng phản ứng của hệ thống khí hậu đối với sự thay đổi của nồng độ khí nhà kính trong khí quyển. Tuy nhiên, kết quả từ GCMs lại chứa đựng nhiều tính chưa chắc chắn dẫn đến nhiều khó khăn cho các nhà hoạch định chính sách trong việc sử dụng kết quả nghiên cứu để đề xuất giải pháp thích ứng.

## **1.2 Tổng quan các nghiên cứu về đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước**

Trong các nghiên cứu về đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước trên thế giới, cách tiếp cận từ trên xuống và cách tiếp cận từ dưới lên là hai cách tiếp cận đặc trưng. Trong khi cách tiếp cận từ trên xuống cung cấp những kết quả mang tính định hướng quan trọng về tác động tiềm tàng của BĐKH đến hệ thống trong một hoặc một số kịch bản nhất định, kết quả của nó gây ra khó khăn cho các nhà quản lý trong việc hỗ trợ ra quyết định và thiết kế chính sách thích ứng do gặp phải sự chưa chắc chắn đến từ nhiều nguồn khác nhau. Cách tiếp cận từ dưới lên chuyển trọng tâm sang đánh giá tính dễ bị tổn thương của hệ thống, và chính các bên liên quan và các nhà hoạch định chính sách cung cấp dữ liệu và thông tin cần thiết cho quá trình nghiên cứu, do đó kết quả thu được thuận lợi hơn cho quá trình ra quyết định, giúp thu hẹp khoảng cách giữa các nhà nghiên cứu và những nhà hoạch định chính sách. Tuy nhiên nhược điểm lớn nhất của cách tiếp cận này là việc không quan tâm đến kết quả dự tính khí hậu tương lai từ GCMs.

Có nhiều nghiên cứu tập trung kết hợp cả hai cách tiếp cận, trong đó quá trình tham vấn các bên tham gia được tiến hành ở các cấp độ khác nhau để xác định tình trạng dễ bị tổn thương và các giải pháp thích ứng, đồng thời phối hợp với những dự tính khí hậu theo các kịch bản phát triển KT-XH hoặc phát thải khác nhau từ các GCMs và các công cụ chi tiết hóa. Trong đó, cách tiếp cận Decision

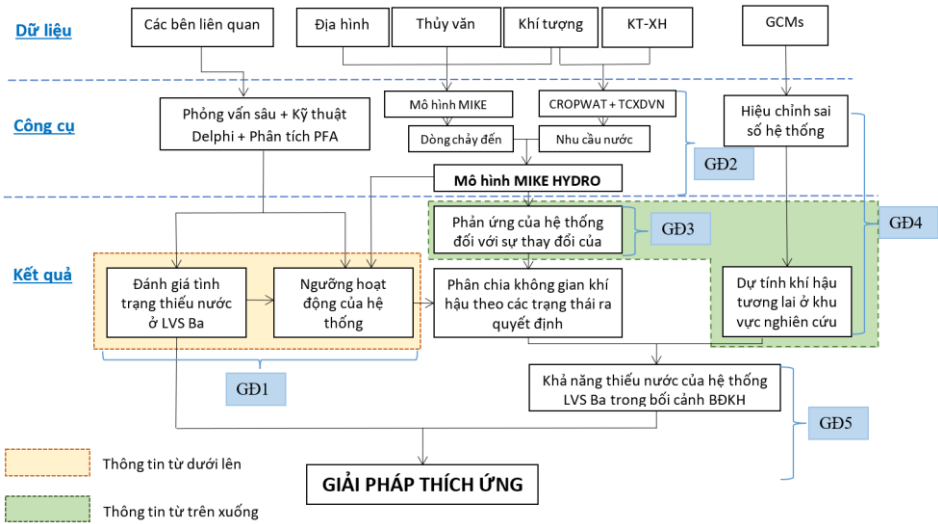
Scaling của Brown và cộng sự (2014) có nhiều ưu điểm, bao gồm: (i) Cách tiếp cận này xuất phát từ việc phân tích tính dễ bị tổn thương của hệ thống, do đó tận dụng được những ưu điểm của cách tiếp cận từ dưới lên; (ii) Cách tiếp cận này có xem xét đến kết quả dự tính khí hậu từ các GCMs, và dựa vào đó để dự tính rủi ro do khí hậu của hệ thống; (iii) Cách tiếp cận này sử dụng một số lượng lớn các GCMs giúp xem xét tất cả các khả năng có thể xảy ra của hệ thống khí hậu trong tương lai; và (iv) Cách tiếp cận này đánh giá rủi ro khí hậu gắn liền với các phương án ra quyết định, do đó hỗ trợ rất tốt cho các nhà hoạch định chính sách trong việc ra quyết định các phương án thích ứng tại hệ thống.

Ở Việt Nam, có nhiều nghiên cứu tập trung đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước ở các lưu vực sông. Nhiều kịch bản BĐKH, nhiều mô hình thủy văn và mô hình hệ thống khác nhau được sử dụng, tuy nhiên, tất cả những nghiên cứu này đều đi theo cách tiếp cận từ trên xuống.

### **1.3 Tổng quan về các nghiên cứu về biến đổi khí hậu ở Lưu vực sông Ba và hướng tiếp cận của luận án**

Một số nhận định về các nghiên cứu trước đây về đánh giá tác động của BĐKH đến hệ thống LVS Ba như sau: (i) LVS Ba thường xuyên phải chịu hạn hán trong quá khứ, bao gồm hạn hán khí tượng, hạn hán thủy văn, hạn hán KT-XH, hạn hán nông nghiệp, với cường độ và tần suất khác nhau; (ii) Kết quả dự tính khí hậu cho LVS Ba là rất khác nhau ở các phiên bản kịch bản BĐKH của Bộ TNMT khác nhau. Nếu dựa trên kết quả này để đánh giá tác động đến TNN trên LVS Ba sẽ gây ra sự không chính xác rất lớn, dẫn đến sự đầu tư lãng phí đồng thời tiềm ẩn những hiểm họa khó lường; (iii) Các nghiên cứu này, mặc dù dựa trên các phiên bản khác nhau của kịch bản BĐKH của Bộ TNMT, nhưng đều đi theo cách tiếp cận từ trên xuống.

Luận án này tập trung xây dựng cơ sở khoa học đánh giá tác động của BĐKH đến TNN ở LVS Ba dựa trên cách tiếp cận Decision Scaling của Brown và cộng sự (2014), trong đó kết hợp giữa cách tiếp cận từ trên xuống – kết quả dự tính khí hậu từ GCMs, và từ dưới lên – ngưỡng hoạt động của hệ thống đối với BĐKH. Sơ đồ logic tiếp cận của luận án được thể hiện ở Hình 1.1.



Hình 1.1 Sơ đồ logic tiếp cận của luận án

## CHƯƠNG 2 PHƯƠNG PHÁP LUẬN NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN TÀI NGUYÊN NƯỚC LƯU VỰC SỐNG BA THEO TIẾP CẬN KẾT HỢP GIỮA DỰ TÍNH KHÍ HẬU VÀ NGUỖNG HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG

### 2.1 Tổng quan về lưu vực sông Ba

#### 2.1.1 Điều kiện tự nhiên – kinh tế - xã hội

Sông Ba là con sông lớn nhất vùng ven biển miền Trung, dòng chính bắt nguồn từ đỉnh núi cao Ngọc Rô 1.549 m của dải Trường Sơn. Từ thượng nguồn đến An Khê, sông chảy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam sau đó chuyển hướng Bắc Nam, đến cửa sông Hinh chảy theo hướng gần như Tây - Đông rồi đổ ra biển Đông tại cửa Đà Rằng. Chiều dài sông chính khoảng 374 km, mật độ lưới sông



0,22 km/km<sup>2</sup>. Lưu vực sông có tổng diện tích tự nhiên khoảng 13.900 km<sup>2</sup>, trải dài từ 12°55' đến 14°58' vĩ độ Bắc và 108°00' đến 109°55' kinh độ Đông. Đại bộ phận diện tích nằm ở phía Đông Nam dãy Trường Sơn, nhưng ảnh hưởng của dãy đến khu vực này đã yếu dần và được thay thế bằng phong chung của nền cấu trúc khối tầng cao nguyên. Thổ nhưỡng đa dạng với 30 loại đất khác nhau, kết hợp với điều kiện địa hình và khí hậu thuận lợi làm cho thảm thực vật rừng trên LVS Ba phát triển mạnh.

Nhiệt độ trung bình năm toàn LVS Ba vào khoảng 24,2°C, phía tây Trường Sơn nhiệt độ thấp hơn phía đông Trường Sơn. Lượng mưa bình quân nhiều năm trên toàn LVS Ba khoảng 1.760 mm, nhưng phân bố rất không đều ở các nơi trên lưu vực. Mùa mưa ở vùng thượng và trung du từ tháng V-X hoặc XI, trong khi ở vùng hạ du từ tháng IX – XII.

Phần lớn lưu vực thuộc ranh giới các tỉnh Gia Lai, Đăk Lăk và Phú Yên. Đây là khu vực tương đối kém phát triển so với các lưu vực lân cận. Kinh tế chủ yếu là nông nghiệp, với 80% dân số sống dựa vào nông nghiệp, hạ tầng xã hội còn nhiều hạn chế. Trong những năm gần đây, cơ sở hạ tầng, trình độ dân trí có sự cải thiện đáng kể, tốc độ phát triển công nghiệp của các địa phương đã có những chuyển biến mạnh mẽ với tỷ trọng GDP ngành công nghiệp trong cơ cấu kinh tế ngày càng gia tăng.

### ***2.1.2 Đặc điểm tài nguyên nước và hiện trạng công trình thủy lợi***

Lượng dòng chảy năm trên LVS Ba không lớn với module dòng chảy bình quân nhiều năm đạt 22,8 l/s.km<sup>2</sup>, hàng năm sông Ba đổ ra biển Đông khoảng gần 10 tỷ m<sup>3</sup> nước. Phân phối dòng chảy năm khác nhau ở các vùng: mùa lũ ở vùng Tây Trường Sơn kéo dài 5 tháng (tháng VII đến tháng XI); vùng Đông Trường Sơn kéo dài 3 tháng (tháng X đến tháng XII), vùng Trung gian kéo dài 4 tháng (tháng IX đến tháng XII).

Hiện nay, trên LVS Ba có khá nhiều công trình thủy lợi bao gồm hàng trăm đập dâng và hàng loạt các hồ chứa trên các nhánh sông suối, nhưng hầu hết các công

trình này đều có quy mô nhỏ. Lưu vực có nguồn thủy năng khá lớn, có nhiều vị trí xây dựng các công trình thủy điện với tổng công suất lắp máy khoảng 737 MW, điện lượng hàng năm khoảng 3,22 tỷ KWh.

## **2.2 Số liệu sử dụng trong luận án**

Các số liệu sử dụng trong luận án bao gồm: (i) Số liệu khí tượng thủy văn từ 7 trạm khí tượng, 16 trạm mưa và 4 trạm thủy văn trong các thời kỳ khác nhau từ 1976-2016 thu thập từ Trung tâm khí tượng thủy văn quốc gia; (ii) Số liệu kinh tế xã hội bao gồm dân số, quy mô các ngành sử dụng nước thu thập từ Viện Quy hoạch Thủy lợi Việt Nam; (iii) Số liệu dự tính khí hậu tương lai từ 43 thành phần thuộc 15 GCMs tương ứng với các kịch bản nồng độ khí nhà kính khác nhau được khai thác từ trang web của Program for Climate Model Diagnosis & Intercomparison (<http://cmip-pcmdi.llnl.gov/cmip5/>).

## **2.3 Đánh giá tình trạng thiếu nước ở LVS Ba theo cách tiếp cận từ dưới lên và xác định ngưỡng hoạt động của hệ thống**

Luận án sử dụng phương pháp phỏng vấn sâu để phân tích tình trạng thiếu nước theo cách tiếp cận DPSIR tại 3 huyện: (1) Huyện Chư Sê – Tỉnh Gia lai, đại diện cho vùng khí hậu TTS; (2) Huyện Krong Pa – Tỉnh Gia Lai, đại diện cho vùng khí hậu TG; (3) Huyện Tây Hòa – Tỉnh Phú Yên, đại diện cho vùng khí hậu ĐTS. Phần này đồng thời nhận định về mức độ sử dụng, mức độ hiệu quả và mức độ khả thi của 27 giải pháp thích ứng với tình trạng thiếu nước ở địa phương, tương ứng với 6 nhóm lĩnh vực, bằng việc sử dụng tham vấn bằng bảng hỏi kết hợp với đánh giá mức độ đồng thuận bằng phương pháp Delphi.

Đối với việc xác định ngưỡng đảm bảo cấp nước (ngưỡng hoạt động) của hệ thống, với mỗi vùng khí hậu, một số năm hạn điển hình (được phân tích dựa trên số liệu quan trắc mưa tại các trạm) trong quá khứ sẽ được đưa ra cho các bên liên quan, sau đó yêu cầu họ lựa chọn ra 1 năm hạn mà mức độ thiệt hại tại địa phương là chấp nhận được. Khi đó mức đảm bảo cấp nước trung bình của các nút nhu cầu nước trong năm hạn ngưỡng đó sẽ được lấy làm ngưỡng đảm bảo cấp nước của mỗi vùng khí hậu tương ứng.

## 2.4 Thiết lập mô hình mô phỏng hoạt động của hệ thống lưu vực sông Ba

### 2.4.1 Tính toán cân bằng nước lưu vực sông Ba bằng mô hình Mike Hydro

Mô hình Mike Hydro được áp dụng để tính toán cân bằng nước (CBN) trên toàn LVS Ba trong thời đoạn ngày trong các trường hợp như sau:

- Điều kiện về công trình thủy lợi trên LVS Ba: (1) Điều kiện công trình hiện trạng năm 2016, bao gồm 12 hồ chứa và đập Đồng Cam, 10 nút thủy điện, 45 nút tưới, 8 nút cấp nước cho các ngành sử dụng nước khác; (2) Điều kiện công trình quy hoạch theo Quyết định số 5205/QĐ-BNN-TCTL của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (NN&PTNT), bao gồm 12 hồ chứa và đập Đồng Cam, 10 nút thủy điện, 52 nút tưới, 8 nút cấp nước cho các ngành sử dụng nước khác.

- Điều kiện về khí hậu trên LVS Ba: (1) Điều kiện khí hậu TKCS (1986-2005); (2) Điều kiện khí hậu tương lai có xét đến BĐKH, bao gồm 3 thời kỳ: (i) Thời kỳ tương lai gần (TLG) (2016-2035); (ii) Thời kỳ giữa thế kỷ 21 (GTK) (2046-2065); (iii) Thời kỳ cuối thế kỷ 21 (CTK) (2080-2099).

### 2.4.2 Tính toán dòng chảy đến lưu vực sông Ba bằng mô hình Mike Nam

Luận án kế thừa kết quả hiệu chỉnh kiểm định và bộ thông số của mô hình Mike Nam cho hệ thống LVS Ba từ Đề tài cấp Bộ “Nghiên cứu xây dựng hệ thống hỗ trợ kỹ thuật giải quyết tranh chấp về tài nguyên nước lưu vực sông Ba” được thực hiện từ năm 2007 – 2009 do ThS. Huỳnh Thị Lan Hương thuộc Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu là chủ nhiệm. Sau khi thiết lập được bộ thông số mô hình cho 3 trạm nói trên, các bộ thông số này được sử dụng cho các lưu vực bộ phận khác trên LVS Ba.

Bảng 1.1 Bộ thông số mô hình NAM tại các lưu vực của trạm thủy văn

STT	Trạm	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Thông số								
			U <sub>max</sub>	L <sub>max</sub>	CQOF	CKIF	CK1,2	TOF	TIF	TG	CKBF
1	An Khê	1.350	18,3	206	0,544	508,6	24	0,737	0,561	0,793	1.400
2	Sông Hình	752	11	120	0,99	600	15,6	0,3	0,3	0,01	2.800

STT	Trạm	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Thông số								
			U <sub>max</sub>	L <sub>max</sub>	CQOF	CKIF	CK1,2	TOF	TIF	TG	CKBF
3	Phơ Mơ Rê	310,8	15,4	205	0,383	711,3	14,6	0,554	0,451	0,316	1.521

### **2.4.3 Tính toán nhu cầu nước của các ngành sử dụng nước lưu vực sông Ba**

Luận án sử dụng phần mềm Cropwat 8.0 để tính toán nhu cầu nước cho cây trồng và các tiêu chuẩn cấp nước của Bộ xây dựng theo các quy mô sử dụng nước của các điều kiện hiện trạng và quy hoạch.

### **2.5 Phương pháp xác định hàm phản ứng của hệ thống đối với sự thay đổi của khí hậu**

Trong phạm vi luận án, nội dung này bao gồm 3 bước riêng biệt: (1) CBN hệ thống LVS Ba điều kiện khí hậu của TKCS; (2) CBN hệ thống LVS Ba trong điều kiện thay đổi của các biến khí hậu; (3) Phân chia không gian khí hậu theo các trạng thái ra quyết định.

#### **2.5.1 Cân bằng nước lưu vực sông Ba điều kiện khí hậu của thời kỳ cơ sở**

Trong điều kiện khí hậu của TKCS, luận án tiến hành tính toán CBN đối với cả 2 điều kiện về công trình trên LVS Ba.

#### **2.5.2 Cân bằng nước lưu vực sông Ba trong điều kiện khí hậu thay đổi**

Luận án tiến hành tính toán CBN cho tổng cộng có 207 trường hợp mô phỏng trong tổ hợp các mức tăng của nhiệt độ từ 0 đến 6,0°C và biến đổi lượng mưa từ -15% đến +60% so với TKCS.

Sau khi mô phỏng CBN của hệ thống LVS Ba trong tổ hợp các mức biến đổi của lượng mưa và nhiệt độ, ta thu được mức đảm bảo cấp nước của hệ thống tương ứng. Từ đây ta sẽ xây dựng được bề mặt phản ứng của hệ thống đối với sự thay đổi của khí hậu, với mối quan hệ giữa các điểm là mối quan hệ tương quan rời rạc:

$$R_i = f_i (T, P)$$

### **2.5.3 Phân chia không gian khí hậu theo các trạng thái ra quyết định**

Các quyết định có thể đưa ra đối với hệ thống TNN ở LVS Ba là “Hành động” và “Không hành động”. Nếu mức đảm bảo cấp nước của một nút nhu cầu nước  $R_i \geq R_{ngưỡng}$ , nút đó là an toàn và quyết định đưa ra đối với nút đó là “Không hành động”. Nếu mức đảm bảo cấp nước của một nút nhu cầu nước  $R_i < R_{ngưỡng}$ , nút đó bị thiếu nước và quyết định đưa ra đối với nút đó là “Hành động”. Khi đưa ngưỡng của hệ thống vào bề mặt phản ứng của hệ thống đối với sự thay đổi của khí hậu, không gian khí hậu được chia thành 2 trạng thái ứng với các quyết định khác nhau: “Hành động” và “Không hành động”.

## **2.6 Dự tính khả năng thiếu nước của hệ thống tài nguyên nước ở lưu vực sông Ba trong điều kiện biến đổi khí hậu**

### **2.6.1 Dự tính khí hậu ở lưu vực sông Ba từ các mô hình khí hậu**

Tổng số 43 thành phần thuộc 15 GCMs tương ứng với 4 kịch bản nồng độ khí nhà kính (RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5) trong AR5 của IPCC được sử dụng để dự tính khí hậu ở LVS Ba. Các kết quả này được nội suy từ các điểm lưới vào tọa độ của 7 trạm khí tượng và 16 trạm mưa bằng phương pháp nội suy song tuyến, sau đó được hiệu chỉnh sai số hệ thống: (i) Hiệu chỉnh lượng mưa: Hiệu chỉnh tần số ngày ướt và hàm phân bố mưa bằng phương pháp Quantile Mapping; (ii) Hiệu chỉnh nhiệt độ: Hiệu chỉnh dựa trên các ngưỡng phân vị.

### **2.6.2 Dự tính khả năng thiếu nước của hệ thống tài nguyên nước lưu vực sông Ba trong điều kiện biến đổi khí hậu**

Khả năng thiếu nước của 1 nút nhu cầu nước ở LVS Ba được xác định là tỷ lệ phần trăm của số lượng thành phần GCMs cung cấp kết quả là nút đó thiếu nước trên tổng số thành phần GCMs xem xét.

## CHƯƠNG 3 KẾT QUẢ ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN HỆ THỐNG TÀI NGUYÊN NƯỚC LƯU VỰC SÔNG BA

### 3.1 Xác định ngưỡng hoạt động của hệ thống lưu vực sông Ba

Kết quả lựa chọn năm hạn ngưỡng của 3 huyện như sau: (i) Huyện Chư Sê – Tỉnh Gia Lai, đại diện vùng khí hậu TTS: thống nhất lựa chọn năm 2014 là năm hạn ngưỡng; (ii) Huyện Krong Pa – Tỉnh Gia Lai, đại diện vùng khí hậu TG: thống nhất lựa chọn năm 2015 là năm hạn ngưỡng; (iii) Huyện Tây Hòa – Tỉnh Phú Yên, đại diện vùng khí hậu ĐTS: thống nhất lựa chọn năm 2014 là năm hạn ngưỡng.

Tính toán cân bằng nước ở các nút trên toàn LVS Ba trong các năm hạn ngưỡng thu được kết quả ngưỡng đảm bảo cấp nước cho các ngành sử dụng nước khác nhau ở 3 vùng khí hậu thuộc LVS Ba được trình bày ở Bảng 3.1.

Bảng 3.1 Ngưỡng đảm bảo cấp nước cho các ngành sử dụng nước ở 3 vùng khí hậu thuộc LVS Ba (%)

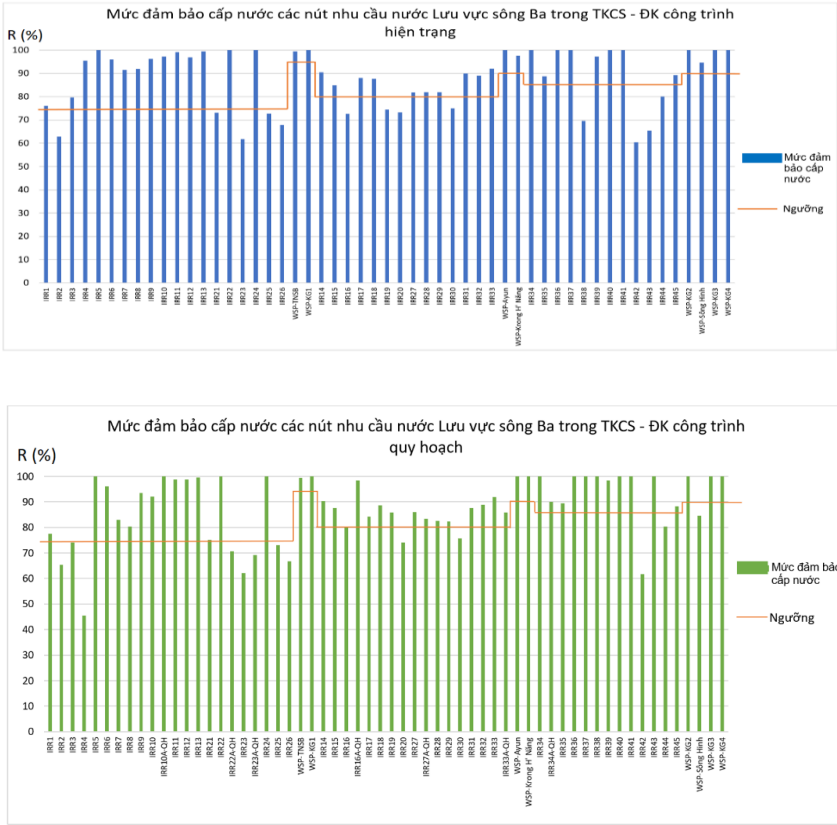
Ngành	Vùng Đông Trường Sơn	Vùng Tây Trường Sơn	Vùng trung gian
Cấp nước tưới	83,94	78,57	75,06
Cấp nước cho các ngành sử dụng khác	89,73	88,77	93,84

### 3.2 Xây dựng phản ứng của hệ thống lưu vực sông Ba đối với sự thay đổi của khí hậu

#### 3.2.1 Cân bằng nước lưu vực sông Ba trong thời kỳ cơ sở

Đối với điều kiện công trình hiện trạng, trên toàn LVS Ba, toàn bộ 8 nút cấp nước đều vượt ngưỡng. Có 13 nút trong tổng số 45 nút tưới bị thiếu nước, trong đó các nút thiếu nghiêm trọng nhất là: IRR2 thuộc vùng thượng lưu sông Ba, IRR23 thuộc vùng khu giữa 1 (Krong Pa); IRR38 thuộc vùng lưu vực sông Hinh; IRR42, IRR43 thuộc vùng khu giữa 4 (hạ Đồng Cam) với mức thiếu 12-25%.

Trong điều kiện công trình quy hoạch, trong số 7 nút tưới bổ sung, có 2 nút bị thiếu nước, mức thiếu khoảng 5%, các nút còn lại đều nằm trên ngưỡng cho phép. Trong các nút tưới đã có, có 5 nút tưới được cải thiện tình trạng so với điều kiện công trình hiện trạng, đó là IRR21, IRR16, IRR19, IRR38 và IRR43. Có 2 nút ở điều kiện công trình hiện trạng là đủ nước, thì sau khi được quy hoạch đã trở thành thiếu nước, đó là IRR3 và IRR4. Đây đều là các nút nằm ở vùng thượng nguồn sông Ba, thuộc lưu vực hồ Kanak và An Khê. Đối với các nút cấp nước cho các ngành sử dụng khác (WSP), có 1 nút tại lưu vực sông Hình bị thiếu nước, mức thiếu khoảng 6%.



Hình 3.1 Kết quả mức đảm bảo cấp nước của các nút LVS Ba trong TKCS

### ***3.2.2 Phản ứng của hệ thống tài nguyên nước lưu vực sông Ba trong điều kiện khí hậu thay đổi***

Đối với các nút cấp nước, mức đảm bảo cấp nước biến đổi đồng biến đối với lượng mưa trung bình. Mức đảm bảo cấp nước nhạy hơn khi lượng mưa giảm, mức độ giảm của lượng mưa rất nhỏ cũng mang lại sự thiếu hụt nước lớn. Mức đảm bảo cấp nước biến đổi rất ít theo nhiệt độ.

Đối với các nút tưới, mức đảm bảo cấp nước biến đổi đồng biến đối với lượng mưa trung bình và nghịch biến đối với nhiệt độ trung bình. Khi lượng mưa giảm hoặc tăng với mức độ nhỏ, độ nhạy của mức đảm bảo cấp nước đối với lượng mưa lớn hơn so với nhiệt độ, tuy nhiên khi lượng mưa tăng nhiều, mức đảm bảo cấp nước nhạy hơn đối với nhiệt độ. Kết quả phân chia không gian khí hậu theo các trạng thái ra quyết định

Đưa ngưỡng đảm bảo cấp nước vào bề mặt phản ứng của các nút nhu cầu nước đối với BĐKH, không gian BĐKH của các nút được chia thành 2 trạng thái: trạng thái Hành Động và trạng thái Không Hành động. Ranh giới chia các trạng thái này chính là ngưỡng đảm bảo cấp nước của từng nút. Dự tính khí hậu và ước tính rủi ro do khí hậu tương lai trên lưu vực sông Ba.

### **3.3 Dự tính khí hậu và ước tính khả năng thiếu nước của hệ thống tài nguyên nước lưu vực sông Ba trong điều kiện biến đổi khí hậu**

#### ***3.3.1 Kết quả dự tính khí hậu trên lưu vực sông Ba từ các mô hình khí hậu***

Đối với nhiệt độ trung bình, thời kỳ TLG, giá trị trung bình của mức tăng nhiệt độ là 0,95°C, trung vị là 0,8°C, bách phân vị 25 là khoảng 0,6°C và bách phân vị 75 là khoảng 1,1°C. Ở thời kỳ GTK, giá trị trung bình của mức tăng so với TKCS là 1,6°C, trung vị 1,2°C, bách phân vị 25 là 1°C và bách phân vị 75 là 1,9°C. Ở CTK, mức tăng trung bình là 2,2°C, trung vị ở mức 1,8°C, bách phân vị 25 là 1,2°C và bách phân vị 75 là 2,8°C.



Đối với lượng mưa năm, ở thời kỳ TLG, giá trị trung bình và trung vị xấp xỉ nhau, với mức tăng khoảng 10% so với TKCS, bách phân vị 25 khoảng 5%, bách phân vị 75 khoảng 16%. Ở GTK, giá trị trung bình của mức biến đổi lượng mưa khoảng 15%, giá trị trung vị khoảng 16%, bách phân vị 25 khoảng 8,5%, bách phân vị 75 khoảng 21% so với TKCS. Thời kỳ CTK, giá trị trung vị tương tự như ở thời kỳ GTK, khoảng 16%, mức tăng trung bình lớn hơn một chút, khoảng 18%, bách phân vị 25% khoảng 10%, bách phân vị 75 khoảng 25%.

### 3.3.2 Ước tính khả năng thiếu nước của hệ thống lưu vực sông Ba trong điều kiện biến đổi khí hậu

Ở điều kiện công trình hiện trạng, đối với các nút tưới, trong số 45 nút tưới, tương ứng với 47.148,82 ha cây trồng, thời kỳ TLG (2016-2035) và GTK (2046-2065), trên toàn lưu vực có 17 nút, tương ứng với 15.188,68 ha cây trồng có nguy cơ đối mặt với tình trạng thiếu nước ứng với các xác suất khác nhau, chiếm tỷ lệ 31,77%. Ở thời kỳ CTK (2080-2099), có 18 nút tưới có nguy cơ đối mặt với tình trạng thiếu nước với các xác suất khác nhau, tương ứng với 16.325,05 ha cây trồng bị thiệt hại, chiếm tỷ lệ 36,42%. Các nút còn lại an toàn trong mọi điều kiện của khí hậu. Bảng 3.4 thể hiện số nút tưới và diện tích cây trồng đối mặt với tình trạng thiếu nước tương ứng với các xác suất khác nhau trong các thời kỳ tương lai trong điều kiện công trình hiện trạng.

Bảng 3.1 Số nút tưới và diện tích cây trồng đối mặt với tình trạng thiếu nước tương ứng với các xác suất khác nhau trong các thời kỳ tương lai – Điều kiện công trình hiện trạng

Xác suất (%)	TLG (2016-2035)			GTK (2046-2065)			CTK (2080-2099)		
	Số nút tưới nước	Diện tích cây trồng thiệt hại (ha)	Tỷ lệ diện tích (%)	Số nút tưới nước	Diện tích cây trồng thiệt hại (ha)	Tỷ lệ diện tích (%)	Số nút tưới nước	Diện tích cây trồng thiệt hại (ha)	Tỷ lệ diện tích (%)
50	12	10.195	21,62	9	6.131	13,00	9	6.131	13,00
75	9	6.131	13,00	7	4.770	10,11	7	4.770	10,11
95	7	4.770	10,11	5	3.675	7,79	5	3.675	7,79
<b>Tổng diện tích cây trồng (ha)</b>								<b>47.149</b>	

Ở điều kiện công trình quy hoạch, ngoại trừ nút WSP\_Sông Hinh có khoảng 7% khả năng thiếu nước ở thời kỳ TLG và khoảng 2% khả năng thiếu nước vào thời kỳ GTK, tất cả các nút cấp nước đều được đảm bảo trong mọi điều kiện của khí hậu. Trong tổng số 52 nút tưới, ở tất cả các thời kỳ TLG, GTK và CTK, có 32 nút an toàn với mọi điều kiện biến đổi của khí hậu, tương đương với 60.659,5 ha. 20 nút khác phải đối mặt với nguy cơ bị thiếu nước ứng với các xác suất khác nhau, đó là IRR1, IRR2, IRR3, IRR4, IRR8, IRR21, IRR22A-QH, IRR23, IRR23A-QH, IRR25, IRR26, IRR16, IRR20, IRR28, IRR29, IRR30, IRR33A-QH, IRR42, IRR44 và IRR45, tương đương với 39.682,82 ha cây trồng bị thiệt hại. Các nút còn lại an toàn trong mọi điều kiện của khí hậu. Bảng 3.5 thể hiện số nút tưới và diện tích cây trồng đối mặt với tình trạng thiếu nước tương ứng với xác suất khác nhau trong các thời kỳ tương lai trong điều kiện công trình quy hoạch.

Bảng 3.2 Số nút tưới và diện tích cây trồng đối mặt với tình trạng thiếu nước tương ứng với xác suất khác nhau trong các thời kỳ tương lai – Điều kiện công trình quy hoạch

Xác suất (%)	TLG (2016-2035)			GTK (2046-2065)			CTK (2080-2099)		
	Số nút thiếu nước	Diện tích cây trồng thiệt hại (ha)	Tỷ lệ diện tích (%)	Số nút thiếu nước	Diện tích cây trồng thiệt hại (ha)	Tỷ lệ diện tích (%)	Số nút thiếu nước	Diện tích cây trồng thiệt hại (ha)	Tỷ lệ diện tích (%)
50	9	20.397	19,88	7	14.025	13,67	7	14.025	13,67
75	7	14.025	13,67	7	14.025	13,67	7	14.025	13,67
95	6	11.483	11,19	5	10.848	10,57	4	6.808	6,64
<b>Tổng diện tích cây trồng (ha)</b>							<b>102.607</b>		

## CHƯƠNG 4 NGHIÊN CỨU CHI TIẾT CHO CÁC KHU VỰC CỤ THỂ Ở LƯU VỰC SÔNG BA

### 4.1 Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến hệ thống tài nguyên nước ở Huyện Chư Sê – Tỉnh Gia Lai

Huyện Chư Sê nằm ở phía Nam của tỉnh Gia Lai, gồm thị trấn Chư Sê và 14 xã, trong đó các xã thuộc LVS Ba bao gồm: Al Bá, Ayun, Bar Mãnh, Bờ Ngoong, Chư Pong, Dun, Hbông, Ia Pal, Ia Tiêm, Kông Htok. Tổng dân số 116.000 người. Ngành kinh tế chủ yếu là trồng cây công nghiệp như cà phê, cao su, hồ tiêu, bông

và các loại cây ngắn ngày. Ngành chăn nuôi chủ yếu là các đại gia súc như trâu, bò, dê...

#### **4.1.1 Thông tin từ dưới lên**

- Tình trạng thiếu nước ở huyện Chư Sê – tỉnh Gia Lai trong những năm gần đây diễn ra nghiêm trọng, cụ thể dòng chảy đến sông Ba sụt giảm đáng kể trong cả mùa mưa và mùa khô, nhu cầu nước ngày càng gia tăng cùng với sự phát triển kinh tế khiến cho cán cân bằng nước bị thay đổi so với trước đây.

- Động lực dẫn đến tình trạng thiếu nước ở huyện Chư Sê được nhận định là do: (1) BĐKH và diễn biến bất thường của các hiện tượng khí hậu cực đoan; (2) Tốc độ tăng trưởng kinh tế nhanh hơn so với sự phát triển nguồn nước; (3) Quá trình phát triển nông nghiệp và mở rộng diện tích canh tác; (4) Tốc độ gia tăng dân số tự nhiên cao kết hợp với tình trạng di cư tự do.

- Ngành dễ bị tổn thương nhất do tình trạng thiếu nước là ngành trồng trọt, tuy nhiên cấp nước sinh hoạt cũng bị ảnh hưởng do tình trạng nguồn nước ngầm cạn kiệt. Khu vực dễ bị tổn thương nhiều nhất là khu vực chưa được tiếp cận hệ thống thủy lợi như Chư Pong, Bar Maih, Bờ Ngoong, Ayun và khu vực cuối nguồn hệ thống thủy lợi như Kong H'Tok, H'Bong.

- Chính quyền cũng như người dân đã và đang áp dụng nhiều giải pháp thích ứng với tình trạng thiếu nước ở mức độ sử dụng khác nhau trên địa bàn huyện. Trong đó, các lĩnh vực liên quan đến quản lý nông nghiệp, xây dựng công trình thủy lợi, quản lý công trình thủy lợi đều được nhận định có hiệu quả rất cao, trong khi nhóm giải pháp về quản lý tài nguyên nước, quản lý thiên tai và quản lý KT-XH-MT mức hiệu quả thấp hơn đối với tình trạng thiếu nước ở huyện Chư Sê. Các giải pháp thuộc lĩnh vực Quản lý nông nghiệp, Quản lý công trình thủy lợi và Quản lý thiên tai có mức độ khả thi cao nhất, trong khi lĩnh vực Quản lý tài

nguyên nước và Quản lý KT-XH-MT có mức độ khả thi thấp hơn. Lĩnh vực Xây dựng công trình thủy lợi có mức độ khả thi thấp nhất.

#### **4.1.2 Thông tin từ trên xuống**

Ở điều kiện công trình hiện trạng, huyện Chư Sê có 2 nút tưới là IRR16 và IRR18. Nước phục vụ sinh hoạt và các ngành sử dụng khác chủ yếu sử dụng nước ngầm nên không đưa vào tính toán cân bằng đối với nguồn nước sông Ba.

Kết quả ước tính rủi ro do BĐKH của các nút nhu cầu nước trên địa bàn huyện Chư Sê cho thấy, nút IRR16 bao gồm các công trình đảm bảo tưới cho xã Ia Tiêm, 1 số khu vực xã Bờ Ngoong, xã Dun và xã Al Bá, tương đương 1.928,29 ha cây trồng, có rủi ro đối với BĐKH là 100%. Nút IRR18 bao gồm các công trình đảm bảo tưới cho xã Ia Pa, thị trấn Chư Sê, 1 số khu vực ở xã Kong H'Tok và xã H'Bông, tương đương 794,71 ha cây trồng, có rủi ro đối với BĐKH là 0%.

Ở điều kiện công trình quy hoạch, nút IRR16 được mở rộng diện tích thêm 2.263 ha, tuy nhiên, rủi ro do BĐKH thấp đi đáng kể. Nút IRR18 mở rộng diện tích tưới thêm 70ha và nút mới bổ sung IRR16A-QH phụ trách 540 ha đều có rủi ro đối với BĐKH của các nút này đều bằng 0.

#### **4.2 Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến hệ thống tài nguyên nước ở Huyện Krong Pa – Tỉnh Gia Lai**

Krông Pa là một huyện nằm ở phía tây nam tỉnh Gia Lai, bao gồm thị trấn Phú Túc và 13 xã, tổng diện tích 1.623,66 km<sup>2</sup>, dân số 79.640 người, chủ yếu sống bằng nghề nông nghiệp như trồng lúa, bắp, mè, mì, thuốc lá... và một số ngành tiểu thủ công nghiệp và dịch vụ.

#### **4.2.1 Thông tin từ dưới lên**

- Trong những năm gần đây, tình trạng thiếu nước diễn ra nghiêm trọng trên địa bàn Huyện Krong Pa vào mùa kiệt. Thời gian khô hạn nghiêm trọng nhất là từ tháng 2 đến tháng 4 hàng năm.

- Các ngành dễ bị tổn thương nhất bởi tình trạng thiếu nước bao gồm trồng trọt và cấp nước cho sinh hoạt nông thôn. Khu vực dễ bị tổn thương là khu vực chưa được tiếp cận với hệ thống thủy lợi và cấp nước như: Xã Chur Gu, Ia Dreh, Ia R'Sai, Ia R'Mok, Đất Bằng, Ia M'Lah.

- Động lực của tình trạng thiếu nước bao gồm: (1) Đặc điểm khí hậu nắng nóng và khô hạn; (2) BĐKH và diễn biến bất thường của các hiện tượng thời tiết cực đoan trong những năm gần đây; (3) Đặc điểm địa chất khu vực có nguồn nước thay thế (nước ngầm) nghèo nàn.

- Trong các giải pháp thích ứng đã được thực hiện trên địa bàn huyện, các giải pháp đang được sử dụng nhiều bao gồm nhóm Quản lý nông nghiệp và Quản lý thiên tai mang lại hiệu quả cao và mức độ khả thi tốt. Nhóm giải pháp liên quan đến Xây dựng công trình thủy lợi và Quản lý công trình thủy lợi được nhận định mang lại hiệu quả cao nhưng mức độ khả thi trung bình. Nhóm Quản lý KT-XH-MT trên địa bàn huyện hiện nay vẫn được thực hiện khá tốt, mang lại hiệu quả cao và mức độ khả thi tốt.

#### **4.2.2 Thông tin từ trên xuống**

Trong điều kiện công trình hiện trạng, huyện Krong Pa có 4 nút tưới và 1 nút cấp nước cho các ngành sử dụng khác. Kết quả ước tính rủi ro do BĐKH của nút cấp nước WSP\_KG1 và nút tưới IRR24 (tương đương 2.320 ha cây trồng) có rủi ro do BĐKH bằng 0. Nút IRR23 (tương đương 630 ha cây trồng) có rủi ro do BĐKH

bằng 100%. Hai nút IRR25 và IRR26 (tương đương 616 ha cây trồng) có rủi ro do BĐKH từ 37,2-97,7% trong các thời kỳ tương lai.

Trong điều kiện công trình quy hoạch, kết quả cho thấy, các nút tưới IRR23, IRR24, IRR25, IRR26 có rủi ro do BĐKH gần như không thay đổi so với điều kiện công trình hiện trạng, tuy nhiên diện tích được mở rộng thêm 4.730 ha. Nút cấp nước WSP\_KG1 cũng có rủi ro do BĐKH bằng 0. Nút mới IRR26A-QH, tương đương 2.500 ha có rủi ro do BĐKH là 41,9; 27,9 và 23,3% tương ứng với các thời kỳ TLG, GTK và CTK.

### **4.3 Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến hệ thống tài nguyên nước ở Huyện Tây Hòa – Tỉnh Phú Yên**

Tây Hòa là huyện nằm ở phía Tây - Nam tỉnh Phú Yên, có 10 xã và 1 thị trấn. Năm 2015, dân số huyện Tây Hòa là 119.247 người. Tây Hòa là một huyện nông nghiệp, vùng sản xuất lương thực, thực phẩm hàng đầu của tỉnh Phú Yên, ngoài ra là ngành chăn nuôi như bò, heo, gia cầm với sản lượng tương đối lớn và phát triển công nghiệp như xi măng, hạt điều, đường...

#### **4.3.1 Thông tin từ dưới lên**

- Tình trạng thiếu nước ở huyện Tây Hòa – Tỉnh Phú Yên liên tục diễn ra vào mùa khô trong những năm gần đây gây thiệt hại đến năng suất cây trồng và thiếu nước sinh hoạt cho người dân.

- Ngành dễ bị tổn thương nhất bởi tình trạng thiếu nước là ngành trồng trọt, ngoài ra ngành cấp nước sinh hoạt nông thôn cũng bị ảnh hưởng. Khu vực dễ bị tổn thương là các cánh đồng thuộc khu vực xã Sơn Thành Tây, Hòa Thịnh, Hòa Mỹ Tây.

- Động lực dẫn đến tình trạng thiếu nước bao gồm: (1) BĐKH và thời tiết cực đoan; (2) Tình trạng phát triển thủy lợi, thủy điện ở đầu nguồn với số lượng lớn; (3) Sự phát triển kinh tế không cân đối với tiềm năng nguồn nước.

- Nhóm giải pháp liên quan đến Quản lý nông nghiệp, Quản lý công trình thủy lợi, Quản lý thiên tai và Quản lý KT-XH-MT được áp dụng khá nhiều và mang lại hiệu quả cao, đồng thời cũng được đánh giá có mức độ khả thi tốt. Nhóm giải pháp về Xây dựng công trình thủy lợi được nhận định mang lại hiệu quả cao, tuy nhiên mức độ sử dụng và mức độ khả thi chưa cao do cần nhiều kinh phí. Trong nhóm Quản lý TNN, có nhiều giải pháp được đánh giá có mức độ hiệu quả và khả thi cao như Xây dựng kế hoạch phân bổ nguồn nước dựa trên tối ưu về KT-XH-MT, Ban hành các công cụ pháp lý nhằm định hướng sử dụng nước hợp lý và không gây lãng phí nước hay Ban hành các công cụ pháp lý nhằm kiểm soát việc khai thác và bảo vệ nước ngầm.

#### **4.3.2 Thông tin từ trên xuống**

Trong điều kiện công trình hiện trạng, huyện Tây Hòa bao gồm các nút tưới IRR42, IRR43 và một phần nút IRR41 (Đập Đồng Cam). Nước phục vụ sinh hoạt và các ngành sử dụng khác chủ yếu sử dụng nước ngầm nên không đưa vào tính toán cân bằng đối với nguồn nước sông Ba. Kết quả cho thấy nút IRR42 và IRR43 (tương đương 1.225,73 ha cây trồng) có rủi ro đối với BĐKH là 100%. Nút IRR41 (diện tích phụ trách tưới của Đập Đồng Cam thuộc tỉnh Tây Hòa 1.239,41 ha cây trồng) có rủi ro đối với BĐKH là 0%.

Trong điều kiện công trình quy hoạch, nút IRR42 có rủi ro đối với BĐKH là 100%; nút IRR43 bổ sung thêm diện tích tưới 2.854 ha, tuy nhiên, rủi ro do BĐKH là 0%. Phần diện tích tưới của Đập Đồng Cam IRR41 có rủi ro đối với BĐKH bằng 0.

#### **4.4 Đề xuất giải pháp thích ứng đối với tình trạng thiếu nước ở lưu vực sông Ba**

(1) Đề xuất thúc đẩy thực hiện điều kiện công trình quy hoạch theo Quyết định số 5205/QĐ-BNN-TCTL của Bộ NN&PTNT.

(2) Đối với những nút nhu cầu nước có khả năng thiếu nước trong tương lai có BDKH cao, xem xét một số phương án như sau: Giảm diện tích tưới; Điều chỉnh thời vụ cây trồng.; Điều chỉnh cơ cấu cây trồng, áp dụng các kỹ thuật canh tác hiện đại, ưu tiên đầu tư xây dựng công trình thủy lợi tạo nguồn nước chủ động, tìm nguồn nước thay thế...

(3) Đối với những nút nhu cầu nước có khả năng thiếu nước trong tương lai bằng 0, xem xét một số phương án như sau: mở rộng diện tích cây trồng đảm bảo tưới, tăng mật độ cây trồng, tăng thời vụ cây trồng, xây dựng công trình chuyển nước từ những khu vực này sang những khu vực thiếu nước...

(4) Tập trung giải quyết các vấn đề được nhận định là nguyên nhân chính dẫn đến tình trạng thiếu nước ở địa bàn huyện, như vấn đề sụt giảm nguồn nước ngầm; vấn đề hệ thống công trình thủy lợi và cấp nước chưa theo kịp tốc độ phát triển của các ngành sử dụng nước; vấn đề phân bổ TNN chưa hợp lý; vấn đề quy hoạch sản xuất nông nghiệp chưa được thực hiện khoa học và triệt để; vấn đề kỹ thuật canh tác lạc hậu...

Với các huyện cụ thể, từ kết quả nhận định về mức độ sử dụng, mức độ hiệu quả và mức độ khả thi, cần: (i) Tiếp tục thực hiện những giải pháp đang được áp dụng phổ biến mang lại hiệu quả cao; (ii) Hạn chế những giải pháp đang được sử dụng phổ biến nhưng không mang lại hiệu quả cao; (iii) Thúc đẩy thực hiện những giải pháp chưa được áp dụng nhiều nhưng có tính hiệu quả và tính khả thi cao; (iv) Xem xét và tìm kiếm cơ hội thực hiện các giải pháp có tính hiệu quả cao nhưng tính khả thi thấp.

## **KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ**

### **1. Kết luận**

Từ các kết quả nghiên cứu của luận án, một số kết luận được rút ra như sau:



1) Cách tiếp cận trên - xuống dựa kết quả dự tính khí hậu từ mô hình khí hậu đã cung cấp những kết quả mang tính định hướng quan trọng về tác động tiềm tàng của BĐKH đến hệ thống trong một hoặc một số kịch bản phát triển KT-XH hoặc phát thải khí nhà kính nhất định trong tương lai, nhưng có nhược điểm cơ bản là việc phụ thuộc vào kết quả dự tính khí hậu từ GCMs trong quá trình đánh giá do gặp phải sự chưa chắc chắn đến từ nhiều nguồn khác nhau, gây ra khó khăn cho các nhà quản lý trong việc hỗ trợ ra quyết định và thiết kế chính sách thích ứng. Cách tiếp cận dưới - lên có những ưu điểm là quan tâm đến các sự kiện khí hậu cực đoan hoặc biến động khí hậu trong quá khứ nhằm xác định và phân tích những tác động của khí hậu đến hệ thống, do đó phản ánh thực trạng và có liên quan trực tiếp đến hệ thống, tuy nhiên nhược điểm lớn nhất là không quan tâm đến kết quả dự tính khí hậu tương lai từ GCMs. Để phát huy được ưu điểm và hạn chế nhược điểm của mỗi cách tiếp cận, luận án đã xây dựng được cách tiếp cận kết hợp giữa từ dưới lên (ngưỡng hoạt động của hệ thống) và từ trên xuống (các kết quả dự tính khí hậu từ mô hình khí hậu) dựa trên cách tiếp cận Decision Scaling để đánh giá tác động của BĐKH đến hệ thống TNN LVS Ba.

2) Ngưỡng đảm bảo cấp nước của các vùng khác nhau ở LVS Ba được xác định bằng việc lựa chọn năm hạn ngưỡng do chính các bên tham gia thực hiện. Kết quả CBN của năm hạn ngưỡng sau khi tính toán qua mô hình hệ thống chính là ngưỡng đảm bảo cấp nước của hệ thống. Kết quả cho thấy, mỗi vùng với các đặc điểm về tự nhiên, KT-XH, văn hóa khác nhau có ngưỡng hoạt động khác nhau, mỗi ngành sử dụng nước với những đặc tính khác nhau có ngưỡng hoạt động khác nhau. Cụ thể ở LVS Ba, ngưỡng cho cấp nước tưới và cấp nước sinh hoạt và các ngành sử dụng khác ở vùng Tây Trường Sơn lần lượt là 78,57% và 88,77%, trong khi vùng Đông Trường Sơn là 3,94% và 89,73%, và vùng Trung gian là 75,06% và 93,84%. Do đó không thể sử dụng một ngưỡng chung cho tất cả các vùng và các ngành sử dụng nước như TCXDVN 285:2002 đã quy định.

3) Hệ thống TNN ở LVS Ba có phản ứng đối với điều kiện thay đổi của các biến khí hậu trong tương lai. Trong khoảng biến đổi có thể xảy ra của các biến khí hậu tại các trạm khí hậu ở LVS Ba, mô hình mô phỏng hệ thống được sử dụng để đánh giá mức đảm bảo cấp nước của các nút nhu cầu nước trong các điều kiện công trình khác nhau khi các biến khí hậu thay đổi. Kết quả này được thể hiện trực quan bằng bề mặt phản ứng của các nút nhu cầu nước đối với các biến khí hậu.

4) Trong các thời kỳ khác nhau trong tương lai, các nút nhu cầu nước ở LVS Ba có khả năng thiếu nước khác nhau. Ở các thời kỳ TLG; GTK và CTK, có 7; 5 và 5 nút tưới, tương ứng với 4.770; 3.675 và 3.675 ha cây trồng có xác suất 95% bị thiếu nước. Có 9; 7 và 7 nút tưới, tương ứng với 6.130,75; 4.770 và 4.770 ha cây trồng có xác suất 75% bị thiếu nước ở các thời kỳ TLG; GTK và CTK. Có 12; 9 và 9 nút tưới, tương ứng với 10.194,75; 6.131 và 6.131 ha cây trồng có xác suất 50% bị thiếu nước ở các thời kỳ TLG; GTK và CTK.

5) Tác động của BĐKH đến tình trạng thiếu nước được tính toán chi tiết cho 3 huyện điển hình ở LVS Ba theo 2 cách tiếp cận từ dưới lên và từ trên xuống, từ đó đưa ra những đề xuất về giải pháp thích ứng cho 3 huyện. Bằng phương pháp phỏng vấn sâu đối với các bên tham gia, các động lực, áp lực, hiện trạng, tác động và phản ứng của tình trạng thiếu nước ở các huyện: huyện Chư Sê – Tỉnh Gia Lai; huyện Krong Pa – Tỉnh Gia Lai và huyện Tây Hòa – Tỉnh Phú Yên được làm rõ. Đồng thời, bằng cách sử dụng phương pháp Delphi, 27 giải pháp thích ứng thuộc 6 lĩnh vực khác nhau được các bên tham gia nhận định với tính đồng thuận cao về mức độ sử dụng, mức độ hiệu quả và mức độ khả thi. Kết quả ước tính khả năng thiếu nước trong điều kiện BĐKH của các nút nhu cầu nước tại 3 cho thấy, tại huyện Chư Sê, 1.929 ha cây trồng có khả năng thiếu nước 100%; huyện Krong Pa là 1.090 ha cây trồng có rủi ro thiếu nước trên 90%, tại huyện Tây Hòa, 1.226 ha cây trồng có khả năng thiếu nước 100%. Luận án cũng xem

xét so sánh kết quả tính toán với điều kiện công trình quy hoạch theo Dự án điều chỉnh quy hoạch thủy lợi Lưu vực sông Ba và vùng phụ cận giai đoạn 2025 và tầm nhìn đến năm 2035 [7] của Viện Quy hoạch thủy lợi Việt Nam (IWRP) đã được đưa thành Quyết định số 5205/QĐ-BNN-TCTL của Bộ NN&PTNT ban hành ngày 27/12/2018. Kết quả cho thấy tại 3 huyện, phương án quy hoạch của Bộ NN&PTNT đã tăng đáng kể diện tích được đảm bảo tưới cũng như khả năng thiếu nước trong điều kiện BĐKH của các nút nhu cầu nước. Các đề xuất về giải pháp thích ứng được đưa ra dựa trên kết quả thu được.

## **2. Kiến nghị**

1) Trong khuôn khổ luận án tiến sỹ, do giới hạn về số liệu thu thập được, luận án không kiểm định được kết quả tính toán CBN từ mô hình Mike Hydro. Hơn nữa, việc tính toán nhu cầu nước được dựa vào các tiêu chuẩn cấp nước của Bộ Xây dựng Việt Nam, kết quả tính toán có thể có sai lệch so với thực tế. Vì vậy, nên có nghiên cứu tiếp theo nhằm bổ sung số liệu đo đạc về CBN và mức dùng nước thực tế của các hộ dùng nước.

2) Trong nghiên cứu tính toán CBN cho lưu vực sông Ba, do phạm vi nghiên cứu và điều kiện số liệu hạn chế cho nên luận án chưa có điều kiện xét đến quy trình vận hành các hồ chứa trong quá trình tính toán. Đây là một trong những chủ đề nên được nghiên cứu tiếp theo.

3) Do hạn chế về thời gian, trong quá trình thực hiện đánh giá tình trạng thiếu nước theo cách tiếp cận từ dưới lên, số lượng các thành viên tham gia và đối tượng tham gia tham vấn còn hạn chế, trong khi để ra quyết định trong quản lý TNN và thích ứng với BĐKH cần sự tham gia của rất nhiều sở ban ngành và các bên tham gia khác nhau. Điều này có thể ảnh hưởng đến kết quả phân tích Delphi. Nếu có điều kiện, trong các nghiên cứu tiếp theo, nên tổ chức tham vấn với số lượng các thành viên nhiều hơn, đối tượng tham gia cần đa dạng hơn.

## **DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ**

### **Tạp chí quốc tế**

[1] Vu Thi Van Anh, Tran Thuc, Vu Hai Son, Truong Thi Thu Hang, “Projection of extreme temperature and precipitation and their impacts on water resources in Dong Nai river basin and vicinity – Viet Nam”, International Journal of Water & Hydro Construction – IJWHC, Volume 3: Issue 1, [ISSN 2374-1600], page 6-10, 31 August 2016. DOI: 10.15224/978-1-63248-097-2-23.

### **Tạp chí trong nước**

[1] Vu Thi Van Anh, Tran Thuc, Ha Truong Minh, Pham Thi Minh Lanh, “Uncertainty of climate projections and an approach utilizing climate model outputs for hydrologic computation in the Ba river basin”, Vietnam Journal of Science and Technology 56 (6) (2018), 732-740. DOI: 10.15625/2525-2518/56/6/12663.

[2] Phan Thị Thùy Dương, Vũ Thị Vân Anh, Nguyễn Thị Tuyết, “Dự tính khí hậu tương lai ở lưu vực sông Ba trong bối cảnh tính không chắc chắn của các mô hình khí hậu”, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số 705 (9/2019), pp 11-21.

[3] Vũ Thị Vân Anh, Nguyễn Thống, Phan Thị Thùy Dương, Nguyễn Thị Tuyết, “Tiếp cận ngưỡng hoạt động của hệ thống trong đánh giá tình trạng thiếu nước - Áp dụng cho huyện Krong Pa - Tỉnh Gia Lai”, Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, số 65 (6/2019), pp 26-35.

### **Kỹ yếu hội nghị quốc tế**

[1] V. T. V. Anh, T. Thuc, N. Thong, and P. T. T. Duong, “Decision Scaling approach to assess climate change impacts on water shortage situation in the Ba river basin – Vietnam”, Lecture Notes in Civil Engineering, vol 80. Springer, Singapore, pp 867-880. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-5144-4\\_84](https://doi.org/10.1007/978-981-15-5144-4_84)