

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**

**BÁO CÁO TÓM TẮT
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP ĐẠI HỌC**

**NGHIÊN CỨU SỰ THAY ĐỔI LƯU LƯỢNG DÒNG CHẢY
VÀ DỰ BÁO HẠN HÁN, LŨ LỤT TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN
ĐỔI KHÍ HẬU TẠI LƯU VỰC SÔNG CÀO BẰNG MÔ HÌNH
SWAT VÀ GIS**

MÃ SỐ: ĐH2017-TN03-02

CHỦ TRÌ: PGS. TS. PHAN ĐÌNH BÌNH

THÁI NGUYÊN - 2019

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**

**BÁO CÁO TÓM TẮT
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP ĐẠI HỌC**

**NGHIÊN CỨU SỰ THAY ĐỔI LƯU LƯỢNG DÒNG CHẢY
VÀ DỰ BÁO HẠN HÁN, LŨ LỤT TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN
ĐỔI KHÍ HẬU TẠI LƯU VỰC SÔNG CẦU BẰNG MÔ HÌNH
SWAT VÀ GIS**

MÃ SỐ: ĐH2017-TN03-02

Chủ trì đề tài: PGS.TS. PHAN ĐÌNH BÌNH

Thời gian thực hiện: Năm 2017 - 2019

Những người tham gia:

TS. Nguyễn Thanh Hải, TS. Nguyễn Ngọc Anh

TS. Nguyễn Quang Thi, ThS. Trương Nguyên Hậu

Xác nhận của cơ quan chủ trì đề tài

Thái Nguyên, tháng 5 năm 2019

MỤC LỤC

Trang

MỞ ĐẦU	1
1. Tính cấp thiết của đề tài	1
2. Mục đích nghiên cứu	1
PHẦN 1 TỔNG QUAN TÀI LIỆU	2
1.1. Cơ sở khoa học của đề tài	2
1.2. Các ứng dụng mô hình SWAT trong nước và thế giới	2
1.3. Tổng quan về mô hình SWAT	2
1.4. Pha diễn toán của chu trình thủy văn	2
1.5. Phương pháp sử dụng trong mô hình SWAT	2
1.6. Các số liệu vào và ra của mô hình.	2
1.7. Các thông số và đánh giá kết quả mô hình	2
CHƯƠNG 2 NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	3
2.1. Phạm vi, đối tượng, địa điểm và thời gian nghiên cứu	3
2.2. Phương pháp nghiên cứu	3
CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN	4
3.1. Đặc điểm tự nhiên, kinh tế - xã hội lưu vực Sông Cầu.....	4
3.2. Xây dựng cơ sở số liệu đầu vào cho mô hình SWAT.....	6
3.3. Ứng dụng mô hình SWAT để đánh giá lưu lượng dòng chảy tại lưu vực Sông Cầu ...	10
3.4. Ứng dụng mô hình SWAT để dự báo lưu lượng dòng chảy , hạn hán và lũ lụt trong điều kiện biến đổi khí hậu tại lưu vực Sông Cầu	12
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	14
TÀI LIỆU THAM KHẢO	14

THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Thông tin chung

Tên đề tài: *Nghiên cứu sự thay đổi lưu lượng dòng chảy và dự báo hạn hán, lũ lụt trong điều kiện biến đổi khí hậu tại lưu vực sông Cầu bằng mô hình SWAT và GIS.*

Mã số: **DH2017-TN03-02**

Chủ nhiệm đề tài: **PGS.TS. Phan Đình Bình**

Tổ chức chủ trì: Trường Đại học Nông Lâm - Đại học Thái Nguyên

Thời gian thực hiện: từ tháng 06/2017 đến tháng 6/2019

2. Mục tiêu:

- Thu thập các thông tin, số liệu về khí hậu, thời tiết trong phạm vi lưu vực.
- Thu thập các số liệu thực đo tại trạm Sông Cầu và xây dựng cơ sở dữ liệu không gian bằng GIS.
- Ứng dụng mô hình SWAT để nghiên cứu sự thay đổi lưu lượng dòng chảy và dự báo hạn hán, lũ lụt lưu vực sông Cầu.

3. Tính mới và sáng tạo:

- Thiết kế, xây dựng cơ sở dữ liệu cho mô hình SWAT
- Mô phỏng lưu lượng dòng chảy và dự báo hạn hán, lũ lụt cho lưu vực sông Cầu trong điều kiện biến đổi khí hậu.

4. Kết quả nghiên cứu

- Đã điều tra, khảo sát và thu thập được các tài liệu, số liệu và bản đồ phục vụ cho việc xây dựng cơ sở dữ liệu đầu vào cho mô hình
- Thiết kế được bộ cơ sở dữ liệu không gian
- Dự báo được lưu lượng dòng chảy, lũ lụt và hạn hán cho lưu vực sông Cầu

5. Sản phẩm

5.1. Sản phẩm khoa học

1. **Phan Đình Bình**, Nguyễn Lan Hương (2017) “ Dự báo xói mòn đất tại lưu vực sông Nghinh Tường (phụ lưu sông cầu) bằng mô hình SWAT và GIS”, *Tạp chí Khoa học Đất*, Số 51, Tr. 76 - 81.

2. **Phan Đình Bình**, Nguyễn Thanh Hải, Nguyễn Anh Tuyên (2018), “Nghiên cứu hiện trạng lưu lượng và một số yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng nước sông Cầu đoạn chảy qua thành phố Thái Nguyên, tỉnh Thái Nguyên”, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, Số 11, Tr. 204 - 210.

3. **Phan Đình Bình**, Nguyen Thanh Hai, Nguyen Ngọc Anh, Nguyen Quang Thi (2018), “Evaluation the impact of climate changes on stream discharge and predicting drought, flood in Cau river watershed, northern Viet Nam”, *International Symposium on Lowland Technology (ISLT 2018) proceedings*, Thuy Loi University, Hanoi, Vietnam. pp.105 - 111

4. **Phan Đình Bình**, Nguyễn Thanh Hải (2017), “Nghiên cứu đánh giá hiện trạng và dự báo lưu lượng dòng chảy tại lưu vực sông Cầu bằng hệ thống thông tin địa lý (GIS) và mô hình SWAT”, *Kỷ yếu Hội thảo GIS toàn quốc năm 2017*, Đại học Quy Nhơn, Tr. 14 - 19.

5. Phạm Văn Tuấn, **Phan Đình Bình**, Lương Thị Chuyên, Đào Văn Biên. (2017), “Điều tra, đánh giá tình trạng quản lý, khai thác sử dụng nước ngầm và ứng dụng GIS xây dựng cơ sở dữ liệu chất lượng nước ngầm tại khu vực phía Tây Nam thành phố Thái Nguyên, tỉnh Thái Nguyên”, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, Số 10, Tr. 218 - 224.

5.2. Sản phẩm đào tạo

1. Nguyễn Anh Tuyên (2018), *Nghiên cứu một số yếu tố ảnh hưởng đến lưu lượng và chất lượng nước sông Cầu đoạn chảy qua thành phố Thái Nguyên giai đoạn 2017-2018*, Luận văn thạc sĩ khoa học môi trường, Trường Đại học Nông Lâm - Đại học Thái Nguyên.

2. Mai Phú Cường (2018), *Đánh giá hiện trạng lưu lượng dòng chảy và môi trường nước mặt Sông Cầu đoạn chảy qua Thành phố Thái Nguyên*, Khóa luận tốt nghiệp đại học, Trường Đại học Nông Lâm - Đại học Thái Nguyên.

3. Trần Hồng Anh (2019), *Nghiên cứu dự báo hạn hán, lũ lụt trong điều kiện biến đổi khí hậu tại lưu vực sông Phú Lương bằng mô hình SWAT và GIS*, Báo cáo tổng kết kết quả đề tài nghiên cứu khoa học của sinh viên, Trường Đại học Nông Lâm - Đại học Thái Nguyên.

5.3. Sản phẩm ứng dụng

- Bộ cơ sở dữ liệu thuộc tính và cơ sở dữ liệu không gian liên quan tới lưu lượng dòng chảy và dự báo hạn hán, lũ lụt trong phạm vi lưu vực sông Cầu.

- Báo cáo khoa học “Nghiên cứu sự thay đổi lưu lượng dòng chảy và dự báo hạn hán, lũ lụt trong điều kiện biến đổi khí hậu tại lưu vực sông Cầu bằng mô hình SWAT và GIS”.

6. Phương thức chuyển giao, địa chỉ ứng dụng, tác động và lợi ích mang lại của kết quả nghiên cứu.

Kết quả nghiên cứu của đề tài được sử dụng cho các Nhà quản lý và lãnh đạo các địa phương trong phạm vi lưu vực tham khảo trong quá trình quản lý và hoạch định chính sách, đặc biệt là cảnh báo lũ lụt và hạn hán cho người dân vùng hạ lưu. Đồng thời đề tài góp phần nâng cao năng lực nghiên cứu của cán bộ giáo viên và sinh viên tham gia đề tài. Khuyến cáo người dân tham gia vào công tác bảo vệ nguồn nước, duy trì lưu lượng dòng chảy, ứng phó với biến đổi khí hậu, hạn hán và lũ lụt trong phạm vi lưu vực sông Cầu.

**Xác nhận của cơ quan
chủ trì đề tài**

Chủ nhiệm đề tài

PGS.TS. Phan Đình Bình

INFORMATION OF THE RESEARCH RESULTS

1. General informations

Project Title: Study on Stream Discharge Changes and predicting drought, flood in Cau river watershed in the context of climate changes in Cau river watershed by SWAT model and GIS.

Code number: ĐH2017-TN03-02

Coordinator: Asso. Dr. Phan Dinh Binh

Implementing Institution: Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry - TNU

Duration: from June 2017 to June 2019

2. Objectives:

- Surveying and collecting data and document and map which related to research.
- Setting up the digital database by GIS and Remote sensing technology
- Simulation and prediction stream discharge, drought and flood in Song Cau watershed.

3. New findings:

- Surveying and collecting data, documents and maps which related to research.
- Setting up the digital database for SWAT model.
- Simulating and predicting stream discharge, drought, flood in Song Cau watershed.

4. Results obtained:

- Surveyed and collected data, documents and maps which related to research.
- Set up the digital database for SWAT model.
- Simulated and predicted stream discharge, drought, flood in Song Cau watershed.

5. Products

5.1. Scientific products

1. **Phan Dinh Binh**, Nguyen Lan Huong (2017), "Prediction soil erosion in Nghinh Tuong watershed (A brand of Cau river) by SWAT model" *Journal of Soil science*, Vol 51, pp. 76 - 81.

2. Phan Dinh Binh, Nguyen Thanh Hai, Nguyen Anh Tuyen (2018), "Study on reality of stream discharge and some factors effecting to Cau's water quality in the stage of Thai Nguyen city, Thai Nguyen province", *Viet Nam Journal of Agriculture and Rural Development*, Vol 11, pp. 204 - 210.

3. Phan Dinh Binh, Nguyen Thanh Hai, Nguyen Ngoc Anh, Nguyen Quang Thi (2018), "Evaluation the impact of climate changes on stream discharge and predicting drought, flood in Cau river watershed, northern Viet Nam", *International Symposium on Lowland Technology (ISLT 2018) proceedings*, Thuy Loi University, Hanoi, Vietnam. pp.105 - 111.

4. Phan Dinh Binh, Nguyen Thanh Hai (2017), “Assessing the current and predicting stream discharge in Cau river watershed by GIS and SWAT model”, *National GIS conference proceedings 2017*, Quy Nhon University, pp. 14 - 19.

5. Pham Van Tuan, Phan Dinh Binh, Luong Thi Chuyen, Dao Van Bien (2017), “Investigation and evaluation of the management and usage of underground water and application of GIS for construction of underground water quality database in southern region of Thai Nguyen city, Thai Nguyen province”, *Viet Nam Journal of Agriculture and Rural Development*, Vol 10, pp. 218 - 224.

5.2. Training products

1. Nguyen Anh Tuyen (2018), *Study on some factors effecting to stream discharge and water quality of Cau river in the stage of Thai Nguyen city, Thai Nguyen province from 2017 to 2018*, Master thesis of Environmental Science, Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry - TNU.

2. Mai Phu Cuong (2018), *Assessing the reality of stream discharge and Cau's water quality in the stage of Thai Nguyen city, Thai Nguyen province in 2017*. Bachelor thesis of Environmental and Land management.

3. Tran Hong Anh (2019), *Study on predicting drought, flood in Phu Luong river watershed in the context of climate changes by SWAT model and GIS. Report of student scientific research*, Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry - TNU

5.3. Application products

- A set of database (attribute database and space database) related to stream discharge in Song Cau watershed;

- The scientific report of “Study on Stream Discharge Changes and predicting drought, flood in Cau river watershed in the context of climate changes in Cau river watershed by SWAT model and GIS”.

6. Method of transfer, application address, impact and benefit of the research results

The results of the project are used for local government Authorities as reference in order to set up the strategies for watershed management. On the other hand, to raise awareness and encourage people to participate in water protection activities in residential areas in order to remain stream discharge and again drought, flood within watershed and dostream area.

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Lưu vực Sông Cầu là một lưu vực quan trọng ở Việt Nam với diện tích lưu vực hơn 6030km² trải qua địa phận 5 tỉnh: Bắc Kạn, Thái Nguyên, Vĩnh Phúc, Bắc Giang, Hà Nội, là nguồn cung cấp nước sinh hoạt cũng như mọi hoạt động kinh tế xã hội quan trọng đang được dự định cho khu vực này. Trong nghiên cứu này chỉ đề cập đến lưu vực Sông Cầu nhánh Thái nguyên - Bắc Kạn.

Nhưng những năm gần đây cùng với sự phát triển kinh tế nhanh với sự gia tăng dân số mạnh đã gây ra nhiều sức ép đến diện tích đất rừng và thay đổi sử dụng đất trong phạm vi lưu vực kết quả là diện tích rừng bị giảm nhanh và chất lượng rừng cũng bị suy thoái, chính vì vậy mà lưu lượng nước lưu vực sông cầu ngày càng cạn kiệt đặc biệt là mùa khô, hiện tượng xói mòn, rửa trôi xảy ra mạnh vào mùa mưa, ảnh hưởng trầm trọng tới môi trường nước và xói mòn của lưu vực sông.

Hiện nay, cùng với sự phát triển của công nghệ GIS (Geographic Information System), nhiều mô hình đã ra đời, cho phép tính toán lưu lượng dòng chảy một cách chính xác, dễ dàng và nhanh chóng hơn so với phương pháp quan trắc truyền thống. Một trong số đó là mô hình SWAT (Soil and Water Assessment Tool). Đây là mô hình ở cấp độ lưu vực sông có khả năng tích hợp với GIS, nhờ đó nâng cao độ chính xác của kết quả mô phỏng dòng chảy từ mưa và các đặc trưng vật lý trên lưu vực. Trong mối liên kết này, GIS cung cấp dữ liệu đầu vào, giao diện tương tác người dùng cho SWAT, trong khi SWAT sử dụng dữ liệu từ GIS mô phỏng các quá trình vật lý diễn ra trên lưu vực.

Mô hình đánh giá đất và nước SWAT được phát triển bởi Bộ Nông nghiệp Hoa Kỳ (USDA) vào đầu những năm 90 của thế kỉ XX (Susan L. Neitsch et al., 2009). Mô hình được xây dựng nhằm đánh giá và dự đoán các tác động của thực tiễn quản lý đất đai đến nguồn nước, lượng bùn và lượng hóa chất trong nông nghiệp sinh ra trên một lưu vực rộng lớn và phức tạp với sự không ổn định về các yếu tố như đất, sử dụng đất và điều kiện quản lý trong một thời gian dài.

Chính vì vậy, xuất phát từ thực tiễn trên chúng tôi tiến hành thực hiện đề tài *“Nghiên cứu sự thay đổi lưu lượng dòng chảy và dự báo hạn hán, lũ lụt trong điều kiện biến đổi khí hậu tại lưu vực sông Cầu bằng mô hình SWAT và GIS”*.

2. Mục đích nghiên cứu

Dựa vào mô hình SWAT và GIS để đánh giá sự thay đổi lưu lượng dòng chảy và dự báo hạn hán, lũ lụt trong điều kiện biến đổi khí hậu tại lưu vực Sông Cầu nhánh Thái Nguyên - Bắc Kạn. Từ đó chúng ta có thể đưa ra các phương án sử dụng nước tối ưu, ít làm ảnh hưởng tới lưu lượng dòng chảy, mang lại hiệu quả kinh tế cao.

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN TÀI LIỆU

1.1. Cơ sở khoa học của đề tài

1.1.1. Một số khái niệm cơ bản

1.1.2. Cơ sở lý thuyết của mô hình SWAT

1.2. Các ứng dụng mô hình SWAT trong nước và thế giới

1.2.1. Thế giới

1.2.2. Việt Nam

1.3. Tổng quan về mô hình SWAT

1.3.1. Giới thiệu về mô hình SWAT

1.3.2. Pha đất của chu trình thủy văn

1.4. Pha diễn toán của chu trình thủy văn

1.5. Phương pháp sử dụng trong mô hình SWAT

1.6. Các số liệu vào và ra của mô hình.

1.6.1. Bộ dữ liệu đầu vào (input) cho mô hình SWAT

1.6.2. Các số liệu ra của mô hình

1.7. Các thông số và đánh giá kết quả mô hình

1.8. Tổng quan về hệ thống thông tin địa lý

CHƯƠNG 2

NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phạm vi, đối tượng, địa điểm và thời gian nghiên cứu

2.1.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Đề tài tiến hành nghiên cứu: Sự thay đổi lưu lượng dòng chảy (lũ lụt, hạn hán) lưu vực Sông Cầu.

2.1.2. Địa điểm và thời gian nghiên cứu

- Địa điểm nghiên cứu: Lưu vực Sông Cầu thuộc khu vực tỉnh Thái Nguyên và tỉnh Bắc Kạn.

- Thời gian nghiên cứu: năm 2017 - 2019.

2.1.3. Nội dung nghiên cứu

Nội dung 1: Đặc điểm tự nhiên, kinh tế - xã hội lưu vực Sông Cầu

Nội dung 2: Xây dựng cơ sở dữ liệu đầu vào cho mô hình SWAT

Nội dung 3: Ứng dụng mô hình SWAT và hệ thống thông tin địa lý GIS để đánh giá lưu lượng dòng chảy và dự báo hạn hán, lũ lụt lưu vực Sông Cầu.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Thu thập số liệu thứ cấp

2.2.1.1. Số liệu không gian

Số liệu không gian (GIS) dưới dạng bản đồ tỷ lệ 1:25.000 bao gồm:

- Bản đồ hiện trạng sử dụng đất và bản đồ các kích bản sử dụng đất
- Bản đồ độ dốc (DEM)
- Bản đồ Đất
- Bản đồ mạng lưới sông suối trên lưu vực Sông Cầu

2.2.1.2. Số liệu thuộc tính

Số liệu thuộc tính dưới dạng Database bao gồm:

- Số liệu trung bình về khí tượng bao gồm nhiệt độ, không khí, bức xạ, tốc độ gió, mưa...
- Số liệu về thủy văn bao gồm: Lượng mưa trung bình ngày, lưu lượng dòng chảy trung bình ngày.
- Số liệu về đất bao gồm: loại đất, đặc tính loại đất theo lớp của phẫu diện đất

2.2.2. Phương pháp kế thừa, chọn lọc những tư liệu sẵn có

Kế thừa các kết quả thống kê, kiểm kê đất đai, quan trắc môi trường, các cuộc điều tra khảo sát của các cơ quan chuyên môn phục vụ cho công tác lập quy hoạch sử dụng đất lưu vực Sông Cầu.

2.2.3. Phương pháp xây dựng cơ sở dữ liệu không gian

Trong nghiên cứu này xây dựng dữ liệu không gian bao gồm:

- Sử dụng phần mềm Arcview phiên bản 3.2 để biên tập các loại bản đồ như sau:

- + Bản đồ hiện trạng Sử dụng đất năm 2018.
- + Bản đồ mô hình số hóa độ cao (DEM) lưu vực Sông Cầu
- + Bản đồ Đất
- + Bản đồ mạng lưới sông ngòi trên Lưu vực Sông Cầu.
- Sử dụng phần mềm SWAT phiên bản 2000 để chạy mô hình

2.2.4. Phương pháp đánh giá mô hình SWAT

Mô hình được đánh giá bằng 2 chỉ số đó là Nash -Sutcliffe efficiency (NSE) và PBIAS (Nash, và Sutcliffe, 1970) được tính như sau:

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

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

Trong đó : n là số lần theo dõi (đo), Q_{obs}^i , và Q_{sim}^i số liệu đo và số liệu tính toán bằng mô hình ; $Q_{obs-mean}$ là giá trị thực đo trung bình.

2.2.5. Kích bản biến đổi khí hậu.

Dựa vào kịch bản biến đổi khí hậu của Việt Nam, đề tài này sử dụng kịch bản biến đổi khí về nhiệt độ và lượng mưa... cho khu vực phía Bắc Việt Nam với các kịch bản B1, B2 và A2.

CHƯƠNG 3

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm tự nhiên, kinh tế - xã hội lưu vực Sông Cầu

3.1.1. Vị trí địa lý

Lưu vực Sông Cầu nằm trong phạm vi tọa độ địa lý: $21^{\circ}07'' - 22^{\circ}18''$ vĩ Bắc, $105^{\circ}28' - 106^{\circ}08'$ kinh Đông, có tổng diện tích lưu vực là 10530 km^2 , bao gồm toàn bộ hay phần lãnh thổ 6 tỉnh (Bắc Kạn, Bắc Giang, Bắc Ninh, Thái Nguyên, Hải Dương, Vĩnh Phúc) và 2 huyện thuộc Hà Nội, trong đó chính lưu Sông Cầu có chiều dài là 288km và diện tích lưu vực là 6030 km^2 .

3.1.2. Đặc điểm địa hình

Lưu vực Sông Cầu có dạng trái dài từ Bắc xuống Nam. Thung lũng phía thượng lưu và trung lưu nằm giữa hai cánh cung Sông Gâm và cánh cung Ngân Sơn. Phần thượng lưu Sông Cầu chảy theo hướng Bắc Nam độ cao trung bình đạt tới 300 – 400m, lòng sông hẹp và

rất dốc, nhiều thác ghềnh và có hệ số uốn khúc lớn ($>2,0$), độ rộng trung bình trong mùa cạn khoảng 50 – 60m, 80 – 100m trong mùa lũ, độ dốc khoảng lớn hơn 0,1%. Phần trung lưu từ Chợ Mới, Sông Cầu chảy qua theo hướng Tây Bắc – Đông Nam trên một đoạn khá dài sau đó trở lại hướng cũ cho đến Thái Nguyên. Hạ lưu Sông Cầu được tính từ Thác Huống đến Phả Lại, từ đây hướng chảy chủ đạo là hướng Tây Bắc – Đông Nam, địa hình có độ cao trung bình 10 đến 20m, lòng sông rất rộng 70 đến 150m và độ dốc giảm đáng kể chỉ còn khoảng 0,01%.

3.1.3. Đặc điểm khí hậu, khí tượng thủy văn

3.1.3.1. Đặc điểm khí hậu

Do địa hình thấp dần từ Bắc xuống Nam nên khí hậu của tỉnh vào mùa đông được chia làm ba vùng:

- + Vùng lạnh nhiều nằm ở phía Bắc huyện Võ Nhai.
- + Vùng lạnh vừa gồm huyện Định Hóa, Phú Lương, Nam Võ Nhai
- + Vùng ấm gồm các huyện Đại từ, Đông hỷ, Phổ Yên, Phú Bình, thành phố Sông Công và thành phố Thái Nguyên. [5]

3.1.3.2. Đặc điểm thủy văn

Dòng chảy trên lưu vực Sông Cầu khá đồng đều. Lưu vực Sông Công có modul dòng chảy vào khoảng 27 – 30l/s.km² vùng thượng lưu Sông Cầu (từ Thác Riêng trở lên) có Modul dòng chảy năm là 22 - 24 l/s.km² thuộc loại trung bình. Vùng ít nước nhất là Sông Đu có modul dòng chảy năm là 19,5 – 23 l/s.km².

3.1.4. Kinh tế - xã hội

Lưu vực sông Cầu nhánh Thái Nguyên Bắc Kạn có điều kiện kinh tế - xã hội như sau:

- Bắc Kạn Là tỉnh vùng núi, có địa hình phức tạp, cơ sở vật chất và kinh tế chậm phát triển. Tuy nhiên những năm gần đây tỉnh Bắc Kạn đã có 1 số bước phát triển đáng kể. Một số chỉ tiêu kinh tế của tỉnh năm 2017: Tổng giá trị gia tăng (theo giá cố định 1994) ước đạt 1.477.155 triệu đồng, tăng 13% so với năm 2010 (kế hoạch 13,5%), trong đó: Khu vực kinh tế nông, lâm, ngư nghiệp đạt 551.839 triệu đồng, tăng 11,36% (kế hoạch 7,5%); khu vực kinh tế công nghiệp - XDCCB đạt 298.426 triệu đồng, tăng 2,64% (kế hoạch 23%); khu vực kinh tế các ngành dịch vụ đạt 626.890 triệu đồng, tăng 20,29% (kế hoạch 14%). Tổng giá trị gia tăng (theo giá thực tế) ước đạt 4.349.665 triệu đồng, tăng 22,81% so với năm 2010 Lưu vực chiếm khoảng 47% diện tích của 6 tỉnh. Tổng dân số 6 tỉnh thuộc lưu vực năm 2012 khoảng trên 6,7 triệu người. Trong đó dân số nông thôn khoảng 5,7 triệu người, dân số thành thị khoảng trên 1 triệu người. mật độ dân số trung bình khoảng 427 người/km², cao hơn 2 lần so với mật độ trung bình quốc gia.

- Thái Nguyên: Thuộc Vùng trung du và miền núi phía bắc, một vùng được coi là nghèo và chậm phát triển tại Việt Nam. Mặc dù vậy kinh tế Thái Nguyên đang dần chuyển sang công nghiệp hóa, hiện đại hóa, tỷ trọng nông nghiệp đang giảm dần, Thu nhập hàng

tháng của lao động trong khu vực nhà nước do tỉnh Thái Nguyên quản lý theo kết quả sơ bộ năm 2017 là 3.527.900 đồng, thấp hơn mức trung bình cả nước cùng thời điểm là 3.867.100 đồng và của khu vực trung du miền núi phía bắc là 3.983.200 đồng. Trong những năm gần đây tỉnh Thái nguyên có nhiều khu công nghiệp lớn như Khu công nghiệp Yên Bình, Khu Đầm Thụy, Khu Sông Công đã tạo công ăn việc làm và tăng thu nhập cho hàng vạn người lao động trong tỉnh và trong khu vực.

3.2. Xây dựng cơ sở số liệu đầu vào cho mô hình SWAT

3.2.1 Cơ sở số liệu thuộc tỉnh

3.2.1.1. Các thông số khí hậu

Các thông số khí hậu bao gồm các yếu tố sau: Nhiệt độ tối đa và tối thiểu ; Độ ẩm tương đối; Tốc độ gió; Giờ nắng.

Tất cả các dữ liệu được xác định và xử lý nhằm đáp ứng yêu cầu của mô hình. Nguồn dữ liệu được lấy từ Thái Nguyên, Định Hóa và trạm Bắc Kạn. Tốc độ gió trung bình hàng tháng nằm trong khoảng 2,3 m/s và 8,0 m/s. Nhiệt độ không khí trong lưu vực sông dao động 3 – 39 °C. Nhiệt độ trung bình hàng tháng là từ 16,4 và 28,6°C. Độ ẩm tương đối trung bình hàng tháng là cao và trong khoảng từ 81,4% đến 85,8%.

3.2.1.2. Lượng mưa

Dữ liệu lượng mưa được thu thập từ năm 2004 đến năm 2018. Tổng lượng mưa hàng tháng từ 0,3mm (11/2011) đến 584,0mm (8/2007). Các dữ liệu chi tiết được tóm tắt trong bảng 3.2

3.2.1.3. Lưu lượng dòng chảy

Các dữ liệu lưu lượng dòng chảy hằng ngày được thu thập từ lưu vực Sông Cầu trong giai đoạn 2004 – 2018 và được tổng kết dưới bảng 3.3

Bảng 3.2: Dữ liệu lượng mưa trung bình tháng từ năm 2004 đến năm 2018

Năm	Tháng												Tổng
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2004	35,7	96,1	201,4	124,6	199,6	262,5	382,5	140,2	388,8	115,7	63,2	5,2	2015,4
2005	18,4	6,2	90,2	27,3	139,5	441,0	392,7	169,7	58,1	131,7	70,1	27,0	1571,9
2006	37,9	70,7	41,0	28,4	272,9	362,3	444,2	74,8	136,8	2,3	8,6	61,8	1541,8
2007	22,3	99,8	29,3	73,7	380,4	174,6	302,8	240,1	160,7	30,3	43,0	5,5	1562,5
2008	11,2	54,7	79,4	40,5	248,6	191,8	477,3	430,3	185,7	125,6	4,7	62,8	1912,5
2009	4,0	11,2	104,0	108,6	175,2	398,5	302,6	169,0	110,9	50,6	9,7	6,8	1451,1
2010	12,2	9,6	188,0	38,0	152,6	513,8	447,9	363,9	97,7	67,2	65,3	5,6	1961,9
2011	54,0	1,6	142,0	186,3	119,7	223,0	475,6	277,5	113,2	102,0	6,7	29,8	1731,4
2012	20,1	29,9	51,3	60,9	125,7	368,6	373,7	584,0	92,9	24,2	34,9	1,3	1767,5
2013	37,1	12,6	112,1	102,7	225,0	343,3	342,5	197,4	248,4	105,6	7,4	7,8	1741,8
2014	6,5	48,3	48,9	65,3	292,0	195,4	421,3	106,3	157,3	207,6	2,6	2,3	1553,9
2015	14,9	49,3	95,8	105,1	171,1	350,4	577,2	281,8	73,4	110,3	38,8	8,7	1876,8
2016	55,1	81,8	34,5	80,3	204,1	532,3	278,2	377,5	313,9	17,3	0,3	0,9	1976,1
2017	51,3	48,6	56,9	115,4	212,3	214,6	538,5	327,3	214,7	186,0	89,9	27,1	2082,5
2018	28,0	24,2	26,6	91,1	340,6	440,4	253,3	271,8	301,3	301,0	86,1	8,0	2172,3
Trung bình	27,3	43,0	86,8	83,2	217,3	334,2	400,7	267,4	176,9	105,2	35,4	17,4	1794,6

(Nguồn :Kết quả trạm quan trắc lưu vực sông cầu)

Bảng 3.3: Lưu lượng dòng chảy trung bình tháng vực Sông Cầu giai đoạn 2004 - 2018

Năm	Tháng												TB tháng
	Tháng 1	Tháng 2	Tháng 3	Tháng 4	Tháng 5	Tháng 6	Tháng 7	Tháng 8	Tháng 9	Tháng 10	Tháng 11	Tháng 12	
2004	5,30	6,80	17,26	17,30	13,87	21,13	48,10	21,88	53,96	18,94	10,04	6,02	20,05
2005	5,75	4,62	6,09	5,62	7,30	44,03	34,36	24,64	11,54	8,02	4,85	4,07	13,41
2006	4,05	4,25	4,79	3,96	9,89	31,01	57,01	17,35	10,50	6,02	4,55	4,05	13,12
2007	3,36	6,30	3,80	4,10	18,98	13,38	41,53	23,61	20,32	7,08	5,51	3,48	12,62
2008	2,53	3,01	2,66	4,63	8,60	15,05	38,44	40,92	28,38	13,13	6,54	4,90	14,07
2009	3,91	3,36	3,13	7,61	7,75	87,39	36,87	16,27	21,29	8,60	5,77	4,28	17,18
2010	3,39	2,82	7,11	4,02	5,49	35,98	28,98	66,90	21,32	11,81	8,05	4,49	16,70
2011	3,72	2,60	5,16	14,49	6,46	14,95	45,94	40,00	23,58	12,16	6,58	4,61	14,44
2012	4,16	2,33	3,89	9,31	6,03	19,71	40,45	10,30	8,47	5,03	4,79	2,86	9,78
2013	1,34	1,16	1,01	1,92	9,02	18,75	15,27	42,99	17,21	8,14	6,74	4,34	10,66
2014	2,22	2,10	3,60	2,91	14,30	13,81	46,94	11,21	6,66	27,05	6,75	4,78	11,86
2015	2,46	2,12	4,09	4,13	7,13	21,46	76,16	33,32	8,85	6,24	4,82	3,52	14,53
2016	2,40	2,07	2,01	2,42	7,84	29,71	21,88	35,91	8,40	6,56	5,57	4,11	10,74
2017	3,59	2,21	2,14	2,24	11,74	15,31	18,46	31,27	15,26	5,12	3,16	3,03	8,63
2018	2,19	2,17	2,64	4,68	15,64	12,59	45,94	18,27	12,33	3,19	3,18	2,75	10,46
TB năm	3,36	3,19	4,62	5,96	10,00	25,15	39,75	28,99	17,87	9,81	5,79	4,09	13,22

(Nguồn :Kết quả trạm quan trắc lưu vực sông cầu)

3.2.2. Cơ sở số liệu không gian.

Cơ sở số liệu không gian của mô hình bao gồm các bản đồ dưới đây:

- Bản đồ mô hình số độ cao (DEM) lưu vực Sông Cầu
- Bản đồ thực phủ lưu vực Sông Cầu 2018.
- Bản đồ đất lưu vực Sông Cầu 2018

3.2.3. Các kịch bản biến đổi khí hậu

Cơ sở cho việc xác định các kịch bản phát thải khí nhà kính là:

- Sự phát triển kinh tế ở quy mô toàn cầu
- Dân số thế giới và mức độ tiêu dùng
- Chuẩn mực cuộc sống và lối sống
- Tiêu thụ năng lượng và tài nguyên năng lượng
- Chuyển giao công nghệ
- Thay đổi sử dụng đất

- Kịch bản A1: Kinh tế phát triển nhanh; dân số thế giới tăng đạt đỉnh vào năm 2050 và sau đó giảm dần; truyền bá nhanh chóng và hiệu quả công nghệ mới; thế giới có sự tương đồng về thu nhập và cách sống, có sự tương đồng giữa các khu vực, giao lưu mạnh mẽ về văn hóa và xã hội toàn cầu. Kịch bản gốc A1 được chia thành 3 nhóm dựa theo mức độ phát triển công nghệ:

- + A1FI: Tiếp tục sử dụng thái quá nhiên liệu hóa thạch (kịch bản phát thải cao)
- + A1B: Có sự cân bằng giữa các nguồn năng lượng (kịch bản phát thải trung bình)
- + A1T: Chú trọng đến việc sử dụng các nguồn năng lượng phi hóa thạch (kịch bản phát thải thấp)

- Kịch bản A2: Thế giới không đồng nhất, các quốc gia hoạt động độc lập, tự cung tự cấp; dân số tiếp tục tăng trong thế kỷ 21; kinh tế phát triển theo định hướng khu vực; thay đổi về công nghệ và tốc độ tăng trưởng kinh tế theo đầu người chậm (kịch bản phát thải cao, tương ứng với A1FI).

- Kịch bản B1: Kinh tế phát triển nhanh giống như A1 nhưng có sự thay đổi nhanh chóng theo hướng kinh tế dịch vụ và thông tin; Dân số đạt đỉnh vào năm 2050 và sau đó giảm dần; giảm cường độ tiêu hao nguyên vật liệu, các công nghệ sạch và sử dụng hiệu quả tài nguyên được phát triển; chú trọng đến các giải pháp toàn cầu về ổn định kinh tế, xã hội và môi trường (Kịch bản phát thải thấp tương tự như A1T).

- Kịch bản B2: Dân số tăng liên tục nhưng với tốc độ thấp hơn A2; chú trọng đến các giải pháp địa phương thay vì toàn cầu về ổn định kinh tế, xã hội và môi trường; mức độ phát triển kinh tế trung bình; thay đổi công nghệ chậm hơn và manh mún hơn so với B1 và A1 (kịch bản phát thải trung bình, được xếp cùng nhóm với A1B).

Trên cơ sở các kịch bản biến đổi khí hậu đã được xây dựng cho Việt Nam với 7 vùng khác nhau. Trong đề tài nghiên cứu này sử dụng các kịch bản về nhiệt độ và lượng mưa cho vùng núi phía Bắc Việt Nam.

Theo đó, nhiệt độ ở mùa đông có thể tăng nhanh hơn trong mùa hè. Các kịch bản (B1: Phát thải khí thấp; B2: phát thải khí trung bình; A2: phát thải khí cao), nhiệt độ trung bình năm tăng từ $0,5^{\circ}\text{C} - 1,2^{\circ}\text{C}$ (Kịch bản B1), và từ $0,5^{\circ}\text{C} - 1,3^{\circ}\text{C}$ (Kịch bản B2, A2), (Bảng 2)

Bảng 3.5: Thay đổi nhiệt độ trung bình năm ($^{\circ}\text{C}$) và lượng mưa trung bình năm (%) giai đoạn 2020 - 2050 ở khu vực phía Bắc Việt Nam.

Kịch bản	Nhiệt độ tăng trung bình năm ($^{\circ}\text{C}$)			Lượng mưa tăng trung bình năm (%)		
	2020	2030	2050	2020	2030	2050
B1	0,5	0,7	1,2	1,4	2,1	3,6
B2	0,5	0,7	1,3	1,4	2,1	3,8
A2	0,5	0,8	1,3	1,6	2,1	3,7

(Nguồn: Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2009)

3.3. Ứng dụng mô hình SWAT để đánh giá lưu lượng dòng chảy tại lưu vực Sông Cầu

3.3.1. Ứng dụng mô hình SWAT để đánh giá lưu lượng dòng chảy giai đoạn 1975 – 2018

3.3.1.1. Phân chia tiểu lưu vực

Sau khi chạy mô hình SWAT tự động phân chia lưu vực với diện tích từng tiểu lưu vực như bảng (3.6)

Bảng 3.6: Đặc điểm của các lưu vực Sông Cầu

Tiểu lưu vực	Diện tích (ha)	Độ dốc (độ)	Độ cao trung bình (m)
1	15501,77	>20	880
2	14602,4	>20	896
...
27	2787,21	9-19	367
Tổng	294086,66		

Qua bảng 3.6 cho ta thấy được đặc điểm của lưu vực Sông Cầu, tổng diện tích của lưu vực Sông cầu khoảng 294086.66 (ha) được chia ra làm 27 tiểu lưu vực có các diện tích lớn nhỏ khác nhau với diện tích lớn nhất là tiểu lưu vực 20 với diện tích là 37293,20 (ha) rộng nhất trong lưu vực và với diện tích 19,44 (ha) tiểu lưu vực 24 được coi là nơi có diện tích nhỏ nhất trong lưu vực Sông Cầu. Độ cao trung bình có giá trị cao nhất là 950m tại tiểu lưu vực 15 và nhỏ nhất tại tiểu lưu vực 20 với độ cao trung bình là 82m.

3.1.1.2. Hiệu chỉnh các yếu tố cho mô hình SWAT

Trên cơ sở bộ dữ liệu đã được thiết lập, cho chạy thử mô hình và hiệu chỉnh các chỉ số nhạy của mô hình, cuối cùng bộ chỉ số nhạy đã được xác định để chạy mô hình cho kết quả chính xác nhất.

3.3.2. Kết quả mô phỏng và tính toán lưu lượng dòng chảy ở kịch bản nền bằng mô hình SWAT giai đoạn 1975 - 2018

Sau khi nhập các cơ sở dữ liệu đầu vào, chạy thử mô hình SWAT và hiệu chỉnh các thông số mô hình thu được kết quả như bảng 3.8, hình 3.10 và 3.11.

Bảng 3.8: Lưu lượng dòng chảy thực đo và tính toán cho mỗi giai đoạn ở lưu vực Sông Cầu

Hạng mục	Chạy thử (1975 - 1994)	Kiểm định (1995 - 2018)	Cả hai giai đoạn (1975 - 2018)
Thực đo (m^3/s)			
Trung bình năm	14,99	10,95	12,97
Trung bình mùa mưa	24,87	18,57	21,72
Trung bình mùa khô	5,11	3,33	4,22
Tính toán (m^3/s)			
Trung bình năm	14,40	10,72	12,56
Trung bình mùa mưa	24,14	18,36	21,25
Trung bình mùa khô	4,66	3,09	3,88

Qua bảng 3.8 cho thấy lưu lượng dòng chảy thực đo và tính toán cho mỗi giai đoạn ở lưu vực Sông Cầu đều khác nhau và có chiều hướng giảm.

Giai đoạn chạy thử (1975-1994)

Trong giai đoạn 1975 - 1994 lưu lượng dòng chảy thực đo trung bình năm là $14,99m^3/s$ còn theo số liệu tính toán đạt $14,40m^3/s$ chênh lệch nhau $0,59m^3/s$ tương ứng 3,94%, trung bình mùa mưa trong giai đoạn 1975 - 1994 có sự chênh lệch, theo số liệu thực đo thì trung bình mùa mưa đạt $24,87m^3/s$ còn theo tính toán đạt $24,14m^3/s$ chênh lệch nhau $0,73m^3/s$ tương ứng 2,93%. Còn lưu lượng dòng chảy thực đo của trung bình mùa mưa có giá trị $5,11m^3/s$ chênh lệch $1,05 m^3/s$ tương ứng với tính toán là 20,58%.

Giai đoạn kiểm định (1995 - 2018)

Trong giai đoạn 1995 - 2018 lưu lượng trung bình năm qua kiểm kiểm định có giá trị $10,95m^3/s$ chênh lệch với số liệu tính toán $0,23m^3/s$ tương ứng 2.1% , lưu lượng trung bình mùa mưa $18,57m^3/s$ chênh lệch với số liệu tính toán $0,21m^3/s$ tương ứng 1,13%. Còn lưu lượng dòng chảy thực đo của trung bình mùa mưa có giá trị $5,11m^3/s$ chênh lệch $1,05 m^3/s$ tương ứng với tính toán 20,58%.

Cả giai đoạn (1975 - 2018)

Trong cả giai đoạn 1975 - 2018 lưu lượng dòng chảy thực đo trung bình năm là $12,97 m^3/s$ còn theo số liệu tính toán đạt $12,56 m^3/s$ chênh lệch nhau $0,41m^3/s$ tương ứng 3,16%, trung bình mùa mưa trong cả giai đoạn 1998-2012 có sự chênh lệch, theo số liệu thực đo thì trung bình mùa mưa đạt $21,72m^3/s$ còn theo tính toán đạt $21,25m^3/s$ chênh lệch nhau $0,47 m^3/s$ tương ứng 2,16%. Còn lưu lượng dòng chảy thực đo của trung bình mùa mưa có giá trị $4,22m^3/s$ chênh lệch $0,34 m^3/s$ tương ứng với tính toán là 8,06%.

3.3.3. Đánh giá mô hình SWAT bằng các chỉ số NSE và PBIAS

Mô hình được đánh giá bằng 2 chỉ số đó là Nash-Sutcliffe efficiency (NSE) và PBIAS (Nash, và Sutcliffe, 1970) với kết quả tính toán như ở bảng 3.9:

Bảng 3.9: Kết quả đánh giá mô hình bằng các chỉ số NSE và PBIAS

Hạng mục	Giai đoạn	Chỉ số NSE	Chỉ số PBIAS (%)
Lưu lượng dòng chảy	Chạy thử	0,82	- 1,59
	Kiểm định	0,77	5,93

3.4. Ứng dụng mô hình SWAT để dự báo lưu lượng dòng chảy, hạn hán và lũ lụt trong điều kiện biến đổi khí hậu tại lưu vực Sông Cầu

Dữ liệu về biến đổi khí hậu được sử dụng cho kịch bản nền là giai đoạn 2004 - 2018, các giai đoạn dự báo bao gồm những năm 2020, 2030 và 2050. Sự thay đổi theo tháng về lượng mưa (%), nhiệt độ (tuyệt đối) cho mỗi giai đoạn 10 năm và 20 năm được đưa vào để chạy mô hình SWAT.

Bảng 3.10: Lượng mưa (%) và nhiệt độ trung bình ($^{\circ}\text{C}$) thay đổi so với giai đoạn cơ sở (nền) 2004 – 2018.

Hạng mục	Kịch bản B1			Kịch bản B2			Kịch bản A2		
	2020s	2030s	2050s	2020s	2030s	2050s	2020s	2030s	2050s
<i>Lượng mưa</i>									
Trung bình năm	1,4	2,1	3,6	1,4	2,1	3,8	1,6	2,1	3,7
Trung bình mùa mưa	3,3	4,8	8,4	3,3	4,8	8,9	3,8	4,9	8,6
Trung bình mùa khô	-0,5	-0,6	-1,2	-0,5	-0,6	-1,3	-0,6	-0,7	-1,2
<i>Nhiệt độ trung bình</i>									
Trung bình năm	0,5	0,7	1,2	0,5	0,7	1,3	0,5	0,8	1,3
Trung bình mùa mưa	0,5	0,7	1,2	0,5	0,7	1,2	0,5	0,7	1,2
Trung bình mùa khô	0,6	0,8	1,3	0,6	0,8	1,4	0,6	0,9	1,5

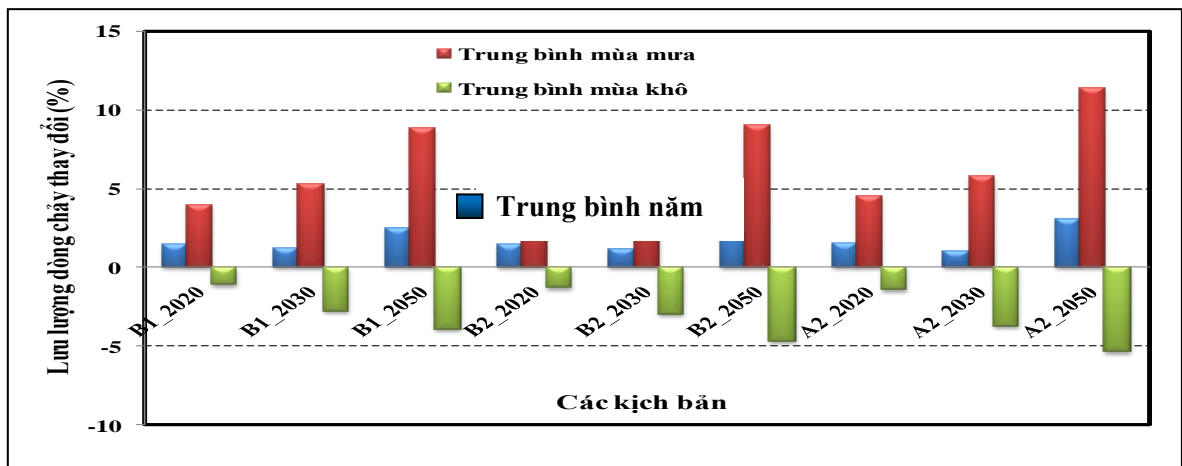
Sự thay đổi về lượng mưa và nhiệt độ được thể hiện trong Bảng 3.10.

Nhiệt độ trung bình năm tăng ở tất cả các kịch bản: ở kịch bản B1, năm 2020 tăng $0,5^{\circ}\text{C}$, năm 2050 tăng $1,2^{\circ}\text{C}$ và tăng $1,3^{\circ}\text{C}$ cho cả 2 kịch bản B2 và A2. Theo quan trắc nhiệt độ tăng nhiều nhất vào các tháng mùa hè là tháng 6 và tháng 7. Sự thay đổi về lượng mưa và nhiệt độ sẽ kéo theo thay đổi một loạt các thứ khác như: thay đổi mùa vụ làm đất, gieo trồng, quá trình sinh trưởng của cây và sâu bệnh, đồng thời làm thay đổi hệ thống quản lý sử dụng đất.

Bảng 3.11. Dự báo lưu lượng dòng chảy thay đổi giai đoạn 2020 - 2050 so với kịch bản

nền tại lưu vực sông Cầu (m^3/s).

Lưu lượng dòng chảy	Kịch bản B1			Kịch bản B2			Kịch bản A2		
	2020s	2030s	2050s	2020s	2030s	2050s	2020s	2030s	2050s
Trung bình năm	62,25	62,77	64,47	62,32	62,78	64,51	62,48	62,93	65,64
Trung bình mùa mưa	105,97	107,34	110,93	106,14	107,37	111,15	106,50	107,81	113,53
Trung bình mùa khô	18,53	18,21	18,00	18,50	18,19	17,87	18,47	18,04	17,74



Hình 3.12: Thay đổi lưu lượng dòng chảy so với kịch bản nền (%)

Từ kết quả chạy mô hình (Bảng 3.11, 3.12 và Hình 3.12), kịch bản biến đổi khí hậu B1 tăng lưu lượng dòng chảy ở mùa mưa (tháng 5 đến tháng 10) với mức trung bình là 8,8% vào năm 2050, nhưng lại giảm 3,94% vào mùa khô (tháng 11 đến tháng 4 năm sau).

Đến năm 2050 lưu lượng trung dòng chảy thay đổi tăng lần lượt là 8,80, 9,01 và 11,35% tương ứng với các kịch bản B1, B2 và A2. Đối với kịch bản B2: lưu lượng trung bình năm tăng 2,18%, trong khi đó lưu lượng trung bình mùa khô giảm 4,65% so với kịch bản nền.

Nhìn chung kịch bản A2 có lưu lượng dòng chảy lớn hơn ở kịch bản B1 và B2 ở những năm 2020. Trong khi đó đến năm 2050 lưu lượng thay đổi trong mùa mưa lên đến 8,80, 9,01 và 11,35% tương ứng với các kịch bản B1, B2 và A2.

Ở kịch bản A2 vào những năm 2030, nhiệt độ tăng nhẹ ($0,1^{\circ}C$) so với kịch bản B2, trong khi lượng mưa không đổi là 2,1% như số liệu trong bảng 3.5. Đến năm 2050s, Kịch bản A2 nóng hơn B2 $0,1^{\circ}C$ nhưng lượng mưa thì thay đổi như nhau, do đó lưu lượng nước chảy bề mặt thay đổi tương tự nhau. Điều này cho thấy sự khác nhau về nhiệt độ không có ý nghĩa tác động nhiều đến thay đổi lưu lượng dòng chảy trong phạm vi lưu vực. Số liệu Bảng 3.12 cho thấy lưu lượng dòng chảy tăng ở mùa mưa từ 3,93% (B1-2020) đến 11,35% (A2-2050) so với kịch bản nền. Điều này có nghĩa là lũ lụt sẽ xảy ra nhiều hơn trong tương lai.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết Luận

Kết quả nghiên cứu đã xây dựng được các cơ sở dữ liệu như: bản đồ mô hình số độ cao DEM lưu vực Sông Cầu, Bản đồ hiện trạng sử dụng đất 2018 Lưu vực Sông Cầu tạo cơ sở dữ liệu đầu vào cho mô hình SWAT.

Số liệu lưu lượng dòng chảy thực đo giai đoạn 1975 - 2018 đã được sử dụng để chạy mô hình cho 2 giai đoạn chạy thử 1975 - 1994 và kiểm định 1995 - 2018.

Mô hình SWAT đã được ứng dụng thành công trong điều kiện khí tượng thủy văn của lưu vực Sông Cầu để đánh giá ảnh hưởng của sự biến đổi khí hậu đến lưu lượng dòng chảy và dự báo hạn hán, lũ lụt cho lưu vực Sông Cầu.

Kết quả nghiên cứu cho thấy các chỉ số đánh giá mô hình Nash-Sutcliffe Efficiencies (NSE) có giá trị tốt là 0,77 và 0,82, còn giá trị PBIAS là 5,93 và -1,59% đối với lưu lượng dòng chảy cho giai đoạn chạy thử và kiểm định mô hình.

Sau khi chạy các kịch bản ta thu được sự thay đổi trung bình lưu lượng dòng chảy mùa mưa đến năm 2050 của các kịch bản so với kịch bản nền là: Kịch bản B1 tăng 8,8%, Kịch bản B2 tăng 9,01 %, Kịch bản A2 tăng 11,35%. Trong khi đó trung bình lưu lượng dòng chảy mùa khô đến năm 2050 giảm là: Kịch bản B1 giảm 3,94%, Kịch bản B2 2,95%, và Kịch bản A2 là 5,31%.

Kết quả nghiên cứu này một lần nữa khẳng định GIS và SWAT là những công cụ hữu ích trong nghiên cứu quản lý tài nguyên và môi trường đặc biệt trong nghiên cứu dự báo lưu lượng dòng chảy trong phạm vi lưu vực sông Cầu.

2. Kiến nghị

Kết quả nghiên cứu này có thể sử dụng cho các lãnh đạo các cấp chính quyền địa phương và các nhà quản lý trong phạm vi lưu vực Sông Cầu tham khảo, sử dụng trong quá trình thực hiện chức trách nhiệm vụ của mình đồng thời sử dụng trong quá trình hoạch định chính sách và dự báo cho tương lai liên quan đến đời sống người dân trong phạm vi lưu vực đặc biệt là vùng hạ lưu.

Tiếp tục nghiên cứu với các kịch bản biến đổi khí hậu khác nhau để có kết quả phong phú làm cơ sở khuyến cáo nhà quản lý lựa chọn các kịch bản dự báo hạn hán và lũ lụt tối ưu trong tương lai phù hợp với sự phát triển kinh tế xã hội của hai tỉnh Thái Nguyên và Bắc Kạn trong phạm vi lưu vực Sông Cầu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

I. Tiếng Việt

II. Tiếng Anh.