

# MỞ ĐẦU

## 1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI

Sông Thạch Hãn là con sông lớn nhất của tỉnh Quảng Trị, diện tích lưu vực sông Thạch Hãn là 2660 km<sup>2</sup>, chiếm tới 56% diện tích tỉnh Quảng Trị.

Tuy nhiên, hiện nay, việc sử dụng tài nguyên nước trên lưu vực sông Thạch Hãn còn tồn tại một số vấn đề sau:

- Nguồn nước đang được khai thác và sử dụng cho những mục đích riêng rẽ, gây lãng phí và kém hiệu quả. Việc phân bổ nguồn nước cũng chưa hợp lý, chưa đáp ứng mục tiêu cho các hộ dùng nước.

- Dấu hiệu khan hiếm nước ngày càng cao (lượng nước suy giảm về mùa kiệt, mặn xâm nhập sâu vào nội đồng, ô nhiễm nước thải và chất thải tăng .v.v...).

- Tài nguyên đất đang được khai thác và sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau như phát triển công nghiệp, dịch vụ, thủy sản, chuyển đổi giống cây trồng và vật nuôi .v.v... cũng gây tác động rất lớn đến nguồn nước.

Do vậy, ***“Ứng dụng mô hình SWAT khảo sát biến đổi dòng chảy do biến đổi khí hậu và sử dụng đất cho lưu vực sông Thạch Hãn”*** là một đề tài có tính khoa học và thực tiễn, góp phần giải quyết những khó khăn trên và giúp cho các nhà quản có thể quản lý tài nguyên nước và đưa ra được những quyết định chiến lược phát triển kinh tế xã hội có hiệu quả hơn.

## 2. MỤC TIÊU CỦA ĐỀ TÀI

- Nghiên cứu đặc điểm địa lý tự nhiên, kinh tế - xã hội của tỉnh Quảng Trị nói chung và của lưu vực sông Thạch Hãn nói riêng để phục vụ cho bài toán quản lý tài nguyên nước hiệu quả hơn.
- Chứng minh mức độ phù hợp của việc ứng dụng mô hình SWAT cho lưu vực sông Thạch Hãn trong tính toán dòng chảy.
- Khảo sát tác động của sử dụng đất và biến đổi khí hậu đối với dòng chảy của lưu vực sông Thạch Hãn.

## 3. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU

- Đối tượng: Dòng chảy của sông Thạch Hãn dưới tác động của biến đổi khí hậu và sử dụng đất.
- Phạm vi nghiên cứu: Lưu vực sông Thạch Hãn.

## 4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Ứng dụng mô hình SWAT

## 5. BỐ CỤC CỦA LUẬN VĂN

Luận văn gồm 4 chương chính cùng phần mở đầu, kết luận, phụ lục, tài liệu tham khảo:

- Chương 1: Đặc điểm tự nhiên lưu vực sông Thạch Hãn
- Chương 2: Mô hình SWAT
- Chương 3: Kích bản biến đổi khí hậu và sử dụng đất
- Chương 4: Ứng dụng mô hình SWAT tính toán cho các kịch bản lựa chọn

Luận văn được hoàn thành tại Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc Gia Hà Nội. Trong quá trình thực hiện, tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn đến các thầy, các cô trong khoa Khí tượng – Thủy văn & Hải dương học về sự hỗ trợ chuyên môn và kỹ thuật. Đặc biệt, xin bày tỏ sự cảm ơn chân thành nhất đến hướng dẫn khoa học: **PGS. TS. Nguyễn Thanh Sơn** đã tận tình chỉ đạo và góp ý để tác giả hoàn thành luận văn này.

## CHƯƠNG 1

### ĐẶC ĐIỂM TỰ NHIÊN LƯU VỰC SÔNG THẠCH HÃN

#### 1.1. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA LÝ TỰ NHIÊN

##### 1.1.1. Vị trí địa lý

Lưu vực Sông Thạch Hãn nằm trong phạm vi từ  $16^{\circ}18'$  đến  $16^{\circ}54'$  vĩ độ Bắc và từ  $106^{\circ}36'$  đến  $107^{\circ}18'$  kinh độ Đông. Phía đông giáp Biển Đông, phía tây giáp lưu vực sông Sê Pôn phía nam giáp lưu vực sông Ô Lâu và tỉnh Thừa Thiên Huế, phía bắc giáp lưu vực sông Bến Hải.

Sông Thạch Hãn bắt nguồn từ dãy Trường Sơn, có chiều dài 150 km. Dòng chính Thạch Hãn, đoạn thượng nguồn (sông Đakrông) chảy quanh dãy núi Da Ban, khi về tới Ba Lòng, sông chuyển hướng Đông Bắc và đổ ra biển tại cửa Việt với diện tích lưu vực  $2660 \text{ km}^2$ . Đặc điểm các sông của tỉnh Quảng Trị nói chung và sông Thạch Hãn nói riêng là: lòng sông dốc, chiều rộng sông hẹp, đáy sông cắt sâu vào địa hình, phần đồng bằng hạ du lòng sông mở rộng, có chịu ảnh hưởng của thủy triều.

Lưu vực sông Thạch Hãn có thể phân chia thành các vùng địa hình như sau: vùng cát ven biển, vùng đồng bằng, vùng núi thấp và đồi, vùng núi cao.

Lưu vực sông Thạch Hãn có thể được phân chia thành các vùng thổ nhưỡng: vùng đồng bằng ven biển, vùng gò đồi, vùng đồi núi dãy Trường Sơn.

Ngay khi đất nước thống nhất, kế hoạch khôi phục lớp phủ thực vật với ý nghĩa phục hồi các hệ sinh thái tối ưu, trở thành kế hoạch hành động cụ thể và tích cực. Đồng thời với các kế hoạch trồng rừng, trong giai đoạn từ 1995 đến 2000, thực hiện hạn chế khai thác rừng tự nhiên, tăng cường khoanh nuôi phục hồi rừng tự nhiên, độ che phủ rừng đã tăng bình quân 1%/năm. Đến năm 2005 độ che phủ của rừng đạt 43,2%. Tỉnh Quảng Trị gần như vùng đất vành đai trắng trong thời gian chiến tranh, chỉ hơn 25 sau chiến tranh, rừng che phủ đất đai tự nhiên đã tăng từ 7,4% lên hơn 40%, và đó là một thành quả sinh thái quan trọng.

##### 1.1.2. Khí hậu

Quảng Trị nói chung và lưu vực sông Thạch Hãn nói riêng nằm trong vùng mưa tương đối lớn của nước ta. Lượng mưa hàng năm tính trung bình trên phạm vi toàn lưu vực đạt trên 2400 mm, lượng mưa năm phân bố không đều theo không gian, phụ thuộc vào hướng sườn dốc và phù hợp với xu thế tăng dần của mưa theo độ cao địa hình.

Cũng như các nơi khác ở nước ta, lượng mưa ở tỉnh Quảng Trị nói chung và lưu vực sông Thạch Hãn nói riêng cũng phân phối không đều trong năm. Một năm hình thành hai mùa là mùa mưa và mùa khô. Tổng lượng mưa của 3 đến 4 tháng mùa mưa chiếm tới  $68 \div 70\%$  lượng mưa năm.

Sự phân hoá mưa năm theo tháng cũng khá sâu sắc. Lượng mưa của tháng mưa nhiều nhất (tháng X) chiếm từ 20% đến 29% tổng lượng mưa năm. Lượng mưa

của tháng ít mưa nhất (I, II, III hoặc IV) rất không đáng kể, chỉ chiếm từ 0,5% đến 2,1% tổng lượng mưa năm. Ba tháng mưa nhiều nhất là các tháng IX, X, XI. Ba tháng mưa ít nhất là các tháng I, II, III hoặc II, III, IV.

Nhiệt độ không khí trong vùng thấp nhất vào mùa Đông (tháng 11 tới tháng 3). Cao nhất vào mùa Hè (tháng 5 tới tháng 8). Nhiệt độ bình quân nhiều năm vào khoảng 24,3<sup>0</sup>C. Chênh lệch nhiệt độ trong ngày từ 7 tới 10<sup>0</sup>C.

### **1.1.3. Đặc điểm thủy văn**

Nằm trong vùng mưa tương đối lớn của nước ta nên dòng chảy năm của các sông suối trong lưu vực sông Thạch Hãn cũng khá dồi dào. Môđun dòng chảy năm bình quân đạt 44,8 l/skm<sup>2</sup>, ứng với lớp dòng chảy hàng năm khoảng 1442,8 mm.

Trong phạm vi lưu vực sông Thạch Hãn, chuẩn dòng chảy năm phân phối không đều theo không gian, biến đổi phù hợp với sự biến đổi của lượng mưa năm, nghĩa là cũng theo xu thế tăng dần theo độ cao địa hình với phạm vi biến đổi từ 30 l/skm<sup>2</sup> đến 60 l/skm<sup>2</sup>. Hàng năm, trên toàn bộ sông suối trên lưu vực sông Thạch Hãn có tổng lượng dòng chảy trên lưu vực khoảng 3,92 km<sup>3</sup>.

Nhìn chung, trên dòng chảy trên lưu vực sông Thạch Hãn chia thành 2 mùa rõ rệt. Mùa lũ mặc dù chỉ kéo dài 4 tháng (từ tháng VIII đến tháng XI hoặc từ tháng IX đến tháng XII) nhưng mức độ tập trung dòng chảy trong mùa lũ khá lớn, chiếm tới 62,5 - 80% tổng lượng dòng chảy cả năm.

## **1.2. TÌNH HÌNH PHÁT TRIỂN KINH TẾ - XÃ HỘI**

### **1.2.1. Chiến lược phát triển kinh tế xã hội tỉnh Quảng Trị**

Định hướng cơ bản đối với vùng núi là chuyển nền kinh tế tự cung tự cấp sang nền kinh tế sản xuất hàng hoá trên cơ sở nông lâm kết hợp, xã hội hoá nghề rừng, cây công nghiệp ngắn ngày và dài ngày, cây dược liệu, cây đặc sản, cây ăn quả và chăn nuôi đại gia súc, gắn liền với công nghệ chế biến khai khoáng và dịch vụ du lịch nhằm ổn định và nâng cao đời sống dân cư miền núi.

Bảo vệ và tái tạo tài nguyên rừng, khôi phục môi trường sinh thái, chống xói mòn đất. Phát triển đồng bộ cơ sở hạ tầng, đồng thời mở rộng mạng lưới giao lưu trao đổi hàng hoá, văn hoá xã hội với các huyện trong tỉnh, với các tỉnh của nước bạn Lào, Thái Lan. Xây dựng các cụm điểm kinh tế - văn hoá - xã hội cho vùng cao, vùng sâu, vùng đồng bào dân tộc ít người.

Chú trọng đào tạo cán bộ người dân tộc thiểu số, từng bước nâng cao mặt bằng dân trí, cải thiện đời sống tinh thần cho đồng bào dân tộc miền núi.

Phát triển công nghiệp, tiểu thủ công nghiệp ở các trung tâm, mở rộng mạng lưới thương mại, dịch vụ du lịch, đẩy mạnh sản xuất các mặt hàng xuất khẩu.

### **1.2.2. Tình hình phát triển dân số, nguồn nhân lực**

Theo *Niên giám thống kê năm 2011* dân số toàn tỉnh là 604.671 người (*trong đó nữ giới có 305.549 người và nam giới có 299.122 người*), dân số thành thị 174.179, dân số nông thôn 430.492 nhân khẩu. Toàn tỉnh có 154.278 hộ, bình quân 3,92 người/hộ. Đồng bào dân tộc thiểu số phân bố tập trung chủ yếu ở hai huyện ĐaKrông, Hướng Hoá, ngoài ra còn phân bố ở 1 số xã thuộc các huyện Gio Linh, huyện Vinh Linh và Cam Lộ.

Năm 2011, Quảng Trị có 329.943 người trong độ tuổi lao động (chiếm 55,5% dân số), trong đó số người trong độ tuổi đang làm việc trong các ngành kinh tế quốc dân là 318.477 người, chiếm 52,67% dân số. Tổng số lao động, phân bố trong các ngành: nông, lâm nghiệp chiếm 52,06%; thủy sản 3,94%; công nghiệp xây dựng chiếm 14,93%.

### **1.2.3. Xu thế phát triển kinh tế - xã hội**

Trong thập niên qua tình hình phát triển kinh tế xã hội của tỉnh đạt mức khá cao, tuy nhiên có xu hướng giảm trong những năm gần đây. Tốc độ tăng trưởng kinh tế GDP của một số ngành và lĩnh vực kinh tế - xã hội đang tiếp tục được cải thiện đặc biệt ngành dịch vụ, tuy nhiên kinh tế nông nghiệp có xu hướng giảm tương đối lớn từ 4.9% năm 2005 xuống 2.9% năm 2011.

*Giai đoạn 2011* Quảng Trị đạt được một số kết quả như sau:

Tốc độ tăng trưởng ngành nông - lâm - ngư nghiệp tăng 2.9%; Công nghiệp - xây dựng tăng 14.6%; Dịch vụ tăng 9.1%. Tổng vốn đầu tư phát triển toàn xã hội ước đạt: 6.451 tỷ đồng.

Tổng thu ngân sách trên địa bàn ước đạt: 1466 tỷ đồng; trong đó thu nội địa: 903 tỷ đồng; thu từ hoạt động xuất nhập khẩu: 563 tỷ đồng. GDP bình quân đầu người đạt 21.496 triệu đồng.

## CHƯƠNG 2

### MÔ HÌNH SWAT

#### 2.1 TỔNG QUAN MÔ HÌNH SWAT

Mô hình SWAT được xây dựng để đánh giá tác động của việc sử dụng đất, của xói mòn và việc sử dụng hoá chất trong nông nghiệp trên một hệ thống lưu vực sông. Mô hình được xây dựng dựa trên cơ sở về mặt vật lý, bên cạnh đó kết hợp các phương trình hồi quy mô tả mối quan hệ giữa những biến đầu vào và đầu ra, mô hình yêu cầu thông tin về thời tiết, thuộc tính của đất, tài liệu địa hình, thảm phủ, và việc sử dụng đất trên lưu vực.

Mô hình chia lưu vực ra làm các vùng hay các lưu vực nhỏ. Phương pháp sử dụng các lưu vực nhỏ trong mô hình khi mô phỏng dòng chảy là rất tiện lợi khi mà các lưu vực này có đủ số liệu về sử dụng đất cũng như đặc tính của đất...

Xét về toàn lưu vực thì mô hình SWAT là một mô hình phân bố. Mô hình này chia dòng chảy thành 3 pha: pha mặt đất, pha dưới mặt đất (sát mặt, ngầm) và pha trong sông. Việc mô tả các quá trình thủy văn được chia làm hai phần chính: phần thứ nhất là pha lưu vực với chu trình thủy văn kiểm soát khối lượng nước, bùn cát, chất hữu cơ và được chuyển tải tới các kênh chính của mỗi lưu vực. Phần thứ hai là diễn toán dòng chảy, bùn cát, hàm lượng các chất hữu cơ tới hệ thống kênh và tới mặt cắt cửa ra của lưu vực.

#### ***Các dữ liệu đầu vào và kết quả đầu ra của mô hình***

##### ***a. Các dữ liệu đầu vào của mô hình***

Yêu cầu dữ liệu vào của mô hình được biểu diễn dưới hai dạng: dạng số liệu không gian và số liệu thuộc tính.

- Số liệu không gian dưới dạng bản đồ số hóa bao gồm:
  - Bản đồ độ cao số hóa DEM;
  - Bản đồ sử dụng đất;
  - Bản đồ loại đất;
  - Bản đồ mạng lưới sông suối, hồ chứa trên lưu vực;
- Số liệu thuộc tính dưới dạng dữ liệu số bao gồm:
  - Số liệu về khí tượng bao gồm nhiệt độ không khí, bức xạ, tốc độ gió, mưa,
  - Số liệu về thủy văn bao gồm dòng chảy, bùn cát, hồ chứa...;

- Số liệu về đất bao gồm: loại đất, đặc tính loại đất theo lớp của các phẫu diện đất... ;
- Số liệu về loại cây trồng trên lưu vực, độ tăng trưởng của cây trồng... ;
- Số liệu về loại phân bón trên lưu vực canh tác...;

*b. Các kết quả đầu ra của mô hình gồm có:*

- Đánh giá cả về lượng và về chất của nguồn nước;
- Đánh giá lượng bùn cát vận chuyển trên lưu vực;
- Đánh giá quá trình canh tác đất thông qua mô đun chu trình chất dinh dưỡng;
- Đánh giá công tác quản lý lưu vực;

## 2.2. CẤU TRÚC MÔ HÌNH SWAT

### 2.2.1. Mô hình lưu vực

Chu trình thủy văn được mô tả trong mô hình SWAT dựa trên phương trình cân bằng nước:

$$SW_t = SW_o + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - w_{seep} - Q_{gw})$$

Trong đó:

- $SW_t$  là tổng lượng nước tại cuối thời đoạn tính toán (mm);
- $SW_o$  là tổng lượng nước ban đầu (mm);
- $t$  là thời gian (ngày);
- $R_{day}$  là số tổng lượng mưa tại ngày thứ  $i$  (mm);
- $Q_{surf}$  là tổng lượng nước mặt của ngày thứ  $i$  (mm);
- $E_a$  là lượng bốc thoát hơi tại ngày thứ  $i$  (mm);
- $w_{seep}$  là lượng nước đi vào tầng ngầm tại ngày thứ  $i$  (mm);
- $Q_{gw}$  là số lượng nước hồi quy tại ngày thứ  $i$  (mm).

### 2.2.2. Mô hình diễn toán

Mô hình SWAT có thể xác định sự chuyển tải lượng nước, bồi lắng, những chất dinh dưỡng và những thuốc bảo vệ thực vật tới kênh chính, rồi diễn toán theo mạng lưới sông suối trên lưu vực. Ngoài việc tính toán lưu lượng nước, mô hình còn mô tả sự biến đổi của các hóa chất trong kênh. Mô hình diễn toán trong sông bao gồm 2 thành phần:

- Diễn toán trong sông. Việc diễn toán trong sông có thể được chia thành bốn

thành phần: Nước, chất bồi lắng, những chất dinh dưỡng và hóa chất hữu cơ.

- Diễn toán qua hồ chứa. Sự cân bằng nước cho những kho chứa bao gồm dòng chảy đến, dòng chảy ra, mưa trên bề mặt, bốc thoát hơi, thấm qua đáy hồ và những công trình phân nước.

### 2.3 ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ MÔ HÌNH

Hiệu quả của mô hình được đánh giá bằng cách so sánh kết quả chạy mô hình với số liệu thực đo dòng chảy năm, tháng, ngày.

Để đánh giá mô hình SWAT, luận văn dùng chỉ tiêu của Nash – Sutcliffe (1970). Chỉ tiêu đó được viết như sau:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 - \sum_{i=1}^n (x'_i - x_i)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Trong đó:

$R^2$  : Hệ số hiệu quả của mô hình

$i$  : Chỉ số

$x_i$  : Giá trị đo đạc

$x'_i$  : Giá trị tính toán theo mô hình

$\bar{x}$  : Giá trị thực đo trung bình

**Bảng 2.1. Bảng kết quả đánh giá Mô hình bằng chỉ tiêu Nash**

Hệ số hiệu quả	Kết quả
$1,0 \geq R^2 \geq 0,9$	tốt
$0,9 \geq R^2 \geq 0,7$	khá
$0,7 \geq R^2 \geq 0,5$	trung bình
$0,5 \geq R^2 \geq 0,3$	kém



## CHƯƠNG 3

### KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ SỬ DỤNG ĐẤT

#### 3.1 KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Biến đổi khí hậu hiện nay cũng như trong thế kỷ 21 phụ thuộc chủ yếu vào mức độ phát thải nhà kính, tức là phụ thuộc vào mức độ phát triển kinh tế - xã hội. Vì vậy các kịch bản biến đổi khí hậu được xây dựng trên các kịch bản phát triển kinh tế - xã hội toàn cầu.

Trong *Báo cáo đặc biệt về phát thải nhà kính* năm 2000, IPCC đã đưa ra 40 kịch bản, phản ánh đa dạng khả năng phát thải khí nhà kính trong thế kỷ 21. Các kịch bản phát thải này được tổ hợp thành 4 kịch bản gốc là A1, A2, B1, B2.

#### 3.2. KỊCH BẢN SỬ DỤNG ĐẤT

Việc hiểu được tác động của thay đổi sử dụng đất giúp chính quyền địa phương và các nhà chính sách đề ra, thực hiện để làm giảm tác động không mong muốn do sự thay đổi sử dụng đất trong tương lai. Để có thể đương đầu với tác động của việc thay đổi sử dụng đất đối với dòng chảy trong tương lai thì việc hiểu được những tác động do thay đổi dòng chảy trong lịch sử cũng là một vấn đề quan trọng.

**Bảng 3.1. Các kịch bản sử dụng đất**

Kịch bản 1	Đất đồng cỏ chuyển sang đất trồng rừng, một phần chuyển thành đất nông nghiệp, đất trồng cây công nghiệp lâu năm
Kịch bản 2	Toàn bộ đất trong lưu vực bị hoang mạc hóa
Kịch bản 3	Toàn bộ diện tích cây bụi và cỏ trong vùng được phục hồi thành đất trồng rừng

#### 3.4 LỰA CHỌN KỊCH BẢN PHÙ HỢP VỚI KHU VỰC NGHIÊN CỨU

##### 3.4.1 Lựa chọn kịch bản biến đổi khí hậu

Dựa vào các đặc điểm về tình hình phát triển kinh tế, dân số, mức độ quan tâm đến môi trường của tỉnh Quảng Trị nói chung và của lưu vực sông Thạch Hãn nói riêng, luận văn này đã lựa chọn 2 kịch bản để đánh giá mức độ tác động của biến đổi khí hậu đối với dòng chảy là: kịch bản phát thải cao (A2) và kịch bản phát thải trung bình (B2) từ báo cáo “Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam” của Bộ Tài Nguyên và Môi trường (2012). Đây là các kịch bản chú trọng đến các giải pháp cục bộ cho vấn đề bền vững về mặt môi trường, kinh tế và xã hội.

### **3.4.2 Lựa chọn kịch bản sử dụng đất**

Tiến hành đánh giá tác động của thay đổi sử dụng đất theo cả 3 kịch bản đã nêu trên, với những xu hướng cực đoan hoặc tốt nhất để thấy rõ tác động của thay đổi sử dụng đất đối với dòng chảy.

### **3.4.3. Lựa chọn kết hợp kịch bản biến đổi khí hậu và kịch bản sử dụng đất**

Những thay đổi dù là nhỏ nhất, khi tác động những điều kiện cực đoan hoặc tốt nhất sẽ làm cho sự biến đổi đó diễn ra mạnh hơn, điều này sẽ giúp chúng ta có cái nhìn chính xác hơn trong các vấn đề. Chính vì thế khóa luận đã lựa chọn kết hợp các kịch bản biến đổi khí hậu với điều kiện tham phủ theo kịch bản 3.

## CHƯƠNG 4

### ÁP DỤNG MÔ HÌNH SWAT TÍNH TOÁN ĐỐI VỚI CÁC KỊCH BẢN ĐÃ LỰA CHỌN

#### 4.1 ỨNG DỤNG MÔ HÌNH SWAT TÍNH TOÁN DÒNG CHẢY LƯU VỰC SÔNG THẠCH HÃN

##### 4.1.1 Áp dụng mô hình để tính toán dòng chảy cho lưu vực sông Thạch Hãn

Để tính toán được, mô hình cần có đầy đủ các dữ liệu vào của mô hình đã nêu ở trên, sau đó tiến hành chạy chương trình. Nếu kết quả giữa tính toán và thực đo chưa phù hợp, tiến hành hiệu chỉnh.

Tuy nhiên, vì tỉnh Quảng Trị chỉ có trạm thủy văn Gia Vòng đo lưu lượng dòng chảy của cửa ra cho lưu vực sông Bến Hải mà không có số liệu thực đo của cửa ra cho lưu vực sông Thạch Hãn, nên áp dụng lý thuyết lưu vực tương tự, trong luận văn này sẽ sử dụng bộ thông số đã hiệu chỉnh của lưu vực sông Bến Hải để tính toán cho lưu vực sông Thạch Hãn. Bộ thông số này được xác định bằng cách áp dụng mô hình SWAT tính toán cho các dữ liệu đầu vào của lưu vực sông Bến Hải: các bản đồ lưu vực, bản đồ DEM, bản đồ sử dụng đất, bản đồ thảm phủ thực vật, bản đồ hệ thống sông suối, hệ thống trạm đo khí tượng – thủy văn và các số liệu khí tượng – thủy văn tương ứng với lưu vực sông Bến Hải. Kết quả tính toán sẽ được hiệu chỉnh và kiểm định với số liệu dòng chảy thực đo tại trạm Gia Vòng.

##### 4.1.2 Kết quả hiệu chỉnh bộ thông số của mô hình

Số liệu lưu lượng theo chuỗi thời gian ở cửa ra là số liệu quan trọng nhất để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình.

Số liệu dòng chảy theo ngày từ 1978 đến 2006 lấy từ trung tâm tư liệu quốc gia được đo ở trạm Gia Vòng cửa ra của lưu vực sông Bến Hải. Bộ số liệu này được phân chia thành 2 giai đoạn 1978-1997 và 1998-2006 hiệu chỉnh và kiểm định tương ứng.

Các thông số hiệu chỉnh mô hình được xác định theo phương pháp dò tìm thông số Rosenbrok. Các thông số được chia làm các nhóm thông số sau:

- Nhóm thông số tính toán dòng chảy mặt
- Nhóm thông số tính toán dòng chảy ngầm
- Thông số diễn toán dòng chảy trong lòng dẫn

Kết quả hiệu chỉnh các thông số mô hình được thống kê trong bảng 4.1.

**Bảng 4.1. Kết quả hiệu chỉnh bộ thông số cho lưu vực sông Thạch Hãn**

	Nhóm thông số		
	Quá trình hình thành dòng chảy	Dòng chảy ngầm	Diễn toán trong kênh
CN2: Chỉ số CN ứng với điều kiện âm II	63.5		
SOL_AWC: Khả năng trữ nước của đất	0.21		
OV_N: Hệ số nhám Manning cho dòng chảy mặt	0.26		
CH_K(1): Hệ số dẫn thủy lực của kênh dẫn	0.18		
CH_N(1): Hệ số nhám kênh dẫn (mm/giờ)	0.013		
SURLAG: Hệ số trễ dòng chảy mặt	0.5		
ALPHA_BF: Hệ số triệt giảm dòng chảy ngầm		0.06	
CH_N(2): Hệ số nhám của kênh chính			0.01
CH_K(2): Hệ số dẫn thủy lực của kênh chính (mm/giờ)			2.5

Kết quả tính toán giữa lưu lượng thực đo và lưu lượng tính toán cho hệ số tương quan theo chỉ tiêu của Nash là  $R^2 = 0.713$ .

Từ kết quả tính toán cho thấy mô hình có khả năng mô phỏng được biến động theo thời gian của dòng chảy ngày nhưng đối với các đỉnh lũ thì mức độ chính xác chưa cao.

#### 4.1.3 Kết quả kiểm định mô hình

Từ các thông số đã được hiệu chỉnh ở phần trên tiến hành kiểm nghiệm bộ thông số mô hình. Chuỗi thời gian được sử dụng để kiểm nghiệm mô hình là quá trình lưu lượng tháng thực đo từ 1/1/1998 đến 31/12/2006 tại trạm Gia Vòng.

Kết quả kiểm nghiệm mô hình cho thấy hệ số tương quan giữa lưu lượng tính toán và thực đo theo chỉ tiêu của Nash là  $R^2 = 0.73$ , và được đánh giá là khá.

#### 4.1.4 Nhận xét chung

Quá trình hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số của mô hình cho lưu vực sông Bến Hải với vị trí kiểm định được lấy từ lưu lượng thực đo tại trạm Gia Vòng. Kết quả xác định bộ thông số của mô hình như đã trình bày trong bảng 4.1. Bộ thông số này đã được kiểm định và được đánh giá khá. Kết quả đánh giá sai số lưu lượng tính toán và thực đo theo chỉ số Nash đều đạt trên 0.7.

Từ đây, luận văn sẽ sử dụng bộ thông số trong bảng 4.1 đã được kiểm nghiệm để áp dụng tính toán cho lưu vực sông Thạch Hãn với các kịch bản đã lựa chọn.

#### 4.2. ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐỐI VỚI DÒNG CHẢY

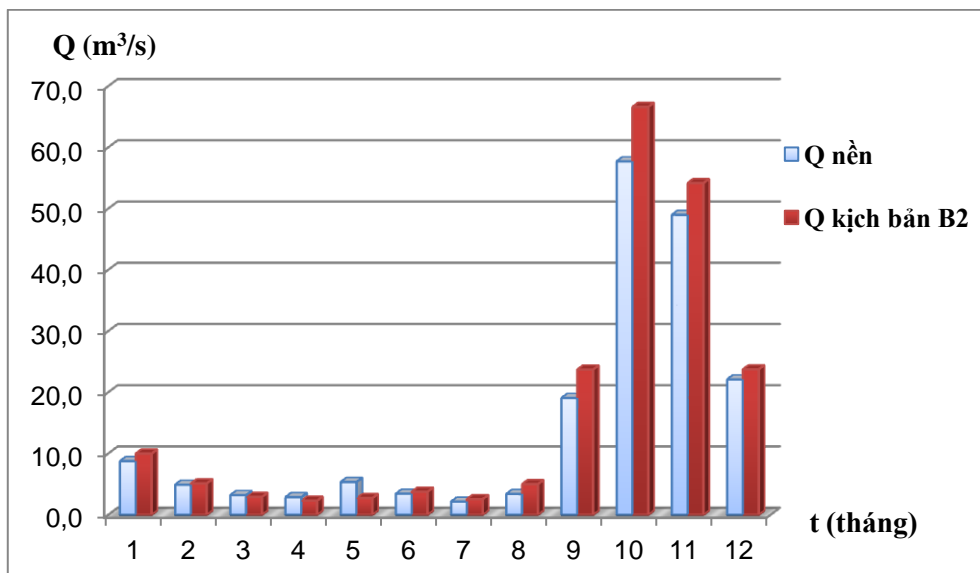
Giai đoạn 1980-1999 là mốc bắt đầu xuất hiện những biến đổi một cách rõ rệt về khí hậu, là thập kỷ nóng nhất trong thiên niên kỷ qua, nên nó được chọn làm tính toán kiểm tra phục vụ cho đánh giá biến đổi khí hậu.

**Bảng 4.1a. Số liệu thực đo dòng chảy trung bình tháng của trạm Gia Vòng giai đoạn nền 1980 - 1999**

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	TB
Q (m <sup>3</sup> /s)	8.8	4.9	3.2	2.9	5.4	3.4	2.1	3.4	19.1	57.7	49.0	22.1	15.17

##### 4.2.1 Kịch bản B2:

Từ kết quả tính toán cho thấy với điều kiện khí hậu biến đổi theo xu thế của kịch bản này thì dòng chảy tháng dao động trong khoảng rất lớn từ giảm 49,2% đến tăng tới 47.1% so với dòng chảy tháng trong thời đoạn nền (Bảng 4.3). Biến đổi dòng chảy theo tháng được thể hiện trong hình 4.1, hình 4.2.



**Hình 4.2. Thay đổi dòng chảy trung bình tháng của thời đoạn 2020-2100 so với thời đoạn nền 1980-1999 theo kịch bản B2**

Quan sát trên hình ta có thể thấy mức độ biến đổi mạnh của dòng chảy. Theo xu hướng biến đổi của kịch bản B2: dòng chảy tháng tăng mạnh vào mùa lũ, đồng thời giảm vào mùa kiệt.

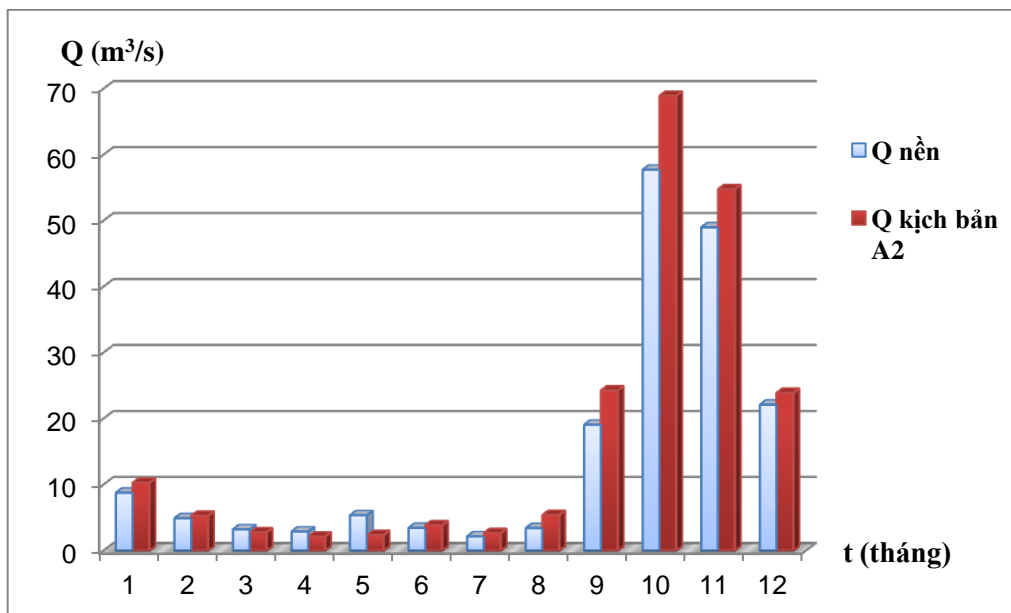
Dòng chảy trong cả 4 tháng mùa lũ (từ tháng IX-XII) tăng mạnh từ 7.4% - 24.3% so với thời đoạn nền. Trong khi đó, dòng chảy kiệt lại giảm từ khoảng [-9.2% → - 49.2%].

Trong khi dao động tháng khá mạnh, dòng chảy năm cũng tăng lên nhưng không nhiều, chỉ khoảng 11.22% so với thời đoạn nền tính toán.

#### 4.2.2 Kịch bản A2

Tương tự kịch bản B2, đối với kịch bản này, ta cũng đánh giá biến đổi theo thời đoạn nền là giai đoạn từ 1980-1999.

Tác động của kịch bản này cũng tương tự như của kịch bản B2, song mức độ tác động của nó diễn ra mạnh hơn cả về dòng chảy năm (Bảng 4.2) lẫn dòng chảy tháng (Bảng 4.3).



**Hình 4.5. Thay đổi dòng chảy trung bình tháng của thời đoạn 2020-2100 so với thời đoạn nền 1980-1999 theo kịch bản A2**

Quan sát trên hình ta có thể thấy mức độ biến đổi mạnh của dòng chảy. Theo xu hướng biến đổi của kịch bản A2: dòng chảy tháng tăng mạnh vào mùa lũ, đồng thời giảm vào mùa kiệt.

Vào các tháng mùa lũ (từ tháng IX-XII), dòng chảy đều tăng mạnh từ 8.1% - 27.2% so với thời đoạn nền. Trong khi đó, dòng chảy kiệt lại giảm từ khoảng [-13.9% → -56.2%].

**Bảng 4.2. Thay đổi dòng chảy năm theo các kịch bản biến đổi khí hậu**

	A2	B2	Giai đoạn nền
Q (m <sup>3</sup> /s)	17.18	16.87	15.17
Thay đổi (%)	13.3	11.22	

**Bảng 4.3. Biến đổi dòng chảy tháng so với số liệu thực đo trong thời đoạn nền**

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>B2 (%)</b>	11.9	4.3	-9.2	-19.8	-49.2	9.1	18.9	47.1	24.3	15.4	10.6	7.4
<b>A2 (%)</b>	14.1	7.4	-13.9	-26.7	-56.2	11.2	23.4	58.6	27.2	19.4	11.8	8.1

Trong khi dao động tháng khá mạnh, dòng chảy năm cũng tăng lên nhưng không nhiều, chỉ khoảng 13.3% so với thời đoạn nền tính toán.

**Nhận xét:** Xu hướng thay đổi dòng chảy tương ứng với 2 kịch bản tương tự nhau, nhưng xu hướng biến đổi của kịch bản A2 diễn ra mạnh hơn cả về dòng chảy năm, và dòng chảy theo mùa, đồng thời mức độ biến đổi trong thời kỳ lũ lớn hơn nhiều so với mức độ biến đổi dòng chảy của thời kỳ kiệt ở cả 2 kịch bản so với thời đoạn nền.

#### 4.3 NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA LỚP PHỦ THỰC VẬT TỚI DÒNG CHẢY TRÊN LƯU VỰC

Tác động của thay đổi thảm phủ đối với dòng chảy lưu vực dựa vào kết quả so sánh giữa dòng chảy thực đo của giai đoạn nền – kết quả tính cho giai đoạn từ 1978 đến 2006, sử dụng bản đồ sử dụng đất năm 2000, với kết quả tính toán cho cùng giai đoạn với điều kiện khí hậu giữ nguyên và thay đổi bản đồ sử dụng đất tương ứng (đã được làm lại tương ứng với các kịch bản đã chọn).

Sự thay đổi dòng chảy tính toán với kịch bản sử dụng đất so với hiện trạng sử dụng đất năm 2000 mô tả tác động của thay đổi thảm phủ đối với dòng chảy của lưu vực.

##### 4.3.1 Kịch bản 1:

Kết quả dẫn đến dòng chảy năm trung bình năm giảm 2.32%. Xu hướng giảm này là do diện tích đất trồng giảm xuống và diện tích đất trồng cây tăng dẫn

đến lượng bốc thoát hơi, lượng nước thấm và lưu trữ cũng tăng lên ảnh hưởng đến dòng chảy năm.

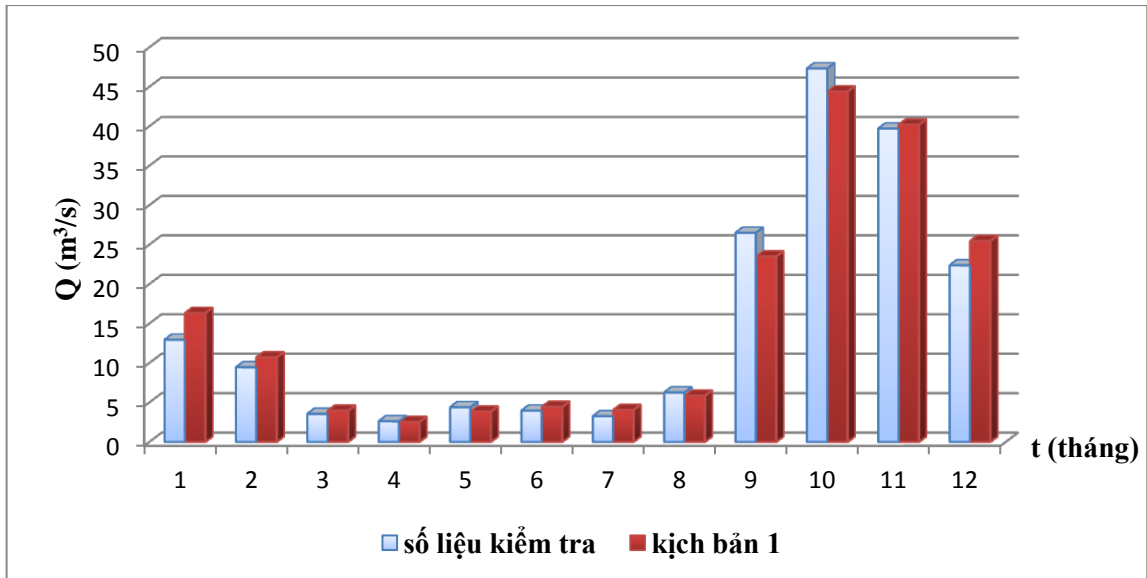
**Bảng 4.4. Thay đổi dòng chảy mùa theo kịch bản 1**

Thay đổi dòng chảy năm (%)	Thay đổi dòng chảy theo tháng (%)				
	I- III	IV - VI	VII	VIII - X	XI-XII
- 2.32%	+	-7.6	+	-8.18	+7.45

**Bảng 4.5. Khoảng dao động của biến đổi dòng chảy mùa của kịch bản 1**

Tăng		Giảm	
Lớn nhất	Nhỏ nhất	Lớn nhất	Nhỏ nhất
26.3%	1%	11.6%	3.4%

Biến đổi lớp phủ theo kịch bản này làm dòng chảy theo mùa biến đổi khá lớn (Bảng 4.4) và khoảng dao động của nó tương đối rộng (Bảng 4.5). Sự giảm dòng chảy do thay đổi thảm phủ diễn ra mạnh nhất vào tháng 5 và tháng 9, mức độ giảm nhẹ hơn ở các tháng 4, 8, 10. Dòng chảy từ tháng 12 đến tháng 2 tăng khá mạnh (hình 4.6).



**Hình 4.6. Diễn biến dòng chảy tháng tương ứng với kịch bản 1**

#### 4.3.2 Kịch bản 2

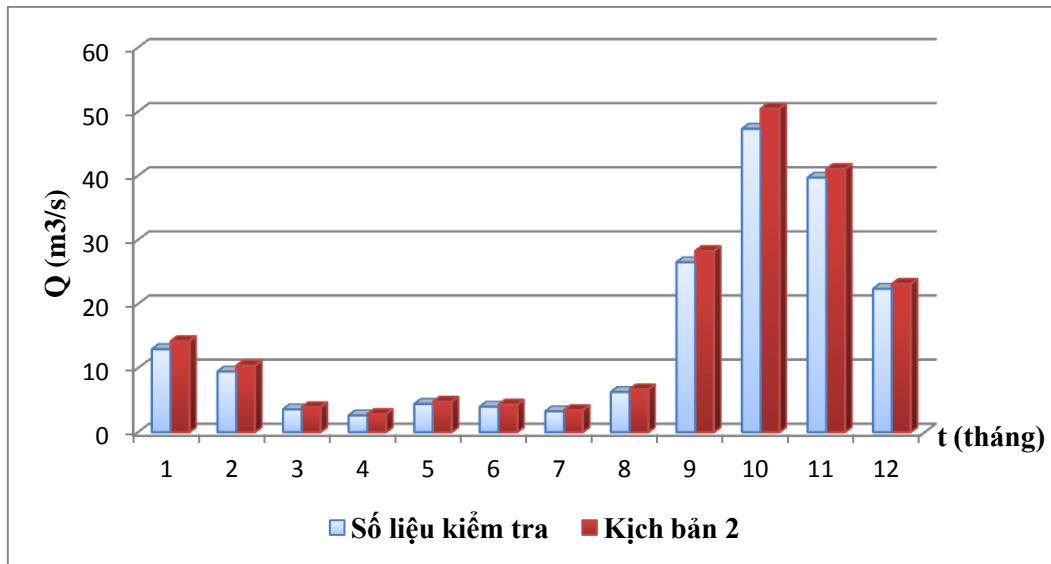
Toàn bộ đất đai trong lưu vực bị hoang mạc hóa khiến dòng chảy năm có xu hướng tăng lên rất mạnh 13.67%. Xu hướng tăng này có thể do sự giảm mạnh lượng bốc thoát hơi từ bề mặt. Sinh ra dòng chảy mặt lớn hơn và dòng chảy bộ phận giảm,



lượng nước được chứa trong tầng nước ngầm giảm. Sự thay đổi này dẫn đến tổng lượng nước tăng và dòng chảy lưu vực lớn hơn.

**Bảng 4.6. Thay đổi lưu lượng theo mùa ứng với sử dụng đất theo kịch bản 2**

Thay đổi dòng chảy năm (%)	Thay đổi dòng chảy theo tháng				
	I-III	IV-VI	VII	VIII-X	XI-XII
+ 13.67%	+ 9.71	+8.11	+ 5.73	+6.6	+3.9



**Hình 4.7. Diễn biến dòng chảy tháng tương ứng với kịch bản 2**

### 4.3.3 Kịch bản 3

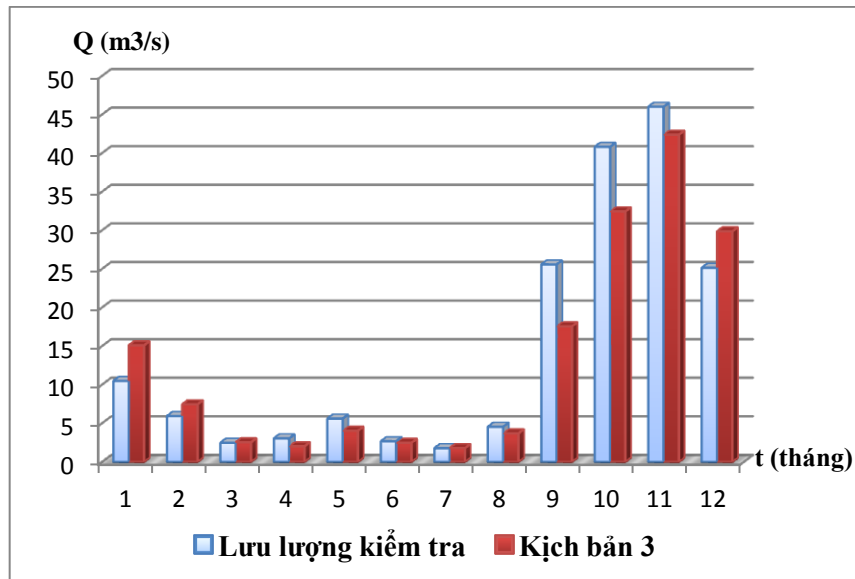
Trong kịch bản này diện tích rừng chiếm hơn 50% diện tích toàn lưu vực. Diện tích rừng tăng rất mạnh dẫn đến dòng chảy năm có xu hướng giảm 7.3%. Xu hướng giảm này là do thực tế lượng bốc thoát hơi, lượng nước thấm và lưu trữ từ diện tích rừng nhiều hơn so với đất trồng cỏ và cây bụi.

**Bảng 4.7. Thay đổi lưu lượng theo mùa ứng với sử dụng đất theo kịch bản 3**

Thay đổi dòng chảy năm (%)	Thay đổi dòng chảy theo tháng				
	I-III	IV-VI	VII	VIII-	XII
-7.3%	+	-23.08	+	-19.56	+18.7

Theo số liệu trong bảng 4.7 cho thấy kịch bản này tác động mạnh đến dòng chảy theo mùa. Giảm mạnh vào giai đoạn lũ: giai đoạn này mưa phong phú và nhiệt độ đủ cao gây bốc thoát hơi tương đối. Dòng chảy giảm về căn bản, gây ra giảm

mạnh tổng lượng nước và dòng chảy trong sông. Việc giảm lưu lượng cũng xảy ra trong trong tháng trước mùa lũ.



**Hình 4.8.** Diễn biến dòng chảy tháng tương ứng với kịch bản 3

Theo kết quả đánh giá cho thấy khả năng điều tiết dòng chảy theo mùa của rừng, điều này là cần thiết đối với quy hoạch trong thời gian dài của sử dụng đất không chỉ để bảo vệ nguồn nước mà còn quản lý hiệu quả lũ cũng như hạn hán.

**Nhận xét chung:**

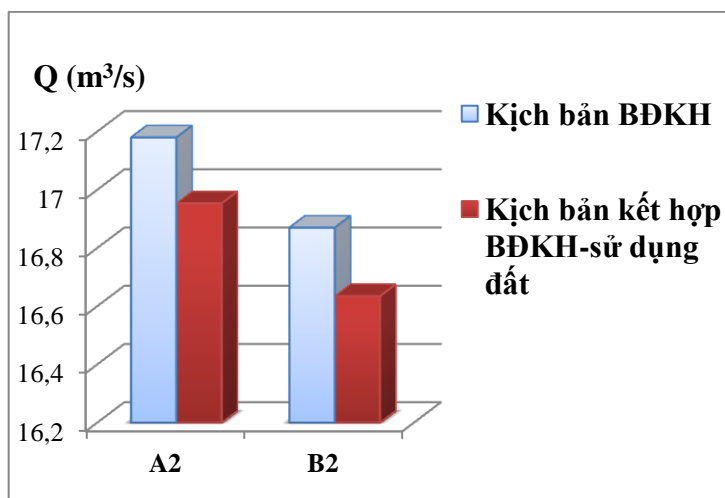
Từ kết quả đánh giá của các kịch bản biến đổi khí hậu và sử dụng đất có thể thấy: đặc trưng lớn nhất là kịch bản biến đổi khí hậu có tác động thay đổi mạnh dòng chảy năm so với kịch bản biến đổi sử dụng đất. Trong khi kịch bản biến đổi sử dụng đất lại có tác động mạnh đến điều tiết dòng chảy theo tháng.

**4.4. NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG TỔNG HỢP CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ LỚP PHỦ THỰC VẬT TỚI DÒNG CHẢY**

Đánh giá tác động tổng hợp của biến đổi khí hậu và thảm phủ thực vật đối với dòng chảy của lưu vực sông Thạch Hãn được lấy từ việc so sánh kết quả giữa chạy mô hình SWAT với dữ liệu đầu vào: bản đồ sử dụng đất của tỉnh Quảng Trị đã được xây dựng lại (như kịch bản thay đổi thảm phủ 3) kết hợp với điều kiện khí hậu tương ứng các kịch bản biến đổi khí hậu đã lựa chọn (A2 và B2).

Tác động của điều kiện khí hậu và thảm phủ đối với dòng chảy là độc lập nhau. Tuy nhiên, kết quả so sánh sự khác biệt giữa việc kết hợp các kịch bản biến

đổi khí hậu và sử dụng đất với thời đoạn nền, và sự khác biệt giữa chúng có thể chỉ ra xu hướng tác động đối với dòng chảy từ những thay đổi kết hợp.



**Hình 4.9.** Thay đổi dòng chảy năm tương ứng với kết hợp điều kiện khí hậu khác nhau và bản đồ sử dụng đất theo kịch bản 3

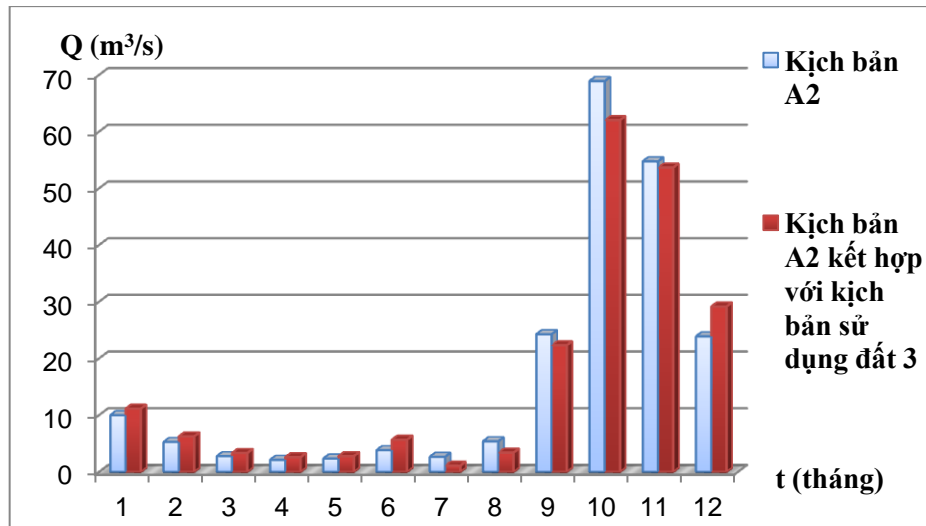
Hình 4.9 thể hiện kết quả tính toán chỉ ra sự thay đổi lưu lượng cùng một kịch bản biến đổi khí hậu nhưng thay đổi kịch bản sử dụng đất. Trong mỗi nhóm, lưu lượng năm từ 2 kịch bản sử dụng đất khác nhau được chỉ ra.

**Bảng 4.9.** Thay đổi dòng chảy năm giữa kịch bản kết hợp biến đổi khí hậu - sử dụng đất so với kịch bản chỉ biến đổi khí hậu

	A2	B2
Kịch bản chỉ biến đổi khí hậu (m³/s)	17.18	16.87
Kịch bản kết hợp biến đổi khí hậu – sử dụng đất (m³/s)	16.95	16.63
Thay đổi (%)	1.319	1.395

Qua kết quả tính toán và mô phỏng trên hình 4.9 cho thấy sự khác biệt tương đối của giá trị dòng chảy năm giữa các nhóm (Bảng 4.9) và có thể thấy quy luật biến đổi dòng chảy giữa các nhóm tương tự nhau.

So sánh với kịch bản chỉ biến đổi khí hậu, kịch bản kết hợp biến đổi khí hậu - sử dụng đất làm giảm giá trị dòng chảy ở tất cả các kịch bản, chi tiết xem bảng 4.9. Và mức độ biến đổi của chúng tương tự nhau, xấp xỉ 1.3% -1.4%.



**Hình 4.10.** Thay đổi dòng chảy tháng giữa kịch bản kết hợp biến đổi khí hậu-sử dụng đất so với kịch bản chỉ biến đổi khí hậu

Kết quả thay đổi dòng chảy theo tháng giữa kịch bản kết hợp biến đổi khí hậu - sử dụng đất và kịch bản chỉ biến đổi khí hậu thể hiện trên hình 4.10 cho thấy kịch bản kết hợp tác động đến phân bố dòng chảy theo mùa, sự thay đổi theo mùa có thể thấy rõ hơn trong hình 4.11. Qua kết quả tính toán đó, chúng tôi có thể nắm bắt được xu hướng của tác động không tuyến tính giữa biến đổi khí hậu và sử dụng đất tới dòng chảy khi sử dụng kịch bản kết hợp biến đổi khí hậu - sử dụng đất tính toán cho lưu vực.

Việc kết hợp với kịch bản tăng diện tích rừng cho thấy: dòng chảy trung bình năm có xu hướng giảm so với dòng chảy chỉ có tác động của biến đổi khí hậu. Đồng thời tác động đến phân phối dòng chảy năm, tăng dòng chảy kiệt, và giảm dòng chảy lũ.

**Nhận xét:** Kết quả tính toán chỉ ra rằng tác động kết hợp giữa biến đổi khí hậu và sử dụng đất làm thay đổi cả dòng chảy lũ và dòng chảy kiệt.

## KẾT LUẬN

1. Qua nghiên cứu đặc điểm địa lý tự nhiên lưu vực sông Thạch Hãn có thể thấy rằng lưu vực sông Thạch Hãn có điều kiện tự nhiên về địa hình, khí hậu, đất đai đa dạng. Tuy nhiên vùng vẫn *chưa tận dụng được tối đa hiệu quả sử dụng đất*, diện tích đất trống còn chiếm diện tích lớn, thảm thực vật nghèo nàn. *Nền kinh tế mang tính địa phương cao, chậm phát triển về công nghệ.*

2. Tìm hiểu về mô hình SWAT và ứng dụng mô hình SWAT để khảo sát các kịch bản biến đổi khí hậu và sử dụng đất trên lưu vực sông Thạch Hãn.

3. Mô hình SWAT đã mô phỏng và tính toán phục vụ việc khảo sát các kịch bản biến đổi khí hậu và sử dụng đất trên lưu vực sông Thạch Hãn – tỉnh Quảng Trị, cho kết quả như sau:

Về biến đổi khí hậu cho thấy diễn biến khí hậu theo xu hướng của cả 2 kịch bản A2 và B2 đều gây tác động mạnh hơn đối với các hiện tượng cực đoan trong thế kỷ XXI. Sự biến đổi khí hậu này làm lưu lượng đỉnh lũ có thể tăng tối đa đến khoảng 20%, trong khi dòng chảy vào tháng kiệt nhất có thể giảm đi khoảng 27%. Với đặc điểm lũ lụt và hạn hán của lưu vực sông Thạch Hãn thì điều này sẽ gây ra hậu quả khó lường trước được.

Khác với tác động của biến đổi khí hậu, tác động của thay đổi thảm thực vật từ những xu hướng khác nhau của sử dụng đất, thậm chí cả những thay đổi cực đoan cũng chỉ *gây ra những thay đổi nhỏ đối với dòng chảy năm, nhưng nó lại gây biến đổi mạnh dòng chảy theo mùa.* Điều này chứng tỏ rằng sự thay đổi sử dụng đất có khả năng *làm thay đổi biểu đồ thủy văn năm của lưu vực* vì thực vật và sự biến đổi theo mùa đi cùng với nó tác động đến lượng bốc thoát hơi. Với khả năng điều tiết dòng chảy theo mùa chứng tỏ với phương án phát triển sử dụng đất phù hợp có khả năng giảm lũ vào mùa lũ, và tính khắc nghiệt của hạn hán trong mùa khô, đồng thời cải thiện tình hình về kinh tế, phát triển bền vững trên lưu vực.

Theo kết quả đánh giá thì tác động của kịch bản kết hợp biến đổi khí hậu và sử dụng đất cho kết quả khá khác so với kết quả kịch bản chỉ biến đổi một yếu tố. Nó tác động vừa làm thay đổi dòng chảy năm, vừa điều tiết dòng chảy theo mùa, với kịch bản kết hợp biến đổi khí hậu - sử dụng đất đã đánh giá cho thấy nó làm giảm dòng chảy năm (giảm từ 1,3% - 1,4%), đồng thời vừa làm giảm dòng chảy trong mùa lũ (giảm từ 2% - 59%), vừa tăng dòng chảy trong mùa kiệt (tăng từ 11%

- 48%). Có nghĩa là việc kết hợp đó có khả năng khắc phục được những biến đổi cực đoan do biến đổi khí hậu và sử dụng đất gây ra.

Từ kết quả đó mở ra một phương án có thể *giảm nhẹ tác động của biến đổi khí hậu* không mong muốn đối với môi trường và tài nguyên nước *bằng quy hoạch sử dụng đất* nhằm đạt được hiệu quả mong muốn trong lưu vực.