

KẾT HỢP CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM VÀ MÔ HÌNH THỦY VĂN SWAT TÍNH TOÁN DÒNG CHẢY LŨ VỀ HỒ CHỨA - THỰC NGHIỆM TẠI LƯU VỰC THỦY ĐIỆN BẢN CHÁT

Tạ Thị Vân Anh¹, Vũ Thị Phương Thảo²

¹Cục Viễn thám Quốc gia

²Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Tóm tắt

Bài báo tập trung vào nhu cầu thực tế trong lĩnh vực viễn thám tính toán dòng chảy lũ về hồ chứa nói riêng, phục vụ phòng tránh và giảm nhẹ ảnh hưởng hạ du trong trường hợp sự cố nói chung. Quy trình kết hợp giữa kỹ thuật xử lý thông tin, dữ liệu viễn thám và hệ thống mô hình thủy văn SWAT để tính toán dòng chảy lũ về hồ chứa theo kịch bản biến đổi khí hậu 2016 phục vụ trực tiếp cho việc giám sát, hỗ trợ quyết định nhằm phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai. Hướng đi này đầy hứa hẹn, nếu điều kiện cho phép, các tác giả có thể mở rộng nghiên cứu sâu và chi tiết cho một lưu vực sông lớn kết hợp với đánh giá ảnh hưởng điều kiện kinh tế - xã hội hạ lưu trong trường hợp đập chắn gặp sự cố.

Từ khóa: Dòng chảy lũ; Viễn thám; Mô hình thủy văn.

Abstract

Combination of remote sensing technology and hydrological model for estimating of flood flow to reservoir: a case study in the basin of Ban Chat hydropower

The article focused on practical demand of using remote sensing to calculate flood flow to reservoirs in order to prevent and mitigate downstream impacts in case of incidents. The process is the combination of information extracted from remote sensing data and hydrological model (SWAT) to calculate flood flow to reservoirs under climate change scenario 2016, directly serves for monitoring, making decision for disaster prevention and mitigation. This approach can be applied for a large river basin in conjunction with the assessment of socio-economic impacts in case of incidents.

Keywords: Flood flow; Remote sensing; Hydrological model.

1. Đặt vấn đề

Luật Tài nguyên nước [1] quy định rằng việc phòng, chống và khắc phục hậu quả tác hại do nước gây ra phải có kế hoạch và biện pháp chủ động phòng, tránh, giảm nhẹ, hạn chế tác hại do nước gây ra; bảo đảm kết hợp hài hòa giữa lợi ích của cả nước với các vùng, các ngành; giữa khoa học, công nghệ hiện đại với kinh nghiệm truyền thống của

nhân dân và phù hợp với khả năng của nền kinh tế.

Bên cạnh đó, Nghị định số 114/2018/NĐ-CP ngày 04 tháng 09 năm 2018 của Chính phủ Quy định về quản lý an toàn đập, hồ chứa nước đối với đập chắn và an toàn cho vùng hạ du đập. “Kế hoạch hành động quốc gia nâng cao hiệu quả quản lý, bảo vệ, sử dụng tổng hợp tài nguyên nước giai đoạn 2014 - 2020” đã đề ra mục tiêu:

Nghiên cứu

Bảo đảm quản lý, khai thác sử dụng và bảo vệ tài nguyên nước theo phương thức tổng hợp, toàn diện, bền vững và hiệu quả cao nhằm bảo đảm an ninh nguồn nước quốc gia cho trước mắt và lâu dài, góp phần phát triển bền vững, bảo vệ môi trường, bảo đảm an sinh xã hội và bảo đảm quốc phòng, an ninh trước diễn biến của biến đổi khí hậu, nước biển dâng và sự suy giảm nguồn nước. Tính toán, định lượng lượng nước từ thượng nguồn đổ về hồ chứa để chủ động xả lũ sớm khi vận hành bất cứ hồ chứa nào cũng phải tuân thủ quy trình phòng lũ.

Việc ứng dụng một mô hình giám sát hồ chứa có sự tham gia của dữ liệu viễn thám giúp ích nhiều cho khả năng dự báo và hạn chế các tác động của việc thay đổi dòng chảy thượng lưu. Hơn nữa, vấn đề tính toán, mô phỏng dòng chảy lũ về hồ chứa theo kịch bản biến đổi khí hậu để chủ động xả lũ hay đặc biệt là sự cố đập chắn là rất cần thiết.

2. Phương pháp nghiên cứu

Với mục tiêu phục vụ nhu cầu cấp bách giám sát tài nguyên nước nói chung, dòng chảy lũ về hồ chứa nói riêng bởi sự phức tạp nước sông thượng nguồn hiện nay tại Việt Nam mà thiếu các nghiên cứu làm cơ sở cho việc lập một quy trình giám sát chung cho quản lý các lưu vực sông, để có thể giải đoán được một số thông tin làm đầu vào cho mô hình thủy văn thì dữ liệu viễn thám là tư liệu mang tính khả dụng cao tại các lưu vực sông nói chung, thượng nguồn sông nói riêng.

2.1. Cơ sở kết hợp công nghệ viễn thám và mô hình số trị tính toán dòng chảy lũ về hồ chứa

Việc xử lý, chiết tách thông tin viễn thám làm đầu vào cho các mô hình thủy văn,

thủy lực và khai thác số liệu đo đạc thủy văn đã được khai thác khá phổ biến trong những năm gần đây. Mô hình hóa dòng chảy, ngập lũ, xâm nhập mặn và xói lở bồi lắng, cho đến bài toán tính toán nghiên cứu lũ và ảnh hưởng đến hồ chứa cho thấy ứng dụng công nghệ viễn thám, mô hình số độ cao (DEM) hiệu quả và cần thiết.

Hiện nay, nhiều mô hình có giao diện thân thiện và có khả năng giải nhiều bài toán dòng chảy tích hợp như SWAT, Mike 11, MikeFLOOD, MikeSHE, GeoSFM,... Mô hình thủy văn SWAT xây dựng mục đích dự báo những ảnh hưởng thay đổi mục đích sử dụng đất đến tài nguyên nước, sự bồi lắng và lượng hóa chất sinh ra từ hoạt động nông nghiệp trên những lưu vực rộng lớn và phức tạp trong khoảng thời gian dài. Một trong những mô đun chính của mô hình này là mô phỏng dòng chảy từ mưa và các đặc trưng vật lý trên lưu vực. SWAT là một công cụ mạnh có rất nhiều thông số thể hiện cụ thể đầy đủ các yếu tố thủy văn, thủy lực trong mô phỏng dòng chảy. Đặc biệt mô hình này có giao diện trên GIS dễ dàng tương tác với các dữ liệu viễn thám.

Các điều kiện đầu vào như thảm phủ, thổ nhưỡng, DEM, mạng lưới thủy văn, thông tin hồ đập,... được khai thác từ dữ liệu viễn thám giúp cho việc tính toán mô hình được chính xác, khách quan, tiết kiệm chi phí. Những việc mà trước đây phải tìm hiểu riêng lẻ, tốn nhiều thời gian và chi phí.

2.2. Quy trình kết hợp công nghệ viễn thám và mô hình số trị tính toán dòng chảy lũ về hồ chứa

Trên cơ sở lựa chọn mô hình toán, sơ đồ chiết tách một số thông số phục vụ

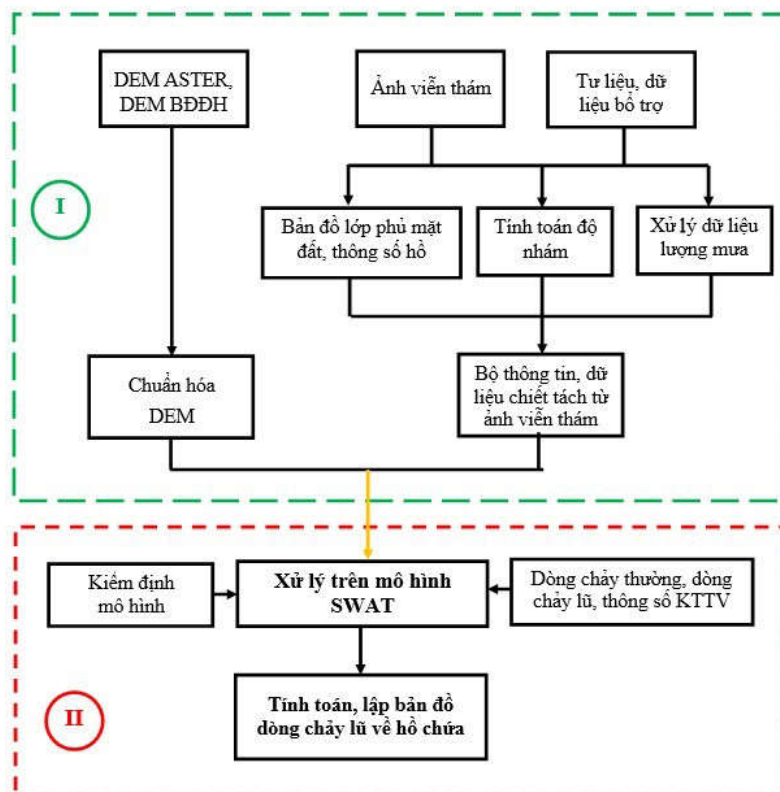
cho bài toán thủy văn, thủy lực. Dữ liệu tối thiểu cho bộ mô hình số trị bao gồm: số liệu địa hình, quan hệ mực nước - diện tích - dung tích và bản đồ mạng lưới sông suối. Các dữ liệu này hầu hết được quan trắc hoặc là dữ liệu thu được phân tích bằng công nghệ GIS từ dữ liệu DEM và ảnh vệ tinh. Quy trình công nghệ kết hợp công nghệ viễn thám với mô hình SWAT để tính toán dòng chảy lũ về hồ chứa được đề xuất bao gồm 02 cấu phần (cấu phần liên quan đến thông tin, dữ liệu ảnh viễn thám (I) và cấu phần liên quan thủy văn thủy lực (II), cụ thể tại Hình 1.

2.2.1. Xử thông tin, dữ liệu ảnh viễn thám

2.2.1.1. Xử lý, chuẩn hóa dữ liệu DEM

Dữ liệu DEM ASTER [10] được download miễn phí trên Internet từ trang

web <http://gdex.cr.usgs.gov/gdex/>, độ phân giải 30 m. Với độ phân giải vượt trội và độ phủ rộng, dữ liệu ASTER đảm bảo tính hữu dụng như là một nguồn dữ liệu GIS hữu ích cho một số ứng dụng cụ thể. Dữ liệu thu được cần được chỉnh sửa, chuẩn hóa những lỗi thiếu thông tin như điểm khuất, lỗ hổng,... sản phẩm này còn rất nhiều lỗi như các vùng có giá trị âm và các vùng có giá trị bằng nhau. Vì thế trước khi đem vào sử dụng, cần phải chỉnh sửa và tính toán lại các giá trị của DEM. DEM được chia lại mẫu để có kích thước pixel là 30 m, sau đó chỉnh sửa các giá trị âm bằng phần mềm ENVI và được tính chuyển về hệ tọa độ VN2000. Sau đó DEM được cắt theo đúng hình dáng của lưu vực đã được làm bằng công tác thủ công và chuyển sang dạng Grid bằng phần mềm ArcMap.



Hình 1: Quy trình đề xuất việc kết hợp công nghệ viễn thám và mô hình số trị tính toán dòng chảy lũ về hồ chứa

Nghiên cứu

Dữ liệu DEM thành lập từ các lớp thông tin đường bình độ và các đặc trưng địa hình trên cơ sở bản đồ địa hình [2]. Theo phương pháp này thì các đặc trưng địa hình như điểm ghi chú độ cao, độ cao của các điểm trên đường tụ thủy, đường sống địa hình, các đường đứt gãy đều đưa vào tham gia xây dựng mô hình số địa hình vì dữ liệu của đường bình độ thường không giúp tạo được mô hình số địa hình có chất lượng cao, trừ khi được bổ sung thêm đặc trưng địa hình và các đường đứt gãy chiết xuất từ ảnh viễn thám.

2.2.1.2. Thành lập bản đồ lớp phủ mặt đất

Ảnh Landsat thu được từ vệ tinh sau đã được xử lý ở mức 2A (đã hiệu chỉnh thông số của quỹ đạo vệ tinh, hiệu chỉnh độ cong Trái đất và loại bỏ nhiễu). Sau đó cần thực hiện các công tác nắn ảnh, cắt ảnh, phân loại có kiểm định, điều vẽ nội nghiệp, kiểm tra và điều vẽ bổ sung ở ngoại nghiệp, thành lập bản đồ lớp phủ được thực hiện sau khi đó hoàn thiện công tác điều vẽ, phân loại ở nội nghiệp. Các yếu tố nội dung nếu có sự thay đổi giữa ảnh và thực địa được chỉnh sửa, bổ sung trực tiếp lên bình đồ ảnh trong quá trình thực hiện công tác điều vẽ ngoại nghiệp. Tại bình đồ ảnh, dựa vào các công cụ phần mềm, xác định độ dài và rộng của đập chắn cũng như cửa xả chính [2, 3, 4, 11].

2.2.1.3. Tính toán độ nhám địa hình

Dựa trên tính chất của độ nhám [12, 13], hai phương pháp tiếp cận được lựa chọn để ước tính giá trị Manning's n là Kiểm tra trực quan và phương pháp GIS/ viễn thám kết hợp với bảng tra cứu các giá trị Manning's n theo công bố của McCuen [14] để áp dụng tính giá trị Manning's n cho lưu vực.

Các bước tính toán trong GIS:

- Sử dụng bản đồ lớp phủ đã được thành lập;
- Xây dựng bản đồ phân chia lưu vực;
- Tra hệ số độ nhám lớp phủ;
- Tính toán trong GIS.

2.2.1.4. Tăng dày lượng mưa từ dữ liệu mưa quốc tế

Thông tin lượng mưa gần thời gian thực [5, 6, 7, 8, 15, 16] được chiết xuất từ sự kết hợp hai nguồn dữ liệu MTSAT và TRM 2A12 dựa trên phương pháp kết hợp của Maathuis (2006). Thực tế phương pháp này ứng dụng để kết hợp dữ liệu MSG với dữ liệu TRMM 2A12. Dựa trên phương pháp này, nhóm tác giả đã thay thế dữ liệu MSG bằng dữ liệu MTSAT với các kênh tương ứng. Việc tăng dày bản đồ lượng mưa phụ thuộc rất nhiều vào yếu tố đầu vào của dữ liệu viễn thám, cũng như bản đồ thảm thực vật và bản đồ độ cao, các bước thực hiện bao gồm:

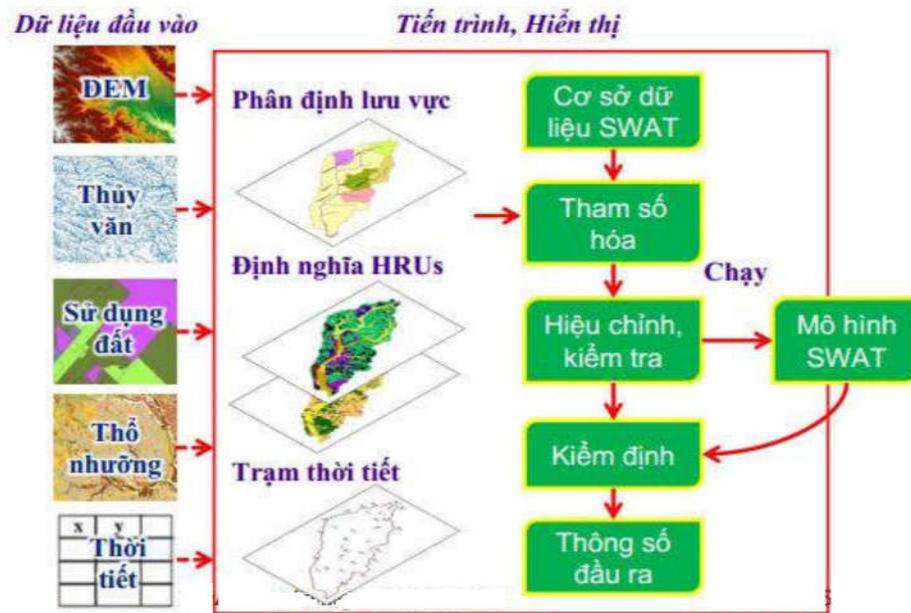
- Nhập dữ liệu lượng mưa quốc tế cho việc tăng dày lượng mưa;
- Quyết định, lựa chọn mô hình xuất dữ liệu theo định dạng mong muốn;
- Chạy mô hình và đọc kết quả;

2.2.2. Xử lý các bài toán thủy văn thủy lực

2.2.2.1. Cấu trúc dữ liệu đầu vào

SWAT [9] là mô hình tổng quát đòi hỏi một số lượng lớn thông tin để chạy mô hình. Đối với nghiên cứu này, dữ liệu đầu vào cho quá trình tính toán trong SWAT được sử dụng bao gồm dữ liệu địa hình, lớp phủ bề mặt, thổ nhưỡng, khí tượng thủy văn. Trước khi chạy mô hình, tất cả những dữ liệu trên đều đã được xử lý theo đúng định dạng yêu cầu của mô hình SWAT.

2.2.2.2. Tính toán dòng chảy đến hồ trong mô hình SWAT



Hình 2: Các bước tiến hành mô phỏng mô hình SWAT

Sơ đồ ở Hình 2 cần được làm rõ, ví dụ về sử dụng đất là như thế nào, thời tiết gồm những số liệu cụ thể nào, trạm khí tượng thủy văn nào trên lưu vực nghiên cứu?

a) Chuẩn bị dữ liệu đầu vào:

(1) Dữ liệu không gian

Số liệu không gian (GIS) dưới dạng CSDL bản đồ, bao gồm:

- Bản đồ lớp phủ/hiện trạng sử dụng đất và bản đồ các kịch bản sử dụng đất;
- Bản đồ độ dốc (DEM) độ phân giải 30 m lưu vực sông Nậm Mu được tải từ trang web có đường dẫn <http://gdex.cr.usgs.gov/gdex/>;

- Bản đồ lớp phủ/hiện trạng sử dụng đất;
- Bản đồ thổ nhưỡng.

(2) Dữ liệu thuộc tính

Số liệu thuộc tính dưới dạng Database bao gồm:

- Dữ liệu mưa ngày: Từ dữ liệu mưa dưới dạng ma trận theo ngày tháng năm

đưa dữ liệu về dạng cột theo ngày đúng theo định dạng (Text) mô hình SWAT;

- Dữ liệu nhiệt độ không khí lớn nhất (Tmax) và nhỏ nhất (Tmin) ngày;

- Lưu lượng dòng chảy thực đo trung bình ngày tại trạm thủy văn. Lưu lượng này phục vụ cho việc hiệu chỉnh và kiểm định mô hình để tìm ra bộ thông số phù hợp cho khu vực nghiên cứu.

b) Các bước xử lý

- Phân chia lưu vực
- Phân tích đơn vị thủy văn
- Ghi chép bảng dữ liệu đầu vào
- Chạy mô hình và đọc kết quả

3. Kết quả

Quá trình thực nghiệm tiến hành tại lưu vực hồ thủy điện Bản Chát, Lai Châu. Cụ thể như sau:

3.1. Khu vực nghiên cứu

a) Vị trí địa lý

Vùng thượng lưu hồ thủy điện Bản

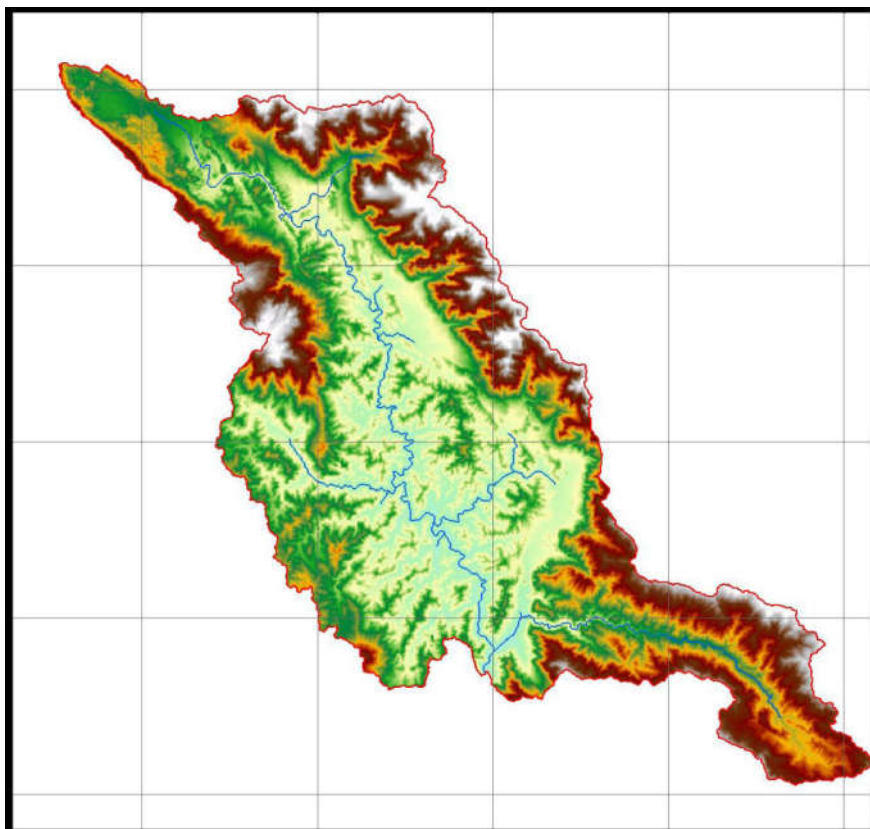
Nghiên cứu

Chát thuộc địa bàn các huyện Tam Đường và Than Uyên của tỉnh Lai Châu. Công trình nằm trên sông Nậm Mu, sông bắt nguồn từ đỉnh núi cao của dãy Hoàng Liên Sơn. Trong hành trình chảy về các tỉnh, sông Nậm Mu là một phần của sông Đà, khi qua tỉnh Sơn La, dòng sông Nậm

Mu có chiều dài hơn 180 km và có diện tích lưu vực khoảng 3.433 km².

b) Đặc điểm địa hình

Địa hình tỉnh Lai Châu nói chung và vùng thượng nguồn hồ chứa Bản Chát nói riêng địa hình núi, nổi bật là các dãy núi cao trên 1.500 m.



Hình 3: Minh họa địa hình lưu vực hồ Bản Chát

c) Đặc điểm thổ nhưỡng

Về tài nguyên đất tỉnh Lai Châu chủ yếu là các loại đất đỏ và vàng nhạt phát triển trên đá, cát, đá sét và đá vôi, có kết cấu khá chặt chẽ.

d) Đặc điểm khí hậu

Nhiệt độ không khí trung bình năm ở Lai Châu tương đối mát mẻ, đạt trị số trung bình khoảng 23 °C. Ở các tháng, từ tháng V đến tháng IX có nhiệt độ không khí trung bình tháng từ 25,9 - 26,6 °C, rơi chủ yếu vào các tháng có mưa; từ tháng X đến tháng

III năm sau là những tháng khô, nền nhiệt độ không khí trung bình tháng dao động trong khoảng 17 - 21,9 °C, có 2 tháng lạnh (≤ 18 °C) là tháng I và tháng XII.

Lai Châu chịu ảnh hưởng của hai loại gió chủ yếu là gió mùa Đông Bắc và gió mùa Tây Nam. Vận tốc gió trung bình dao động trong khoảng 0,5 - 1,3 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất từ tháng I đến tháng III (trong khoảng 1,1 - 1,3 m/s), thấp nhất là tháng X (0,5 m/s), các tháng còn lại (tháng IV đến tháng IX và tháng XI, XII) tốc độ gió khá

ổn định dao động trong khoảng 0,7 - 0,9 m/sđ), chế độ mưa, độ ẩm.

Lai Châu có lượng mưa trung bình năm là 2.105 mm/năm và chia làm 2 mùa rõ rệt: Mùa khô bắt đầu từ tháng X đến tháng III năm sau thường trùng với mùa gió mùa mùa đông, lượng mưa thấp chỉ chiếm 20 - 25% lượng mưa cả năm, chủ yếu là mưa phùn, tháng có lượng mưa trung bình thấp nhất là tháng XII: 25 mm/tháng, số ngày mưa trung bình ít nhất là tháng II: 5,1 ngày/tháng; mùa mưa từ tháng V đến tháng IX thường trùng với mùa gió mùa mùa hạ, lượng mưa tập trung chiếm 75 - 80 % lượng mưa cả năm.

Lượng mưa bình quân năm từ 2.000 - 2.100 mm như cao nguyên Sìn Hồ, các xã vùng cao biên giới huyện Mường Tè, Phong Thổ, các xã gần với dãy Hoàng Liên Sơn. Khu vực có lượng mưa thấp dưới 1.200 mm gặp ở vùng thung lũng Mường So,...

e) Đặc điểm sông ngòi

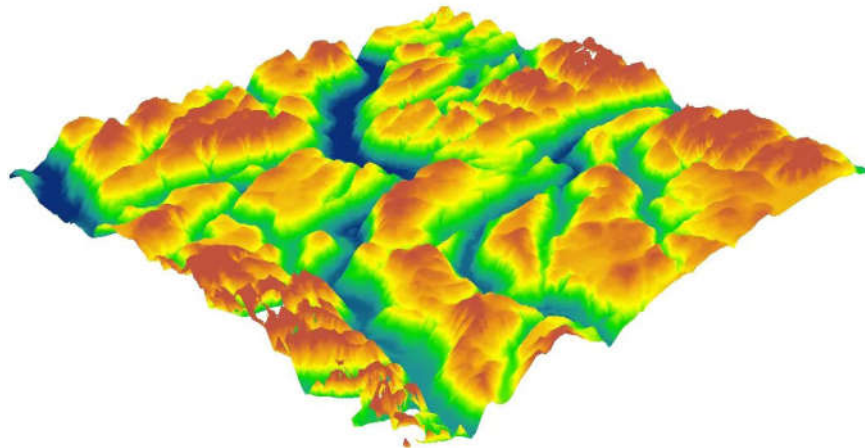
Lai Châu có 3 hệ thống sông chính là chi lưu cấp 1 của sông Đà, gồm: (1)

Sông Nậm Na bắt nguồn vùng núi cao trên 1.500 m ở địa phận Trung Quốc, có tổng diện tích lưu vực sông là 6.860 km², ở Việt Nam là 2.190 km²; lưu vực sông Nậm Mu có tổng lượng dòng chảy năm là 4,144 tỷ m³/năm, bắt nguồn từ địa phận huyện Phong Thổ từ độ cao 700 m, theo hướng Tây Bắc - Đông Nam. Sông chảy dọc theo hướng Tây Bắc - Đông Nam. Lưu lượng dòng chảy trung bình 80 l/s, môđun dòng chảy mùa lũ tần suất 2 % đạt 12 - 14 l/s/km², trong khi đó, cả lưu vực sông Nậm Mu có tổng lượng dòng chảy năm là 4,144 tỷ m³/năm. Sông Nậm Mạ chảy qua địa bàn huyện Sìn Hồ với diện tích lưu vực 930 km², bao gồm các xã vùng thấp huyện Sìn Hồ, độ dốc dòng chảy nhỏ, lưu lượng dòng chảy trung bình 50 l/s.

Ngoài các sông lớn kể trên, trên địa bàn tỉnh Lai Châu còn có nhiều sông suối khác như: Nậm Cúm, Nậm Phìn Hồ, Nậm Cây, Nậm So, Nậm Tắm, Nậm Ban, Nậm Cuối. Các sông suối này có lưu lượng dòng chảy thấp, trung bình từ 10 - 30 l/s.

3.2. Kết quả tính toán dòng chảy lũ về hồ thủy điện Bản Chát theo kịch bản biến đổi khí hậu 2016

3.2.1. Mô hình số độ cao



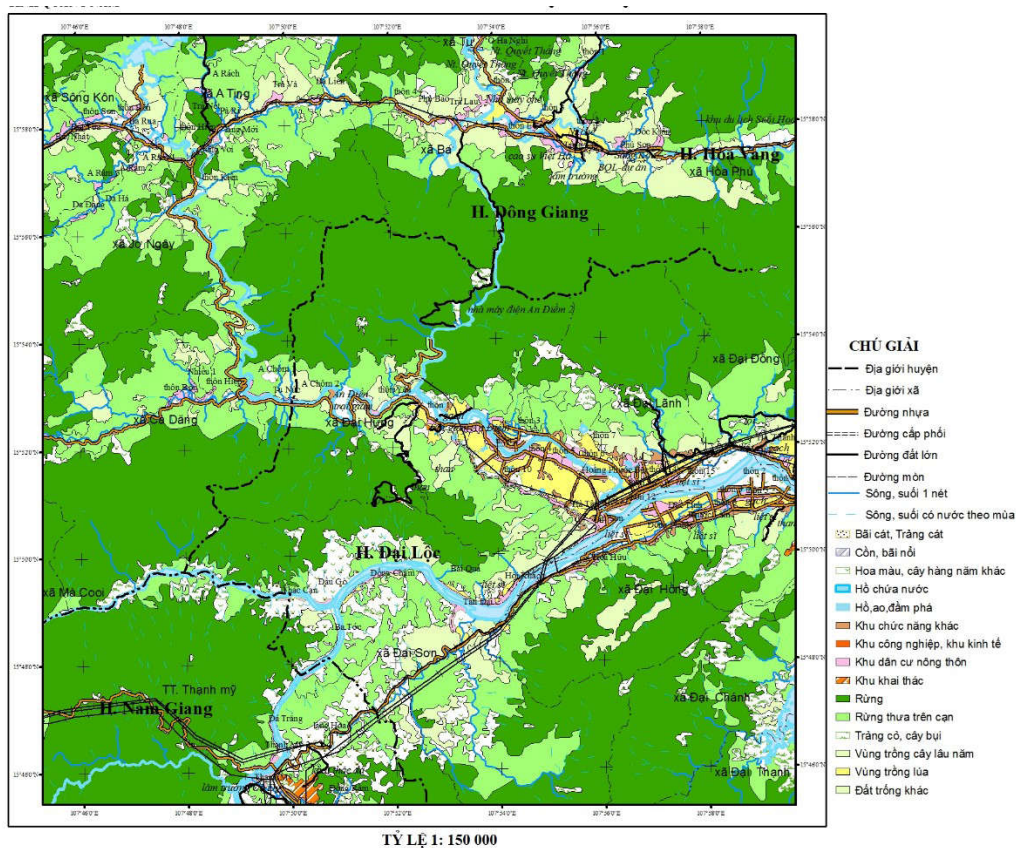
Hình 4: Minh họa một phần DEM ASTER

Nghiên cứu

Xây dựng, khai thác cơ sở dữ liệu địa hình lưu vực nghiên cứu từ mô hình số độ phân giải cao (DEM) sau chuẩn hóa từ dữ liệu DEM ASTER thời kỳ chưa có đập

và từ bản đồ địa hình cho thời kỳ có đập và bằng phần mềm ArcGIS. Cơ sở dữ liệu địa hình được xây trên hệ tọa độ UTM - WGS84.

3.2.2. Bản đồ lớp phủ

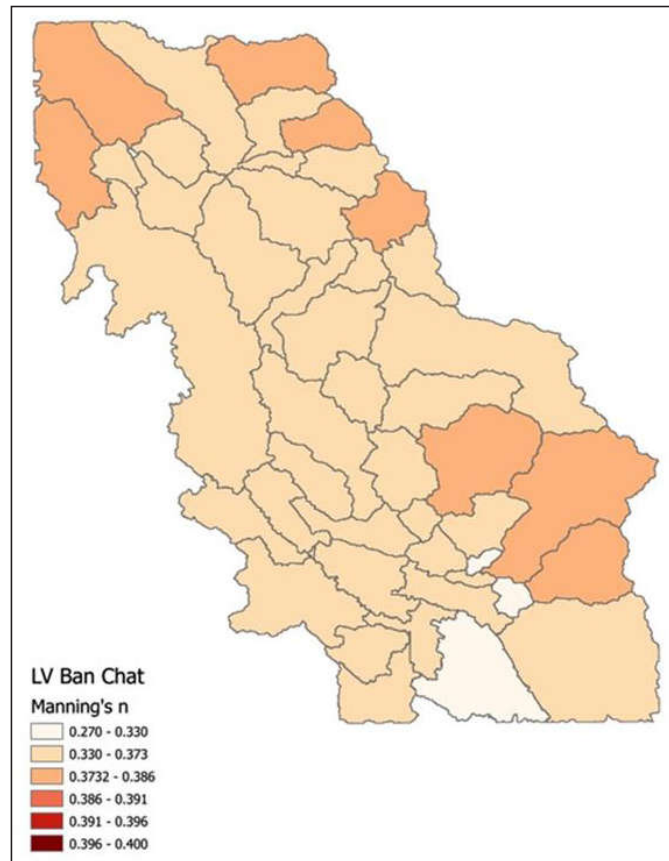


Hình 5: Minh họa bản đồ lớp phủ mặt đất

Dựa vào dữ liệu ảnh viễn thám Landsat, sau khi nắn chỉnh và phân loại, chiết xuất được 02 thông số đập chắn (Độ dài đập chính và độ rộng đập chính) tại hồ Bản Chát. Bên cạnh đó, sử dụng quy trình thành lập bản đồ lớp phủ theo quy định tại Thông tư số 37/2011/TT-BTNMT ngày 14 tháng 10 năm 2011 của Bộ Tài nguyên và Môi trường quy định về Định mức kinh tế - kỹ thuật thành lập bản đồ chuyên đề tỷ lệ 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000, 1:250.000 bằng tư liệu ảnh vệ tinh thành lập được bản đồ lớp phủ mặt đất của 2 thời kỳ tại lưu vực nghiên cứu.

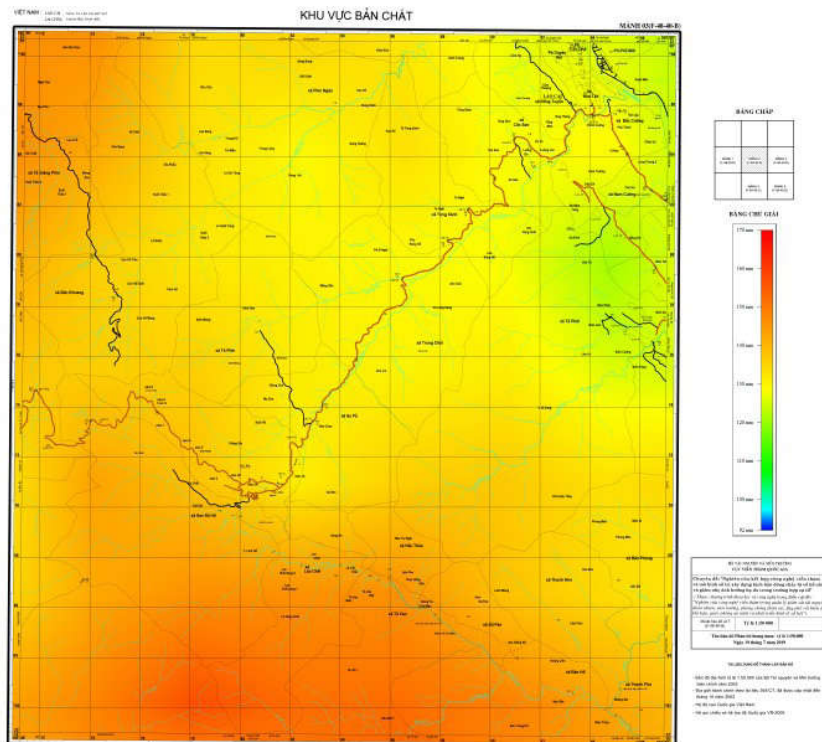
3.2.3. Kết quả tính toán độ nhám

Giá trị độ nhám Manning's n trung bình 47 tiểu lưu vực của lưu vực hồ thủy điện Bản Chát dao động trong khoảng từ 0,295 đến 0,384, phổ biến trong khoảng từ 0,330 đến 0,373. Các tiểu lưu vực có giá trị độ nhám cao tập trung ở khu vực phía Bắc, là khu vực còn nhiều rừng kín nguyên sinh. Kết quả tính toán giá trị độ nhám lưu vực hồ thủy điện Bản Chát cho thấy về cơ bản phù hợp với tỉ lệ phân bố thảm phủ trong khu vực nghiên cứu.



Hình 6: Sơ đồ phân bố độ nhám lưu vực hồ Đăk Mi 4

3.2.4. Kết quả tính lượng mưa



Hình 7: Minh họa lượng mưa ngày 19 tháng 7 năm 2019 khu vực Bản Chát

Nghiên cứu

3.2.5. Kết quả tính toán dòng chảy lũ vào hồ chứa

Dựa trên sự biến đổi về lưu lượng dòng chảy thực đo trung bình ngày tại trạm thủy văn Tà Gia, lượng mưa 5 trạm (Pha Đìn, Sa Pa, Tam Đường, Mù Căng Chải và Than Uyên) và nhiệt độ tại 3 trạm (Sin Hồ, Tam Đường và Than Uyên) trên lưu vực sông Nậm Mu và vùng lân cận, lượng mưa chiết xuất từ ảnh viễn thám, tiến hành mô phỏng chuỗi các giai đoạn theo kịch bản biến đổi khí hậu để so sánh sự biến đổi lưu lượng dòng chảy lũ của kịch bản nền từ năm 1986 - 2005. Sau hiệu chỉnh và kiểm định mô hình SWAT tại trạm thủy văn Tà Gia, thu được bộ thông số mô phỏng dòng chảy trên lưu vực, qua đó áp dụng bộ thông số này để tiến hành mô phỏng quá trình mưa - dòng chảy để đánh giá sự biến đổi dòng chảy lũ của giai đoạn kịch bản nền năm 1986 - 2005 so với các kịch bản biến đổi khí hậu Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành năm 2016.

3.2.5.1. Kiểm định mô hình

Trên cơ sở biên tập dữ liệu đầu vào cho mô hình ArcSWAT, đã tiến hành mô

phỏng lại lưu lượng nước tại trạm Tà Gia trên sông Nậm Mu. Sau đó tiến hành hiệu chỉnh và kiểm định lưu lượng cho trạm thủy văn Tà Gia. Trong đó, số liệu lưu lượng dòng chảy là số liệu quan trọng để đánh giá hiệu chỉnh mô hình. Bộ số liệu này được phân thành 2 giai đoạn đối với lưu lượng từ năm 1981 - 1984 là giai đoạn hiệu chỉnh mô hình và giai đoạn 1986 - 1987 sử dụng để kiểm định mô hình. Sử dụng phần mềm SWAT - CUP phân tích độ nhạy từ đó tìm ra các thông số ảnh hưởng trực tiếp tới dòng chảy, chạy mô phỏng để hiệu chỉnh mô hình, tìm bộ thông số cho lưu vực sông Nậm Mu và đặc biệt đến hồ chứa Bản Chát

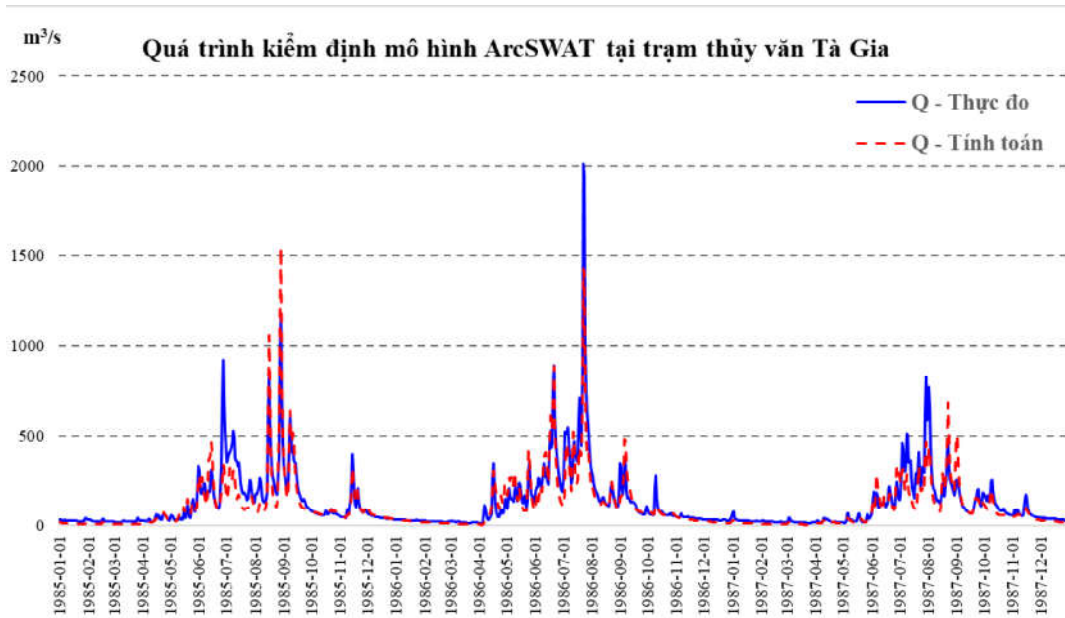
Sau khi phân tích độ nhạy ta tìm được 5 thông số ảnh hưởng đến quá trình mô phỏng lưu lượng dòng chảy đó là: CN2, GW_DELAY, CH_N1, OV_N, ALPHA_BF. Tại đây tiến hành mô phỏng nhiều lần mô hình SWAT - CUP cho 5 thông số này trong giai đoạn 1981 - 1984. Kết quả cho ta được bộ thông số tối ưu thể hiện bảng dưới đây:

Bảng 1. Kết quả hiệu chỉnh thông số chỉnh

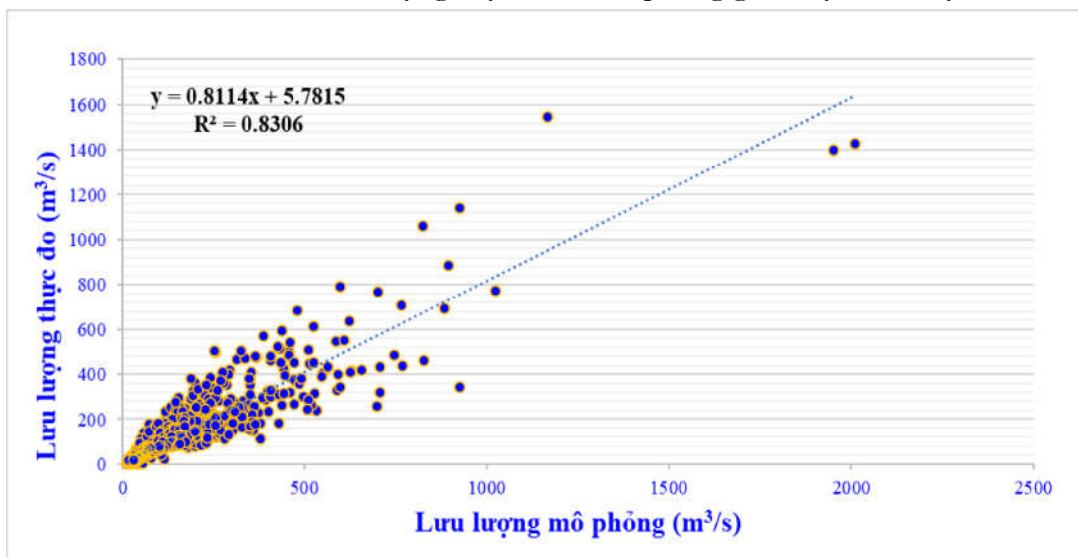
Thông số	Mô tả	Giá trị
GW_DELAY	Thời gian trễ dòng chảy ngầm	30
ALPHA_BF	Hệ số triết giảm dòng chảy ngầm	0.51
OV_N	Hệ số nhám Manning cho dòng chảy mặt	0.34
CN2	Chỉ số CN ứng với điều kiện ẩm II	68
CH_N1	Hệ số nhám khe rãnh	0.63

Từ bộ thông số đã tìm được ta tiến hành chạy mô hình ArcSWAT cho khu vực nghiên cứu trong giai đoạn hiệu chỉnh. Sau đó tiến hành so sánh giữa lưu lượng thực đo và lưu lượng mô phỏng. Sau khi thay bộ thông số vào quá trình mô phỏng lưu lượng tốt hơn khi chỉ số NSI tăng lên 0,818; PBIAS là 8,6 % và hệ số tương quan R2 là 0,834.

Từ bộ thông số đã tìm được trong giai đoạn hiệu chỉnh, tiến hành áp dụng bộ thông số chạy cho giai đoạn 1986 - 1987. Đối với quá trình kiểm định chỉ số NSI là 0,82, PBIAS là 9,3 % và hệ số tương quan là 0,83.



Hình 8: So sánh lưu lượng thực đo và mô phỏng giai đoạn kiểm định



Hình 9: Tương quan giữa lưu lượng thực đo và mô phỏng kiểm định

Như vậy, quá trình hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số lưu vực sông Nậm Mu được khống chế bởi trạm thủy văn Tà Gia thấy rằng các chỉ số đánh giá kết quả mô phỏng hiệu chỉnh và kiểm định mô hình đều khá tốt nằm trong giới hạn cho phép. Trên cơ sở bộ thông số đã xác định tiến hành dự báo dòng chảy lũ đến hồ chứa Bản Chát.

Bảng 2. Đánh giá kết quả mô phỏng dòng chảy giai đoạn hiệu chỉnh và kiểm định

Quá trình	Thời đoạn	Giá trị		
		R2	NSE	PBIAS
Hiệu chỉnh	1981 - 1984	0,834	0,818	8,6
Kiểm định	1986 - 1987	0,83	0,82	9,3

Nghiên cứu

3.2.5.2. Tính toán dòng chảy lũ

Mùa lũ trên lưu vực sông Nậm Mu thường bắt đầu từ tháng 4 và kết thúc tháng 9 nên để đánh giá dòng chảy lũ, tác giả tập trung đánh giá sự biến đổi dòng chảy các tháng mùa lũ. Kết quả đánh giá dòng chảy lũ về hồ chứa Bản theo các kịch bản biến đổi khí hậu 2016 được cụ thể như sau:

a) Theo kịch bản RCP 4.5

Giai đoạn 2016 - 2035: Thống kê kết quả mô phỏng cho thấy dòng chảy trung bình mùa lũ về hồ tăng 17,1 % so với giai đoạn kịch bản nền 1986 - 2005, tháng tăng cao nhất là tháng 5 với 25,1%, tháng có tỷ lệ tăng thấp nhất so với kịch bản nền là tháng 8 với 11,7 %.

Giai đoạn 2046 - 2065: Thống kê kết quả mô phỏng cho thấy dòng chảy trung bình mùa lũ về hồ tăng 20,9 % so với giai đoạn kịch bản nền 1986 - 2005, tháng tăng cao nhất là tháng 5 với 29,7%, tháng có tỷ lệ tăng thấp nhất so với kịch bản nền là tháng 8 với 14,6 %.

Giai đoạn 2080 - 2099: Kết quả mô phỏng cho thấy dòng chảy mùa lũ tăng hơn so với 2 giai đoạn trên trong cùng kịch

bản RCP4.5. Trong đó, dòng chảy trung bình mùa lũ giai đoạn này tăng 26,1 % so với giai đoạn kịch bản nền, tháng 5 và tháng 6 có tỷ lệ dòng chảy tăng cao nhất tương ứng với 35,7 % và 36 %, tháng có mức tăng nhỏ nhất là tháng 4 với 18,7%.

b) Theo kịch bản RCP8.5

Giai đoạn 2016 - 2035: Kết quả mô phỏng thấy rằng dòng chảy trung bình mùa lũ về hồ giai đoạn này có xu thế giảm 0,5 % so kịch bản nền. Mức giảm cao nhất là tháng 4 với 2,9%, giảm thấp nhất là tháng 6 với 0,3 %. Tuy nhiên, tháng 5 vẫn có xu thế tăng với 2,8 %.

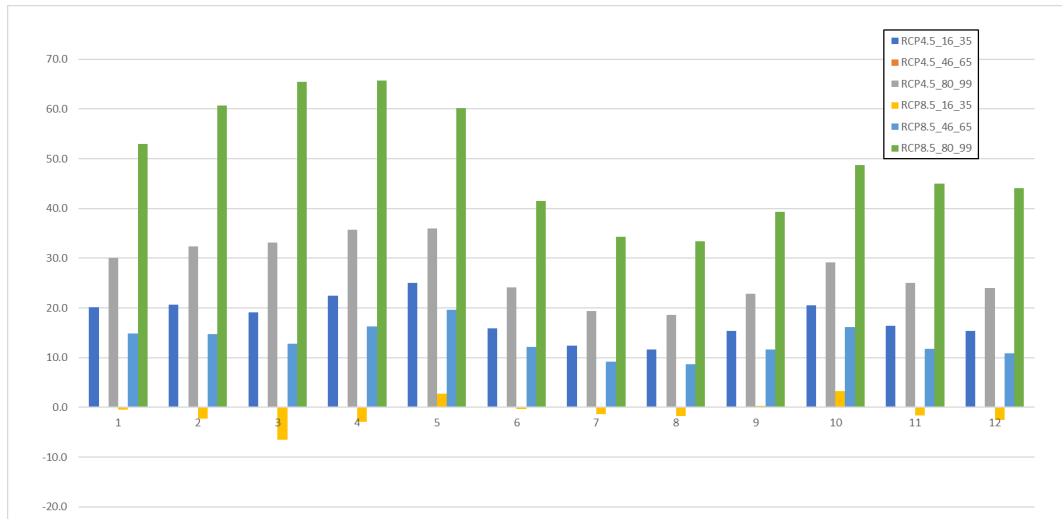
Giai đoạn 2046 - 2065: Thống kê kết quả mô phỏng cho thấy dòng chảy trung bình mùa lũ về hồ tăng 12,9 % so với giai đoạn kịch bản nền 1986 - 2005, tháng tăng cao nhất là tháng 5 với 19,6 %, tháng có tỷ lệ tăng thấp nhất so với kịch bản nền là tháng 8 với 8,6 %.

Giai đoạn 2080 - 2099: Kết quả mô phỏng cho thấy dòng chảy mùa lũ có mức tăng cao nhất với tỷ lệ tăng 45,7 % so với kịch bản nền. Trong đó, tháng 4 là tháng có tỷ lệ dòng chảy tăng lớn nhất là 65,7%, tiếp là tháng 6 với 60,2 %, tháng có tỷ lệ tăng thấp nhất là tháng 8 với 33,4 %.

Bảng 3. Thống kê kết quả mô phỏng dòng chảy các kịch bản BDKH

DVT: l/s

Kịch bản	Lưu lượng trung bình tháng												Trung bình năm
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
RCP4.5_16_35	14.4	9.6	16.8	50.2	123.2	228.9	276.1	233.8	125.8	65.6	36.8	19.8	100.1
RCP4.5_46_65	14.9	10.0	17.6	52.4	127.7	235.8	283.4	239.9	129.2	67.6	37.9	20.4	103.1
RCP4.5_80_99	15.6	10.5	18.7	55.6	134.0	245.2	293.4	248.4	133.9	70.3	39.5	21.3	107.2
RCP4.5_16_35	11.9	7.8	13.2	39.8	101.2	197.0	242.4	205.7	109.4	56.2	31.1	16.7	86.0
RCP4.5_46_65	13.8	9.1	15.9	47.6	117.9	221.6	268.4	227.4	121.8	63.3	35.3	19.0	96.8
RCP4.5_80_99	18.4	12.8	23.3	67.9	157.9	279.6	330.0	279.1	152.0	81.0	45.8	24.7	122.7
1985-2005	12.0	8.0	14.1	41.0	98.5	197.5	245.7	209.3	109.1	54.4	31.6	17.1	87.0



Hình 10: Phân trăm thay đổi dòng chảy trung bình tháng theo kịch bản BĐKH so với kịch bản nền

4. Kết luận và kiến nghị

4.1. Kết luận

Phương pháp sử dụng công nghệ viễn thám kết hợp mô hình SWAT cho phép tính toán dòng chảy lũ của hồ chứa, đưa ra các biện pháp sử dụng và giảm thiểu thiệt hại do dòng chảy lũ cực đại một cách kịp thời.

Đã thành lập được bộ thông số đầu vào chiết tách từ dữ liệu ảnh viễn thám, xác định được bộ thông số mô hình mô phỏng dòng chảy về hồ chứa Bản Chát trên cơ sở đánh giá quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình tại trạm thủy văn Tà Gia thông qua các chỉ số NASH, sai số tổng lượng, hệ số tương quan. Các chỉ số này đều đạt yêu cầu.

Bên cạnh đó, phân tích lựa chọn và đánh giá sự biến đổi lượng mưa, và nhiệt độ theo kịch bản BĐKH do Bộ Tài nguyên và Môi trường phát hành năm 2016. Nhóm tác giả đã lựa chọn 2 kịch bản phát thải cao RCP8.5 và phát thải trung bình RCP 4.5 để đánh giá sự biến đổi dòng chảy mùa lũ (từ tháng 4 đến tháng 9) các giai đoạn 2016 - 2035; 2045 - 2065 và 2080 - 2099 so với

kịch bản nền giai đoạn 1986 - 2005. Kết quả tính toán sự biến đổi dòng chảy lũ về hồ chứa Bản Chát cho thấy hầu hết các giai đoạn đều có xu thế tăng. Giai đoạn 2080 - 2099 kịch bản RCP8.5 có dòng chảy mùa lũ tăng cao nhất với 45,7 % so với kịch bản nền, tăng thấp nhất là giai đoạn 2045 - 2065 kịch bản RCP8.5 có tỷ lệ tăng thấp nhất là 12,9 %. Tuy nhiên, giai đoạn 2016 - 2035 của kịch bản RCP 8.5 có xu thế dòng chảy mùa lũ giảm so với kịch bản nền khi giảm 0,5 %.

Qua đó, cho thấy tác động của BĐKH đến dòng chảy lũ về hồ chứa Bản Chát có sự biến động lớn về mùa lũ trong các giai đoạn của các kịch bản BĐKH.

4.2. Kiến nghị

Nhìn chung, đối với bài toán tính toán dòng chảy lũ về hồ chứa, kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình tại lưu vực thực nghiệm đạt yêu cầu, tuy nhiên để dự báo chính xác hơn cần tăng thêm độ chính xác của dữ liệu đầu vào, bản đồ lớp phủ mặt đất, thổ nhưỡng được cập nhật thường xuyên những thay đổi, bổ sung thêm các trạm quan trắc mưa, nhiệt độ.

Nghiên cứu

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn sự giúp đỡ và cung cấp các tư liệu từ đề tài “*Nghiên cứu kết hợp công nghệ viễn thám và mô hình số trị xây dựng kịch bản dòng chảy lũ về hồ chứa phục vụ phòng tránh và giảm nhẹ ảnh hưởng hạ du trong trường hợp sự cố*”, mã số: TNMT.2018.08.03, thuộc Chương trình khoa học và công nghệ trọng điểm cấp Bộ “*Nghiên cứu công nghệ viễn thám trong quản lý, giám sát tài nguyên thiên nhiên, môi trường, phòng chống thiên tai, ứng phó với biến đổi khí hậu, quốc phòng an ninh và phát triển kinh tế xã hội*”, mã số: TNMT.08/16-20.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Quốc hội Nước Cộng hòa Xã hội Chủ nghĩa Việt Nam (2012). *Luật Tài nguyên nước năm 2012*.
- [2]. Lê Quốc Hưng và nnk (2014). *Nghiên cứu kết hợp công nghệ viễn thám và mô hình thủy lực xây dựng kịch bản tài nguyên nước các hồ chứa trong trường hợp sự cố*. Báo cáo Đề tài NCKH cấp Bộ.
- [3]. Nguyễn Ngọc Thạch và nnk (2003). *Viễn thám và Hệ thống tin địa lý ứng dụng*.
- [4]. Nguyễn Xuân Lâm và nnk (2006). *Nghiên cứu ứng dụng phương pháp viễn thám và hệ thống thông tin địa lý phục vụ mục đích giám sát một số thành phần tài nguyên, môi trường tại các khu vực xây dựng Công trình thủy điện*. Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ.
- [5]. Nguyễn Văn Tuyên (2007). *Vệ tinh khí tượng*. Giáo trình.
- [6]. Hoàng Minh Toán (2009). *Xây dựng công thức tính lượng mưa từ số liệu radar Doppler cho khu vực Trung Trung Bộ*. Luận văn thạc sĩ khoa học.
- [7]. Bùi Tuấn Hải, Nguyễn Văn Tuấn (2018). *Nghiên cứu đánh giá và so sánh các dữ liệu mưa vệ tinh độ phân giải cao lưu vực sông Cả*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn. Số 695. Tháng 11 - 2018.
- [8]. Bùi Chí Nam (2017). *Nghiên cứu đánh giá dữ liệu mưa quan trắc vệ tinh từ GPM và PERSIANN phục vụ cảnh báo mưa thành phố Hồ Chí Minh*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn. Số 679. Tháng 07/2017.
- [9]. Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước Quốc gia. *Nghiên cứu một số mô hình dự báo dòng chảy ở Việt Nam*. http://nawapi.gov.vn/index.php?option=com_content&view=article&id=3489%3AAnghien-cu-mt-s-mo-hinh-d-bao-dong-chy--vitnam&catid=70%3Anhim-v-chuyen-monang-thc-hin&Itemid=135&lang=vi
- [10] Käab A., (2002). *Monitoring high-mountain terrain deformation from repeated air and spaceborne optical data: examples using digital aerial imagery and ASTER data*, *ISPRS. Journal of photogrammetry & Remote Sensing*, 57, pp. 39 - 52.
- [11]. *SPOT4 and SPOT5 images* (2006).
- [12]. H.H. Barnes, Jr., (1967). *Roughness characteristics of natural channels*. U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 1849, 213 p.
- [13]. Abood, M. M., Yusuf, B., Mohammed, T. A and Ghazali, A. H. (2006). *Manning roughness coefficient for grass-lined channel*. *Journal of Science and Technology*, 13(4), 317 - 330.
- [14]. McCuen, R. H. (1998). *Hydrologic analysis and design*. 2nd Ed., Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, N.J., 814.
- [15]. Dvorak, V.F., (1984). *Tropical cyclone intensity analysis using satellite data*.
- [16]. Meteorological Satellite Center. *The GMS user's guide*. JMA, Third.

BBT nhận bài: 30/8/2021; Phản biện xong: 14/9/2021; Chấp nhận đăng: 01/12/2021