

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH QUAN HỆ MƯA - DÒNG CHẢY - NGẬP LỤT (RRI) TRONG XÂY DỰNG BẢN ĐỒ NGẬP LỤT CHO LƯU VỰC SÔNG ĐẮC BLA

Trần Quốc Lập

Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Lũ lụt là một trong những thiên tai gây thiệt hại lớn cho con người trên khắp các vùng của thế giới và Việt Nam. Trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng mô hình thủy lực hai chiều quan hệ Mưa - Dòng chảy - Ngập lụt (RRI) để mô phỏng lũ và xây dựng bản đồ ngập lụt cho lưu vực sông Đắc Bla của tỉnh Kon Tum. Kết quả hiệu chỉnh kiểm định trận lũ năm 2003 và 2007 cho thấy rằng mô hình RRI phù hợp trong mô phỏng lũ với hệ số tương quan từ 0,91 đến 0,96 trong khi đó, hệ số Nash từ 0,82 đến 0,89. Mặt khác, sử dụng mô hình RRI để xây dựng bản đồ ngập lụt, dựa trên trận lũ lịch sử năm 2009 cho lưu vực sông Đăkbla, để đánh giá tính chính xác của mô hình, tác giả sử dụng đối chiếu với các số liệu điều tra kết hợp với các nghiên cứu trước đây để kiểm tra độ chính xác của bản đồ ngập lụt. Kết quả mô phỏng cho thấy quá trình lũ và mức độ ngập lụt hoàn toàn phù hợp với diễn biến lũ lụt đã xảy ra. Như vậy, khi sử dụng mô hình RRI có thể mô phỏng tốt diễn biến lũ và ngập lụt của địa phương. Kết quả có nghiên cứu có thể giúp các nhà quản lý có giải pháp phù hợp trong dự báo, cảnh báo và kiểm soát lũ lụt cho địa phương.

Từ khoá: Mô hình RRI, bản đồ ngập lụt, lưu vực sông Đắc Bla.

Summary: Floods are one of the natural disasters that cause great damage to people in all regions of the world, including Vietnam. In this study, the author uses the two-dimensional hydraulic model Rainfall - Runoff - Flood (RRI) to simulate floods and build a flood inundation map for the Dak Bla river basin of Kon Tum province. The results of the calibration and validation of floods in 2003 and 2007 demonstrate that the RRI model is well-suited for flood simulation, boasting correlation coefficients ranging from 0.91 to 0.96, and Nash coefficients from 0.82 to 0.89, respectively. Next, using the RRI model to build flood inundation maps, based on the historical flood event in 2009 for the Dak Bla River basin, to evaluate the model's accuracy, the simulation result was compared with survey data and previous studies. The simulation results show that the flood inundation map and discharge are completely consistent with the historical flood event in 2009. Thus, when using the RRI model, it is possible to simulate the flood and create a flood inundation map for the river basin. The research results can assist managers in developing appropriate solutions for forecasting, warning, and controlling floods in the area.

Keywords: RRI model, flood inundation map, Dak Bla River basin.

1. GIỚI THIỆU

Lũ lụt là một trong các hiện tượng thiên tai gây ra những thiệt hại nghiêm trọng cả về người và

tài sản không những ở trên thế giới mà ngay cả ở Việt Nam. Dựa trên kết quả nghiên cứu của [1] thì rủi ro do lũ lụt gây ra dự kiến sẽ gia tăng trong thời gian tới. Hầu hết các quốc gia trên thế giới đều bị ảnh hưởng bởi lũ lụt, đặc biệt ở các nước đang phát triển ở Châu Á và Châu Phi, đặc biệt là ở các vùng đồng bằng

Ngày nhận bài: 03/9/2024

Ngày thông qua phản biện: 12/5/2025

Ngày duyệt đăng: 22/5/2025

châu thổ của họ, do các biện pháp đối phó với lũ lụt hiện tại chưa đủ phù hợp. Vì vậy việc đánh giá rủi ro, trong một vùng, một lưu vực sông ngày càng xuất hiện nhiều trong nghiên cứu của các nhà khoa học trên thế giới. Các mô hình thủy văn có thể mô phỏng được quá trình ngập lụt này. Có thể kể đến một số nhà nghiên cứu cơ như P.Vanderkimpfen (2008) đã tiến hành nghiên cứu mô phỏng lũ sử dụng mô hình Mike Flood nhằm phục vụ cho công tác di dân vùng đồng bằng ven biển của Bỉ [2]. Với mô hình Mike Flood, các nhà nghiên cứu đã tìm ra khả năng ảnh hưởng của lũ, diễn biến ngập có thể xảy ra, từ đó ước tính được thiệt hại để có giải pháp phòng chống giảm nhẹ thiệt hại một cách tốt nhất. Năm 2010, Daniel Jilles và Matthew Moore đã dùng mô hình Mike 11 và mô hình Hec-Ras để mô phỏng lũ cho Hà Lan, Vương Quốc Anh và Bỉ, kết quả của nghiên cứu giúp nhà quản lý có công cụ để quản lý dòng chảy, duy trì mạng lưới cảnh báo và tiến hành thành lập hệ thống dự báo lũ quốc gia [3]. Ở Việt Nam, vào những năm 1970, cô PGS. TS Nguyễn Như Khuê đã thiết lập mô hình toán thủy lực một chiều VRSAP để mô phỏng chế độ thủy văn - thủy lực của dòng chảy trên hệ thống sông ngòi/kênh dẫn có kết hợp với các ô ruộng ở hai bên bờ. Bên cạnh đó, GS. TSKH Nguyễn Ân Niên cũng đã phát triển mô hình KOD-01 và KOD-02 dựa trên hệ phương trình Saint-Venant dạng rút gọn dùng để tính toán thủy lực, dự báo lũ được sử dụng nhiều ở Việt Nam. Tuy nhiên, trong những vùng, hoặc các quốc gia có nguồn dữ liệu đặc biệt là dữ liệu khí tượng thủy văn khan hiếm [4,5] kết hợp với hình dạng của lưu vực sông đồng bằng châu thổ khiến việc phát triển mô hình lũ lụt và mô phỏng các khu vực ngập lụt trở nên rất khó khăn. Một trong những mô hình được sử dụng để mô phỏng ngập lụt là mô hình quan hệ giữa Mưa-Dòng chảy-Mức độ ngập lụt (RRI) [6], cung cấp dữ liệu lưu lượng sông được mô hình hoá, đã xây dựng được bản đồ ngập lụt.

Mô hình được phát triển để giải quyết các vấn đề ngập lụt đặc biệt các khu vực trũng, thấp.

Trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng mô hình thủy lực 2 chiều RRI để tính toán mô phỏng trận lũ cực đoan trong quá khứ và tạo ra các bản đồ ngập lụt cho lưu vực sông Đắc Bla, bản đồ ngập lụt là một trong những tài liệu quan trọng phục vụ công tác quản lý, phòng tránh rủi ro do mưa lũ gây ra. Cấu trúc của bài báo này bao gồm các phần, phần 2 số liệu và phương pháp nghiên cứu, phần 3 kết quả nghiên cứu và thảo luận cuối cùng là phần kết luận.

2. SỐ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Các số liệu

2.1.1. Lượng mưa

Để mô phỏng lũ cho lưu vực sông Đắc Bla, trong nghiên cứu này, số liệu lượng mưa từ tháng 01/10/2003 đến 20/11/2003 và lượng mưa từ 01/10/2007 đến ngày 26/11/2007 được sử dụng để mô phỏng lũ trong giai đoạn hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Dữ liệu lượng mưa gây ra lũ lịch sử năm 2009 từ tháng 28/8/2009 đến tháng 30/10/2009 được sử dụng để xây dựng bản đồ ngập lụt cho lưu vực. Lượng mưa thực đo tại 5 trạm khí tượng là: Trạm Kon Tum, Yaly, Đăk To, Plâycu và trạm An Khê được thu thập ở Trung tâm khí tượng thủy văn quốc gia, sử dụng phương pháp Thiessen Polygon để tạo ra bản đồ mưa và là đầu vào cho việc mô phỏng lũ.

2.1.2. Dòng chảy lũ

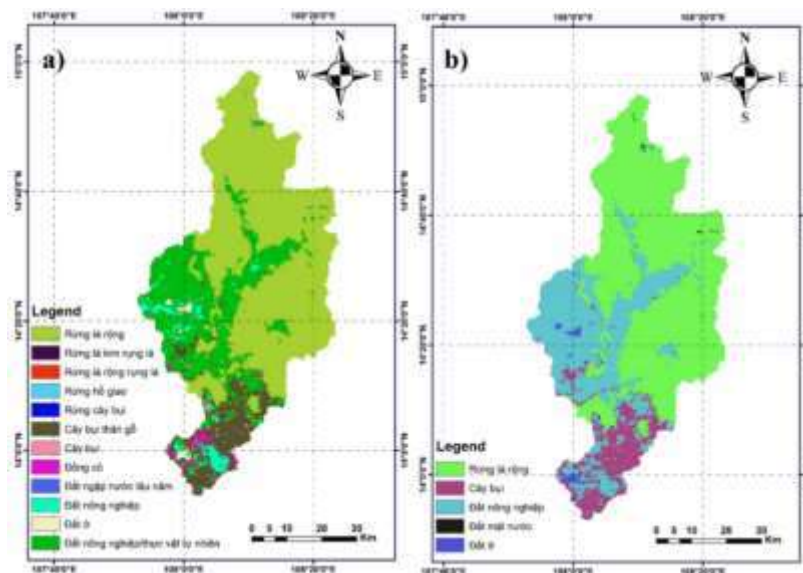
Tài liệu về dòng chảy lũ sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình được thu thập ở trạm thủy văn Kon Tum với hai trận lũ từ ngày 01/10/2003 đến 18/11/2003 sử dụng trong hiệu chỉnh mô hình, trong khi đó trận lũ từ 26/10 đến 19/11/2007 được sử dụng trong giai đoạn kiểm định mô hình.

2.1.3. Sử dụng đất

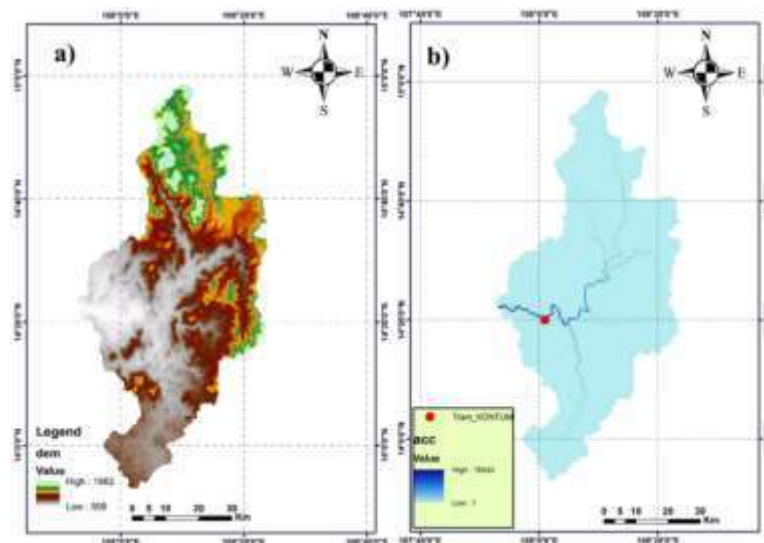
Ảnh hưởng của việc sử dụng đất có thể phản ánh bởi các tham số mô hình khác nhau. Trong nghiên cứu này, quang phổ ảnh có độ phân giải trung bình (MODIS) (độ phân giải 0.5km) được sử dụng để tính toán. Tuy nhiên, dữ liệu độ che phủ của lưu vực sông Đak Bla là quá chi tiết (12 loại che phủ) để xác định tất cả các tham số khác nhau trong khi mô phỏng với mô hình RRI, do vậy, những loại che phủ tương tự được hoà nhập với nhau để được bản đồ độ che phủ mới với 5 loại như trong **Hình 1**.

2.1.4. Địa hình

Tài liệu địa hình sử dụng trong nghiên cứu này là bộ tài liệu bao gồm: Độ cao số (DEM), bản đồ tập trung dòng chảy (ACC), và bản đồ hướng dòng chảy (DIR) là đầu vào của mô hình RRI. DEM, ACC và DIR được tải từ dữ liệu thuỷ văn và các bản đồ dựa trên độ cao ở nhiều mức độ khác nhau (HydroSHEDS). Để giảm thiểu khối lượng tính toán, độ phân giải của mỗi ô lưới trong các bản đồ DEM, ACC, và DIR là 15 giây (xấp xỉ 450 m x 450m) được sử dụng. Bản đồ DEM, ACC như **Hình 2**.



Hình 1: Bản đồ sử dụng đất của lưu vực sông Dakbla

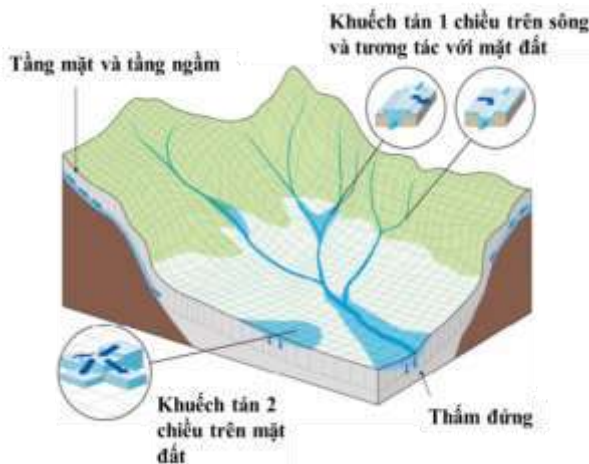


Hình 2: a) bản đồ DEM và b) bản đồ ACC lưu vực sông Dakbla

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Giới thiệu mô hình RRI

Mô hình RRI là mô hình hai chiều dùng để mô phỏng mối quan hệ giữa lượng mưa - dòng chảy và mức độ ngập lụt [6,7]. **Hình 3** chỉ ra sơ đồ mô tả mô hình RRI [6]. Dòng chảy trên mỗi ô lưới được tính toán với mô hình sóng khuếch tán hai chiều (2D). Trong khi đó dòng chảy trong lòng dẫn được tính toán với mô hình sóng khuếch tán một chiều (1D). Để mô phỏng tốt hơn quan hệ mưa - dòng chảy và mức độ ngập lụt, mô hình RRI cũng mô phỏng dòng thấm đứng, dòng chảy thấm theo chiều thẳng đứng được ước tính bằng cách sử dụng mô hình Green-Ampt, dòng chảy trong tầng đất, và dòng chảy mặt. Các tương tác trong của dòng chảy giữa lòng sông và bề mặt dốc được ước lượng dựa trên các công thức tràn đỉnh, nó phụ thuộc vào độ sâu mực nước và chiều cao bờ [6].



Hình 3: Sơ đồ của mô hình RRI

Một phương pháp để tính toán dòng chảy ngang trên các ô lưới dốc được mô tả là "mô hình ngập lụt dựa trên ô lưu trữ" (Hunter và cộng sự, 2007). Các phương trình mô hình được suy ra dựa trên phương trình cân bằng khối lượng (1) và phương trình động lượng (2) sau đây đối với dòng chảy không ổn định thay đổi dần dần.

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = r - f \quad (1)$$

$$\frac{\partial q_x}{\partial t} + \frac{\partial u q_x}{\partial x} + \frac{\partial v q_x}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_x}{\rho_w} \quad (2)$$

Trong đó h là độ cao của cột nước so với bề mặt cục bộ, q_x và q_y là lưu lượng theo chiều rộng đơn vị theo hướng x và y , u và v là vận tốc dòng chảy theo hướng x và y , r là cường độ mưa, f là tốc độ thấm. H là độ cao cột nước so với mặt chuẩn, ρ_w là khối lượng riêng của nước, g là gia tốc trọng trường, và τ_x và τ_y là ứng suất cắt theo hướng x và y .

Mô hình khuếch tán một chiều được áp dụng đối với các ô lưới trong sông, với hình dạng được coi là hình chữ nhật có chiều rộng W (m) và chiều sâu D (m) của lòng dẫn các sông trong lưu vực được tính toán bởi phương pháp gần đúng theo phương trình:

$$W = C_w A^{S_w} \quad (3)$$

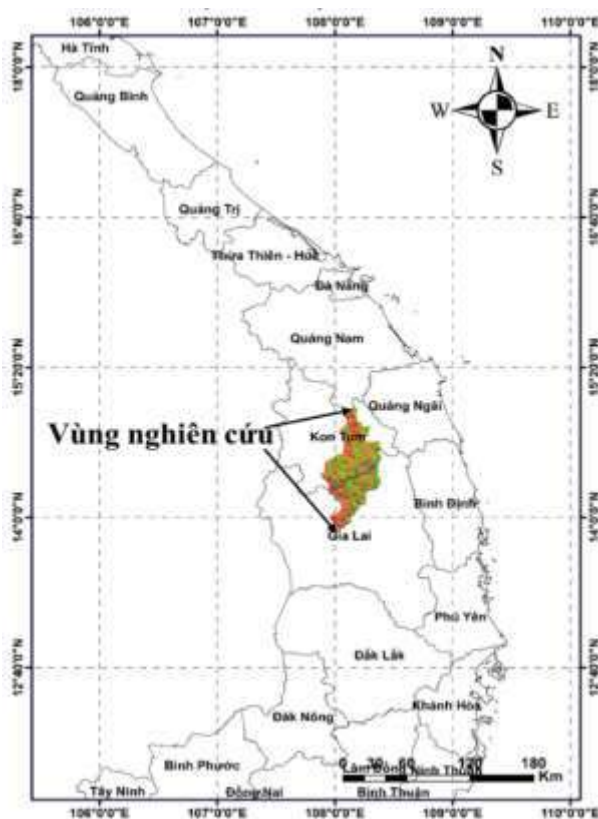
$$D = C_D A^{S_D} \quad (4)$$

Trong đó: A là diện tích lưu vực (km^2), trong điều kiện không có dữ liệu đo đạc mặt cắt ngang lòng dẫn của mạng lưới sông Đakbla, các tham số trong phương trình (3) và (4) được ước lượng bằng phân tích hồi quy ở một số vị trí trên sông Đắc Bla. Chiều rộng và độ sâu của sông ở một số vị trí được dựa vào ảnh google earth và báo cáo của địa phương. Các tham số đạt được là: $C_w = 6.75$, $S_w = 0.375$, $C_D = 0.10$ and $S_D = 0.475$.

2.2.2. Giới thiệu vùng nghiên cứu

Lưu vực sông Đắc Bla nằm ở khu vực Tây Nguyên của Việt Nam, trong đó sông Đắc Bla là nhánh trái của sông Sê San có diện tích là 3.507 km^2 , được bắt nguồn từ dãy núi Ngọc Cơ Rinh cao 2.025 m , phía Bắc giáp với hệ thống sông Thu Bồn, phía Đông giáp với hệ thống sông Ba, phía Nam là hạ lưu sông Sê San. Hướng của dòng chảy trong sông Đắc Bla từ Đông Bắc - Tây Nam và hợp với sông Sê

San ở vị trí cách Ya Ly 16 km về phía hạ lưu. Lưu vực sông Đăk Bla có địa hình tương đối phức tạp, có độ cao địa hình thấp dần từ bắc xuống nam với hướng nghiêng từ đông sang tây. Đây là vùng có điều kiện khí hậu nhiệt đới gió mùa đặc trưng của vùng Tây Nguyên với hai mùa rõ rệt trong năm là mùa mưa và mùa khô. Phần lớn lưu vực được che phủ bởi rừng rậm với kiểu rừng chính là rừng nhiệt đới, rừng hỗn giao, rừng trồng và cây bụi. Vị trí vùng nghiên cứu như **Hình 4** dưới đây.



Hình 4: Vị trí vùng nghiên cứu

2.2.3. Phương pháp nghiên cứu

Từ dữ liệu địa hình bao gồm bản đồ độ cao số DEM, bản đồ hướng dòng chảy và bản đồ tập trung dòng chảy độ phân giải 15s kết hợp với các đặc điểm của lòng dẫn việc sử dụng đất của lưu vực và số liệu lượng mưa, số liệu dòng chảy trong quá khứ, sử dụng mô hình sóng hai chiều RRI (mô hình mô phỏng quan hệ mưa, dòng chảy và ngập lụt) để xây dựng quá trình

lưu lượng, sử dụng dữ liệu dòng chảy thực đo để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Từ kết quả độ sâu ngập lụt, sử dụng công cụ Arcgis xây dựng bản đồ ngập lụt cho vùng nghiên cứu. Sơ đồ thể hiện phương pháp nghiên cứu chỉ ra như **Hình 5** dưới.



Hình 5: Sơ đồ phương pháp nghiên cứu xây dựng bản đồ ngập lụt cho lưu vực sông

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

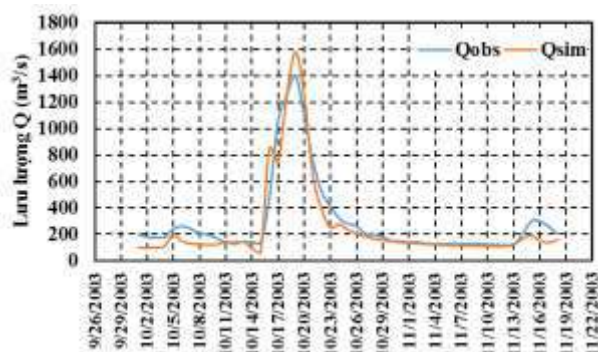
Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình là bước vô cùng quan trọng để đánh giá, kiểm tra kết quả được mô phỏng của mô hình trước khi sử dụng mô hình cho việc tính toán và xây dựng bản đồ ngập lụt trong lưu vực sông Đăk Bla. Để kiểm định và hiệu chỉnh mức độ tin cậy của mô hình, trong nghiên cứu này dùng hệ số tương quan và hệ số NASH. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình như **Bảng 1** dưới đây.

Bảng 1: Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Chỉ số	Giá trị	Ghi chú
Tương quan	0.96	Hiệu chỉnh (01/10-18/11/2003)
Nash	0.89	
Tương quan	0.91	Kiểm định (26/10-19/11/2007)
Nash	0.82	

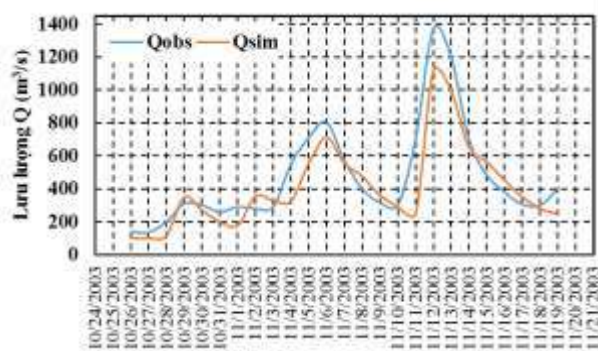
Kết quả hiệu chỉnh mô hình RRI trong giai đoạn từ ngày 01/10/2003 đến ngày 18/11/2003 cho thấy, đường quá trình dòng chảy lũ được mô phỏng có dạng phù hợp với quá trình thực

đo. Định lý mô phỏng và thực đo hoàn toàn phù hợp với nhau với hệ số tương quan là 0,96; chỉ số Nash đạt được 0,89. Thời gian xảy ra quá trình lũ giữa thực đo và mô phỏng hoàn toàn phù hợp. Kết quả cụ thể giữa thực đo và mô phỏng thể hiện trong **Hình 6**.



Hình 6: Đường quá trình lưu lượng tại trạm Kon Tum từ 01/10/2003 đến 18/11/2003 - Giai đoạn hiệu chỉnh mô hình

Trong khi đó, kết quả kiểm định mô hình được thực hiện với trận lũ từ ngày 26/10/2007 đến ngày 19/11/2007 cũng cho thấy quá trình dòng chảy mô phỏng hoàn toàn phù hợp với các giá trị thực đo. Tuy vậy, kết quả mô phỏng cho giá trị đỉnh lũ thấp hơn so với thực đo. Hệ số tương quan và hệ số Nash lần lượt là 0,91 và 0,82. Kết quả chi tiết được thể hiện trong **Hình 7** dưới đây.

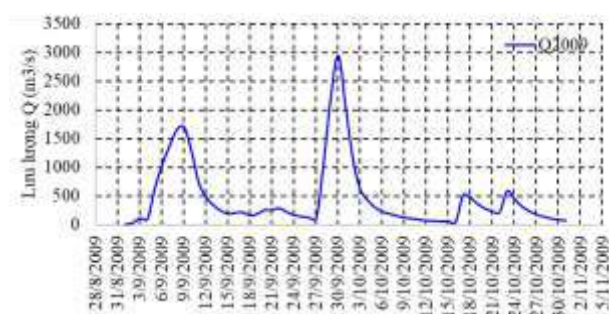


Hình 7: Đường quá trình lưu lượng tại trạm Kon Tum từ 26/10 đến 19/11/2007 - Giai đoạn kiểm định mô hình

Với các chỉ số Nash và chỉ số tương quan trong cả hai giai đoạn hiệu chỉnh và kiểm định mô hình đều đạt trên 80%. Do vậy bộ thông số của mô hình RRI hoàn toàn phù hợp cho mô phỏng, xây dựng bản đồ ngập lụt cho lưu vực sông Đắk Bla

3.2. Kết quả xây dựng bản đồ ngập lụt cho lưu vực sông Đắk Bla

Để xây dựng bản đồ ngập lụt cho lưu vực sông Đắk Bla, chúng tôi chọn trận lũ lịch sử tháng 9 năm 2009 để mô phỏng. Dựa trên bộ tham số của mô hình RRI đã được hiệu chỉnh và kiểm định ở trên, tiến hành mô phỏng lũ, kết quả quá trình dòng chảy lũ được thể hiện như trong Hình 8 dưới đây.

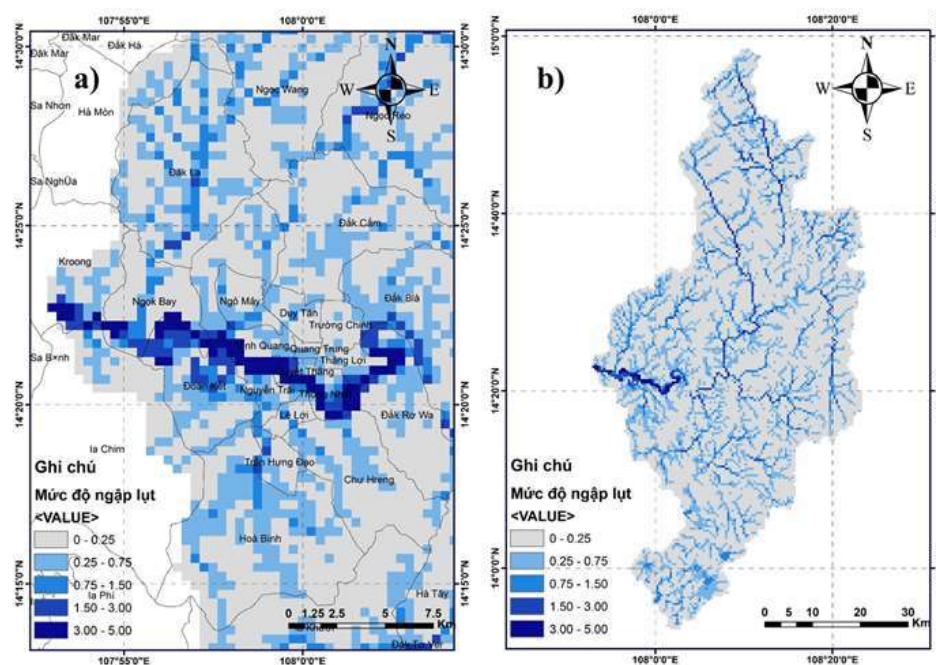


Hình 8: Kết quả mô phỏng dòng chảy lũ năm 2009 của lưu vực sông Đắbla

Từ kết quả tính toán thủy văn - thủy lực của trận lũ năm 2009, kết hợp sử dụng công cụ ArcGIS với mô hình RRI để xây dựng bản đồ ngập lụt cho lưu vực sông Đắk Bla như trong hình 10 dưới đây.

Hình ảnh thể hiện bản đồ độ ngập lụt khu vực thành phố Kon Tum vùng hạ lưu lưu vực sông Đắk Bla năm 2009. Giá trị độ ngập sâu được thể hiện bằng các thang màu trên bản đồ ngập lụt. Kết quả tính toán cho thấy độ sâu ngập lụt trong khu vực thành phố Kon Tum, đặc biệt ở các phường Đoàn Kết, Nguyễn Trãi, Thống Nhất, Quyết Thắng, Vinh Quang đều bị ảnh hưởng với mức độ ngập lụt từ 1,5 đến 3,0 m, có những vị trí độ

đồ ngập lụt xây dựng với trận lũ lịch sử tháng 9/2009 ở trên là cơ sở cho việc quy hoạch phòng chống lũ, giảm nhẹ thiên tai, quy hoạch sử dụng đất cũng như quy hoạch phát triển kinh tế của vùng hạ lưu của lưu vực sông Đắc Bla nói chung và tỉnh Kon Tum nói riêng.



Hình 9: Kết quả mô phỏng mức độ ngập lụt trong lưu vực sông Đắc Bla với đỉnh của trận lũ ngày 30 tháng 9 năm 2009, a) bản đồ ngập lụt khu vực hạ lưu của lưu vực sông Đắc Bla, b) bản đồ ngập lụt cho toàn bộ lưu vực sông.

Việc áp dụng mô hình thủy lực RRI trong mô phỏng vùng ngập lụt cho lưu vực sông Đăk Bla là phương pháp có tính chính xác và có độ tin cậy, thể hiện được thế mạnh của việc ứng dụng của mô hình này trong nghiên cứu ngập lụt, đặc biệt đối với các lưu vực, các vùng có ít số liệu quan trắc mưa, quan trắc dòng chảy, làm cơ sở khoa học cho việc quy hoạch phòng chống lũ lụt, lựa chọn các biện pháp, thiết kế các công trình không chế lũ.

phù hợp với diễn biến lũ trong lưu vực, được thể hiện ở hệ số Nash và hệ số tương quan trong cả hai giai đoạn hiệu chỉnh và kiểm định đều lớn hơn 80%.

Kết quả nghiên cứu đã thành lập được bản đồ ngập lụt cho lưu vực sông Đắk Bla, bản đồ ngập lụt thể hiện tương đối phù hợp với diễn biến ngập thực tế của đợt lũ năm 2009. Và có thể sử dụng kết quả mô phỏng lũ, mô phỏng ngập lụt từ mô hình RRI trong đánh giá thiệt hại do lũ lụt gây ra, có thể sử dụng kết quả này để dự báo và cảnh báo lũ, xây dựng bản đồ tiềm năng ngập lụt và ước tính mức độ dễ bị tổn thương do lũ lụt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hirabayashi, Y.; Mahendran, R.; Koirala, S.; Konoshima, L.; Yamazaki, D.; Watanabe, S.; Kim, H.; Kanae, S. Global flood risk under climate change. *Nature Climate Change* **2013**, 3, 816-821, doi:10.1038/nclimate1911.
- [2]. Vanderkimpfen, P.; Peeters, P. Flood modeling for risk evaluation -a MIKE FLOOD sensitivity analysis. 2008.
- [3]. Daniel, J.; Matthew, M. Review of Hydraulic Flood Modeling Software used in Belgium, The Netherlands, and The United Kingdom. **2010**.
- [4]. Hanasaki, N.; Saito, Y.; Chaiyasaen, C.; Champathong, A.; Ekkawatpanit, C.; Saphaokham, S.; Sukhapunnaphan, T.; Sumdin, S.; Thongduang, J. A quasi-real-time hydrological simulation of the Chao Phraya River using meteorological data from the Thai Meteorological Department Automatic Weather Stations. *Hydrological Research Letters* **2014**, 8, 9-14, doi:10.3178/hrl.8.9.
- [5]. Tomkratoke, S.; Sirisup, S. Hydrodynamic simulation of overland flooding over low-lying flat lands: A case study of the severe 2011 flood in Sam-Khok and Klong Luang districts, Thailand. *Hydrological Research Letters* **2015**, 9, 47-53, doi:10.3178/hrl.9.47.
- [6]. Sayama, T.; Ozawa, G.; Kawakami, T.; Nabesaka, S.; Fukami, K. Rainfall-runoff-inundation analysis of the 2010 Pakistan flood in the Kabul River basin. *Hydrological Sciences Journal* **2012**, 57, 298-312, doi:10.1080/02626667.2011.644245.
- [7]. Sayama, T.; Tatebe, Y.; Iwami, Y.; Tanaka, S. Hydrologic sensitivity of flood runoff and inundation: 2011 Thailand floods in the Chao Phraya River basin. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* **2015**, 15, 1617-1630, doi:10.5194/nhess-15-1617-2015.
- [8]. Đặng Đình Doan; Ngô Anh Quân; Nguyễn Hoàng Sơn; Nguyễn Ngọc Thê. Nghiên cứu xây dựng bản đồ ngập lụt vùng hạ lưu sông Đắc Bla. *Khoa học công nghệ* **2015**.
- [9]. UBND tỉnh Kon Tum. Báo cáo tổng kết công tác phòng chống lụt bão năm 2009 và phương hướng nhiệm vụ công tác phòng chống lụt bão năm 2010. **2009**.