ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỘNG CỰC TRỊ MƯA TRÊN LƯU VỰC SÔNG ĐÀ - THAO BẰNG VIỆC SỬ DỤNG BỘ MÔ HÌNH KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN KẾT HỢP WEHY-HCM

Hồ Việt Cường[1], Trịnh Quang Toàn[2], Đỗ Hoài Nam[1], Phan Cao Dương[1]

TÓM TẮT

Do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu (BĐKH), phân bố lượng mưa đang có sự thay đổi lớn về thời gian và không gian. Những thay đổi về mưa, sẽ dẫn tới những thay đổi về dòng chảy của các con sông và cường suất các trận lũ, tần suất và đặc điểm của hạn hán, lượng nước ngấm cũng như các thảm họa thiên tai như lũ bùn đá và sạt trượt đất. Nhằm ứng phó với vấn đề này, một trong những giải pháp tối ưu là mô phỏng chi tiết sự phân bố lượng mưa. Để xây dựng được mô hình mô phỏng mưa hiệu quả, việc hiểu rõ quá trình hình thành mưa đóng vai trò rất quan trọng, đặc biệt các trận mưa trong quá khứ. Với kết quả mưa trong quá khứ sẽ giúp kiểm định độ tin cậy của mô hình. Bài báo này trình bày kết quả đánh giá biến động cực trị mưa cho giai đoạn 1900-1950 và 1951-2014 cho lưu vực sông Đà và Thao thông qua việc sử dụng mô hình WEHY-HCM. Kết quả cho thấy tổng lượng mưa trong 1, 3, 5 và 7 ngày có xu hướng tăng về cường độ và sự phân bố. Đặc biệt tổng lượng mưa trong một ngày đã tăng trung bình khoảng 15% từ giai đoạn 1990-1950 đến giai đoạn 1951-2014. Tổng lượng mưa trong 3, 5, và 7 ngày có xu hướng tăng nhẹ, tuy nhiên sự phân bố lượng mưa có xu hướng tập trung về phía Đông Nam lưu vực (địa phận Việt Nam).

Từ khóa: *Biến đổi khí hậu, mưa cực trị, khôi phục mưa quá khứ, mô hình mưa.*

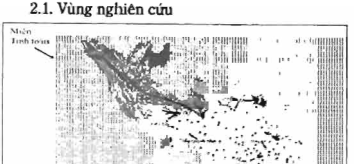
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phần lớn các kết quả của dự án nghiên cứu về khí hậu, đặc biệt là hiện tượng mưa cực trị, cho rằng nhiệt độ bề mặt trái đất có xu hướng tăng nhanh dẫn tới có một sự thay đổi lớn về mưa cực trị [1]. Những thay đổi này đã thu hút nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học, tuy nhiên để đánh giá dự báo hiệu quả kết quả mưa gần với thực tế vẫn là một thử thách khó khăn [2].

Gần đây, với sự phát triển của khoa học máy tính, nhiều mô hình mô phỏng mưa đã tích hợp tính toán với nhiều biến và điều kiện biên khác nhau. Mô hình WEHY-HCM là một ví dụ điển hình [3], [5]. Mô hình tích hợp từ các điều kiện biên như các số liệu địa hình, thổ nhưỡng, thảm phủ và cây trồng. Với sự tích hợp này, mô hình cho kết quả mô phỏng khá sát với thực tế. Tuy vậy, để tăng tính thuyết phục và hiểu rõ hơn sự hình thành mưa, việc khôi phục lại mưa quá khứ là rất cần thiết. Hơn nữa, với hệt dữ liệu mưa trong quá khứ đủ dài sẽ rất hữu ích cho việc phân tích và đánh giá diễn biến về tần suất, cường độ. Bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu về biến động không gian của mưa lớn (1, 3, 5, 7 ngày lớn nhất) ở lưu vực sông Đà-Thao.

2. SỐ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vùng nghiên cứu



Hình 1. Miền tính toán của mô hình WEHY-HCM và vị trí các trạm đo khí tượng trên lưu vực sông Đà - Thao

Khu vực nghiên cứu là toàn bộ lưu vực sông Đà và Thao. Lưu vực được chia làm 2 phần gồm phần thượng nguồn phía Trung Quốc và phần hạ nguồn phía lãnh thổ Việt Nam. Khi tính toán, mô hình được thiết lập với độ phân giải là 9 km và được so sánh với các dữ liệu đo đạc tại các trạm khí tượng trên lưu vực có vị trí trùng với ô lưới tính toán. Trong nghiên cứu này, các số liệu mưa và nhiệt độ phía lãnh thổ Việt Nam được thu thập khá đầy đủ với tổng số 91 trạm có dữ liệu từ 1970 đến nay[8]. Đây là cơ sở để kiểm

[1] Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam (VAWR)

[2] Đại học Tổng hợp California, Davis - Hoa Kỳ (UC Davis)

định và đánh giá kết quả mô phỏng các điều kiện khí tượng cho phần hạ lưu của lưu vực sông Đà và Thao.

2.2. Dữ liệu sử dụng

Để có thể ứng dụng thành công hệ thống mô hình kết hợp giữa khí tượng và thủy văn lưu vực, các số liệu và thông số đầu vào đóng góp một vai trò rất quan trọng. Các số liệu đầu vào có độ tin cậy cao thì các kết quả tính toán cũng gần với thực tế hơn. Các số liệu đầu vào cho hệ thống mô hình bao gồm số liệu địa hình, thổ nhưỡng, thảm phủ và cây trồng, và dữ liệu khí tượng. Số liệu địa hình được trích xuất từ dữ liệu ảnh ASTER với độ phân giải 30 m. Dữ liệu thảm phủ được trích xuất, phân tích từ ảnh Landsat có độ phân giải 60 m. Dữ liệu độ che phủ lá cây (LAI) và dữ liệu thổ nhưỡng cần được thu thập từ dữ liệu toàn cầu MODIS LAI và tổ chức lương thực thế giới (FAO) có độ phân giải 250 m. Dữ liệu khí tượng toàn cầu được thu thập của Trung tâm Dự báo Khí tượng hạn ngắn của châu Âu (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts- ECMWF) viết tắt là ERA-20C. Dữ liệu được thu thập từ năm 1950 đến năm 2014, với độ phân giải 125x125 km, bước thời gian 3 h [8].

2.3. Mô hình WEHY-HCM

Mô hình WEHY-HCM là bộ mô hình động lực khí tượng - thủy văn kết hợp, có khả năng mô phỏng chi tiết các quá trình hình thành mưa – dòng chảy trên lưu vực dựa trên các số liệu điều kiện biên như: số liệu địa hình, số liệu đất, số liệu thảm phủ và cây trồng [3], [8]. Tuy nhiên, đối tượng của nghiên cứu này là yếu tố mưa. Vì vậy, kết quả mưa của mô hình được kiểm định lại bằng cách so sánh với lượng mưa quan trắc thực tế trong quá khứ từ các trạm đo mưa trùng với ô lưới mô hình. Mô hình WEHY-HCM được thiết lập thông qua 3 bước chính: (1) Thiết lập các thông số vật lý mô hình; (2) Chuẩn hóa dữ liệu khí tượng đầu vào; (3) Trích xuất, kiểm định kết quả.

2.4. Chỉ số mưa 1, 3, 5 và 7 ngày lớn nhất

Những thay đổi về mưa cực đoan dường như quan trọng hơn những thay đổi về lượng mưa trung bình. Bởi vì các sự kiện mưa cực đoan sẽ dẫn đến nguy cơ cao hơn của các thảm họa lũ lụt nghiêm trọng trên diện rộng; mặt khác, thời gian khô hạn kéo dài hơn sẽ dẫn đến hạn hán nghiêm trọng và khan hiếm nước cho các hoạt động hàng ngày. Mưa cực đoan được biểu thị bằng các chỉ số lượng mưa cực trị dựa trên chỉ số về lượng và chỉ số thời đoạn được xác định bằng ngưỡng phần trăm. Ví dụ, lượng mưa tối đa (trong 1 ngày, 3 ngày, 5 ngày và 7 ngày liên tiếp) trong một khoảng thời gian nhất định (hàng năm hoặc thập kỷ) được coi là sự kiện cực đoan có thể đe dọa đến tính mạng, tài sản và tàn phá môi trường. Trong khi đó, giá trị mưa trung bình cung cấp các thông tin biến động về tổng lượng.

Trong nghiên cứu này, bốn chỉ số cực trị mưa phổ biến nhất (Bảng) được giới thiệu theo khuyến nghị của Nhóm chuyên gia về Phát hiện và Chỉ số biến đổi khí hậu (ETCCDI, xem http://www.clivar.org/Organisation/etccdi/etccdi.php). Chỉ số lượng mưa cực trị được chọn sẽ được tính toán trên vùng nghiên cứu sử dụng mô hình WEHY-HCM cho giai đoạn 1900-1950 và 1951-2014 cho lưu vực sông Đà – Thao.

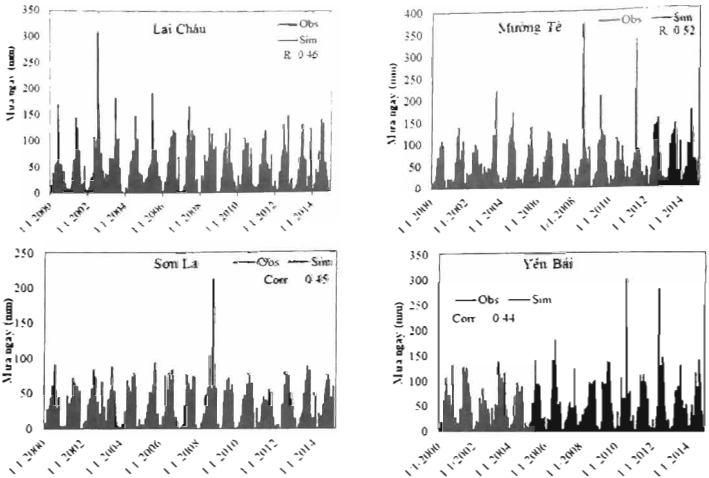
Bảng 1. Khái niệm về chỉ số mưa cực trị

Chỉ số mưa	Định nghĩa	Đơn vị
X1	Lượng mưa lớn nhất trong 24 giờ liên tục (1 ngày)	mm
X3	Lượng mưa lớn nhất trong 72 giờ liên tục (3 ngày)	mm
X5	Lượng mưa lớn nhất trong 120 giờ liên tục (5 ngày)	mm
X7	Lượng mưa lớn nhất trong 168 giờ liên tục (7 ngày)	mm

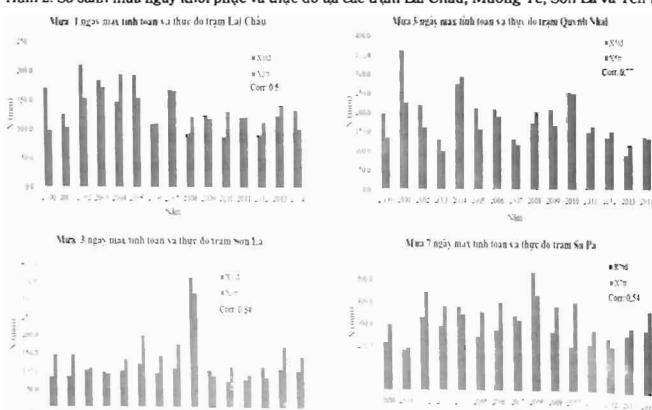
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kiểm định kết quả mô phỏng

Kết quả khôi phục tổng lượng mưa quá khứ được tính toán với bước thời gian 1 giờ, sau đó tính tích lũy theo ngày và tháng để so sánh với kết quả thực đo. Hình so sánh kết quả khôi phục mưa ngày trong giai đoạn 2000-2014 tại vị trí trạm Lai Châu, Sơn La, Mường Tè, Yên Bái. Kết quả cho thấy mô hình khôi phục khá tốt thời điểm xảy ra và cường độ mưa; hệ số tương quan (R) đạt từ 0,4 – 0,5 và nếu so sánh mưa tháng thì R đạt kết quả cao hơn (dao động trong khoảng 0,7-0,9) [8]. Trên cơ sở đó, cực trị mưa 1, 3, 5 ngày lớn nhất cũng đã được kiểm nghiệm tại một số trạm trên lưu vực sông Đà-Thao (Hình 3). Kết quả cho thấy sự phù hợp giữa kết quả tính toán và số liệu thực đo, hệ số tương quan R đạt trên 0,8.



Hình 2. So sánh mưa ngày khôi phục và thực đo tại các trạm Lai Châu, Mường Tè, Sơn La và Yên Bái



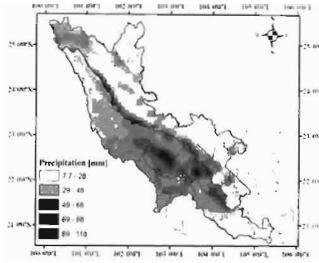
Hình 3. So sánh cự trị mưa khôi phục và thực đo tại các trạm Lai Châu, Sơn La, Quỳnh Nhai và Sa Pa

3.2. Đánh giá biến động cực trị mưa qua các thời kỳ

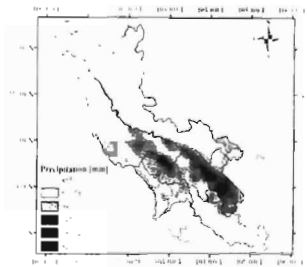
Nghiên cứu đã khôi phục lại lượng mưa theo không gian cho toàn bộ lưu vực sông Đà – Thao từ năm 1900 đến năm 2014. Do đó, trong nghiên cứu này, chỉ số mưa 1, 3, 5, 7 ngày lớn nhất sẽ được tính toán cho từng ô lưới của mô hình và được phân tích cho 2 thời kỳ, giai đoạn 1900-1950 và 1951-2014. Giai đoạn 1 gắn với mốc cuộc cách mạng Công nghiệp lần thứ nhất, khi đó yếu tố BĐKH chưa tác động mạnh đến các hình thái thời tiết; nhưng giai đoạn sau, BĐKH đã có những tác động rõ nét đến cơ chế gây mưa và phân bố mưa theo không gian.

Lượng mưa lớn nhất trong 1, 3, 5 và 7 ngày liên tiếp (X1, X3, X5 và X7) được xem là các sự kiện cực đoan có thể gây ra lũ lụt cao hơn vì các chỉ số này đại diện cho cường độ mưa ngắn hạn [6]. Ngoài ra, ước tính của các chỉ số này có thể được sử dụng để thiết lập các đường cong cường độ mưa theo thời gian, sau đó được sử dụng để xây dựng ma trận thiết kế cho mô hình lũ lụt [2], [7].

Các hình 4 - hình 7 dưới đây so sánh cực trị mưa 1, 3, 5 và 7 ngày lớn nhất giữa các thời kỳ. Kết quả cho thấy cực trị mưa một ngày có sự thay đổi đáng kể trong hai thời đoạn. Mưa cực trị có xu hướng tập trung nhiều ở khu vực giao thoa và khu Đông Nam của hai lưu vực Đà – Thao. X1 và X3 dường như tăng đáng kể từ giai đoạn 1900-1950 đến 1951-2014 trong khi sự phân mưa có xu hướng dịch chuyển về phía Đông Nam (phần lãnh thổ Việt Nam) trong giai đoạn 1951-2014. Trong khi đó, mặc dù X5 và X7 cho thấy sự giảm nhẹ từ năm 1990 đến 2014, phía Đông Nam lưu vực vẫn là nơi tập trung nhiều tâm mưa (Bảng 2)[8].

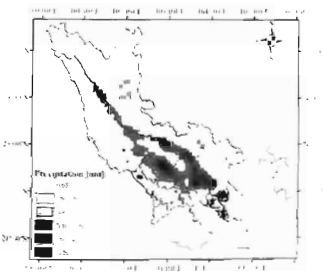


Thời kỳ 1900-1950

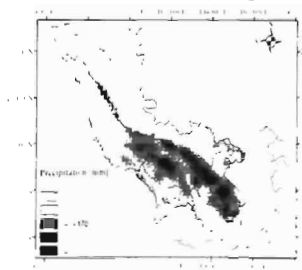


Thời kỳ 1951-2014

Hình 4. Tổng lượng mưa 1 ngày lớn nhất các thời kỳ 1900-1950 và 1951-2014 trên lưu vực sông Đà - Thao

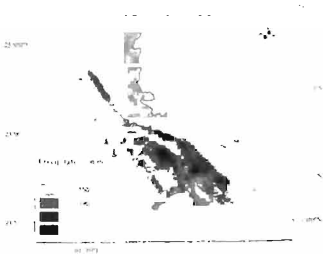


Thời kỳ 1900-1950

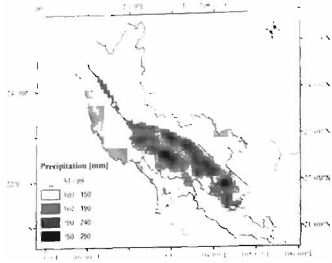


Thời kỳ 1951-2014

Hình 5. Tổng lượng mưa 3 ngày lớn nhất các thời kỳ 1900-1950 và 1951-2014 trên lưu vực sông Đà - Thao

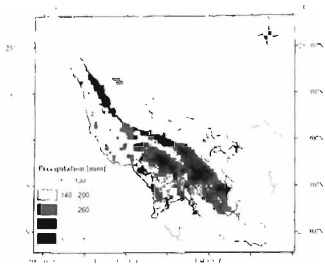


Thời kỳ 1900-1950

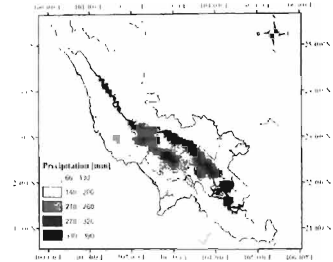


Thời kỳ 1951-2014

Hình 6. Tổng lượng mưa 5 ngày lớn nhất các thời kỳ 1900-1950 và 1951-2014 trên lưu vực sông Đà - Thao



Thời kỳ 1900-1950



Thời kỳ 1951-2014

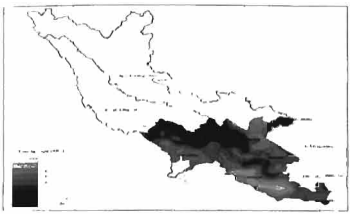
Hình 7. Tổng lượng mưa 7 ngày lớn nhất các thời kỳ 1900-1950 và 1951-2014 trên lưu vực sông Đà - Thao

Bảng 2. Biến động cực trị mưa giữa các thời kỳ 1900-1950 và 1951-2014 trên lưu vực sông Đà - Thao

TT	Trạm	X1 (mm)		X3 (mm)		X5 (mm)		X7 (mm)		Δ X1 (%)	Δ X3 (%)	Δ X5 (%)	Δ X7 (%)
		1900 -1950	1951-2014	1900-1950	1951-2014	1900-1950	1951-2014	1900-1950	1951-2014				
	LV sông Đà												
1	Lai Châu	98,1	107,8	160,5	150,1	206,2	176,6	237,7	204,2	9,9	-6,5	-14,4	-14,1
2	Sơn La	81,5	93,2	137,1	135,2	173,8	158,3	204,2	178,4	14,4	-1,4	-8,9	-12,6
3	Yên Châu	79,6	99,1	121,3	136,0	146,2	153,7	167,8	174,6	24,5	12,1	5,1	4,1
4	Bắc Yên	69,1	78,4	110,6	117,5	[illegible]	142,7	148,0	163,2	13,5	6,2	8,8	10,3
	LV sông Thao												
1	Sa Pa	147,5	169,0	235,8	260,7	[illegible]	323,7	351,6	385,6	21,6	24,9	21,7	34,0
2	Lào Cai	114,0	130,6	183,0	[illegible]	[illegible]	219,2	254,4	252,7	16,5	[illegible]	1,2	-1,8
3	Yên Bái	91,3	100,8	143,1	133,4	[illegible]	154,6	188,2	165,3	9,5	[illegible]	[illegible]	-22,9

3.3. So sánh tâm mưa

Kết quả kiểm định mô hình cho giai đoạn 1951-2014 khi so sánh với tâm mưa lớn quan trắc cho khu vực miền Bắc, có thể nhận thấy mô hình WEHY-HCM bắt khá hợp lý các tâm mưa Lai Châu, Lào Cai, Yên Bái[8].



Hình 8. Bản đồ các tâm mưa lớn quan trắc trong khu vực nghiên cứu, giai đoạn 1951-2014

4. KẾT LUẬN

Áp dụng các phương trình tính toán dựa trên quá trình vật lý thực và các điều kiện biên như số liệu địa hình, thổ nhưỡng, thảm phủ và cây trồng, mô hình WEHY-HCM cho thấy khả năng khôi phục các sự kiện mưa cực đoan. Kết quả kiểm định trong giai đoạn cơ sở cho thấy sự hợp lý với kết quả quan sát thực tế.

Kết quả từ nghiên cứu này cho thấy cường độ mưa thời đoạn ngắn (X1 và X3) thể hiện rủi ro (tần suất và quy mô) của lũ lụt dự kiến sẽ tăng ở hầu hết các vùng trong những thập kỷ gần đây, với mức tăng cao nhất ở phía Đông Nam lưu vực sông Đà – Thao. Trong khi đó, các chỉ số cực đoan thời đoạn dài hơn (X5 và X7) dường như ít biến động và có xu thế giảm. Điều này cho thấy, trong tương lai gần, mưa cực trị thời đoạn ngắn sẽ tiếp tục gia tăng trong khi tâm mưa tập trung nhiều hơn ở khu Đông Nam lưu vực (phần lãnh thổ Việt Nam) có thể gây ra nhiều rủi ro lũ lụt, sạt lở đất cho vùng đồi núi cao và dốc này.

LỜI CẢM ƠN

Nội dung bài báo là một phần kết quả nghiên cứu của tiểu dự án 30/FIRST/1a/KLORCE "Tiếp thu công nghệ tính toán mưa, lũ lớn cho các lưu vực sông liên quốc gia trong điều kiện hạn chế hoặc không có dữ liệu đo đạc - Áp dụng thử nghiệm cho lưu vực sông Đà - Thao (bao gồm cả phần lưu vực thuộc lãnh thổ Trung Quốc)", Phòng TNTĐ Quốc gia về ĐLH Sông biển và CHRL-Hoa Kỳ thực hiện, năm 2018-2019.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. H. Endo, A. Kitoh, T. Ose, R. Mizuta, and S. Kusunoki (2013). Erratum: Future changes and uncertainties in Asian precipitation simulated by multiphysics and multi-sea surface temperature ensemble experiments with high-resolution Meteorological Research Institute atmospheric general circulation models (MRI-AGCMs) (Jo," *Journal of Geophysical Research Atmospheres*. 2013.

2. D. H. Nam, K. Udo, and A. Mano (2013). Assessment of future flood intensification in Central Vietnam using a super-high-resolution climate model output. *J. Water Clim. Chang.*, 2013.

3. M. L. Kavvas, S. Kure, Z. Q. Chen, N. Ohara, and S. Jang (2012). WEHY-HCM for Modeling Interactive Atmospheric-Hydrologic Processes at Watershed Scale. I: Model Description. *J. Hydrol. Eng.*, 2012.

4. Z. Q. Chen, M. L. Kavvas, K. Fukami, J. Yoshitani, and T. Matsuura (2004). Watershed Environmental Hydrology (WEHY) Model: Model Application," *J. Hydrol. Eng.*, 2004.

5. S. Kure, S. Jang, N. Ohara, M. L. Kavvas, and Z. Q. Chen (2012). WEHY-HCM for Modeling Interactive Atmospheric-Hydrologic Processes at Watershed Scale. II: Model Application to Ungauged and Sparsely Gauged Watersheds," *J. Hydrol. Eng.*, 2012.

6. Sillmann J. and Roeckner E. (2008). Indices for extreme events in projections of anthropogenic climate change. *Climatic Change*, 86, pp. 83-104.

7. Wenzel G. W. (1982). Rainfall for urban stormwater design. In *Urban Stormwater Hydrology*. D.F. Kibler (Editor). American Geophysical Union, Water Resources Monograph Board, Washington, D.C. 2, pp. 35-64.

8. Hồ Việt Cường, Trịnh Quang Toàn và Nnk, tiểu dự án 30/FIRST/1a/KLORCE *"Tiếp thu công nghệ tính toán mưa, lũ lớn cho các lưu vực sông liên quốc gia trong điều kiện hạn chế hoặc không có dữ liệu đo đạc - Áp dụng thử nghiệm cho lưu vực sông Đà - Thao (bao gồm cả phần lưu vực thuộc lãnh thổ Trung Quốc)"*, Phòng TNTĐ Quốc gia về ĐLH Sông biển, năm 2018-2019.

EVALUATION OF EXTREMELY IMPACT OF THE RIVER BASIN ON DA RIVER BASIN - THAO BY THE USE OF THE METHOD OF COMBINED HYDRAULIC HYDRAULICS WEHY-HCM

Ho Viet Cuong, Trinh Quang Toan, Do Hoai Nam, Phan Cao Duong

Summary

Rainfall distribution is changing dramatically in time and space due to the effects of climate change. The changes, which will lead to changes in the flow of rivers and the intensity of floods, the frequency, and characteristics of droughts, and the amount of groundwater as well as natural disasters such as debris flow and landslide. In response to this problem, one of the optimal solutions is a detailed simulation of rainfall distribution both time and space. The simulation also helps understand the process of rain formation, especially in the past rains, which can help verify the reliability of the rainfall model. This article will present the change in extreme rainfall for the period 1900-1950 and 1951-2014 for the Da and Thao river basins, using Watershed Environmental Hydrology Hydro-Climate Model (WEHY-HCM) model. The results show that the total rainfall in 1, 3, 5 and 7 days tend to increase in intensity and distribution. In particular, the total rainfall in a day has increased about 15 % between the period of 1990-1950 and the period of 1951-2014. The total rainfall in 3, 5, and 7 days are likely to increase slightly, but the distribution of rainfall is expected to concentrate on the southeast of the basin (Vietnamese territory).

Keywords: *Climate change, re-built past rainfall, extreme rainfall, rainfall modelling.*

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Văn Tuấn

Ngày nhận bài: 5/8/2019

Ngày thông qua phản biện: 6/9/2019

Ngày duyệt đăng: 13/9/2019