

ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ VÀ XU THẾ BIẾN ĐỔI LƯỢNG MƯA LƯU VỰC SÔNG CU ĐÊ DỰA TRÊN DỮ LIỆU MƯA TỪ VỆ TINH CHIRPS

Nguyễn Thành Luân, Lê Văn Nghị, Phạm Ngọc Tú, Âu Thị Bích Hoà

Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển

Hoàng Anh Quý

Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Lưu vực sông Cu Đê ít trạm đo mưa và không đồng bộ. Để đánh giá được xu thế biến đổi lượng mưa trên lưu vực, nghiên cứu so sánh và đánh giá chất lượng dữ liệu mưa vệ tinh CHIRPS với dữ liệu mưa tại trạm Hoà Trung và Hoà Bắc thông qua các chỉ tiêu thống kê như khả năng nhận diện ngưỡng mưa, tổng lượng mưa và hệ số tương quan... Nghiên cứu cũng đã sử dụng mưa vệ tinh CHIRPS để phân tích sự biến đổi không gian và xu hướng dài hạn của lượng mưa hàng tháng, mùa và năm cho khu vực thành phố Đà Nẵng, trong 2 giai đoạn 1981-2016 với trạm Hoà Trung, 2008-2014 với trạm Hoà Bắc. Kết quả cho thấy lượng mưa hàng năm và mùa mưa có sự ổn định cao, với hệ số biến đổi thấp. Ngược lại, lượng mưa tháng có sự biến động lớn hơn, đặc biệt trong mùa khô và thời kỳ chuyển tiếp giữa hai mùa, với hệ số biến đổi C_v dao động từ 0,21 đến 0,26.

Từ khoá: CHIRPS, Cu Đê, lưu vực sông, Mann-Kendall, mưa.

Summary: The Cu De River basin has few asynchronous rain gauge stations. To evaluate the trend of rainfall change in the basin, this study compared and evaluated the quality of CHIRPS satellite rainfall data with rainfall data at Hoa Trung and Hoa Bac stations through statistical indicators such as the ability to identify rainfall thresholds, total rainfall and correlation coefficients... The study also used CHIRPS satellite rainfall to analyze spatial variation and long-term trends of monthly, seasonal and annual rainfall for the Da Nang city area, in the two periods of 1981-2016 with Hoa Trung station, 2008-2014 with Hoa Bac station. The results showed that annual and rainy season rainfall was highly stable, with low coefficients of variation. In contrast, monthly rainfall fluctuated more, especially in the dry season and the transition period between the two seasons, with coefficients of variation C_v ranging from 0.21 to 0.26.

Keyword: CHIRPS, Cu Đê, river basin, Mann-Kendall, rainfall.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Những năm gần đây, sự phát triển rất mạnh mẽ của các vệ tinh đo mưa với độ che phủ gần như toàn cầu, độ phân giải tương đối tốt theo không gian và thời gian đã tạo điều kiện cho việc dự báo dòng chảy ở những vùng thiếu số liệu mưa [1].

Từ năm 1999, các nhà khoa học của USGS và CHC-được hỗ trợ bởi nguồn tài trợ từ USAID, NASA và NOAA-đã phát triển các kỹ thuật để

tạo bản đồ lượng mưa, đặc biệt là ở những khu vực có dữ liệu bề mặt thưa thớt [2]. Ước tính sự thay đổi lượng mưa theo không gian và thời gian là một khía cạnh quan trọng của cảnh báo sớm hạn hán và giám sát môi trường. Một mùa khô hơn bình thường đang diễn ra phải được đặt trong bối cảnh lịch sử để có thể nhanh chóng đánh giá mức độ nghiêm trọng của tình trạng thiếu hụt lượng mưa. Tuy nhiên, các ước tính thu được từ dữ liệu vệ tinh cung cấp các giá trị trung bình theo diện tích bị sai lệch do địa hình phức tạp, thường đánh giá thấp cường độ của các sự kiện mưa cực đoan. Ngược lại, lưới lượng mưa được tạo ra từ dữ liệu trạm lại

Ngày nhận bài: 11/4/2025

Ngày thông qua phản biện: 20/5/2025

Ngày duyệt đăng: 02/6/2025

bị ảnh hưởng ở các vùng nông thôn hơn, nơi có ít trạm đo lượng mưa hơn. CHIRPS được tạo ra với sự hợp tác của các nhà khoa học tại Trung tâm Khoa học và Quan sát Tài nguyên Trái đất (EROS) của USGS nhằm cung cấp các bộ dữ liệu hoàn chỉnh, đáng tin cậy và cập nhật cho một số mục tiêu cảnh báo sớm, như phân tích xu hướng và giám sát hạn hán theo mùa.

Lưu vực sông Cu Đê nằm ở phía Bắc thành phố Đà Nẵng có tổng diện tích lưu vực là 472 km², đổ ra vịnh Đà Nẵng. Ở thượng nguồn có 2 sông nhánh là sông Bắc và sông Nam. Ở hạ lưu gần cửa sông còn có sông nhánh Gia Tròn từ phía Nam đổ vào. Sông Nam bắt nguồn từ các dãy núi cao Đồng Đen, Mang, có diện tích lưu vực là 115.5 km². Sông Bắc có lưu vực là sườn nam của dãy núi Bạch Mã, diện tích khoảng 143 km². Đây là một trong hai lưu vực lớn duy trì nguồn nước cho thành phố Đà Nẵng. Bên cạnh đặc điểm phân bố nguồn nước không đều giữa mùa khô, mùa mưa, nguồn nước mặt đến Đà Nẵng còn đang chịu tác động trực tiếp của BĐKH. Đặc biệt vào mùa khô nguồn nước có

xu hướng giảm, tình trạng cạn kiệt nguồn nước xảy ra trên diện rộng và tình hình lũ, lụt trong mùa mưa diễn biến phức tạp hơn [3]. Để làm rõ xu thế biến đổi lượng mưa, yếu tố ảnh hưởng nguồn nước thành phố, nghiên cứu này sử dụng nguồn dữ liệu mưa vệ tinh CHIRPS với độ phân giải 0,05⁰ để đánh giá.

2. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Tài liệu sử dụng trong nghiên cứu

- Nghiên cứu này đánh giá mức độ và xu thế biến đổi lượng mưa của lưu vực sông Cu Đê dựa trên số liệu mưa từ vệ tinh CHIRPS. Bộ dữ liệu này được cung cấp dạng nguồn mở bởi các nhà khoa học của Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ (USGS) kết hợp với nhóm nghiên cứu Khí hậu nguy hiểm tại Đại học California (CHC) [2]. Đây là bộ dữ liệu mưa cung cấp theo thời đoạn ngày, với độ phân giải không gian 0,05 độ (Bảng 1).

- Dữ liệu mưa thực đo tại trạm Hoà Trung (1981-2016) và Hòa Bắc (2008-2014).

Bảng 1: Các thông tin về số liệu mưa từ vệ tinh CHIRPS

Tên	Độ phân giải	Thời đoạn	Chuỗi số liệu	Tổ chức	Vệ tinh liên quan
CHIRPS	0,05°	1 ngày, 5 ngày	1981 - nay	Mạng lưới Hệ thống cảnh báo sớm nạn đói của USAID (FEWS NET).	NOAA, RFE2, TARGAT, TRMM

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này sử dụng các chỉ số thống kê bao gồm hệ số tương quan (R), sai số quân phương (RMSE), sai số tuyệt đối trung bình (MAE) và độ lệch BIAS để đánh giá lượng mưa ước tính từ vệ tinh CHIRPS. Ngoài ra, nghiên cứu cũng đánh giá khả năng phát hiện sự kiện có mưa theo

dữ liệu mưa ngày thông qua sử dụng ba chỉ số thống kê là: tỉ lệ dự báo đúng (PC), tỉ lệ dự báo thành công (CSI), tỷ lệ cảnh báo không (FAR) và sự kiện mưa vừa theo hai chỉ số CSI và FAR. Chi tiết các chỉ số đánh giá sai số được trình bày công thức, ý nghĩa và giá trị tốt nhất của các chỉ số R, RMSE, MAE, BIAS tại Bảng 2.

Bảng 2: Các chỉ số đánh giá sai số trong nghiên cứu

Chỉ số đánh giá	Đơn vị	Công thức	Ý nghĩa	Giá trị tốt nhất
Hệ số tương quan R		$R = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{td} - \bar{X}_{td})(X_{vt} - \bar{X}_{vt})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{td} - \bar{X}_{td})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{vt} - \bar{X}_{vt})^2}} \quad (1)$	Phản ánh mối tương quan giữa mưa	1

Chỉ số đánh giá	Đơn vị	Công thức	Ý nghĩa	Giá trị tốt nhất
			thực đo và mưa vệ tinh	
Sai số quân phương RMSE	mm	$R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{vt} - X_{td})^2}{n}} \quad (2)$	Đánh giá sự khác biệt trung bình giữa mưa thực đo và mưa vệ tinh	0
Sai số tuyệt đối trung bình MAE	mm	$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n X_{vt} - X_{td} }{n} \quad (3)$	Phản ánh giá trị sai số của ước tính trung bình	0
Độ lệch BIAS	%	$BIAS = \frac{\sum_{i=1}^n X_{vt} - X_{td} }{\sum_{i=1}^n X_{td}} \quad (4)$	Xu hướng lệch giữa mưa vệ tinh so với dữ liệu mưa quan trắc BIAS dương: mưa vệ tinh có xu hướng cao hơn mưa quan trắc.	0

Chú thích: X_{td} là giá trị lượng mưa quan trắc tại trạm; X_{vt} là giá trị lượng mưa vệ tinh CHIRPS tại ô lưới vị trí trạm quan trắc.

Phương pháp tính các chỉ số đánh giá PC, FAR, CSI là các chỉ số có hai phân nhóm và được trình bày theo các phương trình từ (1) đến (10).

Bảng 3: Xác định sai số cho biến có hai phân nhóm

Quan trắc Dự báo	Có mưa	Không mưa
Có mưa	A	B
Không mưa	C	D

Xác suất dự báo đúng (PC) là tỷ số giữa số lần dự báo đúng cho tất cả các pha chia cho tổng số lần dự báo. Khi đó:

$$PC = (A+D)/(A+B+C+D) \quad (1)$$

Tỷ lệ cảnh báo không (FAR) là tỷ số giữa số lần dự báo có nhưng hiện tượng không xuất hiện và tổng số lần dự báo có cho hiện tượng đó. Khi đó:

$$FAR = B/(A+B) \quad (2)$$

Chỉ số thành công (CSI) là tỷ số giữa số lần dự báo đúng có xảy ra hiện tượng và tổng số lần dự báo đúng có xảy ra hiện tượng, số lần dự báo không và số lần dự báo sót hiện tượng. Khi đó:

$$CSI = A/(A+B+C) \quad (3)$$

Các đặc trưng thống kê được sử dụng để đánh giá mức độ biến đổi của lượng mưa lưu vực sông Cu Đê bao gồm: giá trị nhỏ nhất (min), giá trị lớn nhất (max), giá trị trung bình (μ), độ lệch chuẩn σ , hệ số biến thiên C_v Nghiên cứu

áp dụng phương pháp kiểm định phi tham số Mann Kendall và phương pháp xu thế Sen (Sen's slope) đánh giá xu thế biến đổi lượng mưa hàng năm, theo mùa và theo tháng.

Giá trị nhỏ nhất (min), lớn nhất (max): Min và max lần lượt là giá trị nhỏ nhất, lớn nhất của chuỗi số liệu mưa vệ tinh của các thời đoạn tháng, mùa hoặc năm tính trên toàn bộ lưu vực sông Cu Đê

Giá trị trung bình (μ): Giá trị trung bình của mưa vệ tinh các thời đoạn tháng, mùa hoặc năm được tính bằng tổng các giá trị lượng mưa trong chuỗi số liệu tương ứng chia cho số lượng các giá trị. μ được xác định theo công thức:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (4)$$

Trong đó X_i là lượng mưa vệ tinh năm thứ i của thời đoạn tháng, mùa hoặc năm, n là số năm tính toán.

Độ lệch chuẩn σ : Độ lệch chuẩn là chỉ số đo mức độ phân tán của chuỗi số mưa và được tính bằng căn bậc hai của phương sai. σ được tính theo công thức:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \mu)^2}{n}} \quad (5)$$

Hệ số biến thiên C_v : Nghiên cứu này sử dụng hệ số biến thiên (CV) để đánh giá độ phân tán của tất cả các điểm dữ liệu mưa so với giá trị trung bình của sự biến đổi lượng mưa. Hệ số biến thiên càng cao cho thấy mức độ biến đổi lượng mưa càng lớn, CV được tính bằng công thức:

$$c_v = \frac{\sigma}{\mu} \cdot 100\% \quad (6)$$

Theo mức độ biến động khí hậu thay đổi có thể được phân loại thành các cấp gồm: rất cao ($CV > 40\%$), cao ($30\% < CV < 40\%$), vừa phải (20%

$< CV < 30\%$) và thấp ($CV < 20\%$).

Kiểm định Mann-Kendall (M-K) [4]: Kiểm định phi tham số M-K được sử dụng để nhận dạng và đánh giá xu hướng biến đổi của chuỗi số liệu mưa, nhiệt độ, dòng chảy theo thời gian. Đối với chuỗi số liệu theo trình tự thời gian $x_1, x_2, \dots, x_N$ (biểu diễn N giá trị số liệu). Tại mỗi một thời điểm thì mỗi giá trị dữ liệu được so sánh với các giá trị trên toàn chuỗi thời gian. Trị số S được xác định theo công thức sau:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sign}(x_j - x_i)$$

$$\text{Sign}(x_j - x_i) = \begin{cases} 1 & \text{nếu } x_j - x_i > 0 \\ 0 & \text{nếu } x_j - x_i = 0 \\ -1 & \text{nếu } x_j - x_i < 0 \end{cases} \quad (7)$$

Trong đó x_j và x_i là giá trị lượng mưa trong năm j và i .

Giá trị ban đầu của trị số S tương ứng với việc không tồn tại xu hướng (hay $S = 0$), trong khi đó, giá trị của trị số S dương cho thấy một xu hướng tăng và ngược lại, giá trị của trị số S âm tương ứng với một xu thế giảm. Mức ý nghĩa của một xu hướng (tăng hoặc giảm) được xác định thông qua giá trị chuẩn của S (kí hiệu là Z). Giá trị chuẩn của S được tính theo phương trình:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad (8)$$

Phương sai của S ($\text{Var}(S)$) được tính theo công thức :

$$\text{Var}(S) = \frac{1}{18} \left[n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^m t_p(t_p-1)(2t_p+5) \right] \quad (9)$$

Trong đó, m là số các nhóm mà trong mỗi nhóm có các giá trị số liệu giống nhau, t_p là số các điểm số liệu trong nhóm thứ p . Giá trị của Z được xác định dựa trên giả thuyết

về phân bố chuẩn, với giá trị trung bình bằng 0 và phương sai bằng 1. Giá trị Z dùng để kiểm định xem chuỗi số liệu có xu hướng hay không, với mức ý nghĩa được xác định cho

trước (trong nghiên cứu này, mức ý nghĩa α được chọn là 0,1).

Xu thế biến đổi Sen's slope [5]: Để xác định độ lớn của xu hướng trong chuỗi số liệu mưa X (hay còn gọi là độ dốc đường xu thế), ta sử dụng ước lượng Sen. X là trung vị (median) của chuỗi $n(n-1)/2$ phần tử, được tính theo công thức:

$$X = \text{median} \left\{ \frac{X_j - X_i}{j - i} \right\} \text{ với } i = 1, 2, 3, \dots, n-1; j > i \quad (10)$$

Trong đó $X > 0$ mưa xu thế tăng và ngược lại.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Biến đổi lượng mưa theo ngày

Kết quả đánh giá khả năng phát hiện mưa của mưa vệ tinh CHIRPS tại 2 trạm có sự tương đồng khá cao. FAR tại các trạm đều trên 0,5. Chỉ số dự báo thành công CSI I cho việc phát hiện đúng sự kiện mưa chỉ khoảng 0,326 - 0,352, tỉ lệ dự báo đúng PC tại các trạm đều đạt mức trung bình, nằm trong khoảng 0,447-0,451.

Bảng 4: Các chỉ số đánh giá lượng mưa CHIRPS với số liệu mưa quan trắc theo ngày.

STT	Tên trạm	R	RMSE (mm)	MAE (mm)	BIAs	PC	FAR	CSI
1	Hòa Trung	0,37	23.275	9.456	-0.0064	0.447	0.596	0.326
2	Hòa Bắc	0,14	29.715	11.799	-0.023	0.451	0.526	0.352

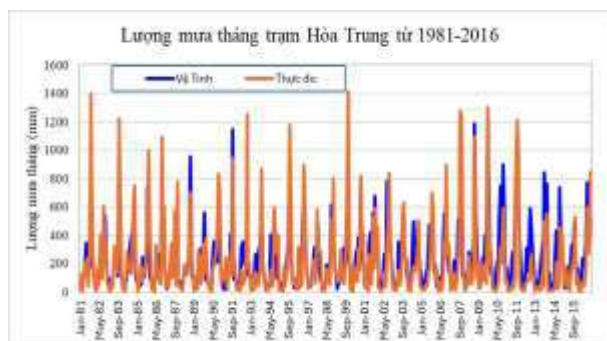
3.2. Đánh giá, so sánh dữ liệu mưa vệ tinh CHIRPS theo tháng

Lượng mưa hàng tháng được xác định bằng tổng lượng mưa ngày từ dữ liệu CHIRPS trong từng tháng. Để đánh giá dữ liệu mưa tháng nghiên cứu xây dựng biểu đồ tương quan lượng mưa tháng thực đo tại 2 trạm và số liệu mưa vệ tinh CHIRPS. Biểu đồ này dựa trên 36 năm dữ liệu (1981-2016), với 432 dữ liệu tháng với trạm Hòa Trung, 6 năm dữ liệu (2008-2014), với 96 dữ liệu tháng với trạm Hòa Bắc.

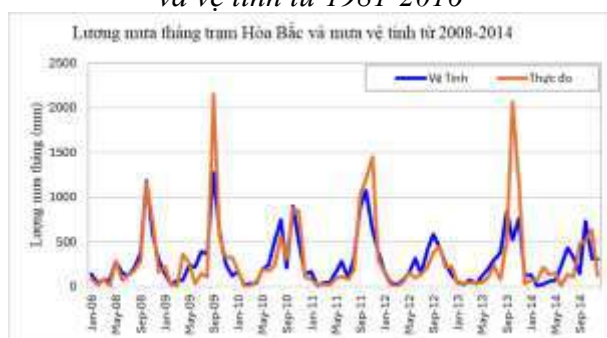
Kết quả hệ số tương quan R các trạm đều lớn hơn 0,7 thể hiện sự tương quan tốt giữa lượng mưa tháng của CHIRPS và mưa tháng quan trắc tại các trạm. Chỉ số BIAs của lượng mưa tháng cũng cho kết quả tương tự như với mưa ngày. Giá trị sai số tuyệt đối trung bình (MAE) của các trạm nằm trong khoảng 116,78-140,29 mm/tháng và sai số quân phương (RMSE) biến đổi từ 171,59 đến 257,4 mm/tháng (Bảng 5).

Bảng 5: Các chỉ số đánh giá lượng mưa CHIRPS với số liệu mưa quan trắc theo tháng

STT	Tên trạm	R	RMSE (mm)	MAE (mm)	BIAs
1	Hòa Trung	0.77	171.59	116.78	-0.11
2	Hòa Bắc	0.79	257.40	140.29	0.04



Hình 1: Lượng mưa tháng trạm Hòa Trung và vệ tinh từ 1981-2016



Hình 2: Lượng mưa tháng trạm Hòa Bắc và vệ tinh từ 1981-2016

Biểu đồ so sánh lượng mưa tháng giữa dữ liệu mưa vệ tinh CHIRPS và mưa quan trắc cho thấy rằng lượng mưa tháng được tính từ dữ liệu vệ tinh CHIRPS phản ánh khá tốt quá trình biến đổi mưa tháng, đặc biệt trong mùa khô và thời kỳ đầu cũng như cuối mùa mưa. Dạng đường quá trình diễn biến lượng mưa hàng tháng của hai nguồn dữ liệu tương đối sát nhau cả về lượng và hình dạng đường. Tuy nhiên, chỉ riêng trong giai đoạn giữa mùa mưa, tháng VII và VIII có lượng mưa lớn, thì mưa vệ tinh lại có xu hướng thấp hơn so với quan trắc.

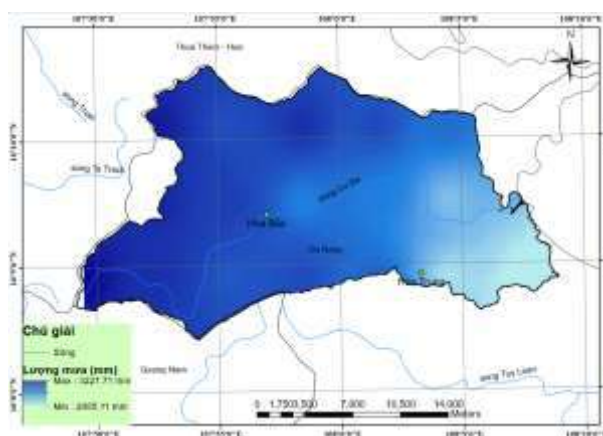
Bảng 6: Các chỉ số đánh giá, so sánh lượng mưa CHIRPS với lượng mưa quan trắc theo năm và theo mùa

Trạm	Mùa mưa				Mùa khô				Cả năm			
	R	RMSE (mm)	MAE (mm)	BIAs	R	RMSE (mm)	MAE (mm)	BIAs	R	RMSE (mm)	MAE (mm)	BIAs
Hòa Bắc	0.72	377.1	236.57	-0.13	0.49	109.57	71.52	0.35	0.86	569.77	493.95	-0.04
Hòa Trung	0.68	237.86	176.09	-0.01	0.55	100.32	74.42	0.59	0.24	782.27	606.29	0.12

3.4. Mức độ và xu thế biến đổi lượng mưa lưu vực sông Cu Đê

3.3. Đánh giá, so sánh dữ liệu mưa vệ tinh CHIRPS theo năm và mùa

Sự phân bố lượng mưa năm theo dữ liệu vệ tinh CHIRPS trên lưu vực sông Cu Đê được thể hiện tại Hình 3, với màu xanh lam độ đậm nhạt khác nhau: lượng mưa càng lớn thang màu càng đậm và ngược lại. Kết quả tính toán cho thấy, sự phân bố không gian dữ liệu mưa có xu hướng thay đổi theo địa hình: khu vực đồng bằng lượng mưa năm thấp hơn, trong khi khu vực núi thì có lượng mưa cao hơn, được thể hiện rõ qua màu xanh lam đậm nổi bật trên bản đồ. Lượng mưa năm trung bình toàn khu vực biến đổi từ khoảng 2085.11 mm đến gần 3227.11 mm. Lượng mưa năm tính toán từ dữ liệu mưa vệ tinh khá phù hợp với lượng mưa năm trung bình quan trắc là 2488.053 mm (trạm Hòa Trung).



Hình 3: Phân bố lượng mưa năm lưu vực sông Cu Đê

Mùa khô, kéo dài từ tháng I đến tháng VII, có lượng mưa trung bình là 872.29 mm, chỉ chiếm

31.26% tổng lượng mưa hàng năm. Độ lệch chuẩn lượng mưa mùa khô là 186.14 mm và hệ số biến thiên (C_v) của lượng mưa mùa khô là 0,21, nằm trong khoảng từ 0,2 đến 0,3, như vậy mức độ biến động của lượng mưa mùa khô ở mức trung bình. Lượng mưa mùa khô có sự biến

thiên tương đối lớn giữa các năm, giá trị lớn nhất là 1334.33 mm, cao hơn giá trị trung bình 462.04 mm. Giá trị tối thiểu chỉ là 585.65 mm, thấp hơn giá trị trung bình mùa khô khoảng 286.64 mm. Chênh lệch giữa giá trị lượng mưa mùa khô lớn nhất và nhỏ nhất lên đến 748.68 mm.

Bảng 7: Đặc trưng thông kê biến đổi tổng lượng mưa năm, mưa mùa và mưa tháng trung bình lưu vực sông Cu Đê (1981-2016) với dữ liệu vệ tinh Chirps

Thể loại mưa	Trung bình (mm)	Độ lệch chuẩn (mm)	C_v	Max (mm)	Min (mm)
Mưa năm	2790.09	531.95	0.19	4112.22	2035.03
Mùa mưa	1917.80	506.24	0.26	3298.76	1121.66
Mùa khô	872.29	186.14	0.21	1334.33	585.65
Tháng 1	105.79	38.95	0.37	185.46	54.37
Tháng 2	25.74	9.01	0.35	50.33	11.27
Tháng 3	46.44	18.73	0.40	98.08	19.88
Tháng 4	51.58	19.83	0.38	103.78	17.03
Tháng 5	176.76	65.96	0.37	324.30	65.56
Tháng 6	233.27	99.26	0.43	473.91	55.75
Tháng 7	232.71	106.63	0.46	500.29	99.93
Tháng 8	336.66	149.17	0.44	781.22	91.88
Tháng 9	394.36	243.69	0.62	1273.79	110.64
Tháng 10	669.14	247.07	0.37	1220.65	305.39
Tháng 11	345.47	177.95	0.52	846.60	85.74
Tháng 12	172.17	96.69	0.56	512.04	88.24

Lượng mưa của các tháng trong năm biến đổi rất khác nhau. Các tháng trong mùa khô lượng mưa thấp và có sự biến động lớn cả về lượng mưa giữa các năm trong cùng một tháng và lượng mưa giữa các tháng trong năm. Trong cùng một tháng, tỉ lệ chênh lệch giữa lượng mưa tháng lớn nhất, nhỏ nhất so với lượng mưa trung bình tháng biến đổi từ 2 đến 5 lần. Lượng mưa trung bình tháng ở mức trung bình, biến đổi từ 76.7 mm đến 344.91 mm. Trong đó, tháng II là tháng có lượng mưa nhỏ nhất và đây cũng là tháng có lượng mưa biến đổi hàng năm mạnh mẽ nhất, hệ số biến đổi C_v của tháng II ở mức 0.35 (Bảng 7). Các tháng còn lại trong mùa khô hệ số biến đổi C_v biến đổi đều tăng so với tháng II. Tháng VII là tháng chuyển tiếp từ mùa khô sang mùa mưa, trong tháng sẽ xuất hiện những trận mưa đầu mùa

làm gia tăng lượng mưa tháng. Biến đổi lượng mưa trong các tháng mùa mưa không ổn định so với các tháng của mùa khô hệ số biến đổi C_v trong khoảng 0,37 đến 0,62. Riêng tháng IX hệ số biến đổi C_v cao lên đến 0,62, đây là tháng thứ 2 của mùa mưa và có lượng mưa lớn nhất là 1273.79 mm.

Nhìn chung, kết quả tính toán cho thấy mức độ biến đổi lượng mưa trong thời kỳ mùa khô và thời kỳ chuyển tiếp từ mùa mưa sang mùa khô khá lớn. Đây cũng là một trong những lý do, hàng năm Đà Nẵng gặp phải các vấn đề về hạn hán, thiếu hụt nguồn nước. Rõ ràng, cần một chiến lược về công tác quản lý, phân bổ nguồn nước hợp lý trước các thách thức về khí hậu, an ninh nguồn nước đã và đang diễn ra trong trung và dài hạn.

Xu thế biến đổi lượng mưa:

Bảng 8: Kết quả phân tích xu hướng lượng mưa hàng năm, theo mùa và theo tháng trung bình lưu vực sông Cu Đê (1981-2016)

Mưa	alpha	p-value	M - K (Z)	Sen's Slope	Xu thế
Năm	0,1	0.003	0.352	2.100	Tăng
Mùa mưa	0,1	0.849	0.024	0.011	Tăng
Mùa khô	0,1	0.693	-0.048	-0.167	Giảm
Tháng 1	0,1	0.859	-0.022	-0.046	Giảm
Tháng 2	0,1	0.967	-0.006	-0.018	Giảm
Tháng 3	0,1	0.924	-0.013	-0.158	Giảm
Tháng 4	0,1	0.881	0.019	0.185	Tăng
Tháng 5	0,1	0.007	0.314	4.087	Tăng
Tháng 6	0,1	0.035	0.248	6.499	Tăng
Tháng 7	0,1	0.859	0.022	0.535	Tăng
Tháng 8	0,1	0.099	0.194	4.013	Tăng
Tháng 9	0,1	0.009	0.308	2.145	Tăng
Tháng 10	0,1	0.001	0.403	25.811	Tăng
Tháng 11	0,1	0.002	0.356	22.951	Tăng
Tháng 12	0,1	0.215	0.146	4.102	Tăng

Kết quả tính toán cho thấy, lượng mưa các thời đoạn năm, mùa trung bình trên lưu vực sông Cu Đê đều có xu thế tăng nhẹ. Cụ thể, lượng mưa hàng năm có xu thế tăng với Sen's Slope là 2.1 mm/năm và giá trị M-K (Z) là 0.352. Tương tự, lượng mưa mùa mưa cũng có xu thế tăng với giá trị Sen's Slope là 0,011 mm/năm trong khi mùa mưa lại có xu thế giảm 0.167 mm/năm (Bảng 8). Tuy nhiên, các xu thế tăng này không quá lớn, vì vậy không đạt được mức ý nghĩa thống kê với α bằng 0,1. Giá trị p-value của cả lượng mưa năm và mùa mưa đều lớn hơn 0003, điều này cho thấy rằng xu thế tăng của lượng mưa năm và mùa mưa không đủ lớn để khẳng định có sự thay đổi đáng kể trong giai đoạn nghiên cứu. Xu thế biến đổi lượng mưa có sự khác biệt rõ rệt giữa các tháng trong giai đoạn nghiên cứu. Theo kết quả phân tích xu thế biến đổi Sen's Slope trong Bảng 8 có 9 tháng ghi nhận xu thế tăng lượng mưa, bao gồm: tháng IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI và XII, với mức tăng từ 0,185 mm/năm đến 25.811 mm/năm. Ngược lại, 3 tháng còn lại, gồm tháng I, II, III có xu thế giảm lượng mưa, với lượng mưa giảm từ 0,018

mm/năm đến 0,167 mm/năm.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã tiến hành đánh giá hiệu quả và độ chính xác của dữ liệu mưa vệ tinh CHIRPS ở lưu vực sông Cu Đê, thông qua việc so sánh với số liệu mưa thực đo tại các trạm khí tượng Hoà Bắc, Hoà Trung. Kết quả so sánh sẽ làm cơ sở để sử dụng mưa vệ tinh CHIRPS đánh giá mức độ và xu thế biến đổi mưa khu vực nghiên cứu. Kết quả đánh giá cho thấy sản phẩm mưa vệ tinh còn hạn chế đối với lượng mưa hàng ngày, chuỗi dữ liệu mưa vệ tinh CHIRPS chỉ phản ánh được thông qua việc nhận biết hiện tượng có mưa hoặc không có mưa. Mức độ tương quan lượng mưa ngày giữa lượng mưa vệ tinh và mưa quan trắc còn thấp, dưới 0,4. Tuy nhiên, khi phân tích theo hàng tháng, mùa và năm, chất lượng dữ liệu mưa của CHIRPS được cải thiện đáng kể. Hệ số tương quan đánh giá mưa tháng tốt, với tất cả các trạm giá trị R trên 0,7. Mặc dù hệ số tương quan đánh giá mưa mùa và mưa năm nhỏ hơn mưa tháng, R chỉ đạt 0.27 với trạm Hòa Trung.

Nghiên cứu cũng đã sử dụng mưa vệ tinh CHIRPS để phân tích sự biến đổi không gian và xu hướng dài hạn của lượng mưa hàng tháng, mùa và năm cho khu vực thành phố Đà Nẵng, trong 2 giai đoạn 1981-2016 với trạm Hòa Trung, 2008-2014 với trạm Hòa Bắc. Kết quả cho thấy lượng mưa hàng năm và mùa mưa có sự ổn định cao, với hệ số biến đổi thấp. Ngược lại, lượng mưa tháng có sự biến động lớn hơn, đặc biệt trong mùa khô và thời kỳ

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A. Serrat-Capdevila, J. B. Valdes, và E. Z. Stakhiv, “Water Management Applications for Satellite Precipitation Products: Synthesis and Recommendations”, *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, vol 50, số p.h 2, tr 509–525, 2014, doi: 10.1111/jawr.12140.
- [2] “CHIRPS: Rainfall Estimates from Rain Gauge and Satellite Observations | Climate Hazards Center - UC Santa Barbara”. [Online]. Available at: <https://www.chc.ucsb.edu/data/chirps>
- [3] Nguyễn Thành Luân, “Chuyên đề số 1.1: Thu thập, phân tích, tổng hợp các tài liệu khí tượng, thủy hải văn, địa hình, địa mạo khu vực nghiên cứu, đề tài: Đánh giá cơ chế gây xói lở, bồi tụ tại cửa sông Cu Đê; ảnh hưởng của việc nạo vét, khơi thông và đề xuất giải pháp ổn định vùng cửa sông Cu Đê và Vịnh Đà Nẵng”. Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển, 2023.
- [4] “A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data - ScienceDirect”. [Online]. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002216949700125X>
- [5] Ngô Đức Thành, Phan Văn Tân, “Kiểm nghiệm phi tham số xu thế biến đổi của một số yếu tố khí tượng giai đoạn 1961-2007”, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự Nhiên và Công nghệ*, 2012.

chuyển tiếp giữa hai mùa, với hệ số biến đổi C_v dao động từ 0,21 đến 0,26.

LỜI CẢM ƠN: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Ủy ban nhân dân thành phố Đà Nẵng, từ kết nghiên cứu của đề tài: “Đánh giá cơ chế gây xói lở, bồi tụ cửa sông Cu Đê; ảnh hưởng của việc nạo vét, khơi thông và đề xuất giải pháp ổn định vùng cửa sông Cu Đê và vịnh Đà Nẵng”; Chủ nhiệm đề tài: ThS. Nguyễn Thành Luân.