

SO SÁNH CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÂN PHỐI MƯA KHÔNG GIAN CHO LƯU VỰC VU GIA THU BỒN - VIỆT NAM

Võ Ngọc Dương

Tóm tắt: Mưa được xem là dữ liệu đầu vào khá quan trọng khi mô phỏng chế độ thủy văn lưu vực. Nhưng việc đo đạc dữ liệu mưa trong thực tế còn nhiều khó khăn. Do đó, việc sử dụng dữ liệu mưa tập trung có thể dẫn tới sự không chính xác khi nghiên cứu chế độ thủy văn của lưu vực. Vì vậy, phân phối mưa theo không gian để nâng cao chất lượng mô phỏng thủy văn lưu vực là hết sức cần thiết. Tuy nhiên, việc lựa chọn một phương pháp phân phối mưa phù hợp phục vụ nghiên cứu chế độ thủy văn gặp không ít khó khăn. Với mục đích lựa chọn phương pháp phân bố mưa không gian phù hợp nhất cho lưu vực Vu Gia Thu Bồn, nghiên cứu này tiến hành so sánh hiệu năng của các phương pháp phân phối khác nhau, như Thiessen Polygon, IDW, Spline, Kriging, GWR. Kết quả cho thấy Kriging là phương pháp tốt nhất cho phân phối mưa không gian ở lưu vực Vu Gia Thu Bồn. Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng chỉ ra sự không chắc chắn trong so sánh, lựa chọn phương pháp phân bố mưa.

Từ khóa: Phân phối không gian, mưa, Vu Gia Thu Bồn, Thiessen Polygon, IDW, Spline, Ordinary Kriging, GWR.

Ban Biên tập nhận bài: 22/04/2018 Ngày phản biện xong: 12/05/2018 Ngày đăng bài: 25/06/2018

1. Đặt vấn đề

Mưa được xem là yếu tố then chốt, ảnh hưởng lớn đến chế độ thủy văn của lưu vực. Điều này đã được khẳng định thông qua nhiều nghiên cứu trước đây [1, 2]. Do đó, việc phân phối mưa theo không gian có ảnh hưởng nhất định đến kết quả nghiên cứu, phân tích chế độ dòng chảy của lưu vực, đặc biệt là đối với các lưu vực lớn. Chất lượng dữ liệu mưa phân phối theo không gian phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó mật độ trạm đo được xem là yếu tố có ảnh hưởng lớn nhất đến quá trình hình thành dòng chảy. Mật độ trạm đo mưa càng dày, càng thể hiện được chi tiết quá trình mưa diễn ra trong lưu vực, từ đó cho kết quả chính xác hơn trong nghiên cứu chế độ thủy văn của lưu vực [3]. Mặc dù đã được nghiên cứu và phân tích nhiều nhưng tới nay các nhà khoa học vẫn chưa đưa ra một tiêu chí cụ thể về mật độ trạm hợp lý cho một lưu vực. Duy chỉ

một vài đề xuất dựa trên thực tế nghiên cứu của một vài lưu vực cụ thể. Ví dụ như, sau khi nghiên cứu cho lưu vực Lee ở Anh, nhóm tác giả [4] cho rằng đối với những lưu vực lớn hơn 1,000 km² thì số trạm đo tối thiểu phải là 16 trạm, còn đối với những lưu vực nhỏ dao động trong khoảng 80 km² đến 280 km² thì cần 4 trạm tới 7 trạm. Trong khi đó, tổ chức khí tượng thế giới (World Meteorological Organization, viết tắt tên tiếng Anh WMO) khuyến cáo rằng đối với khu vực vùng đồng bằng một trạm có thể bao phủ một phạm vi khoảng 600 km² đến 900 km², ngược lại đối với khu vực miền núi thì con số này là 100 km² đến 250 km². Nhưng do nhiều yếu tố khách quan cũng như chủ quan, việc đạt được một mật độ trạm hợp lý đủ để thể hiện đặc trưng mưa của một lưu vực là rất khó. Điều này phụ thuộc vào rất nhiều vấn đề, từ diện tích lưu vực, địa hình lưu vực, đặc điểm khí tượng thủy văn của lưu vực, cũng như vấn đề về kinh tế và vận hành các trạm đo, nhất là đối với các nước đang phát triển cũng như ở các lưu vực có diện tích lớn. Do đó,

¹Khoa Xây dựng Thủy lợi-Thủy điện, Trường Đại học Bách Khoa - Đại học Đà Nẵng
Email: duong.tltd.bk@gmail.com

để nâng cao chất lượng mô phỏng quá trình mưa dòng chảy cho một lưu vực việc phân phối lại lượng mưa theo không gian dựa trên số liệu của các trạm đo là hết sức cần thiết.

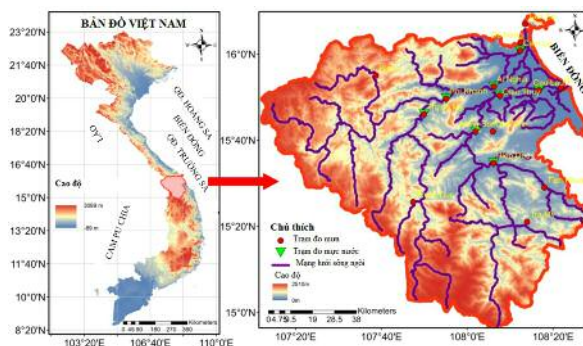
Với sự phát triển của toán học, hiện có rất nhiều phương pháp khác nhau để phân phối dữ liệu mưa theo không gian. Nhưng về cơ bản hai phương pháp sau được tập trung nhiều nhất, phương pháp tất định và phương pháp địa thống kê. Phương pháp đầu tiên cổ điển hơn, bao gồm phương pháp đa giác thái sơn (*Thiessen polygon*), phương pháp khoảng cách nghịch đảo có trọng số (*Inverse Distance Weighting-IDW*), phương pháp đường đẳng trị (*Spline*), phương pháp lân cận tự nhiên (*natural neighbor*). Những phương pháp phân phối này đã xuất hiện từ rất lâu, khá đơn giản, do đó được áp dụng nhiều trong thực tế và đã khẳng định giá trị nhất định trong việc phân bố lại lượng mưa trong không gian, giúp hạn chế được phần nào ảnh hưởng của mạng lưới trạm đo mưa lên kết quả phân phối lượng mưa theo không gian. Tuy nhiên, các phương pháp phân phối cổ điển này không có khả năng kể đến ảnh hưởng của các yếu tố khác (địa hình, độ dốc, gió, nhiệt độ, khoảng cách so với bờ biển) đến phân phối mưa theo không gian cho nên theo nhiều chuyên gia thì độ chính xác của các phương pháp này chưa thật cao. Những yếu điểm trên có thể khắc phục được với các đặc tính nổi trội của các phương pháp phân phối địa thống kê, như phân phối Kriging, phương pháp hồi quy theo trọng số địa lý (*GWR*). Với những phương pháp này thì việc kể đến ảnh hưởng của các yếu tố có thể ảnh hưởng đến lượng mưa trở nên dễ dàng hơn, qua đó nâng cao tính chính xác của số liệu mưa phân phối [5, 6].

Vu Gia Thu Bồn là một lưu vực lớn, có chế độ dòng chảy tương đối phức tạp ở khu vực miền Trung - Việt Nam. Với mạng lưới trạm đo mưa khá thưa thớt, phân bố không đồng đều, dẫn tới những khó khăn nhất định trong việc mô phỏng chế độ thủy văn lưu vực. Do đó, nhằm giảm thiểu những hạn chế trên, việc sử dụng dữ liệu mưa phân phối theo không gian trong mô phỏng chế độ thủy văn lưu vực là hết sức cần thiết.

Trong bài báo này, nhóm tác giả sẽ trình bày hiệu xuất của các phương pháp phân phối mưa khác nhau (*Thiessen Polygon*, *IDW*, *Spline*, *Ordinary Kriging*, *GWR*) đối với lưu vực Vu Gia Thu Bồn. Kết quả được phân tích một cách tổng thể, từ mật độ trạm, vị trí trạm, cũng như khoảng cách giữa các trạm để hy vọng cung cấp một cái nhìn tổng thể về việc phân phối mưa theo không gian, làm căn cứ để lựa chọn phương pháp phân phối mưa cho lưu vực Vu Gia - Thu Bồn.

2. Giới thiệu vùng nghiên cứu

Vu Gia - Thu Bồn là một hệ thống sông lớn ở miền Trung - Việt Nam bắt nguồn từ phía đông dãy núi Trường Sơn và chảy ra biển gần các thành phố Đà Nẵng và Hội An (hình 1). Lưu vực sông trải dài từ $14^{\circ}90'$ tới $16^{\circ}20'N$ và từ $107^{\circ}20'$ tới $108^{\circ}70'E$. Lưu vực bao quanh bởi lưu vực sông Cu Đê ở phía Bắc; Lào về phía tây; lưu vực Trà Bồng (thuộc lưu vực Sê San) về phía Nam; Lưu vực Tam Kỳ về phía đông và biển phía Đông. Hệ thống này có hai con sông chính: sông Vu Gia và sông Thu Bồn chảy qua nhiều địa hình phức tạp, ở vùng núi tương đối hẹp với độ cao tối đa 2.600 m ở núi Ngọc Linh. Nơi có nhiều dốc đứng và vùng duyên hải phẳng ở hạ lưu dễ bị ngập lụt hàng năm, bao gồm hệ thống sông ven biển kết nối phức tạp với nhau [7]



Hình 1. Lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn và mạng lưới trạm khí tượng thủy văn.

Lưu vực này nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa, lượng mưa hàng năm lớn, trung bình từ 2000 mm tới 4000 mm. Lượng mưa này phân bố không đều theo không gian và theo thời gian. Xu hướng mưa tăng dần từ thấp lên cao và từ phía bắc tới phía nam của lưu vực, nơi tập trung các dãy núi cao. Và khoản 65% đến 80% phân bố

trong mùa mưa từ tháng 9 đến tháng 12 [8].

Mặc dù với hình thái khí hậu phức tạp, cơ sở hạ tầng quan trắc ở khu vực này còn khá thưa, chỉ có 15 trạm trên 10,350km². Trung bình một trạm đại diện cho một diện tích lên tới 690 km². Căn cứ trên nghiên cứu của Segond và cộng sự, Nicôtina và cộng sự [4], [9], thì mật độ trạm đo đặt ở khu vực Vu Gia - Thu Bồn là khá thưa. Điều này dẫn tới những hạn chế nhất định trong việc mô phỏng chế độ thủy văn lưu vực.

3. Công cụ và phương pháp nghiên cứu

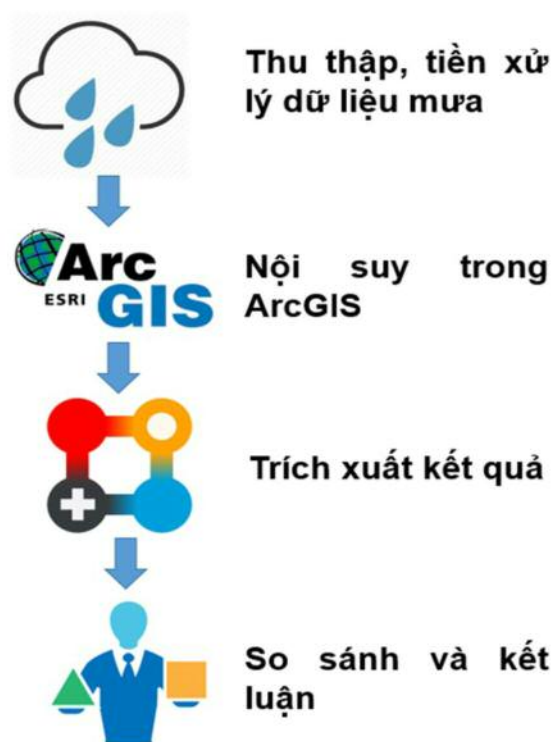
Nhằm đánh giá hiệu năng của các phương pháp phân phối mưa đối với khu vực sông Vu Gia Thu Bồn, dữ liệu mưa ngày của 15 trạm quan trắc trong lưu vực (bảng 1), từ 2005-2010 được tiến hành phân phối và so sánh theo phương pháp trong hình 2, hình 3. Các phương pháp phân phối mưa theo không gian được sử dụng trong nghiên cứu là các phương pháp phân phối cơ bản hiện nay như: IDW, Kriging, SPLINE, Thiessen Polygon, GWR.

Bảng 1. Số liệu mưa ngày lớn nhất và mưa trung bình ngày trong gian đoạn nghiên cứu

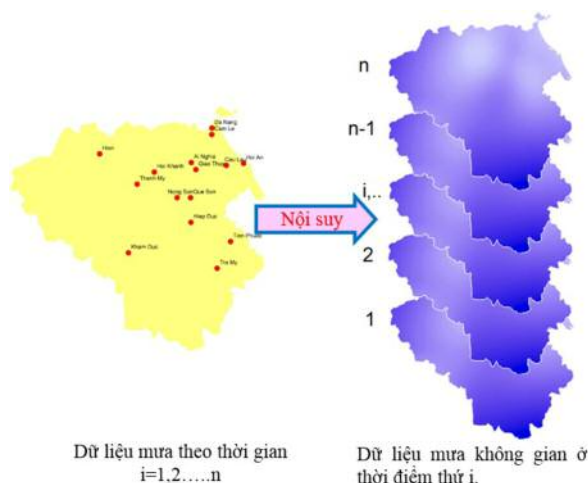
	Mưa ngày lớn nhất (mm)	Mưa trung bình ngày (mm)
Đà Nẵng	306.80	6.90
Cẩm Lệ	332.40	6.86
Hội An	425.00	6.44
Câu Lâu	290.00	7.21
Giao Thủy	297.60	7.61
Ái Nghĩa	329.10	8.22
Hội Khánh	366.50	6.71
Hiên	440.30	7.78
Thành Mỹ	426.10	6.63
Nông Sơn	317.70	9.23
Quế Sơn	292.10	8.07
Hiệp Đức	419.30	9.22
Tiên Phước	426.10	9.68
Khâm Đức	401.00	11.54
Trà My	504.00	12.24

Thiessen Polygon là phương pháp phân phối mưa khá phổ biến, phương pháp này xác định giá trị mưa tại một điểm trong lưu vực dựa trên nguyên tắc lượng mưa trung bình trên toàn lưu vực là trung bình có trọng số của các lượng mưa tại các trạm thành phần với trọng số tỉ lệ với diện tích của hình đa giác chứa trạm mưa đó. Phương pháp này được phát triển bởi Alfred H. Thiessen vào năm 1911. Phương pháp khoảng cách nghịch đảo có trọng số (IDW) là phương pháp nội suy xác định giá trị mưa tại vị trí chưa biết bằng cách tính trung bình trọng số khoảng cách giá trị mưa của các vị trí đã biết giá trị trong vùng lân cận. Những vị trí càng cách xa vị trí cần tính giá trị càng ít ảnh hưởng đến giá trị tính toán [10]. Trong khi đó, phương pháp nội suy Spline tính toán các giá trị mưa tại vị trí chưa biết thông qua một hàm toán học có thể biểu diễn một bề mặt đi qua các điểm có giá trị [11]. Phương pháp Kriging được phát triển bởi nhà toán học Georges Matheron. Theo phương pháp này các giá trị cần nội suy được xác định thông qua một thuật toán bình phương tối thiểu tuyến tính dựa trên các dữ liệu thực đo [12]. Phương pháp hồi quy theo trọng số địa lý (GWR) là phương pháp thống kê không gian dùng để xác định các giá trị mưa tại những vị trí chưa biết dựa vào sự thay đổi của các giá trị mưa theo vị trí quan trắc [13]. Trong nghiên cứu này, các phương pháp trên được ứng dụng để phân phối lại mưa theo không gian dựa trên sự hỗ trợ của phần mềm ARCGIS 10.5.

Một trong những khó khăn nhất của trong việc xác định hiệu quả của các phương pháp phân phối mưa đó là kiểm định kết quả phân phối. Trong phạm vi nghiên cứu này, tác giả đề xuất sử dụng phương pháp kiểm định chéo (cross validation) (hình 4) để xác định hiệu quả của các phương pháp phân phối [14, 15]. Nội dung cơ bản của phương pháp này là sử dụng dữ liệu thực đo tại một trạm bất kỳ để so sánh với kết quả phân phối đạt được tại vị trí đó.



Hình 2. Quy trình so sánh lựa chọn phương pháp phân phối mưa không gian

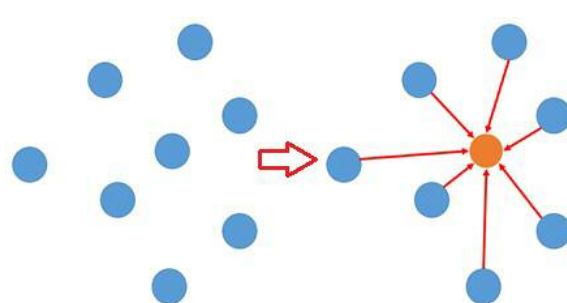


Hình 3. Phương pháp phân phối mưa theo không gian

Hiệu suất của các phương pháp được thể hiện qua các chỉ số thống kê như Root mean squared error (RMSE), Hệ số tương quan (R) và hệ số Nash-Sutcliffe (E) - được dùng như các chỉ tiêu đánh giá mức độ hiệu quả của các phương pháp phân phối.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{obs,i} - X_{model,i})^2}{n}}$$

(2)



Hình 4. Sơ đồ phương pháp kiểm định chéo.

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{obs,i} - \bar{X}_{obs})(X_{model,i} - \bar{X}_{model})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{obs,i} - \bar{X}_{obs})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (X_{model,i} - \bar{X}_{model})^2}} \quad (2)$$

$$E = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (X_{obs,i} - X_{model,i})^2}{\sum_{i=1}^n (X_{obs,i} - \bar{X}_{obs})^2} \quad (3)$$

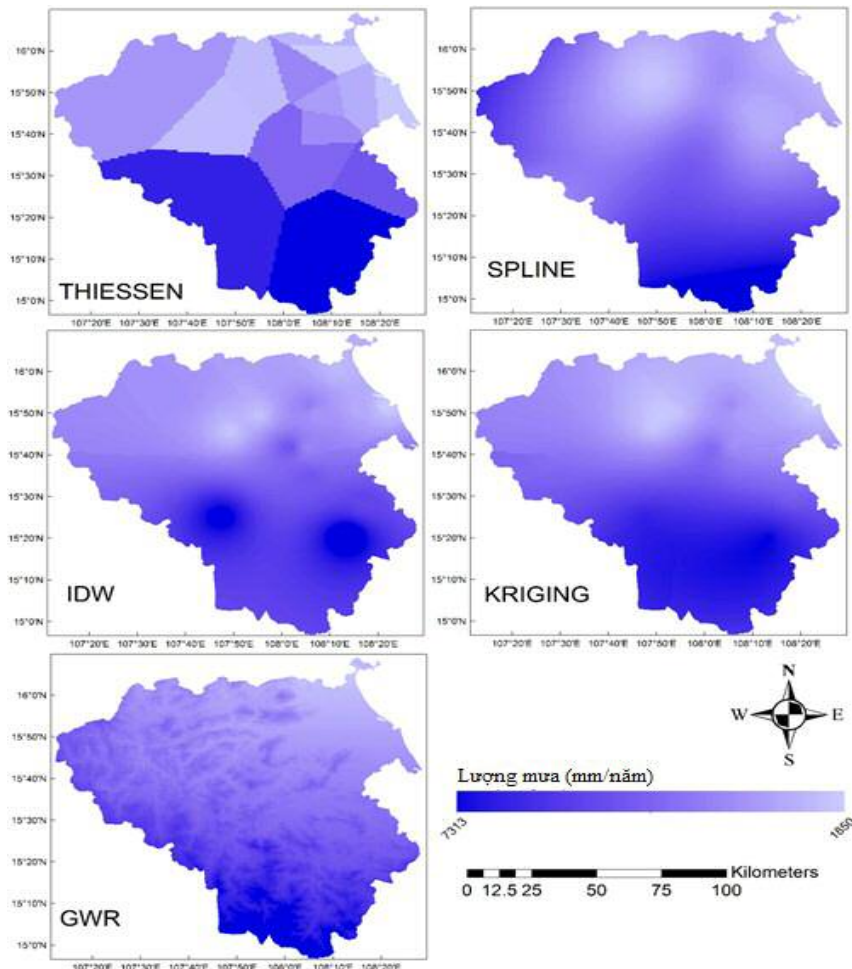
Trong đó X_{obs} là giá trị mưa thực đo; X_{model} là giá trị mưa phân phối / vị trí thứ i.

4. Kết quả và thảo luận

Kết quả cho thấy có một sự khác biệt rất lớn

giữa các phương pháp phân phối mưa theo không gian (hình 5). Sự khác biệt này được nhận định xuất phát từ sự tương hợp giữa các phương pháp phân phối với phân bố trạm quan trắc mưa

trong khu vực. Trong so sánh này, những phương pháp tính đến yếu tố phân bố theo không gian của trạm mưa cho hiệu suất cao hơn những phương pháp phân phối thông thường.



Hình 5. Kết quả phân phối mưa trung bình năm tương ứng các phương pháp Thiessen Polygon, Spline, IDW, Kriging, GWR

Kết quả thống kê trong bảng 2 cho thấy, hầu hết các chỉ số thống kê của các phương pháp Kriging và IDW là tốt hơn các phương pháp còn lại. Xét chỉ số RMSE và E, thì hai phương pháp này cho kết quả cao nhất. Bên cạnh thể hiện thông qua các chỉ số, hiệu quả của các phương pháp này còn được thể hiện thông qua mức độ ổn định đối với các khu vực khác nhau, như vùng núi hay đồng bằng ven biển. Kriging và IDW đều có sai số RMSE khá nhỏ và chỉ số E lớn hơn 0.8 ở hầu hết các trạm ven biển như Hội An, Câu Lâu, Cẩm Lệ nơi có địa hình khá bằng phẳng, mật độ trạm đo tương đối dày hơn. Đối với khu

vực núi như ở trạm Trà My, Hiên thì các phương pháp này cho kết quả có thể chấp nhận được. Ứng với các trường hợp này sai số RMSE cũng khá nhỏ, trong khi chỉ số E có thể đạt tới 0.6. Ngược lại, các phương pháp còn lại được cho rằng là phụ thuộc lớn vào mật độ trạm, cũng như vị trí trạm. Điều đó thể hiện rõ trong các chỉ số thống kê ở bảng 1. Vấn đề này hoàn toàn phù hợp với nhiều nghiên cứu trước đây như nghiên cứu của Tao và cộng sự, Goovaerts và các cộng sự [11, 12].

Bảng 2. Chỉ số thống kê tương ứng các phương pháp phân phối mưa không gian.

		Thiessen	GWR	IDW	Kriging	Spline
Trà My	RMSE	22.93	20.9	22.15	20.37	28.68
	E	0.57	0.63	0.59	0.65	0.32
Thanh Mỹ	RMSE	10.11	12.47	10.43	10.59	16.96
	E	0.757	0.631	0.742	0.734	0.317
Nông Sơn	RMSE	15.64	11.63	12.60	11.88	15.57
	E	0.618	0.789	0.752	0.779	0.621
Hội An	RMSE	9.437	40.52	9.161	9.547	15.87
	E	0.841	-1.937	0.85	0.837	0.549
Hiên	RMSE	15.10	32.12	14.06	14.28	45.25
	E	0.551	-1.03	0.611	0.599	-3.029
Giao Thủy	RMSE	10.06	10.12	8.464	9.427	10.15
	E	0.826	0.824	0.877	0.848	0.823
Câu Lâu	RMSE	9.437	21.55	7.761	7.855	11.89
	E	0.853	0.235	0.901	0.898	0.767
Cẩm Lệ	RMSE	7.441	11.04	7.187	8.015	7.17
	E	0.903	0.786	0.909	0.887	0.91

Trong khi đó, phương pháp hồi quy trọng số địa lý GWR một phương pháp sử dụng khá nhiều hiện nay, được kỳ vọng cho hiệu suất cao. Nhưng GWR chưa thể hiện được tính ưu việt đối với lưu vực Vu Gia - Thu Bồn, dù cho phương pháp này đã kể đến sự ảnh hưởng của độ cao tới sự phân bố mưa. Các tham số thống kê trong

bảng 1 cho thấy, dường như phương pháp này không phù hợp với điều kiện cơ sở hạ tầng quan trắc hiện nay của Vu Gia - Thu Bồn. Ở một số trạm, nơi được bao phủ bởi các trạm khác thì phương pháp GWR cho kết quả khá tốt như Thành Mỹ ($E=0.63$), Nông Sơn ($E=0.79$), Giao Thủy ($E=0.82$).

Bảng 3. Lượng mưa trung bình ngày (mm) thực đo và mô phỏng thời đoạn 2005 - 2010

	Trà My	Hiên	Nông Sơn	Thành Mỹ	Cẩm Lệ	Câu Lâu
Thực đo	12.24	7.78	9.23	6.63	6.44	7.21
Thiessen	9.68	6.63	8.07	6.71	6.9	6.44
GWR	9.35	13.28	7.81	8.05	7.62	7.52
IDW	9.05	7.51	7.98	7.63	6.96	7.23
Kriging	10.25	7.64	7.73	8.06	7.53	7.42
Spline	14.48	15.88	8.21	9.22	7.26	7.14

Đối với các phương pháp phân phối mưa truyền thống khác, so sánh kết quả của các trạm, thì đường như hiệu quả của các phương pháp này phụ thuộc rất lớn vào mật độ trạm. Những nơi nào có mật độ trạm cao thì cho kết quả khá tốt. Phân bố Spline và Thiessen là điển hình cho nhận định trên. Và một điểm nữa là, ở các phương pháp truyền thống, kết quả chịu ảnh hưởng rất lớn từ các trạm bên cạnh. Cụ thể là khi xét tới trạm Cẩm Lệ, trạm Câu Lâu nơi gần với trạm Đà Nẵng, trạm Hội An thì các phương pháp truyền thống rất tốt như Thiessen ($E=0.903$), Spline ($E=0.91$).

Kết quả còn thể hiện ở sự khác nhau giữa các phương pháp qua lượng mưa trung bình ngày (bảng 3) cũng như lượng mưa trung bình năm (hình 5). Trong số các phương pháp phân phối thì, Spline cho kết quả mưa năm lớn nhất khi mà có thể đạt tới 7.313,71 mm, tiếp sau là GWR là 6.838,3 mm, Kriging là 4467,63 mm và IDW là 4.464,87 mm so với kết quả lớn nhất thực đo là 4.469,3 mm. Cũng tương tự theo chiều ngược lại, phương pháp Spline cũng cho kết quả sai lệch nhiều nhất so với thực đo (Spline 1.850,93 mm so với thực đo 2.303,48 mm). Phân tích lượng mưa trung bình ngày trong bảng 3, ta cũng dễ dàng nhận thấy, các phương pháp như Thiessen, Spline, IDW dễ cho kết quả ít ổn định hơn. Các phương pháp này có thể cho kết quả sai khác lên tới 104,11% so với thực đo (Trạm Hiên), trong khi các phương pháp còn lại cho sự sai khác giao

động từ 0,2% đến 30%. Kết quả này cũng tương đồng với kết quả của Wagner và các cộng sự, Tao và các cộng sự [15], [11].

5. Kết luận

Với mục đích lựa chọn phương pháp phân phối mưa theo không gian phù hợp với lưu vực Vu Gia Thu Bồn. Nghiên cứu đã tiến hành phân phối mưa theo không gian tại lưu vực này bằng các phương pháp khác nhau. So sánh trên kết quả phân phối mưa từ 2005 đến 2010, nghiên cứu cho thấy rằng có một sự khác biệt rất lớn trong kết quả phân phối mưa theo không gian. Sự khác biệt trên chứng tỏ vai trò của phân phối mưa theo không gian đối với mô phỏng chế độ thủy văn lưu vực. Kết quả cũng cho thấy các phương pháp phân phối mưa truyền thống như Thiessen, Spline, cho kết quả kém hơn so với IDW, Kriging hay GWR. Phân tích cũng cho thấy, mật độ trạm và vị trí đặt trạm có ảnh hưởng rất lớn tới kết quả phân phối mưa theo không gian. Tùy phương pháp mà mật độ trạm và vị trí đặt trạm có vai trò khác nhau. Đối với các phương pháp truyền thống, mật độ trạm và khoảng cách trạm có ảnh hưởng lớn tới kết quả phân phối. Còn với các phương pháp Kriging, GWR thì bên cạnh yếu tố trên, vị trí trạm cũng có ảnh hưởng rất lớn. So sánh 5 phương pháp, Kriging là phương pháp phân phối mưa không gian phù hợp nhất với lưu vực Vu Gia Thu Bồn. Tuy nhiên, kết quả các tham số thống kê cũng còn khá thấp. Điều đó chứng tỏ mật độ trạm đo ở Vu Gia Thu Bồn khá

thưa. Để phản ánh được đặt trung mưa của lưu vực thì kiến nghị cần đặt thêm trạm quan trắc ở khu vực này, nhất là đối với các khu vực miền núi.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này nằm trong khuôn khổ đề tài B2016-DNA-26-TT được cấp kinh phí bởi Quỹ Phát Triển Khoa Học và Công Nghệ Đại Học Đà Nẵng. Tác giả xin chân thành cảm ơn Đài Khí Tượng Thủy Văn Trung Trung Bộ và Đại học Đà Nẵng đã hỗ trợ cho nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

1. Goldreich. Y, (1994), *The spatial distribution of annual rainfall in Israel a review*, Theor. Appl. Climatol., 50 (1 - 2), 45 - 59.
2. Moon. J, Srinivasan. R, and Jacobs. J. H, (2004), *Stream flow estimation using spatially distributed rainfall in the Trinity River basin, Texas*, Trans. ASAE, 47 (5), 1445 - 1451.
3. Vaes. G, Willems. P, and Berlamont. J, (2001), *Rainfall input requirements for hydrological calculations*, Urban Water, 3 (1), 107 - 112.
4. Segond. M.-L, Wheater. H. S, and Onof. C, (2007), *The significance of spatial rainfall representation for flood runoff estimation: A numerical evaluation based on the Lee catchment, UK*, J. Hydrol., 347 (1), 116 - 131.
5. Ly. S, Charles. C, and Degre. A, (2011), *Geostatistical interpolation of daily rainfall at catchment scale: the use of several variogram models in the Ourthe and Ambleve catchments, Belgium*, Hydrol. Earth Syst. Sci., 15 (7), 2259 - 2274.
6. Li. B. Q, Hou. B. D, Dong. X. Y, and Wang. H. J, (2017), *A multifactor analysis of the spatial distribution of annual mean extreme precipitation-Taking the Yellow River Basin as an example*, in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 82(1), 12025.
7. RETA 6470 (2011), *Investment, Managing water in Asia's river basins: Charting progress and facilitating - The Vu Gia-Thu Bon Basin*.
8. TO. T. N, (2005), *Strategic plan for integrated water resources management of the Vu Gia Thu Bon Basin Organization*.
9. Nicótina. L, Alessi Celegon. E, Rinaldo. A, and Marani. M, (2008), *On the impact of rainfall patterns on the hydrologic response*, Water Resour. Res., 44 (12).
10. Goovaerts. P, (2000), *Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall*, J. Hydrol., 228 (1), 113 - 129.
11. Tao. T, Chocat. B, Liu. S, and Xin. K, (2009), *Uncertainty Analysis of Interpolation Methods in Rainfall Spatial Distribution—A Case of Small Catchment in Lyon*, J. Water Resour. Prot., vol. 1 (2), 136 - 144,.
12. Goovaerts. P, (1997), *Geostatistics for natural resources evaluation*. Oxford university press.
13. Fotheringham. A. S, Brunson. C, and Charlton. M, (2003), *Geographically weighted regression: The analysis of spatially varying relationships*. John Wiley & Sons.
14. Di Piazza. A, Lo Conti. F, Noto. L. V, Viola. F, and La Loggia. G, (2011), *Comparative analysis of different techniques for spatial interpolation of rainfall data to create a serially complete monthly time series of precipitation for Sicily, Italy*, Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf., 13 (3), 396 - 408.
15. Wagner. P. D, Fiener. P, Wilken. F, Kumar. S and Schneider. K (2012), *Comparison and evaluation of spatial interpolation schemes for daily rainfall in data scarce regions*, J. Hydrol., 464, 388 - 400.

THE COMARISON OF RAINFALL SPATIAL DISTRIBUTION METHODS FOR VU GIA THU BON CATCHMENT

Vo Ngoc Duong

University of Science and Technology - The University of Da Nang

Abstract: *Rainfall is considered as major input data for hydrological modelling. Nevertheless, rainfall data collection in reality has faced many difficulties. Therefore, using the lumped rainfall data might reduce the accuracy in studying the catchment hydrological process. Accordingly, it is necessary to redistribute spatially the rainfall data for hydrological studies. However, it is not easy to select a suitable rainfall distributed method for an area. In order to find out the most suitable spatial distributed method for Vu Gia Thu Bon catchment, the performance of several different interpolation methods such as Thiessen polygons, Inverse-distance weight, Spline, Ordinary Kriging, geographically weighted regression is compared. The result demonstrates the advantage of geostatistical techniques in rainfall distribution, particularly, the Kriging methods and suggested to apply this interpolation for Vu Gia Thu Bon catchment. Additionally, the analysis has shown the uncertainty of spatial distributed rainfall.*

Keywords: *Spatial interpolation, rainfall, Vu Gia Thu Bon, Thiessen Polygon, IDW, Spline, Ordinary Kriging, GWR.*