

XÂY DỰNG BỘ SỐ LIỆU LƯỢNG MƯA NGÀY VNGP_1deg TRÊN LƯỚI $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ KINH Vĩ CHO VIỆT NAM

SV. Trần Anh Đức, PGS.TS. Phan Văn Tân - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐH Quốc gia Hà Nội
TS. Ngô Đức Thành - Đài Khí tượng Cao không, Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia

Bộ dữ liệu mưa toàn cầu GPCP và dữ liệu mưa tại các trạm quan trắc của Việt Nam đã được kết hợp với nhau sử dụng phương pháp nội suy Cressman, kết quả là đã tạo được một bộ số liệu mưa ngày trên lưới $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ kinh vĩ, cho giai đoạn từ tháng 10/1996 đến tháng 12/2007, gọi là VnGP_1deg. Kết quả đánh giá bộ dữ liệu VnGP_1deg với bộ số liệu mưa APHORODITE của Nhật Bản cho một số trường hợp mưa cụ thể cho thấy ưu điểm nổi trội của VnGP_1deg cả về phương diện phân bố thời gian và phân bố không gian.

1. Mở đầu

Mưa là một trong những biến khí hậu quan trọng nhất. Hiện nay trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng đang sử dụng một số loại dữ liệu mưa như CRU (Climate Research Unit) [New và ccs., 1999, 2000], GPCP (Global Precipitation Climatology Project) (GPCP) [Adler và ccs., 2003], CMAP (CPC Merged Analysis of Precipitation) [Xie and Arkin, 1997], NCC [Ngô Đức Thành và ccs., 2005], APHORODITE [Yatagai và ccs., 2009], ... để phục vụ cho công tác nghiên cứu khí hậu. Mỗi loại số liệu mưa đều có ưu, nhược điểm riêng. Tuy nhiên hiện tại các nguồn số liệu trên vẫn chưa thay thế được nguồn số liệu quan trắc hàng ngày từ mạng lưới trạm khí tượng. Vì thế đặt ra một yêu cầu là phải kết hợp cả hai loại dữ liệu này để tạo được một bộ dữ liệu tốt hơn.

Việc kết hợp các nguồn số liệu này cho đến nay đã có một số nước nghiên cứu thực hiện. Điển hình là tại Nhật Bản có dự án APHORODITE [Yatagai và ccs., 2009] xây dựng nguồn dữ liệu lượng mưa ngày trong giai đoạn từ năm 1961 đến 2004 cho toàn bộ khu vực gió mùa Châu Á, với phân giải lên đến 0.25° kinh vĩ. Trong nghiên cứu này chúng tôi tiến hành

xây dựng một bộ số liệu mới dựa vào dữ liệu mưa trên lưới GPCP và dữ liệu quan trắc tại các trạm của Việt Nam. Trong quá trình thực hiện, chúng tôi cũng đã tiến hành so sánh với nguồn dữ liệu của Nhật Bản và thu được những kết quả rất khả quan. Bài báo này sẽ trình bày phương pháp xây dựng bộ số liệu VnGP_1deg và một số kết quả đánh giá chất lượng khi so sánh với số liệu quan trắc thực tế ở Việt Nam.

2. Số liệu và Phương pháp

Số liệu quan trắc ở Việt Nam:

Nguồn số liệu quan trắc được sử dụng trong nghiên cứu này là lượng mưa tích lũy 24h từ năm 1961 đến nay, được thu thập từ 59 trạm khí tượng, khí hậu trên toàn quốc. Để thống nhất việc quản lý số liệu quan trắc, một cơ sở dữ liệu đã được xây dựng. Nguyên tắc chung khi lập cơ sở dữ liệu này là số liệu tại các trạm phải có định dạng và cấu trúc file giống nhau; ở đây đã chọn định dạng ASCII (file TEXT).

Số liệu GPCP (Global Precipitation Climatology Project):

GPCP được thành lập bởi Chương trình nghiên

cứu Khí hậu Thế giới (WCRP) nhằm giải quyết vấn đề lượng hóa sự phân bố mưa trên toàn cầu trong nhiều năm [Adler và ccs., 2003]. Phương pháp chung xây dựng bộ số liệu GPCP là kết hợp thông tin lượng mưa sẵn có từ các nguồn khác nhau tạo thành một sản phẩm tổng hợp trong đó tận dụng được những điểm mạnh của mỗi loại dữ liệu. Số liệu từ hơn 6000 trạm đo mưa, từ vệ tinh địa tĩnh và từ ảnh hồng ngoại, vi ba bị động (passive microwave), thám trắc vô tuyến từ vệ tinh quỹ đạo thấp được kết hợp với nhau, tạo nên một bộ số liệu tốt trên cả đại dương và mặt đất.

GPCP có một số sản phẩm dữ liệu mưa khác nhau, như số liệu lượng mưa ngày, số liệu lượng mưa tháng, số liệu lượng mưa 5 ngày. Website cung cấp số liệu GPCP là: <http://www.precip.gsfc.nasa.gov/> Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã sử dụng số liệu mưa ngày của GPCP, với độ phân giải $1^\circ \times 1^\circ$. Bộ số liệu này được tổ chức dưới dạng lưới kinh vĩ và lưu trữ dưới dạng các file NETCDF, do đó khá thuận lợi khi hiển thị và có thể truy cập một cách dễ dàng thông qua các ngôn ngữ lập trình thông dụng như C hay Fortran.

Mặc dù các chuỗi số liệu lượng mưa ngày trên mạng lưới trạm khí tượng Việt Nam thường dài hơn, nhưng do số liệu mà GPCP cung cấp chỉ có từ 10/1996 nên bài báo này chỉ nghiên cứu xây dựng bộ số liệu lượng mưa ngày cho giai đoạn từ tháng 10/1996 cho đến tháng 12/2007. Tuy nhiên, khi có sự bổ sung của số liệu quan trắc cũng như số liệu GPCP thì việc xây dựng cho khoảng thời gian khác sẽ được áp dụng theo quy trình hoàn toàn tương tự.

Phương pháp nội suy Cressman:

Phương pháp phổ biến nhất để kết hợp dữ liệu mưa quan trắc tại các trạm khí tượng và lượng mưa từ những nguồn dữ liệu khác là phương pháp nội suy. Có nhiều phương pháp nội suy được dùng trong ngành khí tượng, như phương pháp Cressman [1959], phương pháp Kriging [1997], phương pháp nghịch đảo khoảng cách IDW (Inverse Distance Weighting), nội suy với hàm đa bình phương

MQ (Multiquadric). Nói chung các phương pháp nội suy đều dựa trên nguyên tắc sau:

Gọi u_i , g_i tương ứng là giá trị mưa thực tế và giá trị mưa nội suy tại vị trí trạm quan trắc thứ i khi sử dụng số liệu mưa của GPCP từ bốn ô lưới gần nhất, e_i là hiệu giữa u_i và g_i . Khi đó:

$$e_i = u_i - g_i$$

Sau khi tính được các trị sai khác e_i , người ta sẽ tiếp tục tính các giá trị R_e theo công thức:

$$R_e = \sum_{i=1}^n e_i w_i$$

Với R_e là giá trị sai số trên ô lưới dữ liệu, w_i là trọng số tương ứng với trạm i , n là số lượng các trạm đo mưa nằm trong vùng bán kính ảnh hưởng.

Giá trị R_e sau đó sẽ được cộng vào giá trị hiện tại ô lưới dữ liệu mưa để tạo ra dữ liệu mới. Sự sai khác giữa 4 phương pháp Kriging, IDW, MQ, Cressman chính là do sự khác nhau trong việc tính các trọng số w_i .

Để kết hợp dữ liệu mưa quan trắc và dữ liệu mưa GPCP, chúng tôi đã lựa chọn phương pháp Cressman. Phương pháp này được George Cressman phát triển vào năm 1959, thường được áp dụng trong khí tượng để tạo ra các trường trên ô lưới kinh vĩ từ số liệu cho trên mạng lưới trạm quan trắc. Những điểm trạm gần điểm nút lưới nhất thì sẽ mang trọng số lớn nhất. Khi khoảng cách càng tăng trọng số càng giảm dần. Hàm Cressman tính các giá trị trọng số như sau:

$$w_i = (R^2 - r_i^2)/(R^2 + r_i^2) \text{ nếu } r_i^2 \leq R^2$$

$$w_i = 0 \text{ nếu } r_i^2 \geq R^2$$

Trong đó R là bán kính ảnh hưởng còn r_i là khoảng cách từ trạm đến điểm lưới. Khi bán kính ảnh hưởng càng thắt chặt, tính đại diện của kết quả với các giá trị càng lớn. Trong quá trình nội suy Cressman phải đảm bảo có một số lượng trạm quan trắc tối thiểu để có một số lượng nhất định các giá trị quan trắc tại trạm phải được tính đến trong phạm vi bán kính ảnh hưởng của quá trình nội suy giá trị

tại điểm lưới này. Nếu số lượng trạm tối thiểu không được đảm bảo thì giá trị của ô lưới sẽ được coi là giá trị bị thiếu.

Phương pháp nội suy Cressman có những ưu điểm chính như tốc độ tính toán khá nhanh, chất lượng số liệu đầu ra khá tốt, hiệu quả so với nhiều phương pháp khác (như nội suy tuyến tính). Bên cạnh đó nội suy Cressman cũng có những nhược điểm như: có thể không ổn định nếu như mật độ lưới nhiều hơn mật độ trạm, quá trình nội suy có thể sinh ra những giá trị phi thực tế tại các điểm lưới, bản kính ảnh hưởng phải được xác định bằng việc thử nghiệm.

Yêu cầu bắt buộc của phương pháp Cressman là phải có một nền dữ liệu có sẵn. Vì thế bằng việc lấy dữ liệu GPCP làm trạng thái nền và sử dụng phương pháp nội suy Cressman với số liệu lượng mưa tại Việt Nam từ 59 trạm đo mưa trên toàn quốc, chúng tôi đã xây dựng nên một bộ dữ liệu lượng mưa mới. Để thuận tiện cho việc sử dụng, tất cả các dữ liệu này đã được đưa về định dạng NETCDF. Ngôn ngữ được sử dụng để xây dựng bộ dữ liệu này là FORTRAN.

3. Mô tả bộ dữ liệu mới được xây dựng

Bộ dữ liệu về lượng mưa mới được xây dựng là bộ dữ liệu mưa hàng ngày bắt đầu từ tháng 10/1996 cho đến tháng 12/2007. Bộ dữ liệu này được tổ chức dưới dạng ô lưới với độ phân giải $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ độ kinh vĩ. Bộ dữ liệu được xây dựng cho khu vực Việt Nam với kinh tuyến từ $102^{\circ}8'$ đến $109^{\circ}27'$ Đông và

vĩ tuyến từ $8^{\circ}27'$ đến $23^{\circ}23'$ Bắc. Các file có tên là gpcp-interyyyymm.nc với yyyy là năm, mm là tháng. Kích thước là 13×19 với X (kinh độ) tăng từ Tây sang Đông, Y (vĩ độ) tăng từ Nam về Bắc. Các cạnh ô vuông được viết theo giá trị nguyên và nửa độ. Vĩ độ Y tăng từ 6.5° đến 24.5° Bắc, kinh độ X tăng từ 101.5° đến 113.5° Đông. Các giá trị còn thiếu kí hiệu bởi -99999.

Bộ dữ liệu mưa mới này được đặt tên là VnGP_1deg (Vietnam 1 degree Gridded Precipitation).

4. Kiểm nghiệm bộ dữ liệu lượng mưa mới được xây dựng VnGP_1deg

Sau khi xây dựng bộ cơ sở dữ liệu lượng mưa VnGP_1deg, chúng tôi đã tiến hành so sánh với các nguồn dữ liệu khác bao gồm số liệu quan trắc tại trạm, số liệu GPCP (số liệu nền của VnGP_1deg), số liệu APHRODITE của Nhật để đánh giá về chất lượng của bộ dữ liệu mới. Việc so sánh được thực hiện theo hai phương diện là không gian và thời gian.

a. Kiểm nghiệm theo phương diện thời gian

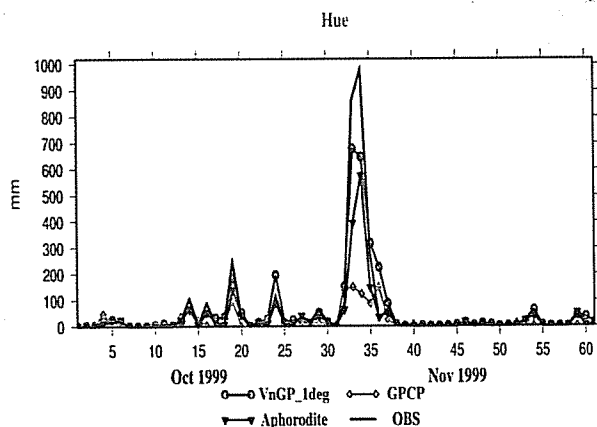
Dữ liệu từ VnGP_1deg, GPCP và APHRODITE được chiết xuất cho một số trường hợp mưa đặc biệt tại một số trạm và đánh giá. Các trường hợp này được lựa chọn ngẫu nhiên từ các đợt mưa lớn gây nhiều thiệt hại và được ghi nhận trên các phương tiện thông tin đại chúng. Các lựa chọn được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Các trường hợp được lựa chọn để đánh giá chất lượng số liệu VnGP_1deg theo thời gian

Trường hợp	Sự kiện	Trạm quan trắc
1	Mưa lớn kỉ lục tại Huế tháng 10-11 năm 1999	Huế
2	Mưa tại Hà Giang tháng 6 năm 2001	Bắc Quang
3	Mưa tại Cà Mau tháng 5 năm 2002	Cà Mau

Trường hợp 1: Hình 1 biểu diễn lượng mưa các ngày tháng 10 và tháng 11 năm 1999 tại Huế theo 4 nguồn dữ liệu: VnGP_1deg, GPCP, APHRODITE và số liệu quan trắc tại trạm (OBS). Những trận mưa liên tục từ ngày 18 tháng 10 đến ngày 06 tháng 11 năm 1999 đã nâng mực nước các sông lớn ở miền Trung đến độ cao kỷ lục. Từ 7 giờ sáng ngày 02 đến 7 giờ sáng ngày 03 tháng 11 năm 1999, số liệu quan trắc được cho thấy có tới 1384 mm nước mưa đã đổ xuống thành phố Huế trong vòng 24 giờ.

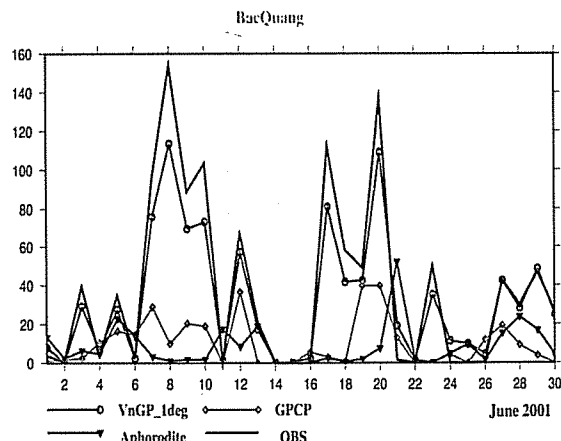
Có thể nhận thấy dữ liệu từ sản phẩm VnGP_1deg mô tả khá sát thực tế quan trắc. Đỉnh mưa các ngày 18/10 và ngày 03/11 cũng như trong các ngày mưa nhỏ hơn được VnGP_1deg thể hiện tốt hơn so với sản phẩm của Nhật Bản và tốt hơn hẳn so với sản phẩm nền GPCP. Lượng mưa ước lượng của ngày 05/11 cao hơn thực tế, một phần nguyên nhân xuất phát từ việc giá trị của sản phẩm nền GPCP cũng cao hơn thực tế.



Hình 1. Biểu đồ lượng mưa tháng 10 và tháng 11 năm 1999 tại Huế

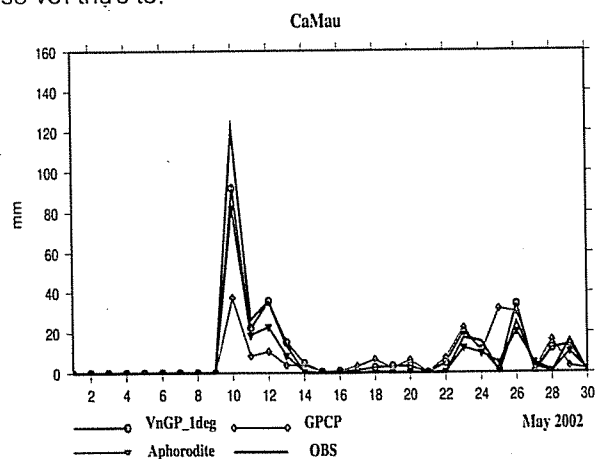
Trường hợp 2: Kiểm nghiệm được thực hiện cho khu vực miền núi phía Bắc. Những cơn mưa vào tháng 6 năm 2001 tại trạm Bắc Quang thuộc tỉnh Hà Giang đã được lựa chọn. Bắc Quang là một trong những trung tâm mưa của cả nước. Tháng 6, 7 cũng thuộc những tháng mưa chính ở đây. Hình 2 thể hiện tính ưu việt hoàn toàn của VnGP_1deg khi biểu diễn rất tốt đường lượng mưa tháng thực tế tại trạm; trong khi sản phẩm của GPCP và sản phẩm của Nhật Bản không bắt được các đợt mưa lớn. Ngày 08 tháng 6, khi lượng mưa thực tế đạt gần 160 mm/ngày thì VnGP_1deg cho kết quả là gần 120

mm/ngày, trong khi GPCP cho kết quả là chỉ xấp xỉ 10 mm/ngày và sản phẩm APHRODITE của Nhật Bản thậm chí còn không báo mưa.



Hình 2. Biểu đồ lượng mưa tháng 6 năm 2001 tại trạm Bắc Quang

Trường hợp 3: Kiểm nghiệm được thực hiện cho trạm Cà Mau ở khu vực miền Nam. Thời gian lựa chọn là tháng 5 năm 2002 tức là tháng bắt đầu mùa mưa tại đây. Hình 3 cho thấy các nguồn số liệu khác nhau đều nắm bắt được khá tốt các trận mưa trong tháng về mặt thời điểm. Về mặt cường độ mưa, VnGP_1deg nhìn chung thể hiện tốt nhất (sự kiện mưa ngày 10, ngày 23 tháng 5). Riêng với ngày 28/5/2002, quan trắc báo không mưa, số liệu Nhật Bản cũng cho không mưa trong khi VnGP_1deg và GPCP báo mưa không đến ~20 mm/ngày, nguyên nhân là do dữ liệu từ sản phẩm nền GPCP quá cao so với thực tế.



Hình 3. Biểu đồ lượng mưa tháng 5 năm 2002 tại trạm Cà Mau

b. Kiểm nghiệm theo phương diện không gian

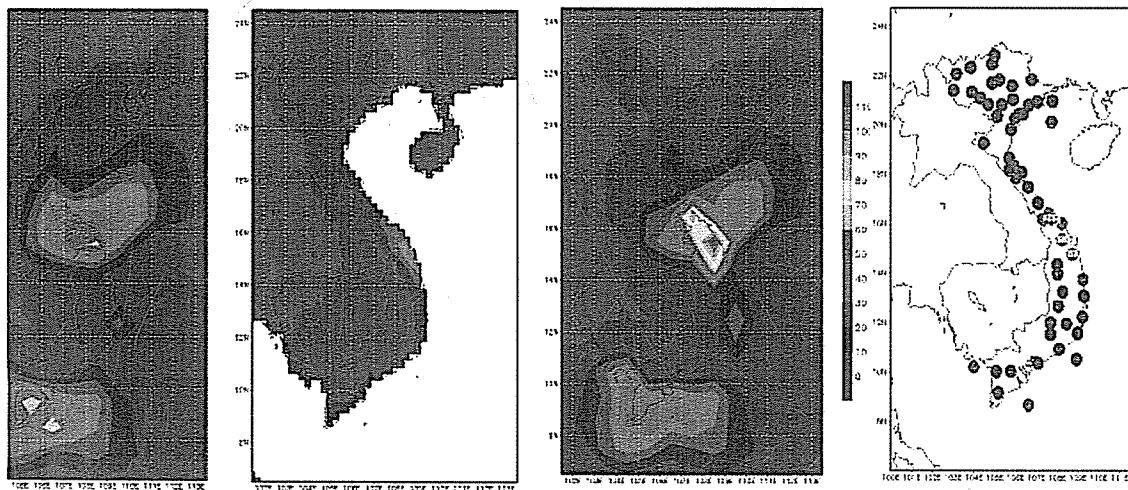
Để so sánh theo phương diện không gian, chúng tôi cũng lựa chọn ngẫu nhiên 2 trường hợp mưa lớn gây nhiều thiệt hại và được ghi nhận trên các phương tiện thông tin đại chúng.

Trường hợp 1: Đợt mưa lớn từ ngày 24 đến 26 tháng 11 năm 2004 tại miền Trung gây lũ lụt, làm thiệt hại rất lớn cho các tỉnh Quảng Bình, Quảng Trị, Quảng Nam và Huế.

Các hình 4, 5 và 6 thể hiện lượng mưa các ngày 24, 25, 26 tháng 11 năm 2004 trên khu vực Việt Nam từ các nguồn dữ liệu GPCP, APHRODITE của Nhật Bản, VnGP_1deg mới được tạo và số liệu quan trắc tại trạm OBS. Ta thấy rằng APHRODITE của Nhật

Bản chỉ cho số liệu trên đất liền, trong khi đó do dữ liệu nền GPCP có cả dữ liệu trên biển nên VnGP_1deg cũng cho cả lượng mưa trên vùng biển của Việt Nam.

Vào ngày 24/11/2004 (hình 4), các sản phẩm đều cho thấy tâm mưa lớn ở khu vực Quảng Nam, Quảng Ngãi. Mặc dù lượng mưa thực tế lớn, ví dụ ở huyện Trà My tỉnh Quảng Nam là 153 mm và khu vực Ba Tơ tỉnh Quảng Ngãi lên tới hơn 100 mm, nhưng ở sản phẩm của Nhật Bản lượng mưa cao nhất chỉ là 65 mm, sản phẩm của GPCP chỉ đạt lượng mưa là 55 mm trong khi VnGP_1deg thể hiện sự vượt trội với lượng mưa lên tới hơn 110 mm cho khu vực kể trên.

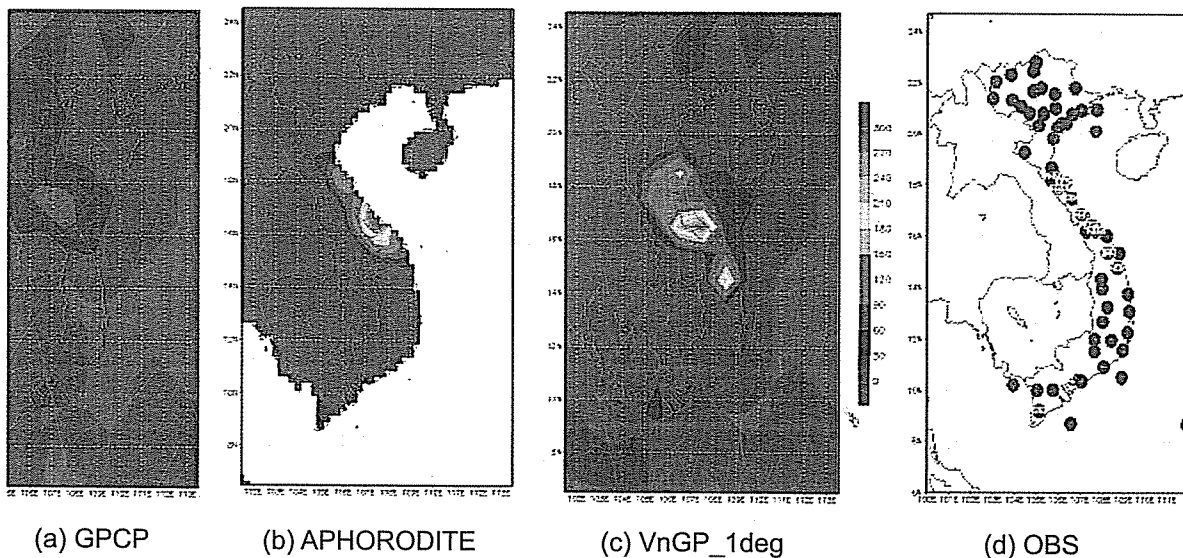


Hình 4. Lượng mưa ngày 24/11/2004

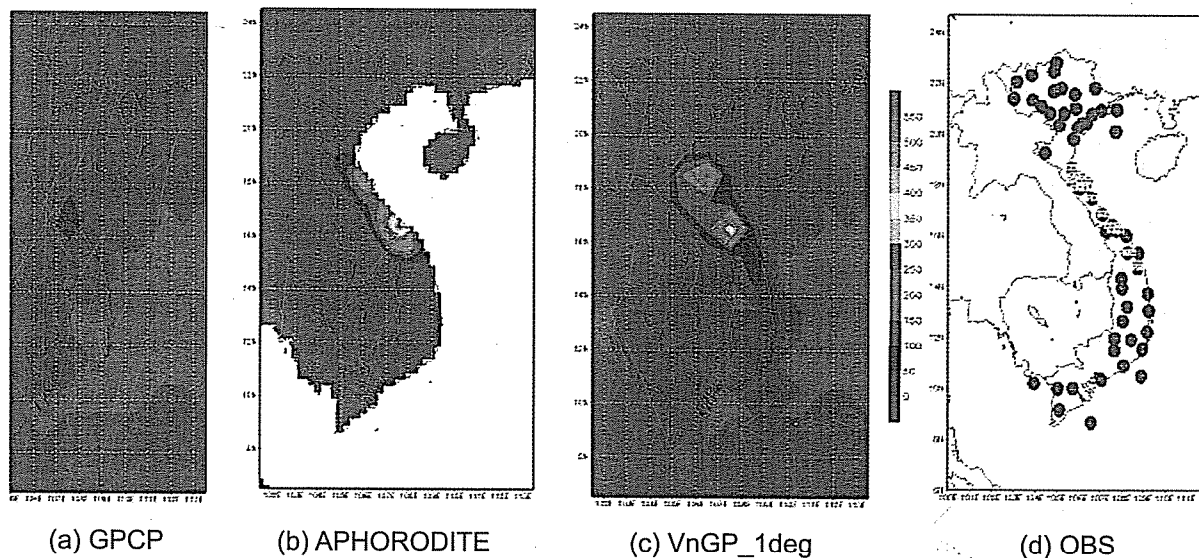
Vào ngày 25/11/2004, GPCP cho tâm mưa ở vùng Huế và Quảng Trị với lượng mưa cao nhất chỉ hơn 60 mm mặc dù trong thực tế khu vực Huế có lượng mưa lên tới hơn 400 mm (hình 5). Đối với các tâm mưa khác ở vùng Hà Tĩnh (hơn 270 mm) và khu vực huyện Ba Tơ tỉnh Quảng Ngãi (hơn 300 mm), GPCP hoàn toàn không nắm bắt được. Sản phẩm do Nhật Bản cung cấp tuy bắt được lượng mưa tương đối chính xác ở khu vực Huế và Quảng Trị song lại thể hiện kém tại Ba Tơ và khu vực đồng bằng sông Cửu Long. VnGP_1deg đã làm khá tốt khi bắt chính xác cả về vị trí và cường độ các điểm mưa như khu vực Ba Tơ, khu vực Hà Tĩnh, Huế và

các tỉnh phía Nam.

Trong ngày tiếp theo, ngày 26/11/2004, các sản phẩm đều bắt được chính xác vị trí tâm mưa là khu vực Thừa Thiên Huế. Theo quan trắc, lượng mưa tại đây lên tới 680 mm. Sản phẩm của GPCP thể hiện lượng mưa thấp (65 mm), sản phẩm của Nhật Bản đạt cao nhất là 550 mm trong khi VnGP_1deg chỉ đạt 350 mm. Cũng trong ngày này, có một tâm mưa lớn khác ở khu vực Hà Tĩnh với lượng mưa lên tới hơn 400 mm. VnGP_1deg báo giá trị mưa ở đây là 200 mm trong khi GPCP và sản phẩm của Nhật Bản cho lượng mưa tương ứng rất thấp là 50 và 100 mm.



Hình 5. Lượng mưa ngày 25/11/2004



Hình 6. Lượng mưa ngày 26/11/2004

Như vậy, trong 3 ngày từ 24 đến 26/11/2004, VnGP_1deg đã thể hiện khá tốt các cơn mưa lớn cả về vị trí lẫn cường độ trên toàn Việt Nam, có ưu điểm hơn so với APHORODITE và tốt hơn hẳn so với GPCP.

Trường hợp 2 (Do điều kiện ấn loát, trường hợp này không kèm hình minh họa): Từ ngày 08 đến 10 tháng 9 năm 2003 tại các tỉnh phía Bắc, đặc biệt là tỉnh Thái Bình đã xảy ra những trận mưa với cường độ mưa rất lớn.

Vào ngày 08/9/2003, rất nhiều tỉnh thành trên cả nước có mưa nhưng nhiều nhất phải kể đến khu

vực Thanh Hóa với lượng mưa là 156 mm và Hà Tĩnh với lượng mưa là 205 mm. Trong ngày này cả 3 nguồn dữ liệu đều bắt chính xác khu vực mưa lớn là khu vực Bắc Trung Bộ. Tuy nhiên, trong khi GPCP thể hiện lượng mưa cao nhất là 110 mm, APHORODITE thể hiện giá trị là 130 mm thì sản phẩm kết hợp VnGP_1deg cho kết quả gần thực tế nhất với giá trị tại tâm mưa lên tới 160 mm. VnGP_1deg cũng thể hiện phân bố mưa chính xác hơn so với sản phẩm của Nhật Bản và GPCP tại khu vực Nam Trung Bộ và Tây Nguyên.

Vào ngày 09/9/2003 lượng mưa ở các tỉnh đồng

bằng Bắc Bộ là rất lớn. Lượng mưa đo được cao nhất ở Thái Bình là 512 mm còn ở Nam Định là 215 mm. Trong ngày này, VnGP_1deg thể hiện lượng mưa lớn nhất là 300 mm cho khu vực Thái Bình, trong khi đó sản phẩm của Nhật Bản là 270 mm và sản phẩm của GPCP chỉ đạt 140 mm.

Ngày tiếp theo 10/9/2003, lượng mưa không còn cao như ngày 09 nhưng cũng khá lớn. Lượng mưa đo được tại Nam Định là 111 mm và tại Thái Bình là 215 mm. Sản phẩm của GPCP chỉ thể hiện giá trị cao nhất là 110 mm, trong khi sản phẩm của Nhật Bản là 130 mm còn VnGP_1deg là 140 mm cho khu vực Thái Bình. Trong ngày này, cả 3 sản phẩm đều bắt đúng vị trí những khu vực mưa lớn không chỉ ở khu vực đồng bằng Bắc Bộ mà còn ở khu vực Bắc Trung Bộ.

Như vậy, trong đợt mưa từ ngày 08 đến 10/9 năm 2003, VnGP_1deg tiếp tục thể hiện sự nắm bắt tốt các đợt mưa thực tế, tốt hơn so với GPCP và sản phẩm của Nhật Bản và GPCP.

5. Kết luận

Bộ số liệu VnGP_1deg đã được xây dựng cho Việt Nam. Qua việc so sánh theo phương diện không gian và thời gian đã cho thấy số liệu

VnGP_1deg có nhiều ưu điểm, nắm bắt được tốt các cơn mưa lớn cả về vị trí, thời điểm lẫn cường độ. Mặc dù APHORODITE của Nhật Bản có độ phân giải tốt hơn ($0.25^\circ \times 0.25^\circ$) và cũng được xây dựng dựa trên số liệu quan trắc tại trạm, nhưng qua các trường hợp mưa cụ thể ở Việt Nam, VnGP_1deg đã thể hiện được ưu điểm vượt trội so với APHORODITE.

Trước đây, việc sử dụng số liệu quan trắc từ nhiều trạm thường gặp khó khăn do sự phân bố mạng lưới trạm không đồng nhất, thời gian lắp đặt và hoạt động của các trạm khác nhau, v.v.... Sử dụng phương pháp nội suy Cressman, số liệu quan trắc và số liệu nền GPCP đã được kết hợp tạo thành VnGP_1deg. Việc xây dựng thành công VnGP_1deg đã tạo nên một bộ số liệu rất gần với "quan trắc" trên lưới kinh vĩ chuẩn, mở ra nhiều hướng ứng dụng hiệu quả. Số liệu VnGP_1deg có thể được sử dụng làm đầu vào cho các mô hình thủy văn, cũng như có thể được dùng như một bộ số liệu chuẩn để đánh giá, kiểm tra kết quả của mô hình. Số liệu trên lưới kinh vĩ chuẩn của VnGP_1deg cũng có thể được dùng cho bài toán ước lượng mưa từ các phản hồi vô tuyến của mạng lưới ra đa thời tiết của Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

1. Adler, R.F., G.J. Huffman, A. Chang, R. Ferraro, P. Xie, J. Janowiak, B. Rudolf, U. Schneider, S. Curtis, D. Bolvin, A. Gruber, J. Susskind, and P. Arkin, 2003: The Version 2 Global Precipitation Climatology Project (GPCP) Monthly Precipitation Analysis (1979-Present). *J. Hydrometeor.*, 4, 1147-1167.
2. Cressman, G. P., 1959: An operational objective analysis system, *Mon. Wea. Rev.*, 87, 367-374.
3. New, M., M. Hulme, and P. Jones, 1999: Representing twentieth-century space-time climate variability. Part I: Development of a 1961-90 mean monthly terrestrial climatology, *J. Clim.*, 12, 829-856.
4. New, M., M. Hulme, and P. Jones, 2000: Representing twentieth-century space-time climate variability. Part II: Development of a 1901-90 mean monthly grids of terrestrial surface climate, *J. Clim.*, 13, 2217-2238.
5. Ngo-Duc, T., J. Polcher, and K. Laval (2005), A 53-year forcing data set for land surface models, *J. Geophys. Res.*, 110, D06116, doi:10.1029/2004JD005434.
6. Xie, P., and P.A. Arkin, 1997: Global precipitation: A 17-year monthly analysis based on gauge observations, satellite estimates, and numerical model outputs. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 78, 2539 - 2558.
7. Yatagai, A. O. Arakawa, K. Kamiguchi, H. Kawamoto, M. I. Nodzu and A. Hamada (2009): A 44-year daily gridded precipitation dataset for Asia based on a dense network of rain gauges, *SOLA*, 5, 137-140, doi:10.2151/sola.2009-035