

ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG MƯA VỆ TINH GSMaP MÔ PHỎNG MƯA LỚN - ỨNG DỤNG CHO LƯU VỰC SÔNG MÃ

Nguyễn Tiến Kiên¹, Ngô Lê An², Lê Đình Thành²

Tóm tắt: Các dữ liệu mưa không gian như mưa ra đa, mưa vệ tinh... ngày càng được nghiên cứu ứng dụng rộng rãi nhằm bổ sung thông tin cho các vùng không có trạm đo mưa. Nghiên cứu này tập trung đánh giá chất lượng sản phẩm mưa vệ tinh GSMaP (Global Satellite Mapping of Precipitation) của Cơ quan Khoa học và Công nghệ Nhật Bản và cơ quan Khám phá Vũ trụ Nhật Bản cung cấp. Ba sản phẩm mưa GSMaP_MKV, GSMaP_NRT, GSMaP_NOW được so sánh đánh giá với dữ liệu thực đo từ 45 trạm mưa trong và lân cận lưu vực sông Mã thời đoạn 6 giờ trong 2 năm 2017, 2018. Kết quả đánh giá cho thấy các sản phẩm mưa GSMaP mô tả tốt sự phân bố mưa theo không gian cũng như sự biến động theo thời gian. Sản phẩm GSMaP_MKV có chất lượng tốt nhất, còn sản phẩm GSMaP_NOW là kém nhất trong 3 sản phẩm xét về khía cạnh tổng lượng mưa.

Từ khóa: GSMaP, lưu vực sông Mã, mưa lớn, mưa không gian...

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam là một trong những quốc gia thường xuyên phải hứng chịu nhiều thiên tai liên quan đến khí hậu nhất trên thế giới (Eckstein D. và nnk, 2019). Trong các loại hình thiên tai này, lũ lụt do mưa lớn là thiên tai gây thiệt hại nặng nề nhất ở Việt Nam. Nhằm giảm thiểu thiệt hại do lũ lụt gây ra, việc nghiên cứu về mô phỏng lũ và dự báo mưa lũ là rất cần thiết. Tuy nhiên, do mạng lưới quan trắc mưa còn thưa, đặc biệt là các trạm đo mưa thời đoạn ngắn, nên chất lượng mô phỏng và dự báo lũ hiện nay còn nhiều hạn chế. Để khắc phục điều này, dữ liệu mưa không gian như mưa rada, mưa vệ tinh, mưa mô phỏng từ các mô hình khí hậu thường được sử dụng nhằm bổ sung thêm thông tin về sự thay đổi cường độ mưa theo không gian và thời gian, giúp cho việc mô phỏng và dự báo lũ được chính xác hơn.

Dữ liệu mưa GSMaP (Global Satellite Mapping of Precipitation) là dữ liệu mưa ước lượng từ vệ tinh có độ phân giải cao được Cơ quan Khoa học và Công nghệ Nhật Bản (JST) và Cơ quan Khám phá Vũ trụ Nhật Bản (JAXA) cung cấp. Dự án dữ liệu mưa GSMaP được bắt

đầu từ năm 2002, sử dụng các dữ liệu thực đo từ đa cảm biến để từ đó xác định cường độ mưa. Dữ liệu mưa GSMaP đã được nghiên cứu đánh giá và ứng dụng rộng rãi trên thế giới (Kubota và nnk, 2009; Tian Yudong và nnk, 2013; Shaowei Ning và nnk, 2017; Xianhui Tan và nnk, 2017; Nyoman Sugiartha và nnk, 2017). Tại Việt Nam, một số các nghiên cứu về sử dụng mưa GSMaP đã được thực hiện nhưng chủ yếu tập trung vào dữ liệu mưa thời đoạn dài (Ngo Duc Thanh và nnk, 2013) hoặc chưa đánh giá chi tiết về chất lượng dữ liệu (Pham Thi Thanh Nga và nnk, 2018).

Nghiên cứu này tập trung đánh giá về chất lượng mưa vệ tinh GSMaP cho một số trận mưa lớn gần đây. Lưu vực sông Mã được lựa chọn để nghiên cứu vì đây là lưu vực có địa hình đa dạng, trải từ miền núi cao xuống đồng bằng. Vùng hạ lưu có mạng lưới đo mưa khá dày nhưng vùng thượng lưu ít trạm đo, thậm chí không có trạm đo tại khu vực đất nước Lào (chiếm 36%). Do vậy, việc nghiên cứu khả năng sử dụng mưa vệ tinh GSMaP cho lưu vực sông Mã sẽ có nhiều ý nghĩa thực tiễn.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Dữ liệu mưa vệ tinh

Trong nghiên cứu này, ba loại dữ liệu mưa vệ tinh GSMaP bao gồm GSMaP_MKV (v7),

¹ Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Quốc gia

² Trường Đại học Thủy lợi

GSMaP_NRT (v7) và GSMaP_NOW được sử dụng để đánh giá so sánh. Tổng hợp về dữ liệu vệ tinh sử dụng trong nghiên cứu được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1. Các sản phẩm GSMaP trong nghiên cứu

Loại sản phẩm	Tên	Độ phân giải	Độ trễ	Thời gian cập nhật
Tiêu chuẩn	GSMaP_MKV	0,1° x 0,1°	3 ngày	1 giờ
Gần thời gian thực	GSMaP_NRT		4 giờ	
Thời gian thực	GSMaP_NOW		0 giờ	0,5 giờ

2.1.1 GSMaP_MKV

GSMaP_MKV là một sản phẩm tích hợp từ dữ liệu đo bức xạ sóng cực ngắn thụ động với dữ liệu đo bức xạ hồng ngoại để có được ước tính về mưa toàn cầu có độ phân giải cao (1 độ) với bước thời gian ngắn (1 giờ). Dữ liệu này được làm mịn dựa trên mô hình lọc Kalman trên cơ sở phân tích vec tơ dịch chuyển đám mây thu nhận được từ hai bức ảnh hồng ngoại liên tiếp (Ushio và nnk, 2009).

2.1.2 GSMaP_NRT

GSMaP_NRT (Near_Real_Time) sản phẩm mưa gần với thời gian thực với thuật toán vẫn dựa trên thuật toán chuẩn của GSMaP nhưng được giản hoá bớt ở một số quá trình nhằm giúp cho việc thực hiện được khả thi và thời gian trễ gần với thời gian thực (GPM, 2014).

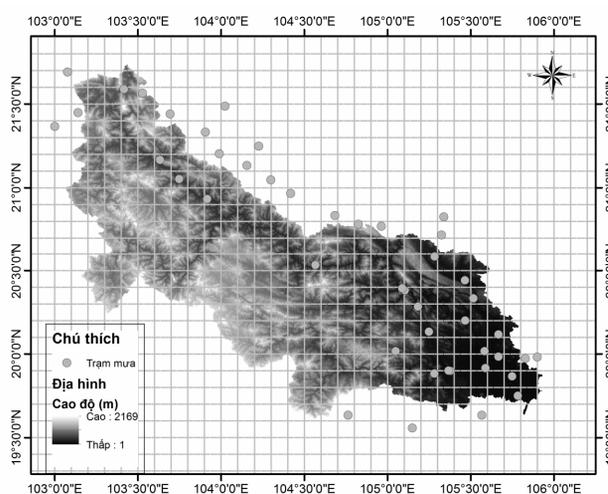
2.1.3 GSMaP_NOW

JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) phát triển sản phẩm GSMaP thời gian thực cho vùng được quan trắc của vệ tinh địa tĩnh Himawari-8, được Cơ quan Khí tượng Nhật bản vận hành. Sản phẩm GSMaP_NOW sử dụng dữ liệu vệ tinh sẵn có trong vòng 0,5 giờ, bao gồm GMI, AMSR2, AMSU và Himawari-8 để tạo ra sản phẩm GSMaP tại thời điểm trước đó 0,5 giờ. Sau đó, dữ liệu 0,5 giờ tới được ngoại suy bằng vec tơ dịch chuyển đám mây để tạo ra sản phẩm mưa GSMaP tại thời điểm hiện tại cho vùng quan trắc của Himawari-8 (Misako Kachi và nnk, 2016).

2.2 Dữ liệu mưa thực đo

Do dữ liệu mưa GSMaP_NOW bắt đầu được công bố vào đầu năm 2017 nên nghiên cứu này chỉ sử dụng các trận mưa vừa và lớn xảy ra trên lưu vực trong hai năm 2017 (6 trận) và 2018 (5 trận) để đánh giá, phân tích. Số liệu thực đo thời

đoạn 6 giờ của 45 trạm mưa ở trong và xung quanh lưu vực sông Mã được sử dụng để làm cơ sở đánh giá chất lượng dữ liệu GSMaP. Vị trí các trạm và các ô lưới của GSMaP được trình bày trên Hình 1.



Hình 1. Vị trí các trạm mưa và ô lưới GSMaP

2.3 Phương pháp đánh giá

Dữ liệu mưa GSMaP được thể hiện bằng giá trị trung bình trong các ô lưới có độ phân giải 0,1 độ, trong khi các dữ liệu đo tại trạm thể hiện tại các điểm. Để so sánh và đánh giá chất lượng mưa GSMaP với kết quả đo tại trạm, báo cáo đã sử dụng phương pháp nội suy nghịch đảo khoảng cách IDW (*Inverse Distance Weight*) (Shepard, 1968) để nội suy lượng mưa trung bình ô lưới trong lưu vực sông Mã từ các dữ liệu đo tại trạm. Giá trị trung bình của ô lưới thực đo được tính theo công thức 1:

$$P_{\text{ô lưới}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot \frac{1}{D_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{D_i^2}} \quad (1)$$

Trong đó: $P_{\text{ô lưới}}$ là lượng mưa tính toán tại ô

lưới, n là số trạm đo mưa, P_i là trị số đo mưa tại trạm i , D_i là khoảng cách từ trạm đo mưa thứ i đến tâm ô lưới tính toán.

Lượng mưa trung bình trên lưu vực được tính theo phương pháp trung bình số học từ lượng mưa tại từng ô lưới.

Các chỉ tiêu sử dụng để so sánh, đánh giá bao gồm:

- Sai số tuyệt đối trung bình:

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^N |P_{M_i} - P_{O_i}|}{N} \quad (2)$$

- Sai số tương đối (%):

$$Bias = \frac{\sum_{i=1}^N (P_{M_i} - P_{O_i})}{\sum_{i=1}^N P_{O_i}} * 100 \quad (3)$$

- Hệ số tương quan:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (P_{M_i} - \bar{P}_M)(P_{O_i} - \bar{P}_O)}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (P_{M_i} - \bar{P}_M)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N (P_{O_i} - \bar{P}_O)^2}} \quad (4)$$

Trong đó P_{M_i} và P_{O_i} tương ứng là dữ liệu thứ i của GSMaP và lượng mưa thực đo. N là số lượng các cặp số giữa hai chuỗi số liệu GSMaP và thực đo. \bar{P}_M và \bar{P}_O tương ứng là lượng mưa trung bình GSMaP và thực đo.

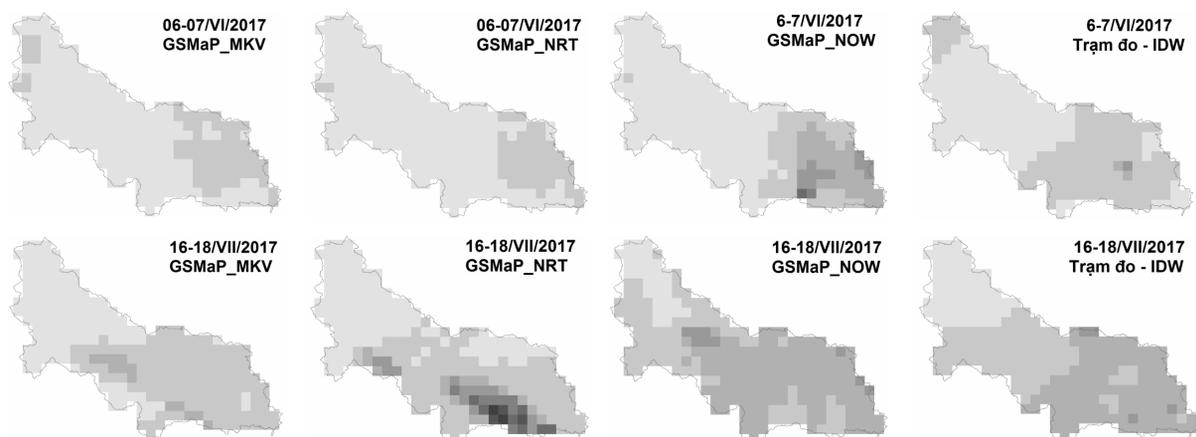
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

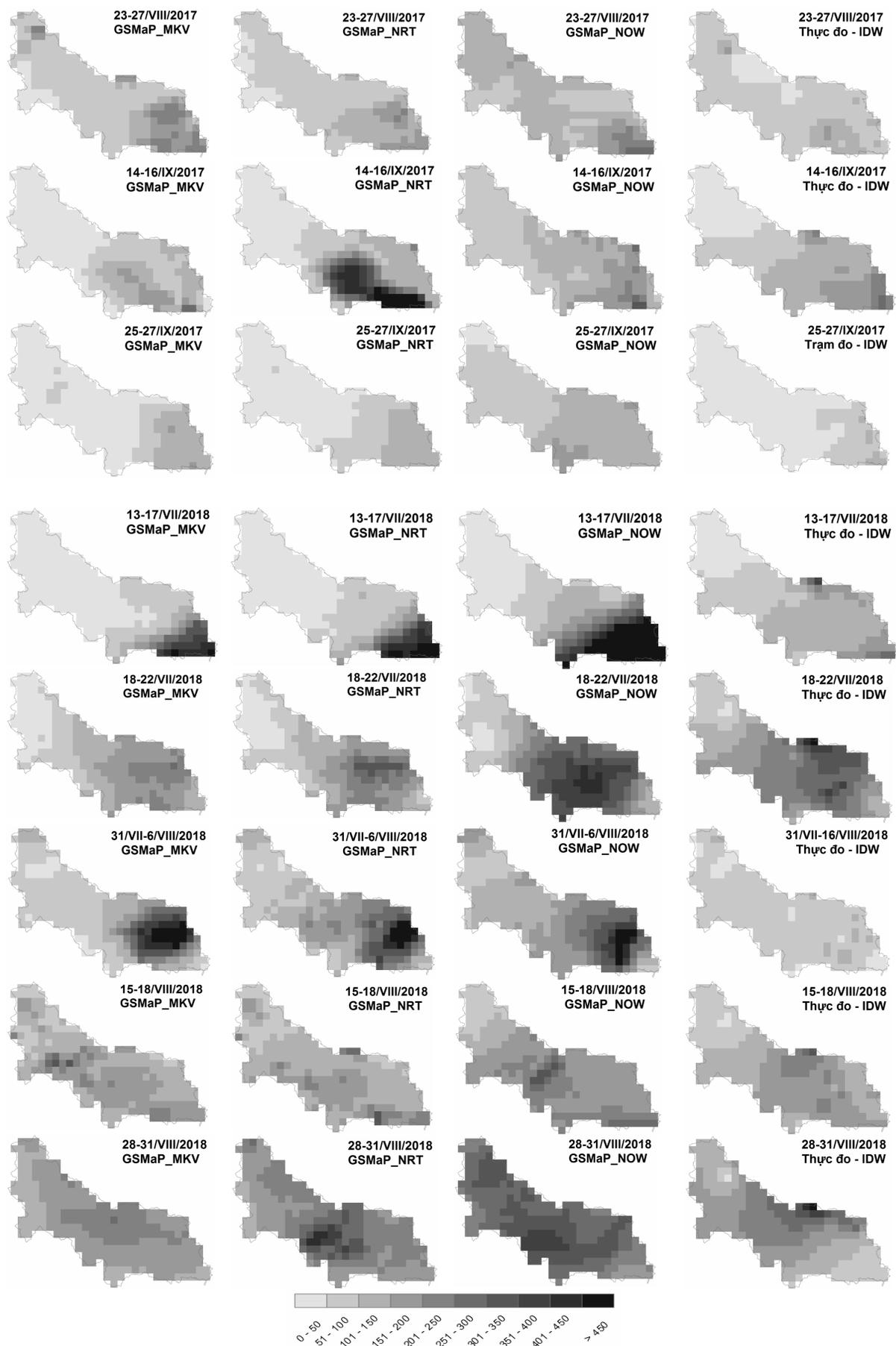
3.1 Mô phỏng theo không gian

Hình 2 mô tả lượng mưa trên lưu vực trong từng trận mưa theo số liệu thực đo tại trạm nội suy bằng phương pháp IDW và 3 sản phẩm GSMaP. Thời gian diễn ra trận mưa cũng như tên sản phẩm được trình bày ở góc phải trên hình vẽ. Dựa trên hình 2 có thể thấy các sản phẩm mưa GSMaP mô tả khá chính xác sự biến

động mưa theo không gian tuy vẫn có sự khác biệt giữa các sản phẩm GSMaP. Tâm mưa lớn thường nằm ở hạ lưu, nơi mật độ trạm đo dày, đều được thể hiện tương đồng ở tất cả các sản phẩm GSMaP. Tuy nhiên, độ lớn của vùng tâm mưa có sự khác biệt rõ rệt, đặc biệt ở những trận mưa rất lớn. Vùng mưa ít hơn thường nằm ở thượng lưu và đặc biệt là trung lưu thuộc Lào nơi không có số liệu đo mưa. Do vậy, kết quả đánh giá so sánh với thực tế ở những vùng này sẽ kém độ tin cậy hơn.

Lượng mưa trung bình lưu vực tính theo sản phẩm mưa tiêu chuẩn GSMaP_MKV và sản phẩm mưa gần thời gian thực GSMaP_NRT có sai số tuyệt đối trung bình tương đương nhau và xấp xỉ 28mm/trận mưa (khoảng 30%). Còn lượng mưa trung bình lưu vực tính theo sản phẩm mưa thời gian thực GSMaP_NOW cho mức sai số tuyệt đối trung bình lớn hơn gấp 2 lần so với hai sản phẩm kia (tương đương hơn 60%). Đối với đa số những trận mưa nhỏ, sản phẩm GSMaP_MKV, GSMaP_NRT thường cho kết quả lượng mưa thấp hơn so với thực tế, trong khi với các trận mưa lớn thì kết quả ước tính lại cao hơn, cá biệt lên đến 100mm/trận tính trung bình trên toàn lưu vực (trận mưa 09-11/X/2017 và 31/VII-6/VIII/2018). Còn với sản phẩm mưa GSMaP_NOW lại cho kết quả thiên lớn ở tất cả các trận mưa được xem xét, ngoại trừ trận mưa 6-7/VI/2017.



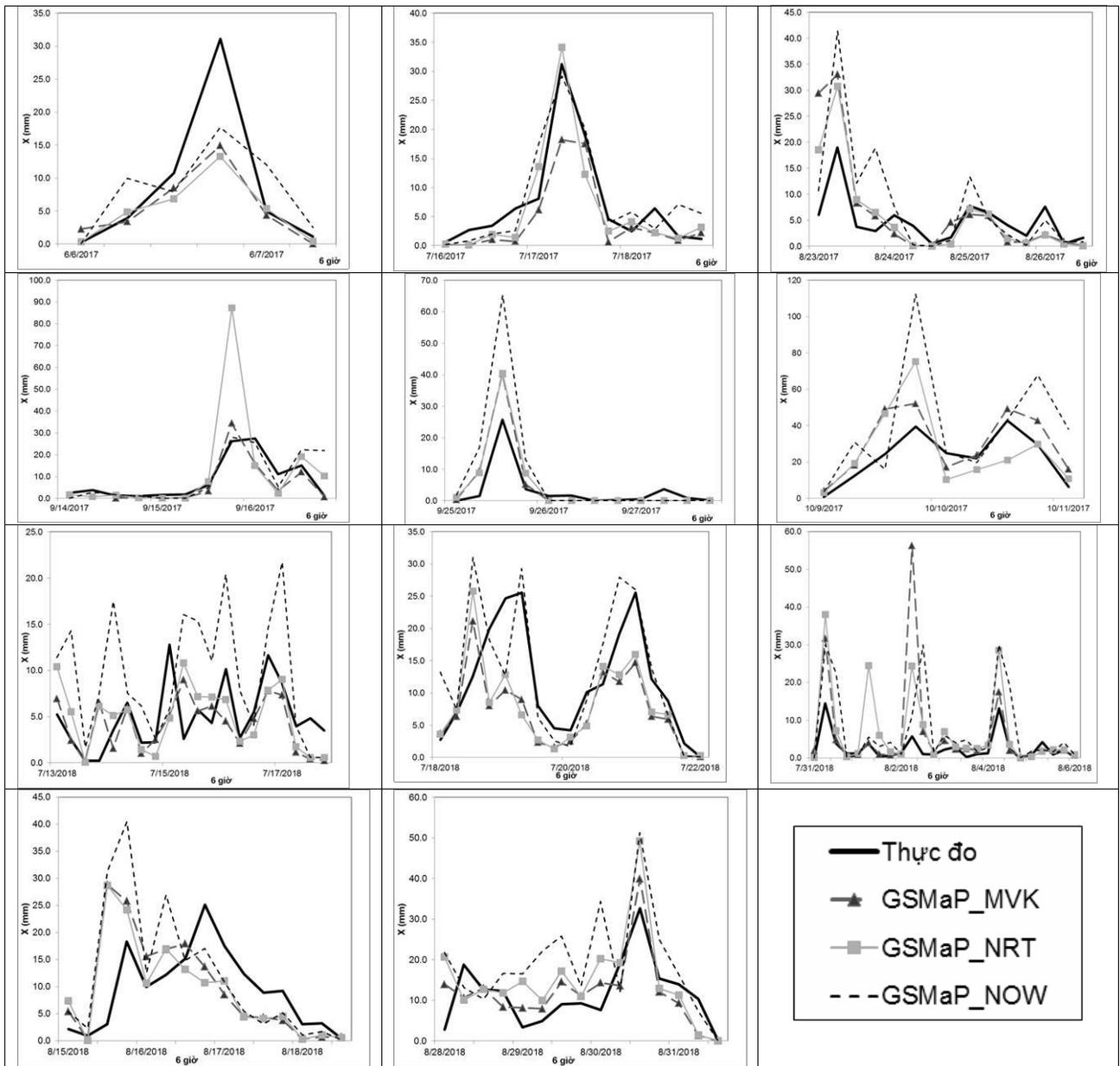


Hình 2. Lượng mưa GSMaP và thực đo (mm) của một số trận mưa năm 2017/2018 lưu vực sông Mã

3.2 Sự biến động theo thời gian

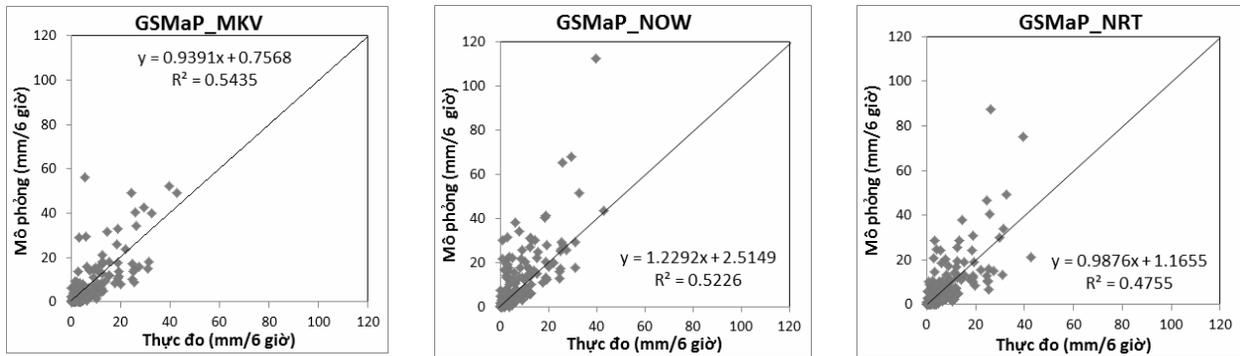
Để đánh giá khả năng mô tả sự thay đổi lượng mưa theo thời gian, nghiên cứu đã tiến hành so sánh lượng mưa thời đoạn 6 giờ tính trung bình toàn lưu vực giữa mưa thực tế ước tính từ trạm đo với các sản phẩm mưa GSMaP. Hình 3 mô tả đường quá trình mưa thực đo trung bình lưu vực thời đoạn 6 giờ theo số liệu tại trạm đo và 3 sản phẩm GSMaP cho 11 trận mưa vừa và lớn trên lưu vực. Có thể thấy, ở đa

số các trận mưa, các sản phẩm GSMaP đều bắt tốt xu thế thay đổi của lượng mưa trung bình trên toàn lưu vực so với thực tế. Thời đoạn mưa lớn nhất được mô phỏng chính xác về thời gian xuất hiện, nhất là với sản phẩm mưa GSMaP_MKV. Hai trận mưa từ 13-17/VII/2018 và 31/VII-6/VIII/2018 mô phỏng kém chính xác khi nhiều thời điểm lượng mưa trung bình lưu vực trên thực tế rất bé nhưng lại cho giá trị cao trong các sản phẩm GSMaP.



Hình 3. Đường quá trình mưa thời đoạn 6 giờ trung bình lưu vực theo thực đo và các sản phẩm GSMaP

Hình 4 biểu thị mối quan hệ giữa lượng mưa GSMaP được xây dựng từ 11 trận mưa năm thời đoạn 6 giờ giữa thực đo và các sản phẩm 2017 và 2018 trên lưu vực.



Hình 4. Quan hệ giữa lượng mưa mô phỏng theo các sản phẩm GSMaP với lượng mưa thực tế ước tính từ trạm đo thời đoạn 6 giờ

Kết quả từ hình 4 cho thấy, sản phẩm GSMaP_MKV có hệ số tương quan cao nhất thể hiện sự phù hợp tốt nhất trong 3 sản phẩm GSMaP so với thực tế. Sản phẩm GSMaP_NRT cho sự phù hợp với thực tế là kém nhất khi có chỉ số R^2 nhỏ nhất. Sản phẩm GSMaP_NOW cho sự biến thiên theo thời gian phù hợp hơn so với GSMaP_NRT nhưng kết quả mô phỏng lại thiên lớn khi đa số các điểm nằm phía trên đường chéo chính. Từ các kết quả đánh giá trên, có thể thấy sản phẩm mưa GSMaP_MKV có sự phù hợp tốt nhất so với thực tế cả về mô phỏng phân bố theo không gian, cũng như biến động theo thời gian. Sản phẩm GSMaP_NOW cho kết quả kém tin cậy nhất về mô phỏng lượng mưa. Điều này có thể giải thích do cách sử dụng các thuật toán phân tích cũng như số liệu đầu vào khác nhau. Các sản phẩm GSMaP_MKV được xây dựng dựa trên nguồn thông tin nhiều hơn, thuật toán tính toán chi tiết hơn nên khả năng mô phỏng sẽ tốt hơn, nhưng thời gian trễ so với thực tế là 3 ngày. Do vậy, sản phẩm GSMaP_MKV sẽ phù hợp trong việc đánh giá xử lý các dữ liệu mưa trong quá khứ. Trong khi đó, sản phẩm GSMaP_NRT hay GSMaP_NOW cho kết quả mô phỏng kém chính xác hơn do chỉ sử dụng được ít hơn các nguồn số liệu đầu vào vệ tinh

thời gian thực nhằm có được thời gian trễ ít nhất có thể (4 giờ đối với GSMaP_NRT và 0 giờ đối với GSMaP_NOW). Do vậy, hai sản phẩm GSMaP_NRT và GSMaP_NOW sẽ phù hợp để ứng dụng vào bài toán mô phỏng và dự báo lũ thời gian thực.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã tiến hành thu thập, phân tích và đánh giá ba sản phẩm mưa GSMaP gồm GSMaP_MKV, GSMaP_NRT và GSMaP_NOW cho một số trận mưa vừa và lớn tại lưu vực sông Mã trong năm 2017 và 2018.

Kết quả đánh giá bước đầu cho thấy, các sản phẩm mưa GSMaP có khả năng biểu thị tốt phân bố mưa theo không gian cũng như diễn biến mưa theo thời gian. Trong ba sản phẩm GSMaP được xem xét, GSMaP_MKV cho kết quả phù hợp nhất, sản phẩm GSMaP_NOW cho kết quả kém tương đồng nhất so với thực tế. Điều này cũng phù hợp với thực tế do số liệu đầu vào của GSMaP_MKV đa dạng hơn, thuật toán phân tích cũng tốt hơn vì có thời gian trễ dài hơn so với hai sản phẩm còn lại. Nghiên cứu cho rằng, cần có các nghiên cứu ứng dụng mô hình mưa dòng chảy trên lưu vực nhằm đánh giá chính xác hơn chất lượng sản phẩm GSMaP khi mạng lưới đo mưa thực tế trên lưu vực sông Mã không dày và chỉ tập trung ở hạ lưu, bên cạnh

đó, một vùng rộng lớn phía tây lưu vực thuộc Lào không có trạm đo dẫn đến việc xây dựng bản đồ mưa dựa trên số liệu thực đo sẽ kém chính xác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Eckstein D., Hutfils M.L., Wings M. (2019). *Global Climate Risk Index*. Germanwatch.
- Kubota, T., T. Ushio, S. Shige, S.Kida, M. Kachi, K. Okamoto (2009). *Verification of High-Resolution Satellite-Based Rainfall Estimates around Japan Using a Gauge-Calibrated Ground-Radar Dataset*, *J. Meteorological Society of Japan* Vol.87A, 203-222, 2009.
- Developments and applications of the Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) for the Global Precipitation Measurement (GPM)*. Geophysical Research Abstracts Vol. 18, EGU2016-11384-1, 2016.
- Ngo Duc Thanh, J. Matsumoto, H. Kamimera, H.-H. Bui, (2013). *Monthly adjustment of Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) data over the Vu Gia-Thu Bon River Basin in Central Vietnam using an artificial neural network*. *Hydrol. Res. Lett.*, 7, 85–90, doi:10.3178/hrl.7.85
- Nyoman Sugiarta, Kakuji Ogawara, Tasuku Tanaka, Made Sudiana Mahendra (2017). *Application of GSMaP Product and Rain Gauge Data for Monitoring Rainfall Condition of Flood Events in Indonesia*. *International Journal of Environment and Geosciences* 1, 36-47.
- Pham Thi Thanh Nga, Nguyen Quang Hong, Ngo Anh Duc, Le Thi Thu Hang, Nguyen Tien Cong (2018). *Investigating the impacts of typhoon-induced floods on the agriculture in the central region of Vietnam by using hydrological models and satellite data*. *Natural Hazards*, 92(1), 189–204. doi:10.1007/s11069-018-3202-6.
- Misako Kachi, Kazumasa Aonashi, Takuji Kubota, Shoichi Shige, Tomoo Ushio, Tomoaki Mega, Munehisa Yamamoto, Atsushi Hamada, Shinta Seto, Yukari N. Takayabu, Riko Oki (2016). *Developments and applications of the Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) for the Global Precipitation Measurement (GPM)*. Geophysical Research Abstracts Vol. 18, EGU2016-11384-1, 2016.
- Shaowei Ning, Fan Song, Parmeshwar Udmale, Juliang Jin, Bhesh Raj Thapa, and Hiroshi Ishidaira (2017). *Error Analysis and Evaluation of the Latest GSMaP and IMERG Precipitation Products over Eastern China*. *Advances in Meteorology*, vol. 2017, Article ID 1803492, 16 pages. <https://doi.org/10.1155/2017/1803492>.
- Shepard, D. (1968) *A Two-Dimensional Interpolation Function for Irregularly-Spaced Data*. *Proceedings of the 1968 ACM National Conference*, New York, 27-29 August 1968, 517-524.
- Tian Yudong, Peters-Lidard, C. D., Adler, R. F., Kubota, T., Ushio, T. (2010). *Evaluation of GSMaP Precipitation Estimates over the Contiguous United States*. *Journal of Hydrometeorology*, 11(2), 566–574. doi:10.1175/2009jhm1190.1.
- Ushio T, Kubota T, Shige S, Okamoto K, Aonashi K, Inoue T, Takahashi N, Iguchi T, Kachi M, Oki R, Morimoto T, Kawasaki Z. (2009). *A Kalman filter approach to the Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) from combined passive microwave and infrared radiometric data*. *Journal of the Meteorological Society of Japan* 87A: 137–151.
- Xianhui Tan, Bin Yong, Liliang Ren (2017). *Error features of the hourly GSMaP multi-satellite precipitation estimates over nine major basins of China*. *Hydrology Research*, 49(3), 761–779. doi:10.2166/nh.2017.263.

Abstract

QUALITY EVALUATION OF SATELLITE PRECIPITATION PRODUCT GSMaP ON HEAVY RAINFALL SIMULATION - APPLICATION FOR THE MA RIVER BASIN

Number of study on spatial precipitation datasets applications such as precipitation product of radar, satellite ... are increasing in order to provide more information in un-gauge areas. This study focuses on analysis of GSMaP (Global Satellite Mapping of Precipitation) products comparing with observed precipitation from 45 rain-gauges in the Ma river basin in 2017 and 2018. The results show that the GSMaP products can be able to simulate very well of both temporal and spatial patterns of precipitation. GSMaP_MKV is the best one, GSMaP_NOW is the worst one among the three GSMaP products in terms of average precipitation amounts.

Keywords: GSMaP, Ma river basin, heavy rainfall, spatial precipitation data...

Ngày nhận bài: 15/02/2019

Ngày chấp nhận đăng: 15/3/2019