

# NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG SỐ LIỆU MƯA VỆ TINH MÔ PHÒNG LŨ KHU VỰC TRUNG LƯU SÔNG MÃ

Nguyễn Tiến Kiên<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Hiện nay, các hệ thống dự báo lũ trên thế giới đã tích hợp nhiều nguồn dữ liệu mưa là sản phẩm ra đa, vệ tinh để bổ sung và kết hợp với mưa thực đo được phát triển phổ biến tại các cơ quan khí tượng thủy văn ở các nước tiên tiến như Mỹ, Nhật, Trung Quốc, Hàn Quốc... Báo cáo này sẽ trình bày kết quả tính toán dòng chảy lũ trên dòng chính sông Mã dựa trên nghiên cứu ứng dụng mô hình thủy văn IFAS của Viện nghiên cứu công chính Nhật PWRI. Nguồn dữ liệu đầu vào mô hình là mưa thực đo và sản phẩm mưa vệ tinh GSMaP\_NRT. Kết quả tính toán cho thấy với mạng lưới trạm thưa thớt, việc mô phỏng dòng chảy lũ cho các vị trí khu vực trung và thượng lưu sông Mã là không tốt với cả hai nguồn số liệu mưa thực đo và mưa vệ tinh. Khi so sánh các kết quả tính toán, một số trường hợp việc sử dụng mưa vệ tinh cho kết quả khả quan hơn khi sử dụng mưa thực đo, đây là tiền đề cần nhắc việc áp dụng số liệu mưa vệ tinh trong tính toán dòng chảy lũ cho những vùng không có hoặc ít trạm đo như khu vực trung và thượng lưu sông Mã.

**Từ khóa:** GSMaP\_NRT, Lưu vực sông Mã, Mô phỏng dòng chảy lũ, Mô hình IFAS.

Ban Biên tập nhận bài: 08/12/2019 Ngày phản biện xong: 12/1/2020 Ngày đăng bài: 25/01/2020

## 1. Đặt vấn đề

Thực trạng mạng lưới trạm thưa thớt đang là vấn đề khó khăn và thách thức trong việc tính toán mô phỏng dòng chảy và dự báo lũ trên lưu vực. Nhiều nghiên cứu của các nhà khoa học trên thế giới [1-2,5] tích hợp các nguồn số liệu mưa thực đo và vệ tinh vào mô hình thủy văn thủy lực tính toán dòng chảy cho các lưu vực sông không có hoặc thiếu trạm đo mặt đất và chứng minh đó là giải pháp tính hiệu quả tính toán mô phỏng dòng chảy trên lưu vực sông. Trên thực tế, một số cơ quan khí tượng thủy văn cũng đã tích hợp nhiều nguồn dữ liệu viễn thám như mưa vệ tinh, mưa dự báo số trị, dữ liệu cao độ số, thảm phủ... và số liệu thực đo vào trong các mô hình thủy văn, thủy lực trong hệ thống dự báo lũ.

Sông Mã là sông lớn liên quốc gia với tổng diện tích toàn lưu vực là 28400km<sup>2</sup>, trong đó phần diện tích lưu vực thuộc Việt Nam là 17600km<sup>2</sup> chiếm 62% tổng diện tích, tại Lào là 10800 km<sup>2</sup> chiếm 38% diện tích lưu vực. Hiện nay, thực trạng mạng lưới trạm khí tượng thủy văn trên lưu vực thưa thớt, đặc biệt khu vực

<sup>1</sup>Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia  
Email: kien.wrs@gmail.com

trung và thượng lưu vực. Trên lưu vực và vùng lân cận có 12 trạm khí hậu quan trắc các yếu tố như nhiệt độ, độ ẩm, bốc hơi, nắng, gió, mưa và các đặc trưng khí tượng khác. Ngoài ra còn có 51 trạm đo mưa được đặt ở các trạm thủy văn, bu điện, thị trấn. Hầu hết các trạm có số liệu dài như Thanh Hoá từ 1899 - 1948, 1955- nay hoặc Hồi Xuân 1923 - 1944, 1960 - nay, Bái Thượng 1921 - 1946, 1955 - 1990 v.v... tới nay, trên lưu vực còn 6 trạm khí tượng, 42 trạm đo mưa. Vùng thượng nguồn sông Mã có 2 trạm khí tượng: Tuần Giáo, trạm Sông Mã. Còn các trạm Sơn La, Cò Nòi, Yên Châu, Mộc Châu nằm ở khu vực lân cận [4].

Trên lãnh thổ Lào không có tài liệu khí tượng hoặc đo mưa nào được thu thập. Phần lãnh thổ Thanh Hoá, Nghệ An có mạng lưới trạm khí tượng, đo mưa khá dày, chủ yếu là đo mưa. Bài báo này trình bày kết quả ứng dụng mô hình thủy văn IFAS tích hợp sản phẩm dữ liệu mưa vệ tinh GSMaP\_NRT, số liệu mưa thực đo mô phỏng dòng chảy lũ trong thời gian từ năm 2000 - 2009 (thời gian hệ thống sông Mã chưa chịu quá nhiều tác động của hồ chứa trên lưu vực) nhằm đánh giá những nghiên cứu tính toán dự báo lũ dựa

trên dữ liệu mưa vệ tinh về sau. 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. Với thực trạng mạng lưới đo đạc khí tượng thủy văn khi vùng hạ lưu có mạng lưới đo mưa khá dày, vùng thượng lưu ít trạm đo, thậm chí không có trạm đo tại khu vực đất nước Lào (chiếm 38%) là những khó khăn trong việc tính toán dòng chảy trên hệ thống sông nói chung và dự báo lũ nói riêng.

Chính vì vậy, nghiên cứu xây dựng mô hình thủy văn có sử dụng nguồn mưa thực đo và mưa vệ tinh để mô phỏng dòng chảy lũ sẽ đánh giá hiệu quả ứng dụng mưa vệ tinh GSMAP cho lưu vực sông Mã sẽ có nhiều ý nghĩa thực tiễn phục vụ bài toán tính toán thủy văn và dự báo lũ về sau.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1 Mô hình thủy văn IFAS

IFAS (*Integrated Flood Analysis System*) được gọi là Hệ thống phân tích lũ tổng hợp do Viện nghiên cứu công chính Nhật Bản PWRI (*Public Works Research Institute*) [3,7]. IFAS cung cấp giao diện cho đầu vào không chỉ gồm dữ liệu mưa ở các trạm đo mặt đất mà còn dựa dữ liệu mưa vệ tinh, và các chức năng GIS để tạo mạng lưới kênh sông và ước tính các tham số của công cụ phân tích chế độ dòng chảy (mô hình thủy văn thông số phân bố PWRI) và giao diện để hiển thị kết quả đầu ra. Được phát triển từ năm 2007, qua các hoạt động nghiên cứu được triển khai bởi Trung tâm quốc tế về quản lý thảm họa và rủi ro về nước (ICHARM) dưới sự bảo trợ của UNESCO, hệ thống IFAS đã được chuyển giao, đào tạo miễn cho các nước đang phát triển ở Châu Á, trong đó có Việt Nam vào năm 2011.

Nghiên cứu ứng dụng IFAS trong tính toán thủy văn tại Việt Nam điển hình có thể kể đến là đề tài khoa học cấp Bộ năm 2013 “Nghiên cứu ứng dụng số liệu vệ tinh, mưa dự báo số trị kết

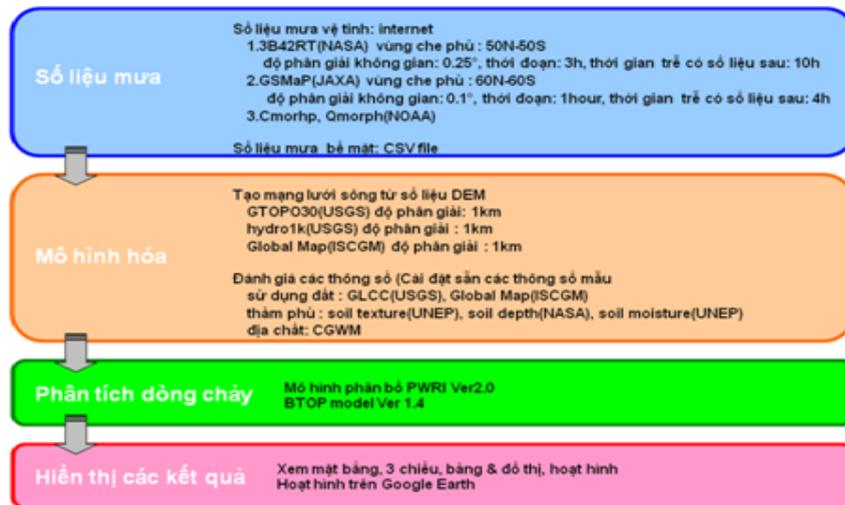
hợp số liệu bề mặt trong dự báo lũ hệ thống sông Hồng - Thái Bình” của TS. Đặng Ngọc Tĩnh [6]. Dựa trên nghiên cứu này và sự hỗ trợ trong khuôn khổ nghiên cứu của “Chương trình Chu trình nước Châu Á”, TS. Đặng Ngọc Tĩnh đã nghiên cứu xây dựng hệ thống dự báo lũ cho lưu vực sông Thái Bình với sự tích hợp của mô hình thủy văn IFAS, mô hình thủy lực MIKE 11 với dữ liệu mưa đầu vào từ các trạm đo, mưa vệ tinh GSMaP\_NRT, mưa dự báo từ các mô hình số trị ECMWF, GFS, HRM và hệ thống dự báo vẫn được sử dụng trong nghiệp vụ. Hiện nay, một số cơ quan dự báo khu vực như Bắc Trung Bộ, Việt Bắc đã ứng dụng mô hình IFAS để xây dựng những phương án dự báo lũ cho các hệ thống sông trong nhiệm vụ được giao.

Một số ưu điểm chính của IFAS đó là khả năng tích hợp nhiều nguồn dữ liệu mưa ước lượng từ ảnh mây vệ tinh, radar, số liệu thực đo làm đầu vào; phân tích, tính toán dòng chảy trên lưu vực sông dựa trên mô hình thủy văn thông số phân bố; tự thiết lập mô hình tính toán dòng chảy trên cơ sở số liệu từ hệ thống thông tin địa lý toàn cầu (GIS), dữ liệu viễn thám gồm địa hình, thảm phủ, loại đất...; có khả năng hiển thị trực quan kết quả ở dạng đồ thị, bảng biểu và biểu đồ.

Số liệu mưa vệ tinh và mưa thực đo bề mặt được nhập vào như số liệu dạng ô lưới (*grid*). Đường phân thủy được tạo ra từ số liệu mô hình số độ cao (DEM). Mô hình tính toán được tạo thành bằng thiết lập các thông số trên cơ sở số liệu sử dụng đất hoặc lớp phủ, điều kiện địa chất và chất đất [6].

Mô hình thủy văn trong IFAS (gọi tắt mô hình IFAS) thuộc mô hình có thông số phân bố bao gồm ba mô hình bộ phận là mô hình nước mặt, mô hình nước ngầm và mô hình nước trong sông với cấu trúc của hệ thống mô hình thủy văn bao gồm 3 mô hình bộ phận được tổng hợp ở bảng 1 và minh họa ở hình 1.

Cấu trúc của IFAS



Hình 1. Cấu trúc chính của IFAS

Bảng 1. Cấu trúc của hệ thống mô hình thủy văn

Mô hình	Chức năng
Mô hình nước mặt	Thấm xuống tầng ngầm; Dòng chảy mặt; Lượng trữ mặt; Bốc hơi từ mức nước ngầm; Xuất ra dòng trung gian nhanh chóng.
Mô hình nước ngầm	Xuất ra dòng nước ngầm
Mô hình trong sông	Chảy trong lòng sông

2.2 Dữ liệu đầu vào mô hình

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. Ba sản phẩm ước lượng mưa GSMaP chính thường được sử dụng rộng rãi được tổng hợp ở bảng 2.

Bảng 2. Các sản phẩm ước lượng mưa GSMaP

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

Sản phẩm GSMaP\_NOW (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. Và nguồn dữ liệu mưa GSMaP\_NRT được đề xuất sử dụng trong nghiên cứu này. Một số ưu điểm của sản phẩm mưa vệ tinh được lựa chọn là dữ liệu GSMaP\_NRT được JAXA cung cấp khá đầy đủ, ổn định trong nhiều năm, độ trễ về dữ liệu truyền

về là 3-4 giờ nên có thể đảm bảo được yêu cầu nghiên cứu và có khả năng tích hợp kịp thời để tính toán dòng chảy trong các hệ thống dự báo lũ.

Sản phẩm GSMaP\_NOW với ưu điểm là sản phẩm được cập nhật thời gian thực, tuy nhiên sản phẩm này cần hệ thống máy tính cấu hình cao chuyên dụng để thu nhận từ vệ tinh khí tượng Himawari.

Sản phẩm GSMaP\_MKV được JAXA lưu trữ với chuỗi số liệu lịch sử khá dài, đầy đủ, thuật toán xử lý hoàn chỉnh, được cập nhật các phiên

bản phù hợp với nguồn thu từ các vệ tinh mới. Tuy nhiên, do độ trễ của GSMaP\_MVK thường từ 3-4 ngày nên nguồn số liệu này được sử dụng trong các nghiên cứu đánh giá, phân tích, thường không sử dụng trong các hệ thống nghiệp vụ dự báo.

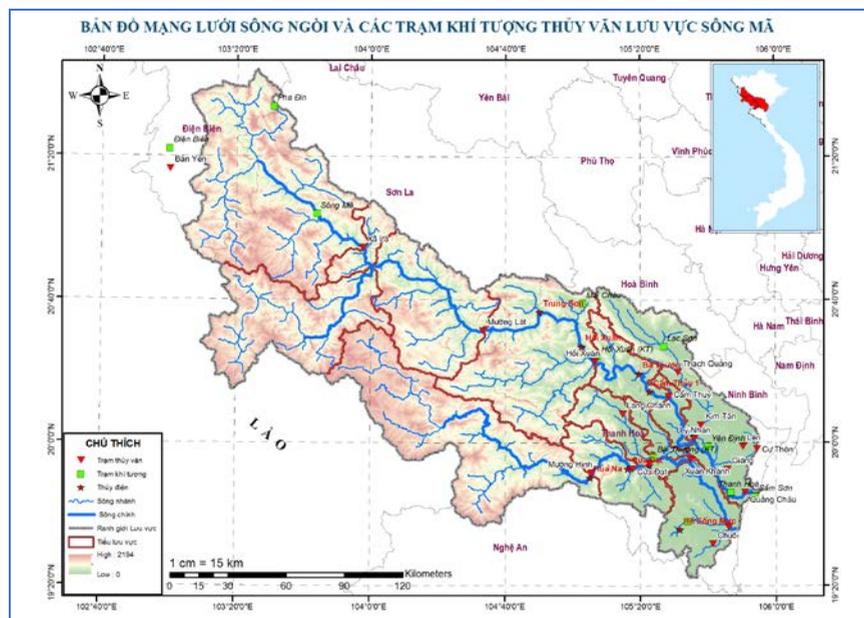
*b) Số liệu thực đo*

- Số liệu mưa từ 25 trạm đo trong và lân cận lưu vực có chuỗi số liệu lịch sử từ năm 2000 đến nay. Do điều kiện đo đạc tại các trạm, số liệu mưa thực đo thu thập được là lượng mưa 6 giờ. Bảng 2 tổng hợp các trạm đo mưa mặt đất có số liệu được sử dụng là đầu vào mô hình thủy văn.

- Số liệu mực nước và đường quan hệ H-Q

trung bình nhiều năm tổng hợp từ 2005 đến 2012 cho các vị trí thuộc khu vực trung lưu của lưu vực là Cẩm Thủy trên dòng chính sông Mã và Bái Thượng trên sông Chu, sông nhánh chính thuộc hệ thống sông Mã, được sử dụng xây dựng cơ sở dữ liệu đầu vào cho mô hình IFAS.

- Lựa chọn 4 đợt lũ để hiệu chỉnh từ năm 2000 đến 2008 (bảng 3) và kiểm định 2 trận lũ cuối năm 2008 và 2009. Các trận lũ được chọn xuất hiện tập trung trong 3 tháng lũ chính vụ từ tháng 8 đến tháng 10 nhằm đảm bảo sự tương đồng về thời gian và dòng chảy cơ bản trong sông.



Hình 2. Mạng lưới trạm khí tượng thủy văn chính lưu vực sông Mã

Bảng 3. Đặc trưng 4 trận lũ trên sông Mã tại Cẩm Thủy và sông Chu tại Bái Thượng

Trạm	Sông	Thời gian trận lũ	Đỉnh lũ (m <sup>3</sup> /s)	Thời gian xuất hiện	Biên độ lũ (m <sup>3</sup> /s)
Cẩm Thủy	Mã	27/8 - 22/9/2000	4000	19h 12/9/2000	3346
		14/9 - 15/10/2005	4410	7h 28/9/2005	3756
		25/9 - 21/10/2007	7698	19h 5/10/2007	7358
		23/9 - 19/10/2008	4100	23h 27/9/2008	2300
Bái Thượng	Chu	27/8 - 22/9/2000	2390	19h 11/9/2000	2142
		14/9 - 15/10/2005	2480	19h 14/9/2005	2151
		25/9 - 21/10/2007	3950	7h 5/10/2007	3784
		23/9 - 19/10/2008	704	13h 1/10/2008	558

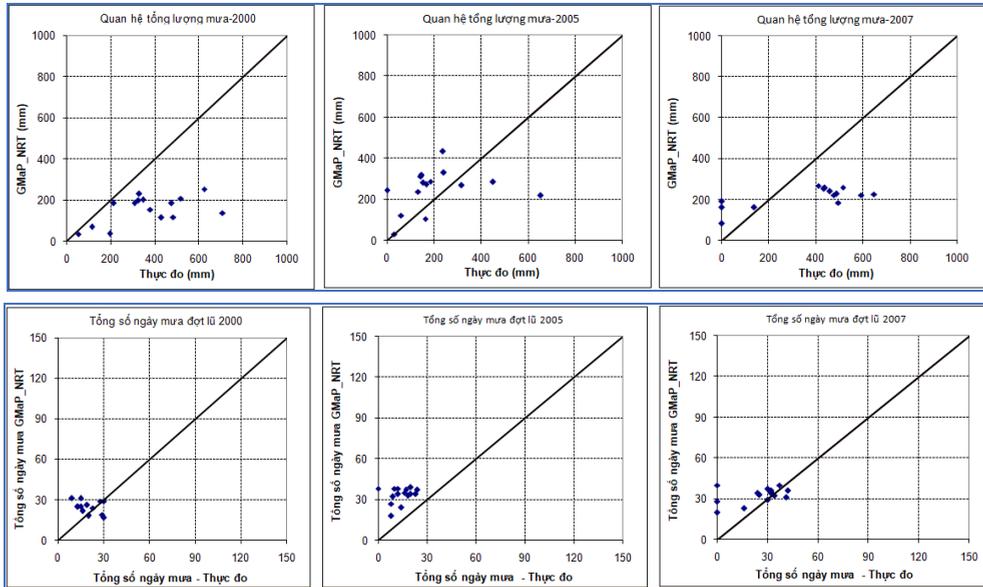
*c) So sánh hai nguồn số liệu mưa được tích hợp trong mô hình*

Hai nguồn số liệu mưa thực đo và vệ tinh có

sự khác biệt lớn theo phân bố theo không gian, thời gian, giá trị lượng mưa. Hình 3 minh họa sự phân bố tổng lượng mưa và số ngày mưa cho 3

trận mưa gây lũ lớn trong tháng 8 đến tháng 10 năm 2000, 2005 và 2007. Có thể thấy tổng lượng mưa GSMaP có xu thế thiên thấp so với lượng

mưa thực đo tuy nhiên số ngày mưa GSMaP cao hơn hẳn so với số ngày mưa thực đo.



Hình 3. Phân bố quan hệ tổng lượng mưa và số ngày mưa trong 3 trận lũ lớn năm 2000, 2005 và 2007

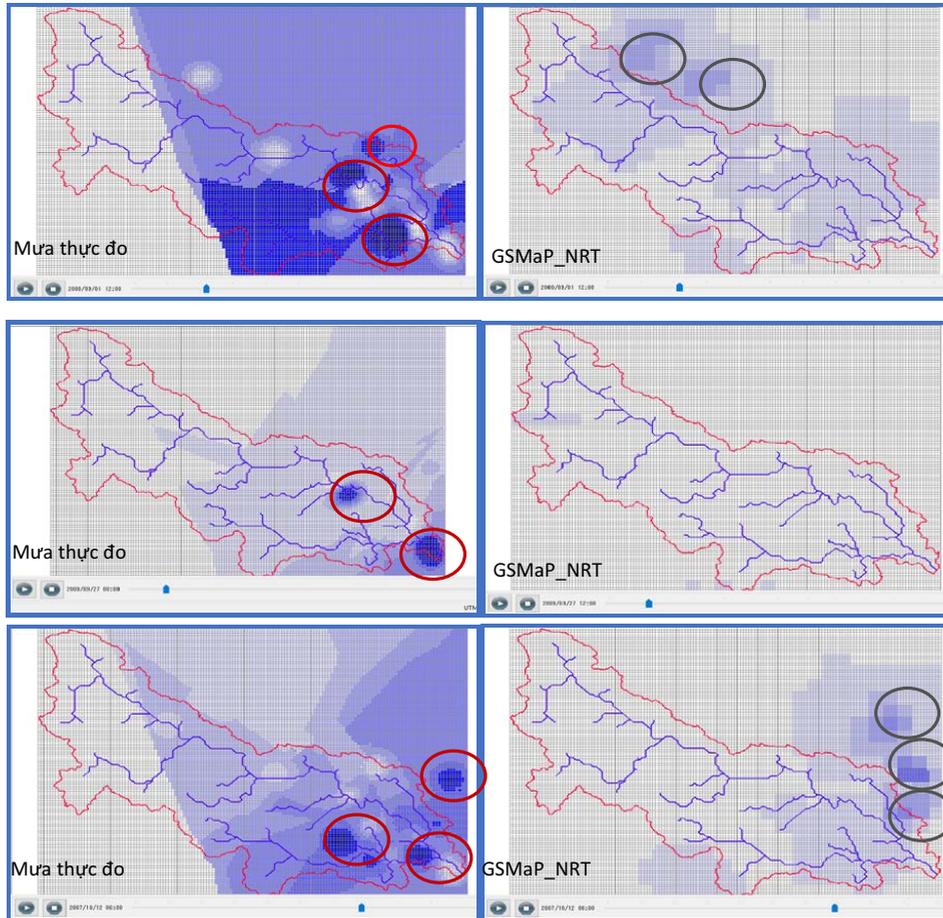
Sự khác biệt giữa hai nguồn số liệu mưa về phân bố theo không gian được minh họa ở hình 4 với việc mô phỏng sự phân bố của hai nguồn số liệu mưa được hiển thị khi tích hợp trong mô hình IFAS. Lựa chọn cùng một thời điểm xuất hiện lượng mưa lớn, có thể thấy sự khác biệt về vị trí xuất hiện tâm mưa và lượng mưa.

Qua sự phân bố mưa được minh họa ở hình 4, trên lưu vực sông Mã, mật độ trạm đo tập trung khu vực hạ lưu khá dày, do đó, hình ảnh tâm mưa thực đo xuất hiện rất rõ rệt. Đối với khu vực trung lưu và thượng lưu, mật độ trạm đo thưa thớt, đặc biệt khu vực thuộc Lào, phân bố mưa được xác định theo phương pháp nội suy (trong nghiên cứu này sử dụng phương pháp Kriging), do đó, mức độ tin cậy phân bố mưa cho các khu vực này còn hạn chế. Trong khi đó, phân bố mưa GSMaP xác định được các tâm mưa khu vực thượng lưu, đây là ưu điểm của nguồn mưa vệ

tinh khi bao phủ được không gian lớn, nhất là khu vực không có trạm đo mặt đất.

Hai nguồn số liệu mưa thực đo và vệ tinh được tích hợp trong mô hình IFAS có sự khác biệt lớn theo phân bố theo không gian, thời gian, giá trị lượng mưa trong cùng thời điểm. Hình 4 minh họa trực quan sự khác biệt về vị trí xuất hiện tâm mưa và lượng mưa trong cùng một thời điểm giữa hai nguồn số liệu trong 3 đợt lũ năm 2000, 2007 và 2009. Có thể thấy lượng mưa GSMaP có xu hướng thiên thấp so với lượng mưa thực đo vùng hạ lưu lưu vực sông Mã, khu vực có mật độ trạm đo tương đối nhiều.

Đối với phân bố mưa thực đo trên lưu vực, tác giả sử dụng phương pháp Kriging, do vậy lượng mưa tại khu vực trung lưu sông Mã thuộc Lào là không có trạm đo sẽ có độ tin cậy không cao do thuật toán nội suy cho khu vực này kém.



Hình 4. Sự khác biệt về phân bố mưa lưu vực sông Mã với số liệu mưa thực đo và mưa GSMaP\_NRT được tích hợp trong mô hình IFAS

### 2.3 Phương pháp đánh giá

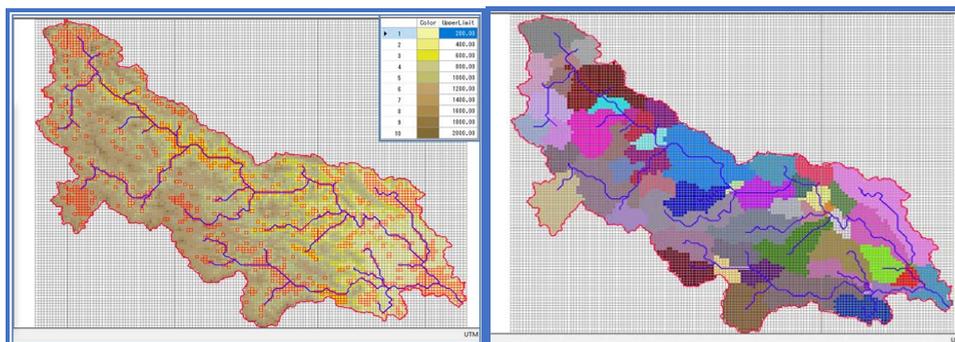
Trong nghiên cứu sử dụng tiêu chuẩn đánh giá chất lượng mô phỏng của mô hình là NASH-Sutcliffe:

$$NASH = 1 - \frac{\sum (Q_{tt} - Q_{obs})^2}{\sum (Q_{tt} - \bar{Q}_{obs})^2} \quad (1)$$

Trong đó  $Q_{tt}$  là lưu lượng lũ tính toán ( $m^3/s$ );

$Q_{obs}$  là lưu lượng lũ thực đo ( $m^3/s$ );  $\bar{Q}_{obs}$  là lưu lượng lũ thực đo trung bình ( $m^3/s$ ).

Hình 5 minh họa những số liệu cao độ số (DEM 30x30), bản đồ phân chia lưu vực sông Mã được tích hợp trong mô hình thủy văn IFAS. Phân bố mưa trên lưu vực với nguồn số liệu thực đo từ trạm mặt đất và dữ liệu mưa GSMaP\_NRT tích hợp trong mô hình IFAS.



Bản đồ cao độ DEM

Bản đồ phân chia tiểu lưu vực trong mô hình

Hình 5. Bản đồ phân bố cao độ và phân chia lưu vực trong mô hình IFAS

3. Kết quả nghiên cứu

Dựa trên số liệu mưa thực đo, hiệu chỉnh

thông số mô hình IFAS với bộ thông số tối ưu

được tổng hợp ở bảng 4.

Bảng 4. Bộ thông số hiệu chỉnh cho mô hình IFAS

Tầng nước mặt							
STT	SKF	HFMXD	HFMND	HFOD	SNF	FALFX	FIFD
1	0.00055	0.1	0.01	0.005	0.7	0.8	0
2	0.000025	0.05	0.01	0.005	2.0	0.6	0
3	0.000015	0.05	0.01	0.005	2.0	0.5	0
4	0.000002	0.001	0.0005	0.0001	0.1	0.9	0
5	0.00002	0.05	0.01	0.005	2	0.5	0

Với thông số			
Thông số	Ý nghĩa	Ký hiệu	Đơn vị
SKF	Khả năng thấm	$f_0$	cm/s
HFMXD	Chiều cao trữ lớn nhất	$S_{12}$	m
HFMND	Chiều cao dòng chảy sát mặt	$S_{11}$	m
HFOD	Chiều cao dòng chảy ngầm	$S_{10}$	m
SNF	Hệ số nhám bề mặt	N	$m^{-1/3}/s$
FALFX	Hệ số điều tiết d/c sát mặt	$\alpha_n$	Không thứ nguyên
HIFD	Chiều cao nước ban đầu		M

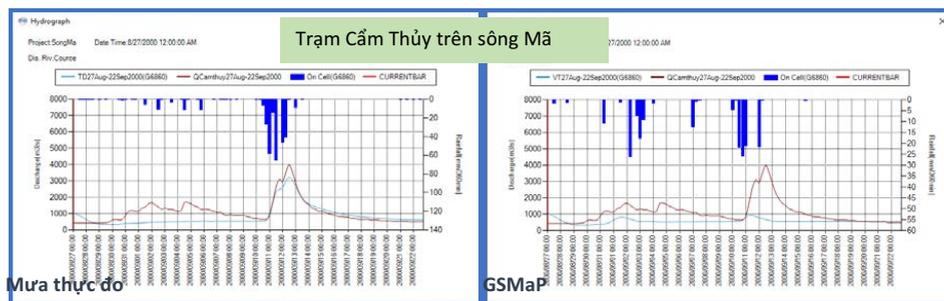
Tầng nước ngầm				
STT	AUD	AGD	HCGD	HIGD
1	0.10	0.02	2.0	2.0
2	0.11	0.02	2.0	2.0
3	0.12	0.02	2.0	2.0
4	0.13	0.02	2.0	2.0

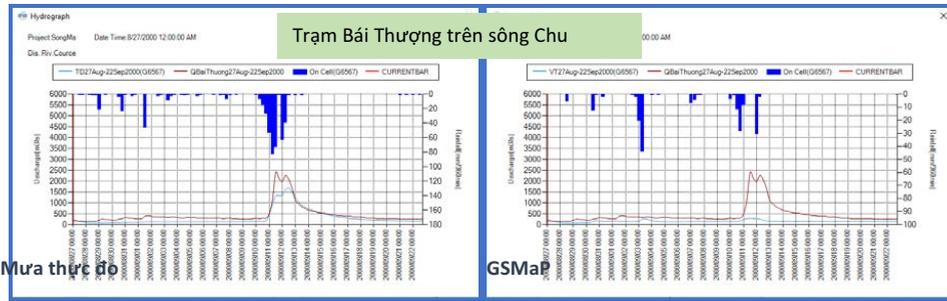
  

Với thông số			
Thông số	Ký hiệu	Ký hiệu	Đơn vị
AUD	Hệ số d/c sát mặt	$A_u$	$(1/mm/ngày)^{1/2}$
AGD	Hệ số d/c cơ sở	$A_g$	l/ngày
HCGD	Chiều cao d/c sát mặt	$S_g$	M
HIGD	Chiều cao ban đầu		

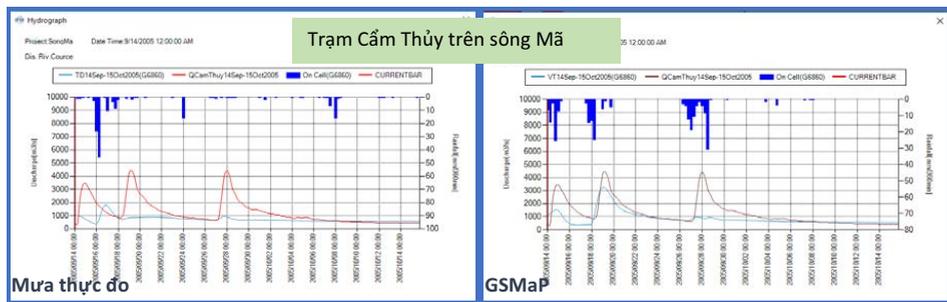
Với bộ thông số được tối ưu, tính toán mô phỏng dòng chảy lũ với số liệu GSMaP. Đánh giá kết quả hiệu chỉnh mô hình IFAS với các trận

lũ từ năm 2000 -2008 dựa trên chỉ số mức độ phù hợp giữa tính toán và thực đo NASH được tổng hợp ở bảng 5 và các hình 6 - 9.

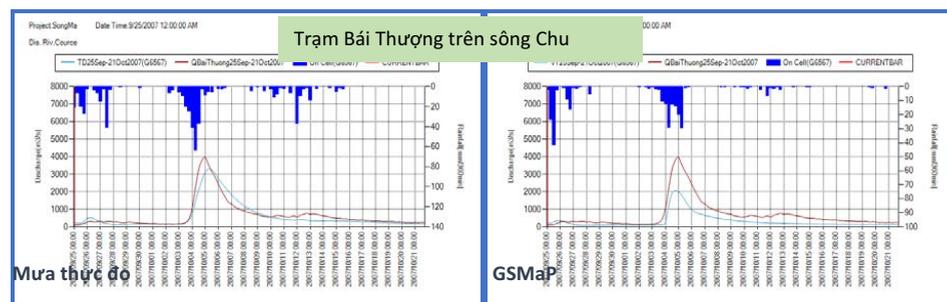
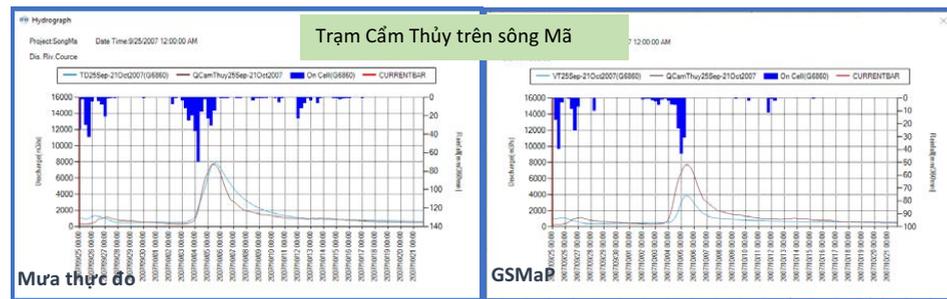




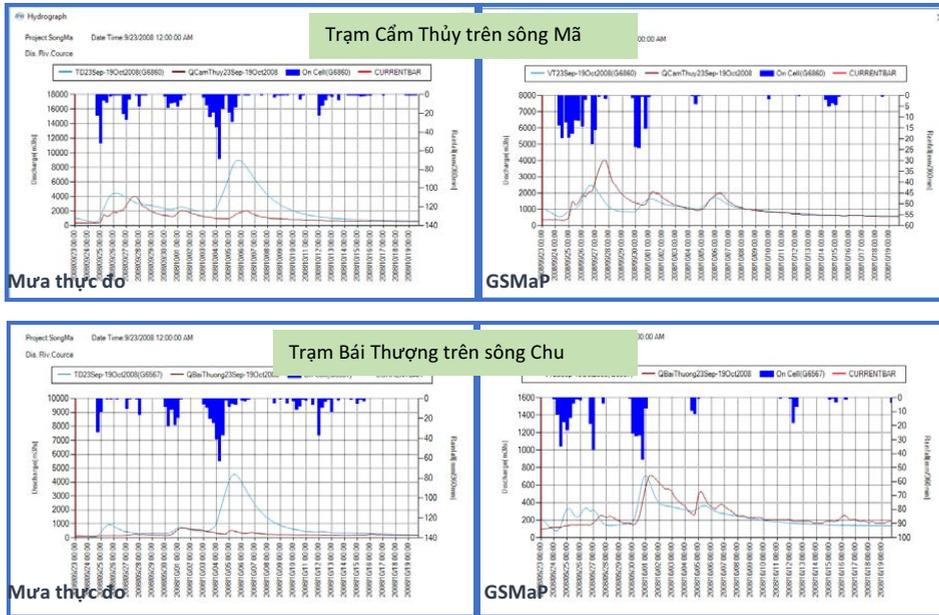
Hình 6. Kết quả mô phỏng dòng chảy lũ với số liệu thực đo và GSMaP\_NRT tại Cẩm Thủy trên sông Mã, Bái Thượng trên sông Chu (đợt lũ 27/8 - 22/9/2000)



Hình 7. Kết quả mô phỏng dòng chảy lũ với số liệu thực đo và GSMaP\_NRT tại Cẩm Thủy trên sông Mã, Bái Thượng trên sông Chu (đợt lũ 14/9 - 15/10/2005)

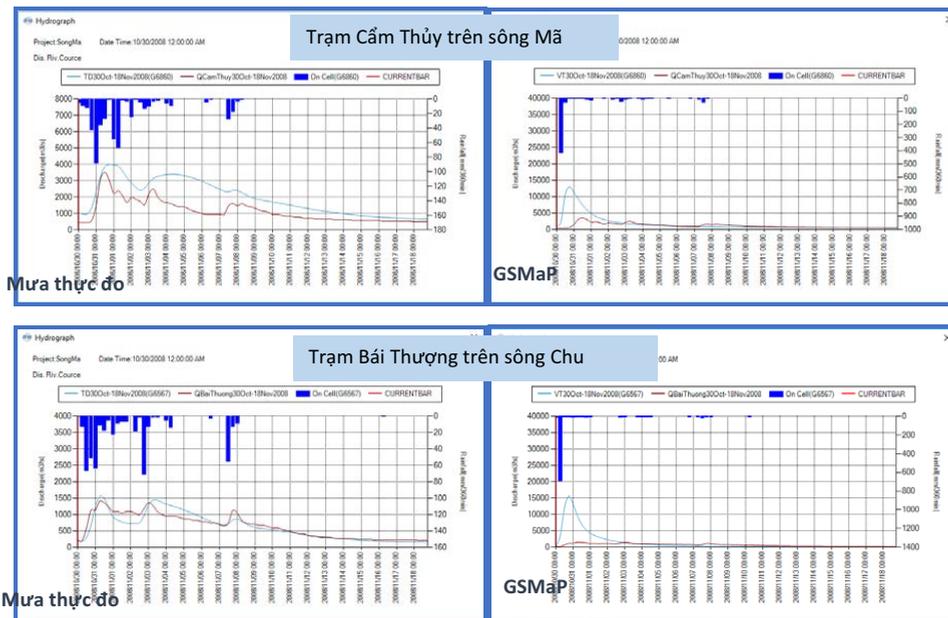


Hình 8. Kết quả mô phỏng dòng chảy lũ với số liệu thực đo và GSMaP\_NRT tại Cẩm Thủy trên sông Mã, Bái Thượng trên sông Chu (đợt lũ 25/9 - 21/10/2007)



Hình 9. Kết quả mô phỏng dòng chảy lũ với số liệu thực đo và GSMaP\_NRT tại Cẩm Thủy trên sông Mã, Bái Thượng trên sông Chu (đợt lũ 23/9 - 19/10/2008)

Kết quả kiểm định 2 trận lũ lớn và vừa năm 2008 và 2009 được minh họa ở hình 10 và 11.



Hình 10. Kết quả mô phỏng dòng chảy lũ với số liệu thực đo và GSMaP\_NRT tại Cẩm Thủy trên sông Mã, Bái Thượng trên sông Chu (đợt lũ 30/10 - 18/11/2008)



Hình 11. Kết quả mô phỏng dòng chảy lũ với số liệu thực đo và GSMaP\_NRT tại Cẩm Thủy trên sông Mã, Bái Thượng trên sông Chu (đợt lũ 24/9 - 24/10/2009)

Bảng 5. Đánh giá kết quả mô phỏng dòng chảy lũ của mô hình IFAS dựa trên chỉ số NASH

Trạm	Sông	Thời gian trận lũ	NASH	
			Mưa thực đo	GSMaP_NRT
Cẩm Thủy	Mã	27/8 – 22/9/2000	0.48	Ko mô phỏng được
		14/9 – 15/10/2005	Ko mô phỏng được	0.16
		25/9 – 21/10/2007	0.91	0.52
		23/9 – 19/10/2008	Ko mô phỏng được	0.35
Bái Thượng	Chu	27/8 – 22/9/2000	0.75	Ko mô phỏng được
		14/9 – 15/10/2005	Ko mô phỏng được	Ko mô phỏng được
		25/9 – 21/10/2007	0.94	0.49
		23/9 – 19/10/2008	Ko mô phỏng được	0.37
Kết quả đánh giá 2 trận lũ kiểm định				
Cẩm Thủy	Mã	30/10 – 18/11/2008	0.42	Ko mô phỏng được
		24/10 – 24/10/2009	Ko mô phỏng được	Ko mô phỏng được
Bái Thượng	Chu	30/10 – 18/11/2008	0.83	Ko mô phỏng được
		24/9 – 24/10/2009	0.29	Ko mô phỏng được

Kết quả hiệu chỉnh mô hình IFAS cho các trận lũ lớn nhất năm 2000, 2005, 2008 và 2009 chưa tốt với hình thể thời tiết chính gây mưa - lũ là ảnh hưởng của bão, hoàn lưu bão đổ bộ khu vực miền Trung (bão số 4, WUKONG - 9/2000; bão số 6, VICENTE - 9/2005; hoàn lưu bão số 8, KOPPU - 9/2009), phân bố mưa lớn trên lưu vực tập trung nhiều khu vực hạ lưu vùng Thanh Hóa - Nghệ An.

Năm 2007, đợt lũ lớn nhất trên lưu vực sông

Mã xuất hiện vào đầu tháng X với nguyên nhân gây mưa - lũ lớn là do ảnh hưởng trực tiếp của bão số 5 (LEKIMA), phân bố mưa trải đều trên lưu vực từ thượng đến trung lưu sông Mã. Mô hình đã tính toán mô phỏng đợt lũ này khá tốt, chỉ số NASH là 0,91 tại Cẩm Thủy và 0,94 tại Bái Thượng.

Kết quả ở bảng 5 cho thấy, sử dụng mô hình IFAS mô phỏng lũ tại Cẩm Thủy trên dòng chính sông Mã có kết quả tốt hơn mô phỏng lũ cho vị

trí Bái Thượng trên sông Chu. Mặc dù hai vị trí nằm ở khu vực trung lưu hệ thống sông Mã, tuynhiên, khu vực trung lưu vực sông Chu có một phần thuộc Lào, là nơi không có thông tin và số liệu mưa nên phần nào ảnh hưởng đến phân bố mưa thực đo theo phương pháp Kriging, do đó ảnh hưởng đến tính toán dòng chảy lũ từ mưa khu vực trung lưu sông Chu.

Sử dụng số liệu mưa vệ tinh GSMaP\_NRT là đầu vào mô hình IFAS, kết quả tính toán cho thấy việc sử dụng nguồn số liệu này chưa mô phỏng được dòng chảy lũ trên dòng chính sông Mã và sông Chu. Đặc biệt, trận lũ các năm 2000, 2008 và 2009 cho thấy phân bố mưa vệ tinh tại Cẩm Thủy và Bái Thượng không tương thích với lượng dòng chảy lũ thực đo, phần lớn là thiên thấp so với thực tế.

Tuy nhiên, một số trường hợp như trận lũ vào tháng 9 đến tháng 10 năm 2005 và 2008 cho thấy, sử dụng mưa vệ tinh cho kết quả tính toán dòng chảy khả quan hơn khi sử dụng số liệu mưa thực đo, đặc biệt trong một số trường hợp, dòng chảy tính toán với lượng mưa vệ tinh tuy thiên thấp về giá trị nhưng khả năng bắt đỉnh lũ tốt hơn dòng chảy tính toán với mưa thực đo như trận lũ năm 2005 và lũ lớn năm 2007.

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu này đã ứng dụng mô hình thủy văn IFAS tính toán mô phỏng dòng chảy lũ khu vực trung lưu lưu vực sông Mã. Đây là khu vực có mạng lưới trạm khí tượng thủy văn hạn chế, do đó, tác giả sử dụng hai nguồn số liệu mưa

thực đo từ các trạm mặt đất và mưa vệ tinh GSMaP nhằm mục đích đánh giá chất lượng mưa vệ tinh qua kết quả mô phỏng dòng chảy lũ trên lưu vực sông thiếu số liệu trong khoảng thời gian lưu vực sông ít chịu tác động của các hệ thống hồ chứa.

Dựa trên chỉ số đánh giá mức độ tương thích giữa kết quả tính toán và thực tế NASH-Sutcliffe, kết quả mô phỏng dòng chảy không được tốt khi sử dụng cả hai nguồn số liệu mưa.

Nhiều nghiên cứu học đã kết luận “số liệu ước lượng mưa viễn thám không thể sử dụng thay thế với mô hình thủy văn được hiệu chỉnh với số liệu mưa thực đo tại các trạm mặt đất, trừ khi được hiệu chỉnh lại với số liệu mưa vệ tinh” [1,6]. Tuy vậy, qua nghiên cứu này, một số trường hợp cho thấy sử dụng mưa vệ tinh mô phỏng lũ cho kết quả tốt hơn khi sử dụng số liệu mưa thực đo, từ đó, tại những khu vực với thực trạng quá ít hoặc không có dữ liệu mưa thực đo, việc sử dụng mưa vệ tinh là đầu vào mô hình thủy văn là giải pháp có thể chấp nhận được “*something better than nothing*”.

Trong một số trường hợp, sử dụng mưa vệ tinh cho kết quả tính toán thời gian xuất hiện đỉnh lũ tương đối sát với thời gian đỉnh lũ thực tế, trong khi đó, dùng mưa thực đo mô phỏng độ lớn trận lũ tốt hơn, từ đó, định hướng nghiên cứu về việc hiệu chỉnh độ sai lệch giữa nguồn số liệu mưa vệ tinh và thực đo là cần thiết, nhằm sử dụng hiệu quả hơn số liệu mưa vệ tinh trong tính toán lũ.

### Tài liệu tham khảo

1. Artan, G., et al. (2007), *Adequacy of satellite derived rainfall data for stream*. Natural Hazard, 167-185.
2. Hossain, F., Katiyar, N., Hong, Y., Wolf, A., (2007), *The emerging role of satellite rainfall data in improving the hydro-political situation of flood monitoring in the under-developed regions of the world*, Nat Hazards, vol. 43 , 199 - 210.
3. Hafiz, I., Sidek, L.M., Basri, H., Hanapi, M.N., (2013), *Application of Integrated Flood Analysis System (IFAS) for Dungun River Basin*. Conference Paper in IOP Conference Series Earth and Environmental Science. Doi: 10.1088/1755-1315/16/1/012128.
4. Phòng khí tượng thủy văn, Viện Quy hoạch Thủy Lợi (2014), *Báo cáo thủy văn Hà Nội: Dự án rà soát quy hoạch thủy lợi lưu vực sông Mã*.

5. Shrestha, Singh, M., (2011), *Bias-Adjustment of Satellite-Based Rainfall Estimates over the Central Himalayas of Nepal for Flood Prediction*, Kyoto, Thesis or Dissertation.

6. Đặng Ngọc Tĩnh (2013), *Nghiên cứu ứng dụng số liệu vệ tinh mưa dự báo số trị kết hợp số liệu bề mặt trong dự báo lũ hệ thống sông Hồng - Thái Bình*. Hà Nội: Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ.

7. Tsukuba (2009), *Integrated Flood Analysis System (IFAS version 1.2) User's Manual*. Japan: Public Works Research Institute (PWRI). International Centre for Water Hazard and Risk Management under the auspices of UNESCO (ICHARM).

## APPLICATION OF IFAS HYDROLOGICAL MODEL FOR SIMULATING THE MIDDLE REACH OF THE MA RIVER BASIN

Nguyen Tien Kien<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Center for Hydro-Meteorological Forecasting

**Abstract:** *Currently, many kinds of rainfall data sources as radar and satellite products have been integrated in flood forecasting systems in the world for supplementing and combining with the observation in the system, especially flood forecast system in hydro-meteorological agencies from USA, Japan, China, Korea ... This study presents the simulation results of flood flows on the Ma River main stream based on the application of IFAS hydrological model from Japan Institute of Public Work (PWRI)s. The model input data sources include observed rainfall and GSMaP\_NRT satellite rainfall product. The flood flow simulation results show that the situation of sparse station network is an important cause leading to bad results of flood flow simulation for upper and middle reaches of the Ma river with both observed rainfall and satellite rainfall input data. Based on model results, some cases of using satellite rainfall show better results in comparing with using the observed rainfall, it is the premise to consider the application of the satellite rainfall data as input hydrological model to calculate flood flow for areas without or few measurement stations such as the middle and upper parts of Ma river basin.*

**Keywords:** *GSMaP\_NRT, Ma River basin, Flood flow simulation, IFAS model.*