

THỬ NGHIỆM SỬ DỤNG ẢNH VỆ TINH ĐỊA TĨNH GMS-5 TRONG ĐÁNH GIÁ MƯA

TS. Hoàng Minh Hiền, KS. Nguyễn Vinh Thư
Trung tâm quốc gia dự báo KTTV

Tóm tắt: Từ tháng 5-1997 tại TTQGDBKTTV có thể thu được các ảnh vệ tinh địa tĩnh GMS-5 độ phân giải cao với 4 kênh phổ khác nhau. Một số nghiên cứu ban đầu nhằm phục vụ công tác nghiệp vụ KTTV đã được tiến hành tại Tổ Khí tượng Vệ tinh trong đó có vấn đề về đánh giá trường mưa.

Có nhiều phương pháp khác nhau sử dụng thông tin GMS-5, trong đó có các phương pháp đánh giá mưa từ các ảnh phổ hồng ngoại, ảnh thị phổ hoặc từ tổ hợp các kênh phổ khác nhau. Ngoài tổ hợp ảnh thị phổ VIS và ảnh hồng ngoại IR1, chúng tôi đã tập trung thử nghiệm phương pháp đánh giá về mưa thông qua tổ hợp ba kênh phổ hồng ngoại nhiệt IR1, IR2 và kênh hơi nước WV. Phương pháp này có những ưu điểm riêng đặc biệt là khả năng khai thác ảnh hơi nước và đánh giá về mưa một cách khá liên tục vào cả ban ngày và ban đêm.

Kết quả thử nghiệm ban đầu trong vài năm qua cho thấy bước đầu có thể đưa kỹ thuật này vào áp dụng trong phân tích về trường mưa đã qua và hiện tại, hỗ trợ thêm thông tin trong một số vấn đề liên quan đến công tác nghiệp vụ khí tượng thủy văn.

1. Tình hình chung

Kể từ khi xuất hiện vệ tinh khí tượng đã có rất nhiều phương pháp khai thác loại thông tin này trong đánh giá về trường mưa, trong đó có các phương pháp chỉ sử dụng ảnh từ kênh hồng ngoại nhiệt hoặc chỉ từ kênh thị phổ hoặc từ tổ hợp của các loại kênh phổ khác nhau hoặc từ kênh phổ sóng cực ngắn, từ các vệ tinh khí tượng địa tĩnh hoặc từ các vệ tinh khí tượng cực. Gần đây đã xuất hiện nhiều phương pháp được nghiên cứu, phát triển nhằm khai thác cả thông tin vệ tinh thu được từ kênh hơi nước.

Đánh giá mưa từ ảnh vệ tinh khí tượng có những ưu điểm nổi bật so với các phương pháp truyền thống, đặc biệt tại các vùng biển hoặc các vùng thưa thớt các trạm quan trắc, thông tin loại này rất có lợi trong các lĩnh vực khác nhau như trong công tác nghiệp vụ phân tích và dự báo KTTV hàng ngày, trong nghiên cứu khí hậu, cung cấp số liệu cho các mô hình dự báo số trị thủy động, các mô hình thủy văn v.v. Nhìn chung trong công tác nghiệp vụ phân tích và dự báo KTTV hàng ngày ở các vùng vĩ độ thấp thông tin thu được từ các vệ tinh địa có nhiều lợi thế hơn so với việc khai thác thông tin từ các vệ tinh quỹ đạo cực do tần suất ảnh thu được hàng ngày từ vệ tinh địa tĩnh lớn hơn nhiều so với từ các vệ tinh quỹ đạo cực.

Theo kênh phổ thị thông tin thu được từ các ảnh thị phổ VIS có những ưu điểm nhất định nhưng lại chỉ thu được vào ban ngày và bị phụ thuộc rất nhiều vào độ cao mặt trời vào

các thời điểm khác nhau trong ngày và các ngày khác nhau trong năm. Bên cạnh đó cần phải lưu ý là mỗi một ảnh GMS-5 được quét cho khoảng diện tích bằng gần một nửa diện tích trái đất trong thời gian kéo dài khoảng 25 phút, chính vì vậy mà các điểm ảnh khác nhau được chụp vào các thời điểm khác nhau với độ cao mặt trời khác nhau và phải tiến hành chuẩn hóa ảnh thị phổ cho từng điểm ảnh nên tốn khá nhiều thời gian tính của máy. Ngoài ra độ phản xạ albedo của bề mặt trái đất cũng rất khác nhau vào các mùa khác nhau trong năm, phụ thuộc vào tình trạng phát triển trong năm của thảm thực vật tại các vùng khác nhau, do đó phải tiến hành các tính toán để tìm ra các tương quan thống kê nhằm cân chỉnh lại các kết quả trong quá trình chuẩn hóa ảnh thị phổ. Vì vậy phương pháp này thường chỉ được áp dụng cho một vài ảnh thu được vào khoảng gần giữa trưa, khi mặt trời gần như ở trên đỉnh đầu, nhưng ngay trong những trường hợp này giá trị albedo của các điểm ảnh cũng vẫn không đồng nhất. Thông tin thu được từ các ảnh kênh phổ hồng ngoại có ưu điểm là thu được liên tục cả vào ban ngày và ban đêm nhưng không đem lại độ chính xác khả dĩ trong đánh giá về mưa. Vì vậy người ta đã nghiên cứu phát triển nhiều phương pháp khác nhau trong đánh giá mưa thông qua chiết xuất từ tổ hợp các kênh phổ ảnh khác nhau, kể cả ảnh hồng ngoại, ảnh hơi nước và ảnh thị phổ.

Cho đến nay còn rất nhiều tồn tại trong đánh giá mưa từ ảnh vệ tinh khí tượng địa tĩnh, độ phân giải của ảnh còn thấp, nhiệt độ đỉnh mây không phản ánh chính xác khả năng và tiềm năng mưa, nhiệt độ đỉnh mây có thể rất thấp mà không hề gây mưa, ngược lại trong nhiều trường hợp khi nhiệt độ đỉnh mây khá cao nhưng lại gây ra mưa, bản thân thông tin vệ tinh khí tượng không phản ánh được trực tiếp trạng thái vật lý của các hạt mây v.v.

2. Tổ hợp ảnh hồng ngoại và ảnh thị phổ

Trong thời kỳ đầu chúng tôi đã thử nghiệm kết hợp 2 loại ảnh là hồng ngoại nhiệt IR1 ($11\mu m$) và ảnh thị phổ VIS để đánh giá về mưa một cách định tính. Như đã nói ở trên, phương pháp này có một tồn tại quan trọng là ảnh thị phổ VIS chỉ thu được vào ban ngày và phụ thuộc rất nhiều vào độ cao mặt trời, vì vậy chỉ cho độ chính xác khả dĩ với các ảnh thu được vào gần giữa trưa. Vì vậy chúng tôi đã thử nghiệm chuẩn hóa ảnh thị phổ theo độ cao mặt trời và sau đó mới kết hợp với ảnh hồng ngoại nhiệt. Việc chuẩn hóa ảnh thị phổ theo độ cao mặt trời đòi hỏi những tính toán rất phức tạp về thiên văn và địa lý, về quỹ đạo di chuyển của mặt trời và trái đất, cân chỉnh về hình dạng không đối xứng của trái đất và nhiều tính toán tinh tế khác, liên quan không chỉ đến toán học mà còn liên quan đến vấn đề vật lý khí quyển. Nhờ vào việc chuẩn hóa ảnh thị phổ nên chúng tôi có thể tăng số ảnh thị phổ sử dụng cho quá trình đánh giá mưa từ khoảng 4 ảnh mỗi ngày lên tới khoảng 8-10 ảnh mỗi ngày và hơn nữa mức xám biểu thị giá trị albedo của các ảnh và các điểm ảnh cũng đồng nhất hơn nhiều so với việc không tiến hành quá trình chuẩn hóa ảnh thị phổ. Các ảnh thị phổ sau khi được chuẩn hóa không những có thể sử dụng trong các đánh giá định tính về mưa mà còn có thể sử dụng trong các đánh giá định lượng. Tuy nhiên trong thời gian qua chúng tôi tập trung nhiều hơn vào việc đánh giá trường mưa từ tổ hợp 3 kênh phổ hồng ngoại IR1, IR2 và kênh hơi nước WV bởi lẽ phương pháp này có ưu điểm đặc biệt là có thể đánh giá trường mưa một cách liên tục vào cả ban ngày và ban đêm, phù hợp hơn cho việc phục vụ công tác nghiệp vụ.

3. Tổ hợp các ảnh hồng ngoại và ảnh hơi nước

Kể từ khi xuất hiện ảnh hơi nước cũng đã có khá nhiều phương pháp nghiên cứu khai thác thông tin từ loại ảnh này trong đánh giá mưa. Trong những năm gần đây, kể từ khi lắp đặt trạm thu ảnh vệ tinh khí tượng độ phân giải cao tại Trung tâm QG Dự báo KTTV (tháng 5-1997), tại Tổ Khí tượng Vệ tinh đã thử nghiệm phương pháp đánh giá mưa từ 3 kênh phổ ảnh khác nhau là kênh hồng ngoại IR1 ($11\mu\text{m}$), kênh hồng ngoại IR2 ($12\mu\text{m}$) và kênh hơi nước WV ($6,7\mu\text{m}$). Phương pháp này có ưu điểm là cho phép chiết xuất thông tin từ 3 loại kênh khác nhau và cho phép đánh giá mưa một cách liên tục trong gần thời gian thực vào cả ban ngày và ban đêm. Cũng như một số phương pháp khác, ở đây chúng tôi sử dụng độ chênh lệch mức xám giữa 2 kênh hồng ngoại Tir1-Tir2 làm tham số để loại bỏ các mây mỏng tầng cao không có khả năng gây mưa ví như mây Ci. Chúng tôi sử dụng độ chênh lệch mức xám giữa kênh hồng ngoại IR1 và kênh hơi nước Tir1-Twv như là tham số để xác định mức độ phát triển của mây đối lưu.

Trong quá trình đánh giá quan hệ thống kê với các số liệu quan trắc truyền thống chúng tôi gặp phải khó khăn về mạng số liệu quan trắc ở Việt Nam rất thưa thớt và không liên tục từng giờ mà ngắn nhất là chỉ cho thời đoạn 6 giờ một nên làm giảm độ chính xác trong việc đánh giá tương quan thống kê và trong các so sánh với các đánh giá về mưa từ ảnh vệ tinh địa tĩnh GMS-5. Cho đến nay số liệu radar vẫn chưa được kết hợp khai thác cũng là một điều đáng tiếc.

Đánh giá thống kê cho thấy hiệu số $T12 = \text{Tir1} - \text{Tir2}$ có thể sử dụng như là tham số để loại bỏ các mây Ci mỏng tầng cao có nhiệt độ thấp nhưng không có khả năng gây mưa bởi lẽ trong các trường hợp đó $T12$ thường lớn hơn 3°C . Thường mưa chỉ xảy ra khi $T12 \leq 3^\circ\text{C}$. Tính toán thống kê cho thấy trong khoảng 95% số trường hợp của các trạm đo có mưa với $T12 \leq 3^\circ\text{C}$. Sai số thường xảy ra đối với các trường hợp mưa giọt, mưa rất nhỏ và mưa nhỏ, đặc biệt là mưa gây ra do mây ở các lớp thấp của tầng khí quyển đối lưu. Một nguyên nhân quan trọng khác dẫn đến sai số trong đánh giá mưa từ các hệ thống mây ở tầng thấp của khí quyển là do sự phản ánh không chính xác của kênh hơi nước ở các tầng này của khí quyển đối với vùng nhiệt đới và xích đạo.

Có thể nâng cao độ chính xác của đánh giá mưa có cường độ nhỏ ở các tầng thấp của khí quyển thông qua việc đưa vào những hiệu chỉnh bổ sung bằng cách tăng mức lượng tử hóa của thông tin và tăng ngưỡng của hiệu số $T12$ nhưng trong trường hợp này sẽ phải tăng thời gian tính của máy và sẽ gặp phải một số vấn đề khó khăn phức tạp khác. Nhìn chung cho đến nay đánh giá mưa cường độ nhỏ từ ảnh vệ tinh GMS-5 theo các phương pháp khác nhau trên thế giới có độ chính xác còn thấp.

Tính toán thống kê cho thấy đối với mưa từ mây đối lưu sâu thì hiệu số $T13 = \text{Tir1} - \text{Twv}$ thường có giá trị nhỏ hoặc có giá trị âm. Với các trường hợp mưa lớn thường có hiệu số $T13 < 10^\circ\text{C}$. Khi $T13 > 28^\circ\text{C}$ thường không xảy ra mưa. Chính vì vậy mà $T13$ được sử dụng như một tham số quan trọng trong quá trình đánh giá mưa, đặc biệt đối với mây đối lưu, mây tầng trung và tầng cao.

Trước đây người ta thường sử dụng nhiệt độ đỉnh mây từ kênh hồng ngoại T1 (kênh IR1) trong đánh giá mưa, nhưng cho sai số rất lớn bởi lẽ trong rất nhiều trường hợp khả năng mưa và cường độ mưa không quan hệ chặt chẽ với nhiệt độ đỉnh mây. Tính toán thống kê cho thấy nếu với cùng hiệu số $T12$ và $T13$ thì nếu T1 có giá trị nhỏ hơn thì khả

năng mưa và cường độ mưa thường lớn hơn. Vì vậy có thể sử dụng T1 như tham số bổ sung trong quá trình đánh giá về mưa từ ảnh GMS-5.

Chúng tôi sử dụng các công thức của Kurino(3) để đánh giá các đại lượng liên quan đến quá trình đo mưa từ ảnh vệ tinh GMS-5, trong đó công thức tính xác suất mưa Prain là như sau:

$$\text{Prain}(T12, T13, T1) = \frac{\text{Nrain}(T12, T13, T1)}{(\text{Nno_rain}(T12, T13, T1) + \text{Nrain}(T12, T13, T1))} \quad (1)$$

trong đó Nrain là tần suất mưa, Nno_rain là tần suất không gây mưa;

Đối với cường độ mưa trung bình Mrain_rate:

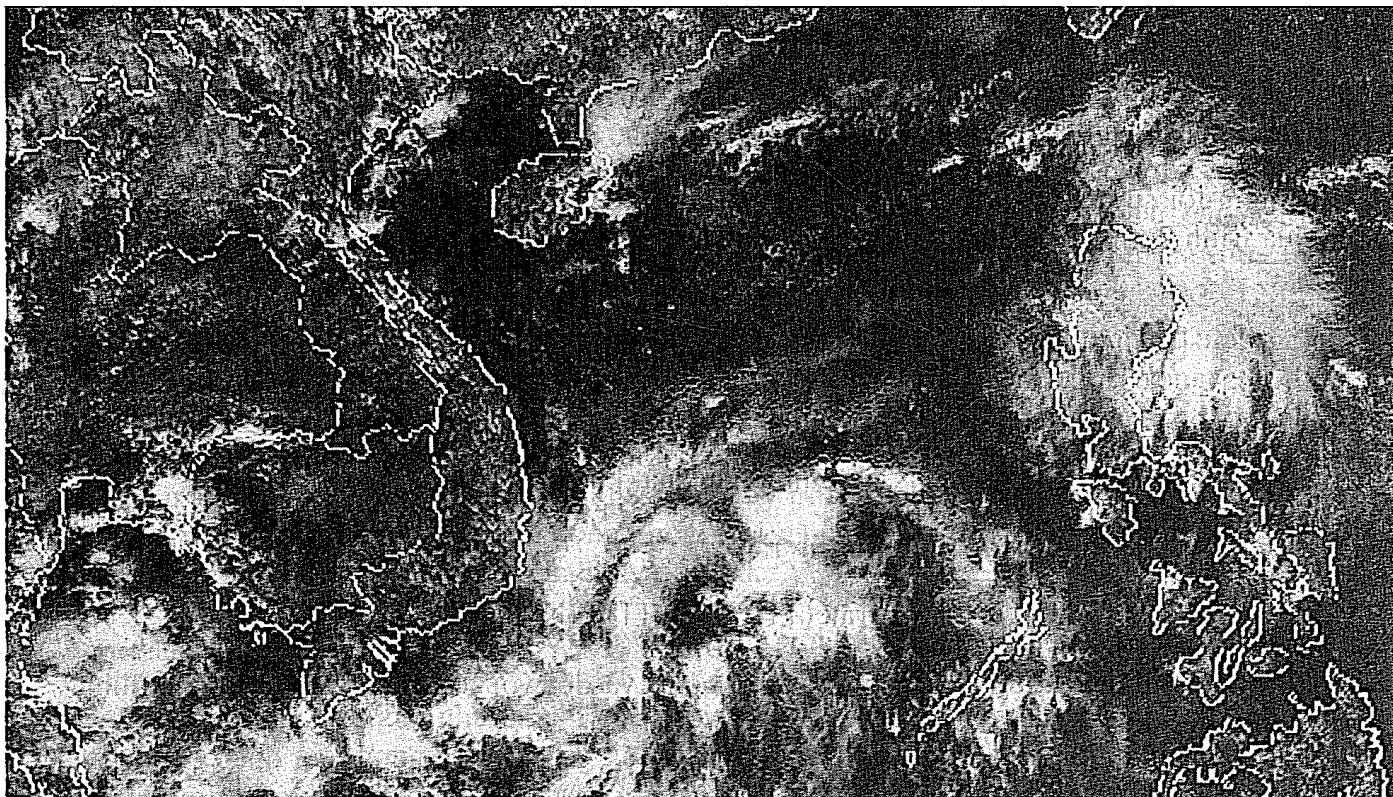
$$\text{Mrain_rate}(T12, T13, T1) = \text{Train_rate}(T12, T13, T1) / (\text{Nrain}(T12, T13, T1)) \quad (2)$$

Trong đó Train_rate là cường độ mưa trung bình, và đối với tổng lượng mưa Rrain tính theo công thức sau:

$$\text{Rrain}(T12, T13, T1) = \text{Prain}(T12, T13, T1) * \text{Mrain_rate}(T12, T13, T1) \quad (3)$$

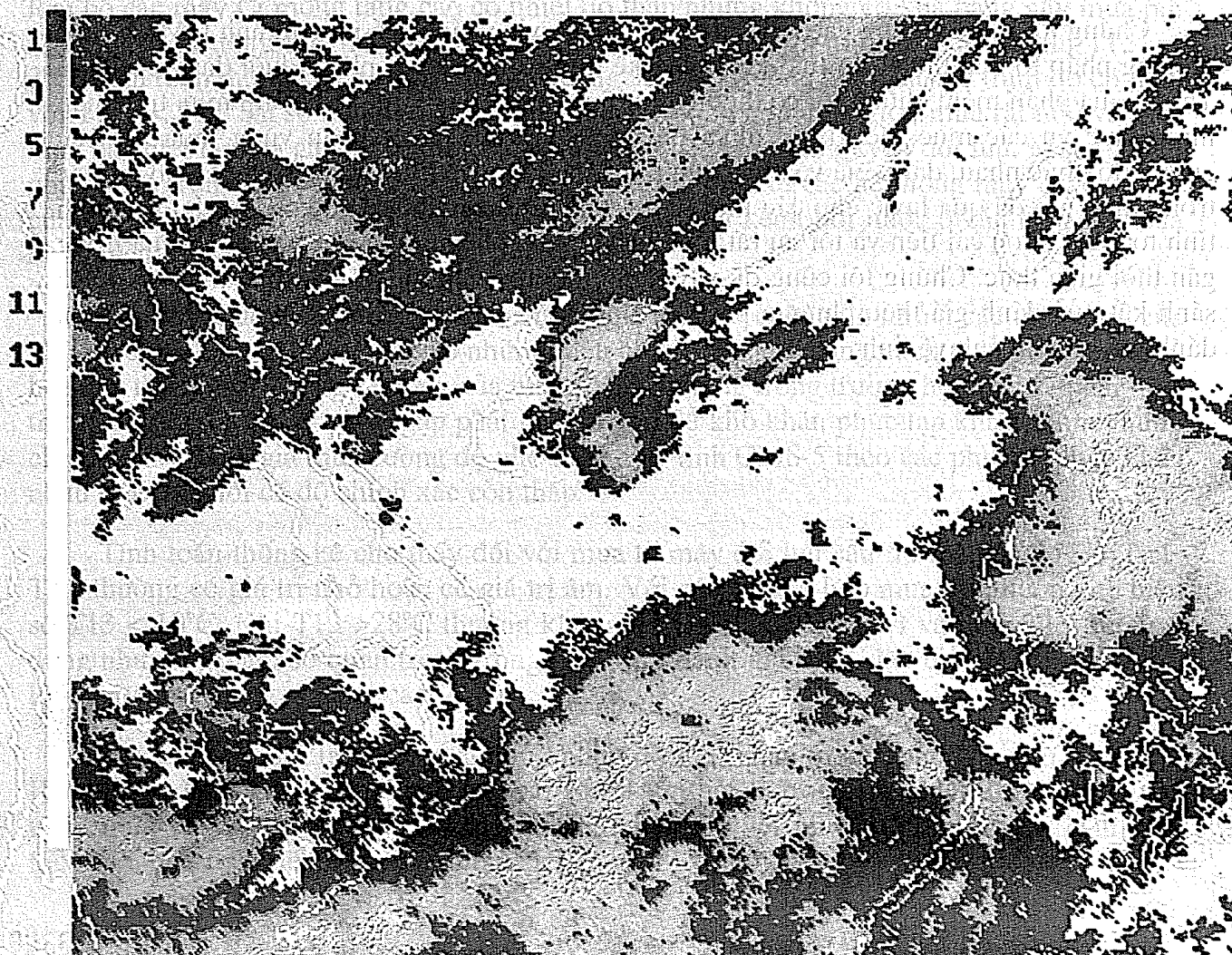
Chúng tôi vẫn tiếp tục so sánh với số liệu mưa thực đo trong thời gian dài hơn để có thể có được các kết quả ổn định hơn đối với các đại lượng Prain, Mrain_rate và Rrain.

Chúng tôi đã xây dựng các mô đun phục vụ cho việc đánh giá mưa từ ảnh GMS-5 theo phương pháp tổ hợp thông tin từ 3 kênh phổ kể trên và tạo ra sản phẩm dưới dạng các ảnh. Thông qua phần mềm chúng tôi có thể hiển thị bức tranh đánh giá về trường mưa trên màn hình phục vụ các mục đích khác nhau như định vị vùng mưa, phân vùng mưa với các cường độ khác nhau, đánh giá về khả năng mưa, đánh giá về tổng lượng mưa đã xảy ra v.v. trong từng giờ đã qua hoặc cho các thời lượng 6h, 12h hoặc 24h đã qua. Các chương trình tính toán đã được cải tiến và tối ưu rất nhiều và đã cho phép tạo ra sản phẩm về mưa trong gần thời gian thực. Chúng tôi cũng đã xây dựng mô đun hiển thị số liệu mưa thực đo để so sánh kết quả đánh giá theo phương pháp vệ tinh hoặc sử dụng cho việc cân chỉnh số liệu đánh giá mưa từ ảnh vệ tinh.



Hình 1. Đánh giá mưa theo phương pháp tổ hợp ảnh hồng ngoại và ảnh thị phổ
(Ví dụ minh họa trường hợp 13h ngày 21-9-2000)

6-hr Average Rain Rate (mm/hr) at 21-SEP-2000 05:31



Hình 2. Đánh giá mưa theo phương pháp tổ hợp ảnh hồng ngoại 1,2 và ảnh hơi nước
(Ví dụ minh họa tổng hợp lượng mưa (mm) 6giờ, từ 13h ngày 21-9-2000)

Hình 2: Đánh giá mưa theo phương pháp tổ hợp ảnh hồng ngoại 1,2 và ảnh hơi nước.

(Ví dụ minh họa, tổng lượng mưa 6 giờ từ 07 đến 13h ngày 21 tháng 9 năm 2000).

4. Một vài nhận xét và kết luận

Có thể sử dụng thông tin về tình địa tĩnh GMS-5 trong đánh giá xác suất gây mưa, cường độ mưa trung bình và tổng lượng mưa, đánh giá vùng không có khả năng gây mưa v.v. Từ đó có thể tạo ra các sản phẩm khác nhau phục vụ công tác nghiệp vụ khí tượng thủy văn.

Đánh giá về các vùng không mưa từ thông tin vệ tinh GMS-5 cũng có khá nhiều ý nghĩa và ứng dụng quan trọng trong các vấn đề khí tượng thủy văn khác nhau ví như trong phân tích khách quan về trường mưa, trong việc phân định ranh giới giữa vùng mưa và vùng không mưa.

Đánh giá về mưa có cường độ nhỏ có độ chính xác thấp, đặc biệt đối với mây ở các tầng thấp, đánh giá về mưa có cường độ lớn có độ chính xác cao hơn. Nhìn chung với phương pháp này có thể phân định được các vùng có khả năng mưa to và rất to với độ chính xác khá dễ. Cần lưu ý hơn nữa trong việc nâng cao độ chính xác trong đánh giá mưa có cường độ nhỏ và rất nhỏ ví như vào thời gian ban ngày có thể bổ sung thêm thông tin từ kênh thị phổ nhằm nâng cao độ chính xác trong đánh giá mưa từ ảnh vệ tinh GMS-5.

Đây chỉ là những thử nghiệm ban đầu, trong tương lai chúng tôi sẽ cố gắng cải tiến hơn nữa nhằm tạo ra những sản phẩm nhất định trong đánh giá về trường mưa từ ảnh vệ tinh khí tượng góp phần phục vụ công tác nghiệp vụ khí tượng thủy văn.

Tài liệu tham khảo

1. Binder P., 1989. A Normalization Procedure for METEOSAT Visible Channel Data. Journal of Atmospheric & Oceanic Technology, Vol. 6, No.1, 67-75.
2. Hoàng Minh Hien and Nguyen Vinh Thu, 1998. Use of GMS-5 Satellite Data for Analyzing Tropical Cyclone Rainfall. The First Vietnam-Laos Seminar on "Flood and Severe Weather Forecasting", January 13-20, 1998, Hanoi, Vietnam.
3. Kurino T., 1996. Rainfall Estimation with the GMS-5 Infrared split window and Water Vapour Measurements. MSC, Japan Meteorological Agency, 3-235 Nakakiyoto, Kiyose-shi, Tokyo 204, Japan.
4. Liu Jian, 1997. Using Meteorological Satellite Data to analyze cloud's properties. Course of Meteorological Satellite Application and Hazard Monitoring, National Satellite Meteorological Center, SMA, Beijing, China, 79-88.
5. Lu naimeng, 1997. Using Meteorological Satellite Data to analyze cloud's properties. Course of Meteorological Satellite Application and Hazard Monitoring, National Satellite Meteorological Center, SMA, Beijing, China, 89-114.
6. Schejwach G., 1982. Determination of Semi-Transparent Cirrus Cloud Temperature from Infrared Radiance Application to METEOSAT. Journal of Application Meteorology, 21, 384-393.