

mưa 50mm. Hệ số tương quan từ cả hai phiên bản tương đương nhau ngoại trừ tháng 9 khi HRM_DA cho trị số 0.46 tốt hơn so với giá trị 0.35 của HRM_GME.

Tại lưu vực Pakse, các chỉ số tương tự như trên lưu vực Vientiane ngoại trừ hệ số tương quan giữa hai phiên bản tương đương cho tất cả các tháng. Giá trị độ lệch chuẩn theo HRM_DA 12.81mm gần như tương đương với giá trị quan trắc 12.76mm, trong khi HRM_GME cho giá trị 23.53mm. Sai số trung bình 9.18mm theo HRM_GME vẫn lớn hơn bốn lần so với sai số 2.33mm của HRM_DA. Tại ngưỡng mưa 50mm, HRM_GME vẫn cho một sai số lớn 4.3 so với 1.1 từ HRM_DA.

Chất lượng dự báo cũng được cải thiện trên khu vực Tây Nguyên nhưng không lớn như trên hai lưu vực Vientiane và Pakse. Tại đây độ lệch chuẩn 16.42mm theo HRM_GME vẫn lớn hơn so với giá trị thực 12.71mm dù không nhiều trong khi giá trị này theo HRM_DA là tốt hơn 11.71mm. Về mặt sai số trung bình, không xuất hiện chênh lệch lớn từ cả hai phiên bản, giá trị sai số tương đối nhỏ. Biểu hiện khác biệt lớn nhất nằm trong hệ số tương quan khi HRM_DA có tương quan 0.24 so với 0.11 của HRM_GME. Giá trị này từ HRM_DA đặc biệt lớn vào hai tháng mùa mưa là tháng 8 và 9 so với HRM_GME. Vẫn như các lưu vực trên, sai số hệ thống tần xuất tại ngưỡng mưa 50mm theo HRM_GME là 2.2 cho thấy một dự báo khổng lớn so với giá trị 0.9 từ HRM_DA.

Trên khu vực Biển Hồ, dự báo từ bất kỳ phân tích nào cũng thiên thấp và cho thấy gần như không có kỹ năng dự báo tại đây. Chi tiết hơn có thể thấy độ lệch chuẩn theo HRM_GME là 12.90mm tương đương với độ lệch chuẩn quan trắc 13.72mm lớn hơn so với 8.20mm từ HRM_DA. Sai số trung bình từ hai phiên bản là tương đương, đều

Nghiên cứu cải tiến và áp dụng sơ đồ đồng hóa số liệu cho mô hình HRM dự báo mưa gây lũ ở đồng bằng sông Cửu Long :Luận án TS. Khoa học khí quyển và khí tượng: / Lê Đức

1. Lý do lựa chọn đề tài

Yếu tố lượng mưa trên lưu vực sông Mekong không thể bỏ qua trong bất cứ phương pháp dự báo lũ nào cho đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Yếu tố lượng mưa được sử dụng trong dự báo lũ gồm hai dạng quan trắc và dự báo.

Với lượng mưa quan trắc, sự thiếu hụt các dữ liệu quan trắc mưa trên lưu vực sông Mekong thuộc lãnh thổ Lào và Campuchia tác động rất lớn tới chất lượng dự báo lũ tại ĐBSCL. Để dự báo lũ người ta phải lấy số liệu thực đo tại mỗi trạm làm số liệu đại diện cho cả lưu vực.

Với lượng mưa dự báo, dự báo thủy văn tại ĐBSCL vẫn chủ yếu dựa trên dự báo synop. Mặc dù đã có nhiều mô hình được sử dụng tại Việt Nam nhưng gần như chưa có sản phẩm dự báo từ mô hình nào được đưa vào trong công tác dự báo lũ tại ĐBSCL. Sản phẩm mưa dự báo từ mô hình (Eta, HRM) cũng đã được sử dụng một thời gian nhưng đã tạm ngừng do chất lượng dự báo từ mô hình chưa cao. Thực tế đó đòi hỏi ta phải nghiên cứu khu vực hóa các mô hình số trị thích hợp hơn với khu vực Việt Nam.

2. Mục đích, đối tượng, phạm vi nghiên cứu

Mục đích chính của luận án là cung cấp lượng mưa phân tích và dự báo của mô hình HRM với chất lượng cao hơn nhờ khu vực hóa kèm theo những đánh giá cụ thể về chất lượng dự báo mưa cho các mô hình thủy văn nhằm nâng cao chất lượng dự báo lũ tại ĐBSCL.

Để thực hiện, một hệ thống phân tích và dự báo cần được xây dựng cho lưu vực sông Mekong. Hệ thống phân tích ngoài việc cung cấp lượng mưa phân tích còn làm nhiệm vụ cung cấp trường ban đầu dưới dạng gió, áp, nhiệt, ẩm cho mô hình dự báo thời tiết. Với trường ban đầu tốt hơn nhờ hệ thống phân tích, mô hình sẽ cho ta lượng mưa dự báo tốt hơn với hạn một đến hai ngày trên lưu vực sông Mekong.

3. Ý nghĩa khoa học, thực tiễn

Hệ thống phân tích mưa sẽ góp phần giải quyết khó khăn lớn nhất hiện nay đối với các mô hình thủy văn dự báo lũ trên ĐBSCL đó là yếu tố lượng mưa thực tế.

Một hệ thống đồng hóa số liệu có ý nghĩa tạo ra một bước thay đổi tiếp theo trong dự báo số trị ở Việt Nam hiện nay. Hệ thống đồng hóa số liệu sẽ cho phép lấp đầy khoảng trống nằm giữa độ phân giải của mô hình toàn cầu và mô hình khu vực, tác động đáng kể tới chất lượng dự báo.

Kết quả nghiên cứu của đề tài sẽ định hướng cho việc áp dụng mô hình số vào dự báo mưa phục vụ công tác dự báo lũ trên ĐBSCL, góp phần nâng cao chất lượng dự báo lũ lụt khu vực này, giải quyết vấn đề cấp bách hiện nay và giúp ích cho chiến lược chung sống với lũ lụt của Nhà nước ở Nam Bộ.

4. Các kết quả mới của luận án

Hệ thống mưa trên khu vực Việt Nam mà luận án xây dựng được là hệ thống phân tích mưa đầu tiên ở trong nước.

dự báo toàn cầu GME. Để hệ thống hoạt động, chúng tôi phải viết thêm một số chương trình sau: chương trình chuyển mã thám sát sang dạng BUFR, chương trình tạo điều kiện ban đầu cho HRM và chương trình điều khiển hệ thống.

3/ Sản phẩm khoa học của luận án là dự báo mưa từ phân tích của hệ thống đồng hóa (HRM_DA) được đánh giá bằng cách so sánh với dự báo mưa từ phân tích của mô hình toàn cầu GME (HRM_GME), minh chứng cho mức độ cải tiến chất lượng dự báo mưa gây lũ lụt ở ĐBSCL khi sử dụng đồng hóa số liệu.

Thử nghiệm minh chứng được tiến hành cho mùa mưa năm 2005 trên lưu vực sông Mekong. Nguồn số liệu được đưa vào đồng hóa của thử nghiệm là thám sát truyền thống trên lãnh thổ các nước Việt Nam, Lào, Thái Lan và Trung Quốc bao gồm SYNOP, SHIP, TEMP và PILOT. Đánh giá được thực hiện cho dự báo ngày thứ nhất và ngày thứ hai trên sáu lưu vực dọc theo sông Mekong từ tháng 6 đến tháng 9 năm 2005.

Kết quả đánh giá dự báo ngày thứ nhất cho thấy

HRM_DA cho chất lượng dự báo mưa cao hơn hẳn so với HRM_GME, đặc biệt trên các khu vực thượng, trung và hạ Lào mà mưa từ các khu vực này có vai trò quan trọng trong hình thành lũ tại ĐBSCL. Đặc biệt tại các khu vực này, dự báo từ phân tích của GME luôn cho một dự báo khổng lớn.

Cụ thể tại lưu vực Vientiane, giá trị độ lệch chuẩn theo dự báo của HRM_GME là 30.57mm gấp đôi so với giá trị quan trắc 15.13mm. Trong khi đó theo HRM_DA giá trị này chỉ là 19.71mm. Về sai số trung bình, HRM_GME cho một sai số lớn 15.90mm gấp bốn lần so với sai số từ HRM_DA 3.98mm. Tương tự với sai số tần suất hệ thống, 4.8 theo HRM_GME so với 1.7 theo HRM_DA tại ngưỡng

Trong các phương pháp phân tích khách quan, phương pháp 3DVAR được lựa chọn vì đây là phương pháp tốt nhất trong các phương pháp ba chiều, kinh tế về khả năng tính toán. Dựa vào chương trình 3DVAR cho GME của DWD, chúng tôi đã viết lại 3DVAR cho HRM. Thay đổi quan trọng nhất ở đây là chuyển lưới HRM từ loại Arakawa C sang loại Arakawa A và ngược lại. Các tham số quy mô cũng được biến đổi cho phù hợp với mô hình khu vực.

Tiếp theo chúng tôi đã xây dựng được một hệ thống kiểm tra chất lượng ngoài các kiểm tra đơn giản có sử dụng thêm chương trình kiểm tra biến phân có sẵn trong chương trình 3DVAR. Trong hệ thống kiểm tra này, công việc giải mã điện báo số liệu quan trắc khí tượng hàng ngày được xây dựng kèm theo kiểm tra mã điện, kiểm tra vật lý, kiểm tra chuỗi, kiểm tra tương thích và kiểm tra với dự báo từ mô hình. Số liệu sau khi thực hiện kiểm tra biến phân đều được đưa vào cơ sở dữ liệu. Đây là cơ sở dữ liệu được thiết kế, xây dựng dành riêng cho quản lý thám sát.

Với thành phần thứ ba của hệ thống, chúng tôi đã xây dựng chương trình ban đầu hóa IDFI dựa trên chương trình ban đầu hóa DFI đã có sẵn trong mô hình HRM. Nếu như DFI thực hiện lọc trên trường phân tích thì IDFI chỉ lọc trên độ lệch giữa trường phân tích và trường nền. Điều này đảm bảo trường phân tích ban đầu hóa thu được không bị làm trơn tại những khu vực không có số liệu quan trắc.

Hệ thống với bốn thành phần trên được chạy với chu kỳ đồng hóa 6 giờ, đồng hóa mọi loại số liệu có được trên khu vực Việt Nam (SYNOP, SHIP, TEMP, PILOT, DRIBU, AMDAR, AMV, NOAA, QuikSCAT). Điều kiện biên cho mô hình HRM được lấy từ mô hình

Lần đầu tiên ở trong nước luận án đã phát triển được một hệ thống đồng hóa số liệu trên khu vực Việt Nam, trong đó tác giả luận án đã tự xây dựng ba thành phần chính của hệ thống: kiểm tra chất lượng thám sát, phân tích khách quan và ban đầu hóa.

Dự báo mưa từ phân tích của hệ thống này với mô hình HRM được nâng cao rõ rệt (đặc biệt trong dự báo cho ngày đầu tiên) minh chứng vai trò của đồng hóa số liệu tới chất lượng dự báo mưa, góp phần quan trọng vào nâng cao chất lượng dự báo lũ trên ĐBSCL.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ MƯA LỚN GÂY LŨ LỤT Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG VÀ KHẢ NĂNG DỰ BÁO

1.1. Mưa lớn gây lũ lụt ở đồng bằng sông Cửu Long

Trong mục này chúng tôi sẽ khảo sát, kiểm chứng lại về mặt khí hậu lượng mưa trên lưu vực sông Mekong theo nhiều nhận xét đã có từ các công trình nghiên cứu trước đây. Những kiểm chứng này được thực hiện trên cơ sở hệ thống phân tích mưa do chúng tôi xây dựng. Hệ thống bao gồm dữ liệu mưa trên lưu vực sông Mekong trong 9 năm từ 1998 đến 2006.

Một số nhận định về mưa lớn gây lũ lụt ở ĐBSCL:

Nhận định 1: Tổng lượng mưa các tháng 6 - 9 quyết định tổng lượng lũ tại tuyến không chế dòng chảy về châu thổ, trong đó lượng mưa trên lãnh thổ Lào và Tây Nguyên Việt Nam đóng vai trò quan trọng nhất.

Bổ sung: Có hai tâm mưa trên lưu vực sông Mekong gồm tâm mưa tại trung Lào từ Vientian về Nakhon Phanom và tâm mưa tại đông bắc Campuchia từ Pakse về Kratie mà lượng mưa mùa hè tại đây quyết định diễn biến lũ của năm. Năm có diễn biến lũ bình thường tương ứng với mưa lớn chỉ xảy ra ở một trong hai tâm mưa. Lũ lớn trong năm đồng nghĩa với mưa lớn diễn ra đồng thời tại hai tâm mưa. Năm mà mưa lớn không diễn ra tại cả hai tâm mưa có nghĩa rằng lũ năm đó nhỏ.

Nhận định 2: Tổng lượng mưa tháng 5, nhất là tháng 6, với lượng mưa mỗi tháng phổ biến ở phần lưu vực thuộc Lào tới 200-400mm thường quyết định việc xảy ra lũ sớm và cao trên sông Mekong và ở ĐBSCL.

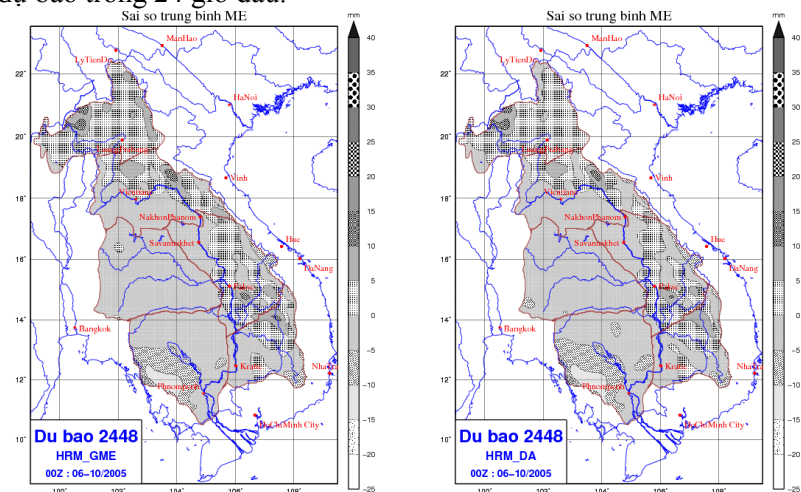
KẾT LUẬN

Sau đây là những kết luận suy ra từ kết quả nghiên cứu của luận án

1/ Luận án đã xây dựng một hệ thống phân tích mưa trên toàn khu vực Việt Nam bao gồm cả lưu vực sông Mekong. Lưới phân tích được sử dụng có độ phân giải 0.125° , tọa độ $99^{\circ}\text{N} - 109.5^{\circ}\text{N}$ và $8.5^{\circ}\text{E} - 23.5^{\circ}\text{E}$. Phương pháp phân tích dựa theo phương pháp hiệu chỉnh liên tiếp Barnes ba lần quét. Quan trắc mưa sử dụng trong hệ thống gồm có các trạm đo mưa truyền thống (khí tượng và thủy văn) cùng số liệu thám sát vệ tinh TRMM. Số liệu TRMM chỉ được sử dụng trên những vùng không có dữ liệu hoặc dữ liệu phân bố thưa như trên lưu vực sông Mekong. Trên lãnh thổ Việt Nam, hệ thống chỉ sử dụng các quan trắc truyền thống. Hệ thống có khả năng cung cấp ba loại sản phẩm bao gồm sản phẩm thời gian thực, sản phẩm cận thời gian thực và sản phẩm nghiên cứu. Những sản phẩm này mô tả tốt vùng phủ từ 100km trở lên. Luận án sử dụng sản phẩm nghiên cứu vào hai mục đích: nghiên cứu đặc điểm khí hậu lượng mưa trên lưu vực sông Mekong và đánh giá dự báo mưa định lượng từ mô hình HRM. Cả ba loại sản phẩm đều có thể sử dụng làm đầu vào cho các mô hình thủy văn.

2/ Kết quả quan trọng nhất của luận án là phát triển được một hệ thống đồng hóa số liệu trên khu vực Việt Nam bao gồm cả lưu vực sông Mekong. Trong đó, luận án đã phát triển ba thành phần đầu của hệ thống: kiểm tra chất lượng, phân tích khách quan và ban đầu hóa. Thành phần thứ tư, cần thiết cho hệ thống hoạt động, là mô hình dự báo thời tiết phân giải cao HRM đã có sẵn và đang chạy dự báo nghiệp vụ tại Việt Nam.

Điều này cho thấy đồng hóa số liệu chỉ tác động nhiều đến chất lượng dự báo trong 24 giờ đầu.



Hình 4.24. Phân bố sai số trung bình dự báo định lượng mưa 2448h

Giá trị ME và RMSE từ HRM_GME của dự báo ngày thứ nhất lớn hơn khá nhiều so với của dự báo ngày thứ hai. Điều này cho thấy phân tích của GME, khi được sử dụng làm trường ban đầu cho HRM, không tương thích với trường địa hình có độ phân giải cao hơn của HRM sẽ biểu hiện ra dưới dạng nhiễu tương ứng với sóng trọng trường, làm cho thời gian thích ứng động lực giữa GME và HRM lớn, tạo nên những quá trình giả trong những giờ dự báo đầu tiên. Sử dụng hệ thống đồng hóa số liệu, trường ban đầu cho HRM là tổ hợp giữa trường dự báo hạn ngắn của HRM và thám sát. Do trường dự báo từ HRM hoàn toàn tương thích về mặt động lực với mô hình HRM cho nên dù thám sát với mật độ dày có thể làm xuất hiện những nhiễu động dưới dạng sóng trọng trường, trường phân tích tạo ra vẫn có tính tương thích với HRM cao hơn so với phân tích từ GME.

Bổ sung: lũ sớm trên sông Mekong không chỉ được quyết định bởi lượng mưa trên lãnh thổ Lào, nó còn được quyết định bởi lượng mưa tại khu vực đông bắc Campuchia vào tháng 6.

Nhận định 3: Tổng lượng mưa tháng 8, có khi là tổng lượng mưa tháng 9 quyết định mức độ đỉnh lũ cao nhất năm về châu thổ và cũng quyết định đỉnh lũ cao nhất năm ở vùng châu thổ và ĐBSCL.

Nhận định 4: Tổng lượng mưa tháng 6 đến tháng 9, nhất là trong tháng 7 và 8 ở vùng lưu vực Biển Hồ có ý nghĩa quyết định khả năng điều tiết dòng chảy Mekong trong lũ chính vụ đổ về châu thổ, từ đó là mức độ ngập ở ĐBSCL.

Tổng kết lại ta có thể kết luận lũ trên sông Mekong chủ yếu do mưa lớn trên khu vực trung Lào, hạ Lào cho tới đông bắc Campuchia và Tây Nguyên Việt Nam. Lượng mưa này tập trung từ tháng 6 đến tháng 9 hàng năm khi gió mùa Tây Nam hoạt động trên khu vực kết hợp với các nhiễu động nhiệt đới đặc biệt là bão và áp thấp nhiệt đới. Mưa lớn trên khu vực Biển Hồ không trực tiếp sinh lũ trên ĐBSCL mà tác động gián tiếp thông qua ảnh hưởng tới khả năng điều tiết lũ của Biển Hồ. Trong các tháng mùa mưa, lượng mưa tháng 8 và 9 có ảnh hưởng quyết định tới đỉnh lũ cao nhất năm trong khi lượng mưa tháng 6 quyết định lũ sớm đầu mùa.

1.2. Dự báo mưa lớn gây lũ lụt ở đồng bằng sông Cửu Long

Có hai lượng mưa khác nhau được sử dụng trong công tác dự báo lũ trên ĐBSCL là lượng mưa quan trắc và lượng mưa dự báo.

Tại Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương, lượng mưa dự báo synop trên lưu vực sông Mekong được sử dụng phục vụ cho dự báo thủy văn trên ĐBSCL. Trung tâm cũng đã bắt đầu thử nghiệm sử dụng số liệu dự báo mưa từ mô hình Eta và HRM trong dự báo lũ trên sông Mekong. Tuy nhiên vì nhiều lý do khác nhau, công

việc này đã không được thực hiện đều đặn và đến nay dự báo thủy văn chủ yếu dựa trên lượng mưa quan trắc.

Tại Ủy ban sông Mekong, lượng mưa dự báo được lấy từ kết quả dự báo của mô hình MM5 do Không quân Mỹ thực hiện. Kết quả nhận được từ mô hình là lượng mưa trung bình trên từng lưu vực. Đối với lượng mưa quan trắc, Ủy ban sông Mekong sử dụng trường mưa phân tích từ số liệu vệ tinh và các trạm đo mưa truyền thống từ Không quân Mỹ.

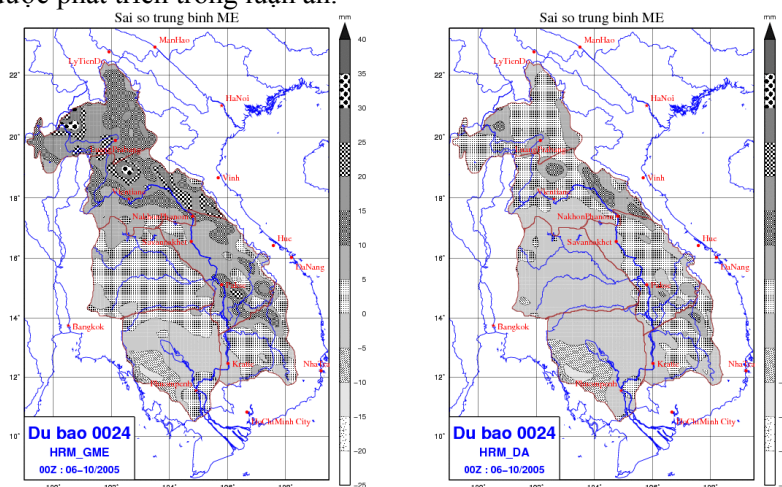
Sau một thời gian tiếp thu, phát triển một số mô hình dự báo thời tiết với những kết quả dự báo bão hay mưa có độ chính xác nhất định ở Việt Nam, chúng tôi nhận thấy mô hình số có thể giải quyết bài toán dự báo mưa lớn gây lũ lụt ở ĐBSCL. Nhiệm vụ khoa học quan trọng của luận án này là nghiên cứu cải tiến mô hình, cụ thể là HRM cho một dự báo mưa tốt hơn trên lưu vực sông Mekong. Một số công trình nghiên cứu cho thấy HRM có kỹ năng dự báo trên khu vực Việt Nam. Những nghiên cứu sau đó khẳng định thêm điều này nhưng chỉ ra rằng, tại một số vùng chất lượng dự báo của HRM thấp và cần phải có những cải tiến nhất định phù hợp với khu vực dự báo.

Có hai biện pháp cho phép khu vực hóa một mô hình là khu vực hóa về động lực và khu vực hóa về vật lý. Trong luận án này, chúng tôi chọn giải pháp khu vực hóa động lực. Khu vực hóa động lực liên quan đến lựa chọn miền dự báo, lựa chọn độ phân giải, lựa chọn điều kiện biên và cải tiến điều kiện ban đầu bao gồm các trường khí quyển và các trường bề mặt.

Do bị giới hạn bởi tốc độ máy tính và dung lượng bộ nhớ, chúng tôi sẽ sử dụng miền dự báo và lưới dự báo có tọa độ 97.25°E – 117.25°E , 7.125°N – 27.125°N . Miền dự báo đủ rộng để đón nhận gió mùa tây nam từ vịnh Thái Lan và vịnh Bengal ở phía tây cũng như

- Trên lãnh thổ Campuchia cả hai phiên bản đều thể hiện kỹ năng dự báo thấp. Về mặt định lượng, HRM_DA có thể cho một dự báo tốt hơn thông qua hệ số tương quan lớn hơn nhưng nhìn chung cả hai dự báo đều là dự báo thiên thấp. Kết quả là khả năng phát hiện mưa ở khu vực này rất nhỏ.
- Trên cao nguyên Khorat Thái Lan, dự báo từ HRM_GME cho kết quả tương đương như HRM_DA, kỹ năng dự báo cũng thấp

Một nhận xét chung quan trọng suy ra từ đánh giá dự báo ngày thứ nhất là mức độ cải tiến chất lượng dự báo mưa của HRM_DA lớn nhất tại trung, hạ Lào và Tây Nguyên, khu vực mà lượng mưa có tính quyết định tới diễn biến lũ ở ĐBSCL. Kết quả này minh chứng cho khả năng ứng dụng dự báo mưa từ phân tích của hệ thống đồng hóa được phát triển trong luận án.



Hình 4.9. Phân bố sai số trung bình dự báo định lượng mưa 0024h

Dự báo mưa ngày thứ hai cho thấy sự trùng khớp hầu như hoàn toàn về phân bố của các điểm số giữa HRM_GME và HRM_DA.

Với thực trạng số liệu cũng như công tác nghiên cứu xử lý đã nêu trong chương 3, khi thử nghiệm hệ thống đồng hóa số liệu, chúng tôi chỉ sử dụng các số liệu truyền thống SYNOP, SHIP, TEMP, PILOT. Trường phân tích sau đó sẽ được sử dụng làm điều kiện ban đầu cho dự báo 48h trên lưu vực sông Mekong. Thời gian dự báo bắt đầu từ tháng 4 cho đến tháng 12.

Đánh giá được thực hiện từ tháng 6 cho đến tháng 9 vì như đã phân tích ở mục 1.1, lượng mưa gây lũ trên sông Mekong và ĐBSCL tập trung trong các tháng 6 cho đến tháng 9. Các chỉ số đánh giá bao gồm các chỉ số cơ bản được sử dụng trong đánh giá mưa định lượng. Lượng mưa đánh giá sẽ được phân làm hai thời đoạn dự báo ngày thứ nhất 0024h và ngày thứ hai 2448h, trong đó đánh giá chủ yếu tập trung vào dự báo mưa 24 giờ đầu. Dự báo từ phân tích của GME được ký hiệu bởi HRM_GME. Dự báo từ phân tích của hệ thống đồng hóa số liệu được ký hiệu bởi HRM_DA.

Lưu vực sông Mekong được chia thành 6 khu vực trong đánh giá. Các lưu vực này bao gồm: Luang Prabang (thượng Lào), Vientiane (trung Lào), Pakse (hạ Lào), Ubon (đông Thái Lan), Tây Nguyên (Việt Nam) và Tonle Sap (tây Campuchia).

Đánh giá dự báo mưa ngày thứ nhất cho thấy

- Trên khu vực thượng Lào và trung Lào, chất lượng dự báo từ HRM_DA tốt hơn nhiều so với dự báo từ HRM_GME. Tại đây HRM_GME thường có xu hướng dự báo thiên cao dẫn đến dự báo không lớn.
- Trên khu vực hạ Lào và Tây Nguyên Việt Nam, HRM_DA cũng cho kết quả dự báo tốt hơn so với HRM_GME nhưng không lớn như trên khu vực trung Lào.

các nhiễu động nhiệt đới từ phía đông (bão, áp thấp nhiệt đới, sóng đông) tác động sinh mưa trên lưu vực sông Mekong.

Với điều kiện biên, chúng tôi sử dụng dự báo từ mô hình toàn cầu của Đức GME làm điều kiện biên. GME được lựa chọn bởi vì đây là dự báo từ mô hình toàn cầu với độ phân giải cao nhất có được hiện nay tại Việt Nam.

Lựa chọn miền dự báo và độ phân giải phụ thuộc nhiều vào tài nguyên máy tính trong khi với mô hình thời tiết thì điều kiện biên không có tầm quan trọng như điều kiện ban đầu. Do đó chúng tôi tập trung giải quyết lựa chọn điều kiện ban đầu thích hợp cho mô hình HRM. Điều kiện ban đầu bao gồm các trường khí tượng trên cao cho mô hình khí quyển và các trường bề mặt cho mô hình đất. Chúng tôi sẽ chỉ giới hạn lại ở việc phân tích các trường khí quyển.

Khu vực hóa mô hình HRM sẽ được hiểu như một cách thức kết hợp các số liệu địa phương trên khu vực Việt Nam vào hệ thống dự báo với mô hình dự báo chính HRM. Hệ thống đồng hóa sẽ góp phần lấp đầy khoảng phổ trống giữa mô hình toàn cầu và mô hình khu vực. Ngoài ra, một hệ thống đồng hóa số liệu cho HRM còn có tác dụng tương thích giữa điều kiện ban đầu với mô hình dự báo.

Một hệ thống đồng hóa số liệu bao gồm bốn thành phần chính

- Kiểm tra chất lượng
- Phân tích khách quan
- Ban đầu hóa
- Mô hình dự báo

Xây dựng hệ thống đồng hóa số liệu cho mô hình HRM được xem là nhân tố chính trong khu vực hóa động lực mô hình HRM. Có thể nói lĩnh vực đồng hóa số liệu trong khí tượng ở Việt Nam được bắt đầu phát triển từ công trình nghiên cứu của luận án này.

CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT PHÂN TÍCH KHÁCH QUAN

2.1. Khái quát các phương pháp phân tích khách quan

Các phương pháp phân tích khách quan

Nội suy đa thức

Hiệu chỉnh liên tiếp

Nudging

Nội suy tối ưu OI

Biến phân ba chiều 3DVAR

Biến phân bốn chiều 4DVAR

Lọc Kalman tổ hợp

Phương pháp phân tích khách quan phù hợp với các trung tâm dự báo nhỏ như Việt Nam là 3DVAR. Từ đây có thể phát triển tiếp, sử dụng phương pháp lọc Kalman tổ hợp.

2.2. Phương pháp hiệu chỉnh liên tiếp Barnes

Phương pháp hiệu chỉnh liên tiếp Barnes sẽ được sử dụng xây dựng hệ thống phân tích mưa làm đầu vào cho hệ thống đánh giá trong mục 4.2 và kiểm chứng về mặt khí hậu lượng mưa trên lưu vực sông Mekong trong mục 1.1.

Phương pháp Barnes có thể xem như một phép trung bình hóa không gian với trọng số có dạng hàm Gauss hay một bộ lọc loại bỏ các sóng ngắn mà mật độ trạm quan trắc không thể giải được. Công thức tổng quát

$$g_{n+1}(x,y)=g_n(x,y)+\frac{\sum_i w_i(f(x_i,y_i)-g_n(x_i,y_i))}{\sum_i w_i} \quad (2.1)$$

Hệ thống phân tích mưa chúng tôi xây dựng dựa trên phương pháp phân tích Barnes ba lần quét do Achtemeier (1989) đề xuất. Miền phân tích được lựa chọn với tọa độ $99^{\circ}\text{N} - 109.5^{\circ}\text{N}$, $8.5^{\circ}\text{E} - 23.5^{\circ}\text{E}$ với độ phân giải 14km (hình 4.3). Một điểm lưới sẽ được coi là tin cậy khi có ít nhất 3 điểm quan trắc nằm trong vòng bán kính 2R và tổng trọng số lớn hơn 0.2.

Hệ thống có khả năng cung cấp ba loại sản phẩm bao gồm sản phẩm thời gian thực, sản phẩm cận thời gian thực và sản phẩm nghiên cứu. Sản phẩm thời gian thực là trường mưa phân tích trên lãnh thổ Việt Nam chỉ sử dụng các trạm đo mưa truyền thống trên lãnh thổ Việt Nam. Sản phẩm cận thời gian thực là trường phân tích mưa trên toàn khu vực Việt Nam, có được sau khoảng từ 6 đến 12 giờ sau khi số liệu vệ tinh TRMM đã được phát báo. Sản phẩm nghiên cứu tương tự như sản phẩm cận thời gian thực là trường mưa phân tích trên toàn khu vực Việt Nam sử dụng số liệu TRMM đã được hiệu chỉnh sai số sau thời gian thực khoảng 1 tháng. Cả ba loại sản phẩm đều có thể sử dụng làm đầu vào cho các mô hình thủy văn. Riêng sản phẩm nghiên cứu có thể sử dụng thêm vào hai mục đích: nghiên cứu đặc điểm khí hậu lượng mưa trên khu vực Việt Nam và đánh giá dự báo mưa định lượng từ mô hình số trị.

4.2. Đánh giá dự báo mưa định lượng trên lưu vực sông Mekong

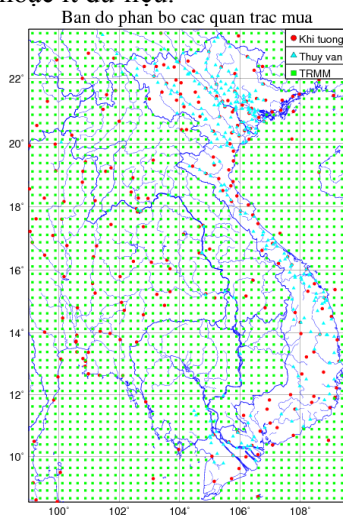
Với hệ thống đồng hóa số liệu được xây dựng trong chương 3, chúng tôi tiến hành chạy thử nghiệm cho mùa mưa năm 2005. Trong năm này, lượng mưa nhỏ hơn so với trung bình nhiều năm. Tâm mưa lớn nằm ở phần trung Lào từ Paksan về Nakhon Phanom với lượng mưa phổ biến là 2000mm. Bản đồ mưa các tháng cho thấy lượng mưa tập trung chủ yếu vào ba tháng 6, 7, 8 trên khu vực trung Lào và hai tháng 7, 8 trên khu vực hạ Lào và Tây Nguyên.

CHƯƠNG 4. KẾT QUẢ DỰ BÁO THỬ NGHIỆM TỪ PHÂN TÍCH CỦA HỆ THỐNG ĐỒNG HÓA SỐ LIỆU VÀ ĐÁNH GIÁ

4.1. Phát triển hệ thống phân tích mưa

Cherubini (2002) cho thấy rõ ưu điểm của chiến thuật so sánh mưa dự báo với mưa phân tích trước chiến thuật so sánh mưa dự báo với mưa quan trắc. Nghiên cứu của Cherubini cũng chỉ ra rằng kết quả đánh giá ít phụ thuộc vào phương pháp phân tích. Bởi vậy, chúng tôi đã quyết định lựa chọn giải pháp phân tích mưa trước khi thực hiện đánh giá.

Trường mưa phân tích của luận án được xây dựng từ ba loại quan trắc: quan trắc khí tượng, quan trắc thủy văn và quan trắc từ vệ tinh TRMM (hình 4.3). Các quan trắc chủ yếu được sử dụng khi phân tích mưa bao gồm các quan trắc khí tượng và thủy văn. Số liệu TRMM chỉ đóng vai trò như một nguồn thông tin phụ được đưa vào hệ thống cho các vùng trống hoặc ít dữ liệu.



Hình 4.3. Bản đồ phân bố các quan trắc mưa cho hệ thống phân tích

với $f(x_i, y_i)$ là quan trắc thứ i trong khi $g_n(x, y)$ là trường phân tích thu được tại lần lặp n (lần lặp đầu tiên $g_0(x, y)$ bằng 0), w_i là hàm trọng số Barnes

$$w(r, R) = \frac{1}{\pi R^2} e^{-r^2/R^2} \quad (2.2)$$

trong đó R là tham số (bán kính ảnh hưởng), r là khoảng cách từ nút lưới đến điểm quan trắc.

2.3. Phương pháp biến phân ba chiều 3DVAR

Đây là phương pháp phân tích khách quan sử dụng trong hệ thống đồng hóa số liệu của chương 3. Trường phân tích được xác định thông qua cực tiểu hóa hàm giá J

$$J = \frac{1}{2} (x - x_b)^T B^{-1} (x - x_b) + \frac{1}{2} (H(x) - x_o)^T R^{-1} (H(x) - x_o) \quad (2.3)$$

trong đó x_b là trường nền (trường dự báo ngắn hạn từ mô hình), x_o là quan trắc, B là ma trận sai số trường nền, R là ma trận sai số quan trắc, H là toán tử quan trắc ánh xạ từ không gian mô hình sang không gian quan trắc.

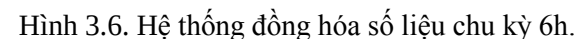
Công thức trên được xác định thông qua lý thuyết xác suất thống kê. Theo hướng tiếp cận này sai số của trường phân tích và thám sát được coi là sai số ngẫu nhiên, không có sai số hệ thống. Các sai số có phân bố chuẩn. Ngoài ra sai số trường nền và sai số quan trắc không tương quan với nhau. Sử dụng các định lý của lý thuyết xác suất, giá trị phân tích được xác định bằng giá trị ứng với xác suất cực đại.

Một biến thể quan trọng của 3DVAR là 3DPSAS thay vì xác định giá trị phân tích trên lưới phân tích, ta có thể ta có thể xác định trên không gian thám sát sau đó ánh xạ sang lưới phân tích. Do số bậc tự do của mô hình bao giờ cũng lớn hơn rất nhiều số thám sát, quá trình cực tiểu hóa trên máy tính sẽ nhanh hơn.

3.1. Thăm sát và kiểm tra chất lượng thăm sát

- Trạm bề mặt (SYNOP), tàu biển (SHIP)
- Trạm phao (DRIBU)
- Trạm cao không (TEMP) và trạm đo gió (PILOT)
- Số liệu quan trắc từ máy bay (AMDAR)
- Số liệu gió từ vệ tinh địa tĩnh METEOSAT, MTSAT-1R
- Số liệu bức xạ từ vệ tinh cực NOAA
- Số liệu gió mặt biển từ vệ tinh cực QuikSCAT

Chúng tôi đã xây dựng một hệ thống quản lý tập trung cho mọi loại số liệu thám sát dựa trên hệ quản trị cơ sở dữ liệu PostgreSQL. Kèm theo cơ sở dữ liệu, các chương trình giải mã bản tin cũng được xây dựng với mục đích cập nhật số liệu đã được chuyển đổi về định dạng khí tượng thông thường vào cơ sở dữ liệu. Hệ thống đã có thể xử lý tự động mọi loại số liệu, đảm bảo quá trình truyền nhận thời



Một vấn đề quan trọng với hệ thống đồng hóa khu vực nằm ở phương thức sử dụng các số liệu biên và được giải quyết thông qua lựa chọn dự báo gần nhất từ mô hình mẹ làm điều kiện biên cho mô hình con. Một chương trình đảm nhận nhiệm vụ lựa chọn số liệu dự báo gần nhất từ GME làm điều kiện biên cho HRM đã được thực hiện. Để trễ dự báo lớn nhất giữa GME và HRM được xác định bằng 24 giờ, đảm bảo khi chạy nghiệp vụ, vấn đề điều kiện biên sẽ không thể ảnh hưởng tới hệ thống đồng hóa

- Tham số hóa vận chuyển rối thẳng đứng trong lớp Prandtl dựa theo Louis (1979), trong lớp biên dựa theo Mellor (1974)
- Mô hình đất theo Jacobsen (1982) gồm hai lớp xác định các thông lượng nhiệt và ẩm từ bề mặt vào trong đất

3.5. Hệ thống đồng hóa số liệu

Với chương trình 3DVAR đã được phát triển cùng các chương trình kiểm tra chất lượng, hệ thống quản lý dữ liệu thám sát, chương trình ban đầu hóa IDFI và mô hình HRM, hệ thống đồng hóa số liệu cho mô hình HRM được xây dựng. Hiện tại do số liệu thám sát trên khu vực Việt Nam chưa đủ dày vào các giờ khác ngoài 00UTC và 12UTC, chúng tôi sẽ giới hạn chu kỳ đồng hóa của hệ thống với giá trị 6h. Hình 3.6 biểu diễn sơ đồ hoạt động của hệ phân tích với chu kỳ 6h.

Hệ thống đồng hóa số liệu được xây dựng bao gồm những đặc điểm sau:

- Hệ quản trị cơ sở dữ liệu thám sát
- Kiểm tra chất lượng đơn giản và kiểm tra chất lượng biến phân
- Phương pháp phân tích khách quan: 3DVAR
- Phương pháp ban đầu hóa: IDFI
- Mô hình dự báo: HRM
- Chu kỳ: 6h
- Thám sát: mọi thám sát có được trên khu vực Việt Nam
- Điều kiện ban đầu cho mô hình HRM: trường phân tích p_s , u , v , T , q_v , q_c , q_i trường nhiệt độ nước mặt biển SST từ mô hình toàn cầu GME, trường dự báo ngắn hạn từ mô hình HRM gồm các trường liên quan đến các quá trình bề mặt.
- Điều kiện biên: dự báo từ mô hình toàn cầu GME.

gian thực, tạo điều kiện chạy hệ thống đồng hóa nghiệp vụ hàng ngày trong tương lai.

Một hệ thống kiểm tra chất lượng đầy đủ là quá tầm trong khuôn khổ của luận án này. Do đó hiện tại chương trình kiểm tra chất lượng của hệ thống đồng hóa chỉ gồm một số kiểm tra đơn giản là kiểm tra mã điện, kiểm tra vật lý, kiểm tra chuỗi, kiểm tra tương thích và kiểm tra với dự báo từ mô hình. Với module kiểm tra chất lượng biến phân trong chương trình 3DVAR, hệ thống kiểm tra chất lượng có thêm kiểm tra chất lượng biến phân sẽ đảm bảo dữ liệu thám sát với sai số lớn đưa vào hệ thống đồng hóa không tác động xấu đến chất lượng trường phân tích.

3.2. Phân tích khách quan

Luận án sử dụng chương trình phân tích khách quan 3DVAR cho mô hình toàn cầu GME của DWD. Tổng kết chung về chương trình này

- Biến đồng hóa: áp suất bề mặt p_s , gió u , v , nhiệt độ T , độ ẩm tương đối rh .
- Đồng hóa được thực hiện trên không gian thám sát.
- Giải thuật cực tiểu hóa gradient liên hợp kết hợp giải thuật tìm kiếm xác định quỹ đạo tới điểm cực tiểu nhanh nhất.
- Kiểm tra chất lượng biến phân.
- Ma trận sai số quan trắc R có dạng đường chéo, giá trị được lấy từ ECMWF hay DWD.
- Ma trận sai số nền B được xác định theo nhiều dạng hàm giải tích khác nhau. Ngoài ra, B còn được cập nhật từ ma trận phân tích của lần chạy trước.
- Song song hóa với MPI

Trong khuôn khổ hợp tác với DWD, cùng với tác giả của chương trình, chúng tôi đã thực hiện một số sửa đổi cũng như thay thế, cho phép chương trình có thể chạy được với mô hình HRM. Trước hết, các biến gió u , v cần được nội suy về cùng một điểm với các biến khác (T , q_v ,...). Sau khi thực hiện xong 3DVAR, chúng tôi lại nội suy các biến gió trở lại lưới so le của HRM. Bên cạnh đó, chúng tôi phải thực hiện nhiều chuyển đổi nhỏ, chủ yếu liên quan đến lập trình như vào ra dữ liệu, đưa thêm các cấu trúc dữ liệu mới, song song hóa hay biến đổi quy mô các hàm cấu trúc phù hợp với mô hình khu vực.

3.3. Ban đầu hóa

HRM cho phép lựa chọn sử dụng một trong hai kỹ thuật ban đầu hóa: ban đầu hóa thành phần chính INMI và lọc số DFI. Trong xây dựng hệ thống đồng hóa số liệu, chúng tôi đã thử nghiệm với cả hai kỹ thuật này. Kết quả cho thấy kỹ thuật INMI thường không tạo ra được một trường phân tích ban đầu hóa với cân bằng tốt. Trong khi đó, kỹ thuật DFI luôn mang lại một trường cân bằng tốt hơn, không phát sinh các dao động tần số cao khi dự báo.

Tuy nhiên tại những vùng không có số liệu quan trắc nghĩa là trường phân tích sẽ trùng khớp với trường nền, DFI lại có tác dụng làm trơn trường nền dẫn đến loại bỏ một số thông tin quan trọng. Vì vậy, chúng tôi đã phát triển thành phần ban đầu hóa sử dụng kỹ thuật lọc số độ lệch IDFI cho HRM giống như trong mô hình toàn cầu GME. Thành phần này dựa trên chương trình DFI đã có trong mô hình HRM.

Tư tưởng cơ bản của phương pháp được biểu diễn thông qua biểu thức toán học sau

$$ANA(IDFI) = ANA(DFI) + FG - FG(DFI) \quad (3.1)$$

trong đó ANA ký hiệu cho giá trị phân tích, FG cho giá trị phán đoán ban đầu (giá trị nền). Tại những vùng không có dữ liệu quan trắc, ANA sẽ trùng với FG do đó ANA(DFI) cũng trùng với FG(DFI) dẫn đến ANA(IDFI) trùng với FG. Điều này có nghĩa rằng trường phân tích đã được ban đầu hóa không bị làm trơn tại những vùng không có quan trắc.

3.4. Mô hình dự báo

Mô hình dự báo thời tiết HRM được phát triển tại DWD. HRM là mô hình dự báo thời tiết khu vực, thủy tĩnh, mô phỏng được những quá trình diễn biến động lực và vật lý khí quyển nằm trên thang quy mô vừa α và β . Hệ phương trình HRM sử dụng được viết trên hệ tọa độ kinh vĩ địa lý theo phương ngang và hệ tọa độ lai theo phương đứng (λ, ϕ, η). Mô hình có 7 biến dự báo bao gồm: áp suất bề mặt p_s , gió vĩ hướng u , gió kinh hướng v , nhiệt độ T , độ ẩm riêng q , lượng nước mây q_c và lượng băng trong mây q_i .

HRM sử dụng lưới so le Arakawa loại C theo phương ngang. Theo phương thẳng đứng HRM cũng sử dụng lưới so le có tên gọi Lorencz. Sai phân không gian thực hiện theo sơ đồ sai phân trung tâm. Sai phân thời gian sử dụng phương pháp Leapfrog xử lý ẩn các số hạng sinh sóng trọng trường. Tại biên trên hay đỉnh khí quyển HRM sử dụng điều kiện biên phát xạ cho phép sóng trọng trường thẳng đứng truyền qua đỉnh khí quyển, không phản xạ trở lại. Tại vùng biên của mô hình HRM sử dụng điều kiện biên giảm dư.

Các sơ đồ tham số hóa vật lý của mô hình bao gồm

- Tham số hóa bức xạ và mây dựa theo Ritter (1992)
- Sơ đồ vi vật lý mây dựa trên ba biến dự báo q , q_c , q_i và hai đại lượng giáng thủy cơ bản là mưa và tuyết
- Sơ đồ tham số hóa đối lưu sâu và nông của Tiedtke (1989)

nhỏ hơn không cho thấy dự báo thiên thấp. Tương tự, sai số hệ thống tần xuất từ cả hai phiên bản đều nhỏ hơn 1 với mọi ngưỡng mưa cho thấy dự báo sát xuất hiện. Giống như độ lệch chuẩn, với sai số hệ thống tần xuất HRM_GME tỏ ra tốt hơn so với HRM_DA. Tuy nhiên, hệ số tương quan theo dự báo của HRM_DA 0.29 lại tốt hơn so với 0.16 theo HRM_GME.

Sang ngày dự báo thứ hai, HRM_DA cũng cho dự báo mưa trên ba khu vực thượng, trung và hạ Lào tốt hơn so với HRM_GME nhưng không nhiều. Nhìn chung, không có cải thiện đáng kể nào đối với lượng mưa dự báo 24 giờ kế tiếp.

Tuy nguồn số liệu sử dụng trong đồng hóa thử nghiệm còn ít (các thám sát truyền thống SYNOP, SHIP, TEMP, PILOT) nhưng hệ thống đồng hóa đã nâng cao rõ rệt chất lượng dự báo mưa ngày thứ nhất trên nhiều khu vực mà lượng mưa tại đây ảnh hưởng tới diễn biến lũ tại ĐBSCL. Khi số liệu thám sát trở nên phong phú hơn, hệ thống đồng hóa hứa hẹn sẽ cho một phân tích tốt hơn, dẫn đến một dự báo mưa tốt hơn trên các khu vực này, đặc biệt trong những giờ dự báo đầu tiên. Điều đó có nghĩa đồng hóa số liệu sẽ đặc biệt hữu ích trong việc nâng cao chất lượng dự báo cực ngắn khi khai thác được các nguồn thám sát từ vệ tinh hay radar trong dự báo nghiệp vụ hàng ngày.

