

ẢNH HƯỞNG ĐỘ PHÂN GIẢI NGANG CỦA MÔ HÌNH BỀ MẶT ĐẾN CÁC KẾT QUẢ MÔ PHÒNG KHÍ HẬU CỦA MÔ HÌNH KHÍ HẬU KHU VỰC REGCM3

CN. Đỗ Văn Mẫn, CN. Nguyễn Đăng Mậu

Trung tâm Nghiên cứu Khí tượng-Khí hậu
Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Hiện nay về mặt lý thuyết, các mô hình khí hậu toàn cầu đã được phát triển một cách khá toàn diện về mặt vật lý cũng như động lực. Thời gian tích phân có thể là một vài tháng cho đến nhiều năm nhưng độ phân giải không gian của các mô hình này vẫn chưa đủ khả năng nắm bắt được các quá trình với những quy mô không gian và thời gian nhỏ hơn. Một trong những hướng tiếp cận mới trong thập kỷ vừa qua là phát triển các mô hình khí hậu khu vực hạn chế (LAM) với độ phân giải dưới 100km (Dickinson 1989). Trong những năm gần đây, đã có rất nhiều nghiên cứu nhằm áp dụng các mô hình khí hậu khu vực cho Việt Nam. Tuy nhiên, Việt Nam là một nước nằm ở khu vực nhiệt đới gió mùa với sự đa dạng về địa hình và bề mặt, thì việc áp dụng mô hình để có được kết quả tốt nhất là không dễ dàng. Chẳng hạn, việc nghiên cứu lựa chọn các mô hình bề mặt, độ phân giải của mô hình bề mặt hay mô hình khí quyển và việc lựa chọn các sơ đồ vật lý thích hợp là không dễ dàng. Trong báo cáo này, chúng tôi sẽ trình bày nghiên cứu về sự ảnh hưởng của độ phân giải ngang của mô hình bề mặt đến kết quả mô phỏng các trường khí hậu ở Việt Nam. Ở đây, chúng tôi sử dụng mô hình khí hậu khu vực RegCM3 làm công cụ phục vụ cho việc nghiên cứu.

1. Mở đầu

Hiện nay, về lý thuyết, các mô hình khí hậu toàn cầu đã được phát triển một cách khá toàn diện về mặt vật lý cũng như về mặt động lực. Thời gian tích phân có thể là một vài tháng cho đến nhiều năm nhưng độ phân giải không gian của các mô hình này vẫn chưa đủ khả năng nắm bắt được các quá trình với những quy mô không gian nhỏ hơn. Một trong những hướng tiếp cận mới trong thập kỷ vừa qua là phát triển các mô hình khí hậu khu vực hạn chế (LAM-Limited Area Model) với độ phân giải dưới 100km. Trong những năm gần đây, đã có rất nhiều nghiên cứu nhằm áp dụng các mô hình khí hậu khu vực cho Việt Nam. Tuy nhiên, Việt Nam là một nước nằm ở khu vực nhiệt đới gió mùa với sự đa dạng về địa hình và lớp phủ bề mặt thì việc áp dụng mô hình dự báo khí hậu để có được kết quả tốt nhất là một việc không phải dễ. Chẳng hạn, việc nghiên cứu lựa chọn các mô hình bề mặt, độ phân giải của mô hình bề mặt hay mô hình khí quyển cũng như việc lựa

chọn các sơ đồ vật lý thích hợp là một việc không dễ dàng. Trong báo cáo này, chúng tôi sẽ trình bày nghiên cứu về sự ảnh hưởng của độ phân giải ngang của mô hình bề mặt đến kết quả mô phỏng các trường khí hậu ở Việt Nam. Ở đây, chúng tôi sử dụng mô hình khí hậu khu vực RegCM3 (Regional Climate Model Version 3) làm công cụ phục vụ cho việc nghiên cứu áp dụng cho công tác nghiệp vụ dự báo khí hậu ở Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường.

2. Giới thiệu về mô hình RegCM3

a. Lịch sử phát triển mô hình

Ý tưởng sử dụng mô hình khí hậu khu vực hạn chế (LAM) cho các nghiên cứu khí hậu khu vực được khởi xướng bởi Dickinson và cộng sự (1989), và Giorgi (1990). Cơ sở của ý tưởng này là sử dụng kỹ thuật lồng ghép một chiều, các quá trình vật lý quy mô lớn được mô phỏng và dự báo bởi các mô hình hoàn lưu toàn cầu (Global Climate Model - GCM) và các trường khí tượng của GCM là điều

kiện ban đầu, điều kiện biên của mô hình khí hậu khu vực (RegCM).

Thế hệ đầu tiên của mô hình khí hậu khu vực RegCM được xây dựng bởi Trung tâm quốc gia nghiên cứu khí quyển và trường Đại học Tổng hợp Pennsylvania từ cuối những năm 1980 (Mesoscale Model Version 4 - MM4). Động lực học của mô hình RegCM3 về cơ bản là giống với mô hình MM4 với một số cải tiến nhất định nhằm phù hợp với mô phỏng khí hậu có bước lưới và bước thời gian lớn hơn so với mô hình thời tiết.

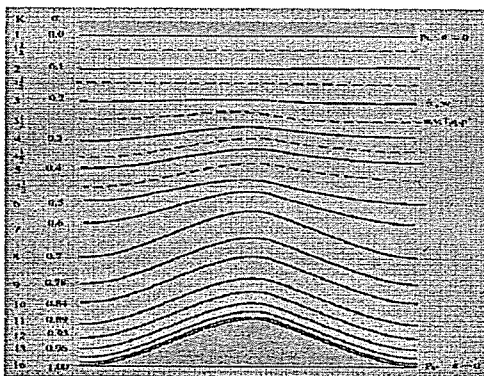
Những điều chỉnh lớn trong phương pháp số và vật lý mô hình được thực hiện bởi Giorgi và cộng sự (1993). Kết quả là sự ra đời của mô hình RegCM thế hệ thứ hai - RegCM2.

Trong một vài năm gần đây, một số sơ đồ tham số hoá bức xạ của CCM3 với bổ sung hiệu ứng bức xạ của các chất nhà kính (NO_2 , CH_4 , CFC), nhiễm

bẩn khí quyển và băng trong mây. Một trong những thay đổi lớn của mô hình khí hậu khu vực thế hệ thứ ba (RegCM3) nằm trong mảng vi vật lý mây và quá trình hình thành mưa.

b. Tổng quan về mô hình khí hậu khu vực RegCM3

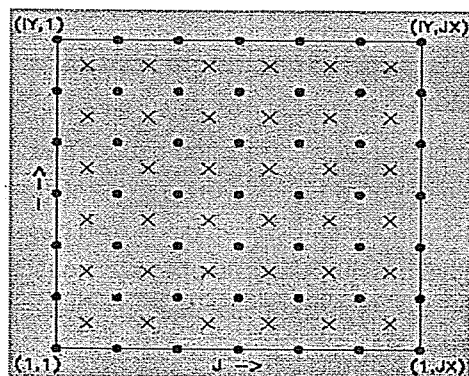
Về tổ chức chương trình, toàn bộ hệ thống mô hình RegCM3 bao gồm bốn thành phần (môđun): Terrain, ICBC, RegCM và Postprocessor. Môđun Terrain và môđun CBC là hai thành phần tiền xử lý của RegCM. Dữ liệu về bề mặt đất và số liệu các trường khí tượng ba chiều trên các mặt đẳng áp đã được nội suy theo phương ngang từ lưới kinh vĩ về độ phân giải cao của mô hình và có thể sử dụng các phép chiếu bản đồ khác nhau. Nội suy thẳng đứng từ các mực áp-suất về hệ tọa độ σ của RegCM cũng được thực hiện.



Hình 1a. Cấu trúc lưới thẳng đứng của mô hình

So với các phiên bản trước, RegCM3 đã có những cải tiến và bổ sung đáng kể và hiện nay RegCM3 đang được cung cấp miễn phí để các nhà khoa học trên khắp thế giới cùng sử dụng để nghiên cứu và cải tiến.

Hệ các phương trình động lực học cơ bản của RegCM3 bao gồm các phương trình nguyên thủy với gần đúng thủy tĩnh viết trong hệ tọa độ sigma σ theo phương thẳng đứng. Bao gồm các phương trình sau: các phương trình chuyển động ngang, các phương trình liên tục và sigma chìm, phương trình



Hình 1b. Cấu trúc lưới ArakawaB.

hiệt động lực học và đối lưu Omega và phương trình thủy tĩnh.

Tham số hóa được sử dụng trong mô hình bao gồm: sơ đồ bức xạ, mô hình đất, sơ đồ lớp biên hành tinh, sơ đồ đối lưu Cumulus, sơ đồ giáng thủy quy mô lớn, tham số hóa thông lượng đại dương, sơ đồ Gradient khí áp, mô hình Lake, mô hình Tracer và mô hình Chemistry (Aerosols and Dust).

3. Các trường hợp thử nghiệm

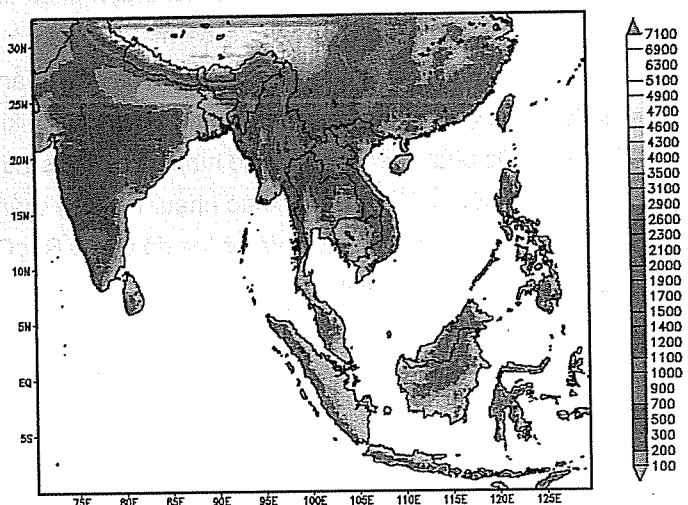
Thời gian mô phỏng từ 28/05/1996 đến

02/09/1996, với 3 trường hợp thử nghiệm (bảng 1). 32°N; từ 70°E đến 130°E (hình 2).

Miền tính: Miền tính được chọn là từ 10°S đến

Bảng 1. Độ phân giải ngang ứng với các phương án mô phỏng

Phương án mô phỏng	TH1	TH2	TH3
Mô hình khí quyển	60 km	60 km	60 km
Mô hình bề mặt (BATS)	60 km	30 km	15 km



Hình 2. Miền tính được sử dụng

Độ phân giải và bước tích phân. Theo phương thẳng đứng gồm 18 mực với áp suất khí quyển mực trên cùng là 50mb. Độ phân giải ngang của mô hình (khí quyển) là 60x60km. Độ phân giải ngang của mô hình bề mặt đất lựa chọn lần lượt là: 60x60km (cùng độ phân giải ngang của mô hình khí quyển), 30x30km và 15x15km. Bước tích phân được chọn cho mô hình khí quyển là: 150s, cho mô hình bề mặt là: 450s

Các tùy chọn tham số hóa vật lý của mô hình: Chúng tôi đã sử dụng sơ đồ tham số hóa bức xạ NCAR/CCM, sơ đồ lớp biên của Holtslag và sơ đồ trao đổi bề mặt đất BATS. Đối với sơ đồ tham số hóa đối lưu sơ đồ Grell với giả thiết khép kín AS.

Số liệu điều kiện biên và điều kiện ban đầu: sử dụng số liệu tái phân tích (reanalysis) ERA40 của Trung tâm dự báo thời tiết hạn vừa châu Âu (ECMWF) của từng tháng năm 1996, giá trị biên trên vùng đệm được biến đổi theo thời gian và cập nhật

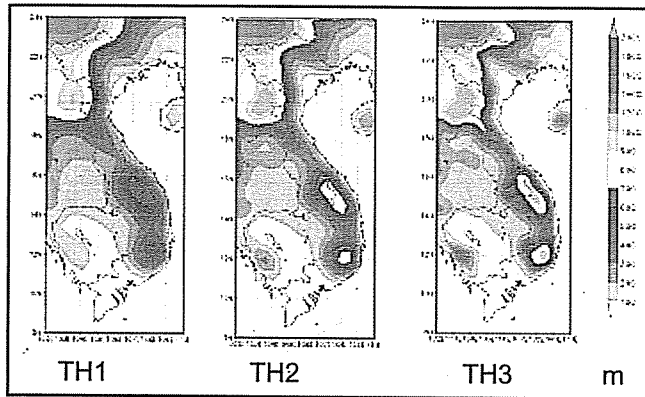
cho mô hình với thời gian là 6 giờ một lần.

Dữ liệu phân loại bề mặt và độ cao địa hình: được lấy từ dữ liệu của đặc điểm lớp phủ bề mặt toàn cầu (GLCC) của Cơ quan khảo sát địa chất Hoa Kỳ (USGS), trong đó bề mặt được phân ra làm 18 loại theo định nghĩa của BATS. Độ phân giải của hai loại dữ liệu được sử dụng là 10 phút.

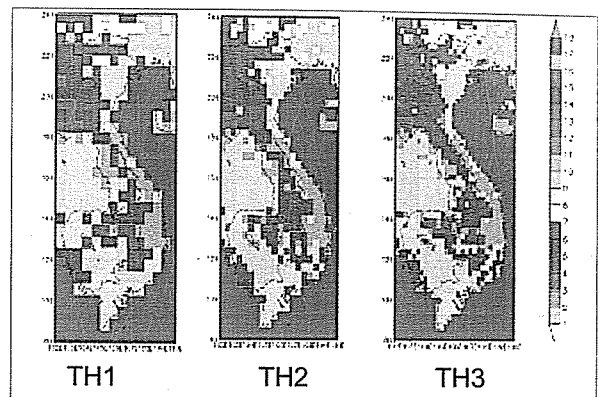
Số liệu so sánh: Số liệu quan trắc trung bình tháng của nhiệt độ không khí sát bề mặt và tổng lượng giáng thủy là số liệu phân tích từ các trạm quan trắc bề mặt đất trên toàn cầu CRU (Climate Research Unit) phát triển bởi Trường Đại học East Anglia (New và cộng sự, 2000) với độ phân giải là 0,5 độ.

4. Các kết quả thử nghiệm

Ảnh hưởng của sự thay đổi độ phân giải ngang của mô hình bề mặt đến kết quả mô phỏng độ cao địa hình và loại lớp phủ bề mặt sử dụng (hình 2).



Hình 3. Bản đồ phân bố độ cao địa hình trong các trường hợp thử nghiệm



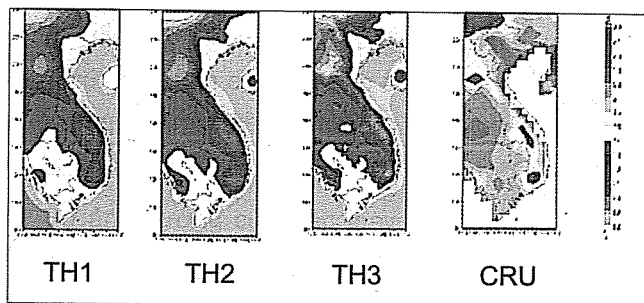
Hình 4. Bản đồ phân bố loại lớp phủ bề mặt sử dụng trong các trường hợp thử nghiệm

Trên hình 3 và 4 dẫn ra bản đồ phân bố độ cao địa hình và loại lớp phủ bề mặt của miền tính. Khi tăng độ phân giải cho các trường hợp TH2 và TH3, thông qua hình 4 biểu diễn cho khu vực Việt Nam có thể nhận thấy do bị làm trơn khi độ phân giải giảm nên địa hình ở TH1 không chi tiết so với hai trường hợp còn lại. Khi độ phân giải tăng lên, địa hình và loại lớp phủ bề mặt được mô tả chi tiết hơn.

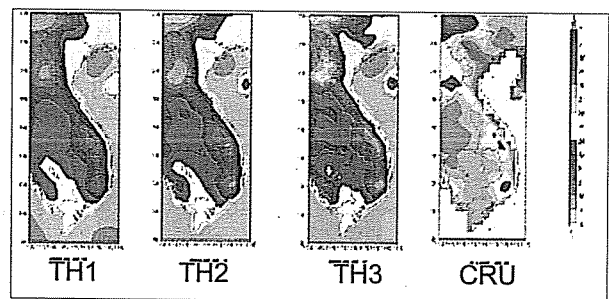
Trên hình 3 ngoại trừ những khu vực biển và

đồng bằng, có thể thấy sự ảnh hưởng rõ ràng của độ phân giải ngang của mô hình bề mặt, đặc biệt ở những khu vực núi cao có địa hình phức tạp như khu vực Tây Bắc, vùng núi Đông Bắc, dải Trung Bộ và khu vực Tây Nguyên. Khi độ phân giải tăng, loại lớp phủ bề mặt được sử dụng càng phong phú hơn.

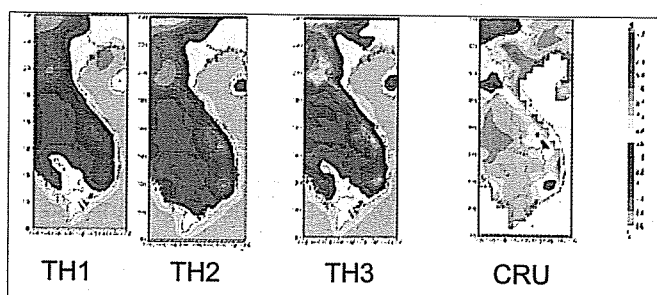
Ảnh hưởng của sự thay đổi độ phân giải ngang của mô hình bề mặt đến kết quả mô phỏng trường nhiệt độ (hình 5 đến 10):



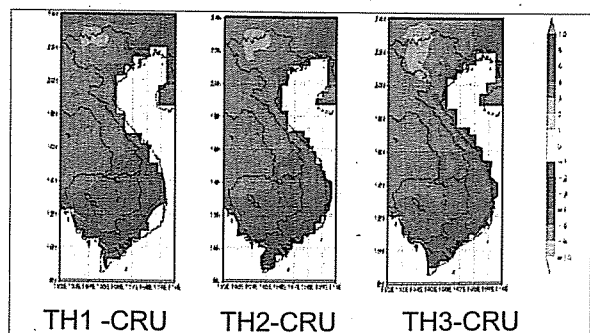
Hình 5. Nhiệt độ trung bình tháng 6/1996



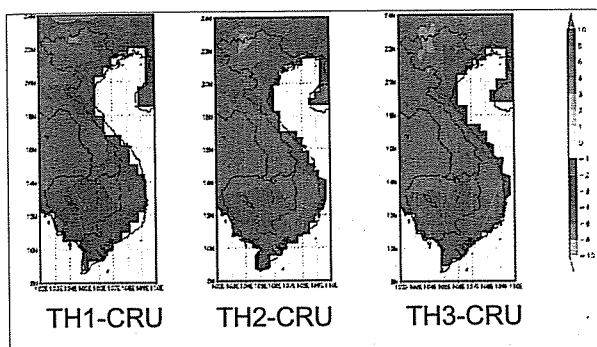
Hình 6. Nhiệt độ trung bình tháng 7/1996



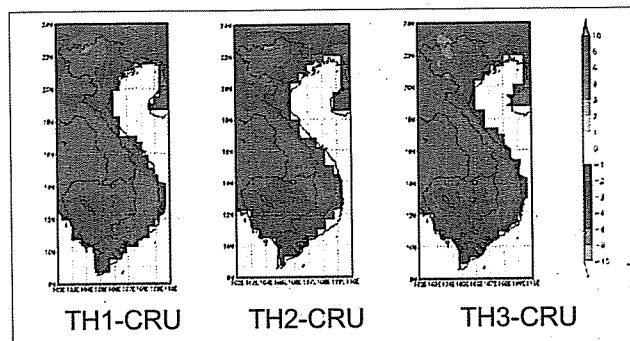
Hình 7. Nhiệt độ trung bình tháng 8/1996



Hình 8. RegCM3-CRU, tháng 6/1996



Hình 9. RegCM3-CRU, tháng 7/1996

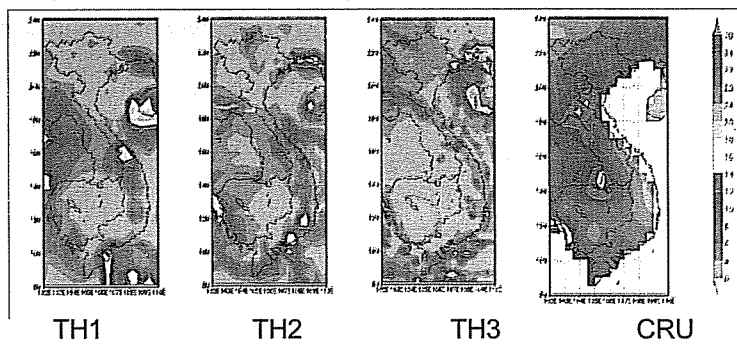


Hình 10. RegCM3-CRU, tháng 8/1996

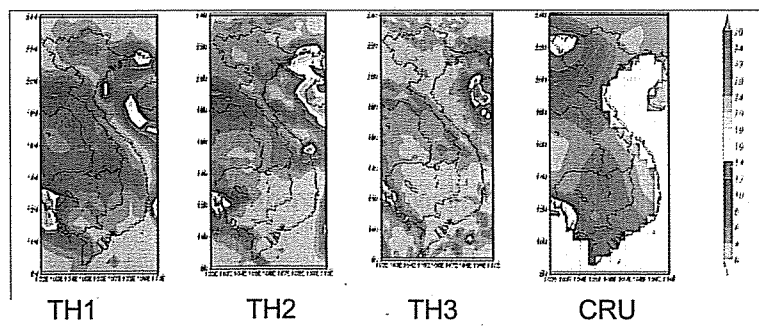
Trên hình từ 5. đến hình 10. có thể thấy rằng nhiệt độ theo số liệu CRU luôn lớn hơn so với kết quả mô phỏng bằng mô hình RegCM3, sự khác biệt này thể hiện rất rõ ở những khu vực núi cao có địa hình phức tạp. Đồng thời có thể thấy sự khác nhau rõ ràng giữa các kết quả mô phỏng trong các trường hợp mô phỏng khác nhau. Cụ thể, khi tăng độ phân giải ngang của mô hình thì nhiệt độ có xu hướng

giảm đi ở những vùng núi cao có địa hình phức tạp. Điều này cho thấy sự suy giảm nhiệt độ theo độ cao do khi tăng độ phân giải ngang của mô hình bề mặt thì độ cao địa hình càng được mô phỏng chi tiết hơn.

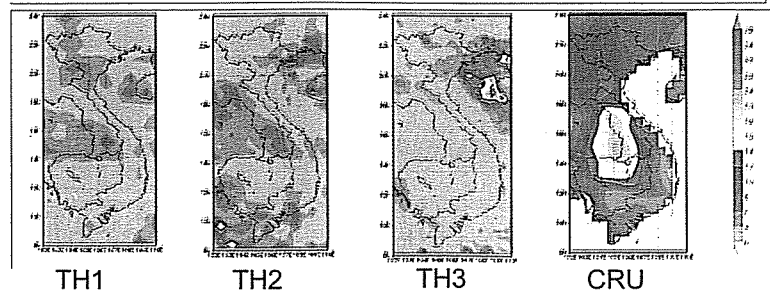
Ảnh hưởng của sự thay đổi độ phân giải ngang của mô hình bề mặt đến kết quả mô phỏng lượng mưa trung bình tháng (hình 8 và 9)



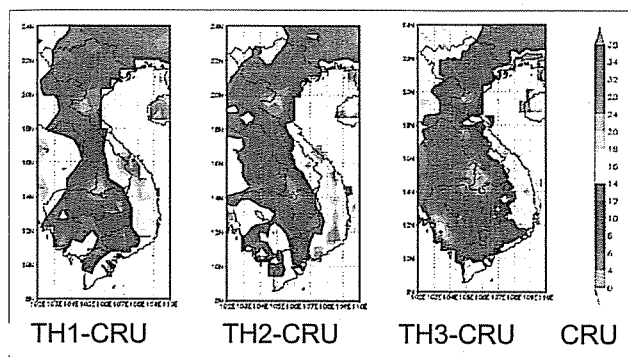
Hình 11. Lượng mưa trung bình tháng 6/1996



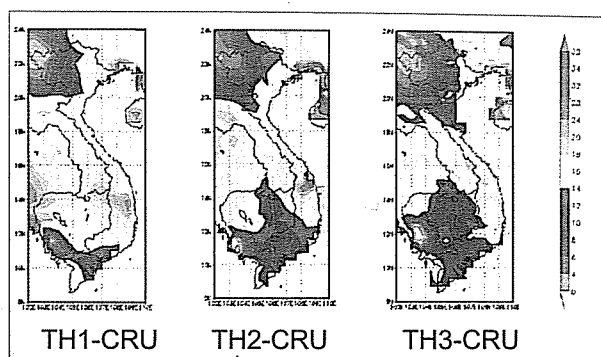
Hình 12. Lượng mưa trung bình tháng 7/1996



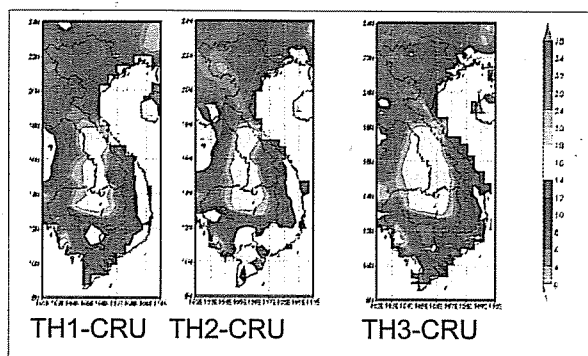
Hình 13. Lượng mưa trung bình tháng 8/1996



Hình 14. RegCM3-CRU, tháng 6 /1996



Hình 15. RegCM3-CRU, tháng 7 /1996



Hình 16. RegCM3-CRU, tháng 8 /1996

Trên hình 8 và 9 có thể thấy về cơ bản lượng mưa trong các trường hợp thử nghiệm là nhỏ hơn số liệu CRU. Sự ảnh hưởng của độ phân giải ngang của mô hình bề mặt đến kết quả mô phỏng lượng mưa là khá phức tạp và không có tính quy luật rõ ràng, điều này nói nên khả năng mô phỏng lượng mưa của mô hình còn chịu tác động của rất nhiều nhân tố quan trọng khác như việc lựa chọn mô hình đối lưu.

Sự ảnh hưởng của việc thay đổi độ phân giải ngang của mô hình bề mặt được thể hiện rõ ràng nhất ở các khu vực núi cao có địa hình phức tạp. Khi tăng độ phân giải ngang thì kết quả mô phỏng lượng mưa có xu hướng giảm về lượng và mở rộng về diện ở những khu vực vùng núi.

5. Kết luận

Kết quả mô phỏng các trường khí tượng bằng mô hình RegCM3 trên khu vực Việt Nam cho thấy về cơ bản trường nhiệt độ và lượng mưa thấp hơn so với số liệu CRU.

Ảnh hưởng của độ phân giải ngang của mô hình bề mặt đến kết quả mô phỏng của mô hình khí hậu

khu vực RegCM3 là khá rõ ràng, đặc biệt trong các trường hợp mô phỏng độ cao địa hình, lớp phủ bề mặt và nhiệt độ. Khi tăng độ phân giải ngang thì độ cao địa hình và loại lớp phủ bề mặt càng được chi tiết hóa. Chính điều này đã ảnh hưởng đến kết quả mô phỏng các trường khí hậu của mô hình, cụ thể ở đây khi độ cao địa hình được chi tiết hóa hơn thì nhiệt độ có xu hướng giảm đi theo độ cao địa hình.

Khi tăng độ phân giải ngang của mô hình bề mặt thì mức độ chi tiết hóa của độ cao địa hình cũng như loại lớp phủ bề mặt đưa vào sử dụng cũng tăng lên, do đó kéo theo các ảnh hưởng tới các quá trình vật lý xảy ra và kết quả mô phỏng của các trường khí tượng. Cụ thể là ảnh hưởng của độ phân giải ngang của mô hình bề mặt có thể nhận ra rõ rệt nhất ở những khu vực có địa hình núi cao và phức tạp.

Kết quả mô phỏng của mô hình đã được so sánh với số liệu CRU (với độ phân giải ngang 0,5x0,5 độ là khá thô). Để có thể đánh giá tính khách quan kết quả mô phỏng của mô hình cần có những nghiên cứu so sánh giữa kết quả mô hình và số liệu CRU với số liệu quan trắc tại các trạm khí tượng ở Việt Nam.

Với thời gian thử nghiệm là 3 tháng, do vậy cũng cần có những nghiên cứu với thời kỳ dài hơn để có thể đưa ra những đánh giá khách quan hơn.

Trong bài báo này tác giả mới chỉ dừng lại ở việc nghiên cứu ảnh hưởng của độ phân giải ngang của

mô hình bề mặt đến kết quả mô phỏng của mô hình RegCM3. Tuy nhiên, kết quả mô phỏng của mô hình còn chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố như: việc lựa chọn các sơ đồ vật lý khác nhau, thay đổi vùng đệm, miền tính.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Đăng Mậu, 2006. Nghiên cứu ảnh hưởng của độ phân giải ngang trong mô hình khí hậu khu vực RegCM3 đến kết quả mô phỏng các trường khí hậu ở Việt Nam. Luận văn tốt nghiệp Đại học, Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.
2. Phan Văn Tân, Dư Đức Tiến, 2005. Ảnh hưởng của tính bất đồng nhất bề mặt đệm đến các trường nhiệt độ và lượng mưa mô phỏng bằng mô hình RegCM trên khu vực Đông Dương và Việt Nam, Tạp chí khoa học, Đại học Quốc gia Hà Nội, T.XXI, số 4, tr. 57-68.
3. Phan Văn Tân, Nguyễn Hướng Điền, Dư Đức Tiến, 2004. Sơ đồ BATS và ứng dụng trong việc tính các dòng trao đổi năng lượng và nước giữa bề mặt đất - khí quyển, Tạp chí khoa học, Đại học Quốc gia Hà Nội, T.XX, số 1, tr. 40-56.
4. Nelli Elguindi, Xunqiang Bi, Filippo Giorgi, Badrinath Nagarajan, Jeremy Pal, Fabien Solmon, Sara Rauscher and Ashraf Zakey, 2007. RegCM Version 3.1, User's Guide
5. Filippo Giorgi, Raquel Francisco and Jeremy Pal, Journal of Hydrometeorology, Volume 4, 2003. Effects of a Subgrid-Scale Topography and Land Use Scheme on the Simulation of Surface Climate and Hydrology. Part I: Effects of Temperature and Water Vapor Disaggregation.