

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH KHÍ HẬU TOÀN CẦU CAM MÔ PHÒNG CÁC TRƯỜNG KHÍ HẬU CHO LA NINA 1984-1986

TS. Trần Quang Đức - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Sử dụng số liệu khí hậu điều kiện ban đầu và điều kiện biên nhiệt độ mặt nước biển của NCAR/NCEP giai đoạn từ năm 1982-1986, bài báo nghiên cứu mô phỏng một số trường khí tượng cơ bản cho đợt La Nina năm 1984-1986. Kết quả cho thấy mô hình khí hậu toàn cầu CAM đã mô phỏng rất tốt các trường khí tượng cơ bản đặc trưng như: trường áp, trường bức xạ sóng dài đi ra, trường gió,...

1. Khái quát đợt La Nina và mô hình toàn cầu CAM

Theo nghiên cứu của chính tác giả trên cơ sở sử dụng dữ liệu thường nhiệt độ mặt nước biển (SSTA) vùng Nino3 [3] và trùng với nhận định của nhiều nhà nghiên cứu, trong thời kì từ năm 1950-2010 có 14 đợt El Nino và 14 đợt La Nina, trong đó có 7 đợt El Nino mạnh và 9 đợt La Nina mạnh, có 3 đợt El Nino kế tiếp nhau và 2 đợt La Nina kế tiếp nhau. Đợt La Nina năm 1984-1986 là một trong những đợt dài nhất thế kỉ 20 với thời điểm bắt đầu là tháng 1/1984 và kết thúc vào tháng 2/1986 (21 tháng). Thời điểm El Nino mạnh nhất trong đợt vào tháng 12/1984 với dị thường nhiệt độ mặt nước biển Nino3 là $-1,38^{\circ}\text{C}$.

Có nhiều mô hình số trị khí hậu, và các mô hình cũng được thiết kế với các quy mô khác nhau. Mỗi mô hình có những ưu điểm riêng, thế mạnh riêng. CAM 3.0 là mô hình số trị khí hậu cho thành phần trung tâm của hệ thống khí hậu - "Khí quyển". CAM được phát triển từ vài chục năm gần đây bởi Trung tâm Nghiên cứu Khí quyển Quốc gia-Hoa Kỳ (NCAR), qua nhiều giai đoạn cải tiến nâng cấp, bổ sung, hoàn thiện và thay đổi tên, CAM 3.0 là phiên bản cuối gần đây. Đối với mô hình khí hậu toàn cầu kết hợp khái niệm biên xung quanh không còn tồn tại, biên dưới khí quyển thường dùng nhiệt độ bề mặt nước biển (SST) và độ phủ băng. Trong CAM3.0, ngoài cơ chế hồi tiếp nội tại tác động bên trong hệ thống khí hậu, tương tác qua biên dưới, nguồn lực chính điều khiển hệ thống là bức xạ Mặt trời. Vì là mô hình toàn cầu nên cơ chế tương tác vật lí trên

toàn cầu được kết nối chặt chẽ và do đó có thể mô tả được các tác động qua lại trên phạm vi rộng lớn, như tác động của hiện tượng ENSO [1, 2, 3].

Trên cơ sở phân tích trên, với mục đích tiếp nối nghiên cứu mô phỏng các trường khí tượng trong đợt El Nino với cường độ mạnh 1982-1983 và đánh giá khả năng mô phỏng của CAM đối với các trường khí tượng có do ảnh hưởng của La Nina, bài báo sẽ tiến hành chạy mô hình khí hậu toàn cầu CAM3.0 và đánh giá một số trường khí tượng mô phỏng giai đoạn trước và trong đợt La Nina 1984-1986.

2. Các trường mô phỏng và cấu hình mô hình

a. Các trường mô phỏng

- Trường khí áp mực biển: Trường khí áp mực biển có sự thay đổi mạnh trên khu vực xích đạo Thái Bình Dương đối với giai đoạn trước và trong La Nina. Chênh lệch khí áp phía tây và đông Thái Bình Dương (thường được đặc trưng bởi số đo khí áp tại hai trạm Darwin ($12,4^{\circ}\text{S}$, $130,9^{\circ}\text{E}$) và Tahiti ($17,5^{\circ}\text{S}$, $149,6^{\circ}\text{W}$) có xu hướng tăng. Trong khi trước giai đoạn La Nina khí áp tại Darwin thấp hơn tương đối so với khí áp tại Tahiti, thì trong giai đoạn La Nina khí áp tại Darwin thấp hơn đáng kể so với tại Tahiti [4].

- Trường bức xạ sóng dài đi ra (ORL): Tương tự như đối với trường khí áp mực biển, trường bức xạ sóng dài đi ra cũng có sự thay đổi mạnh trên khu vực xích đạo Thái Bình Dương đối với giai đoạn trước và trong La Nina. Bức xạ sóng dài đi ra tại xích đạo đông Thái Bình Dương có xu hướng gia tăng

TÌNH HÌNH KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

cường độ khác nhau, trong khi trước giai đoạn La Nina bức xạ sóng dài đi ra chỉ tương đối thấp thì trong giai đoạn La Nina bức xạ sóng dài đi ra giảm đáng kể [4].

- Trường gió: Cũng tương tự như đối với trường khí áp mực biển và trường bức xạ sóng dài đi ra, trường gió cũng có sự thay đổi mạnh trên khu vực xích đạo Thái Bình Dương đối với giai đoạn trước và trong La Nina. Trong giai đoạn trước hay không ENSO gió vùng xích đạo Thái Bình Dương có hướng đông với cường độ chỉ tương đối mạnh, còn trong giai đoạn La Nina gió đông sẽ tăng cường đáng kể.

b. Cấu hình mô hình và số liệu nghiên cứu

Mô hình khí hậu toàn cầu CAM chạy mô phỏng cho giai đoạn: từ đầu năm 1982 đến đầu năm 1986 tương ứng với 30 tháng trước thời kì La Nina (01/1982 - 6/1984) và 20 tháng thời kì La Nina (từ tháng 7/1984 đến tháng 2/1986). Trong giai đoạn này mô hình CAM được chạy với bước thời gian 1200 giây, miền tính toàn cầu với độ phân giải là $2,81^{\circ} \times 2,81^{\circ}$ với số điểm lưới 64×128 (64 điểm theo kinh hướng và 128 điểm theo vĩ hướng), chạy với điều kiện ban đầu, điều kiện biên và SST do NCEP (Trung tâm Dự báo Môi trường Quốc gia-Hoa Kỳ) cung cấp, điều kiện biên bức xạ, các thông số thiên văn,... được lấy vào năm 1983. Các điều kiện khác như thành phần dioxit carbon, ozon,... được lấy theo số liệu khí hậu trung bình tháng. Kết quả đầu ra là các trường khí tượng khí áp mực biển (PSL), bức xạ sóng dài đi ra (OLR), gió ngang (U,V) trung bình tháng. Để so sánh đánh giá, chúng tôi đưa ra các trường tương tự như ba trường mô phỏng trên từ số liệu tái phân tích của NCEP (được coi là trường thực) với độ phân giải $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$ (73×144 điểm lưới).

3. Khả năng mô phỏng một số trường khí hậu cho đợt La Nina năm 1984-1986

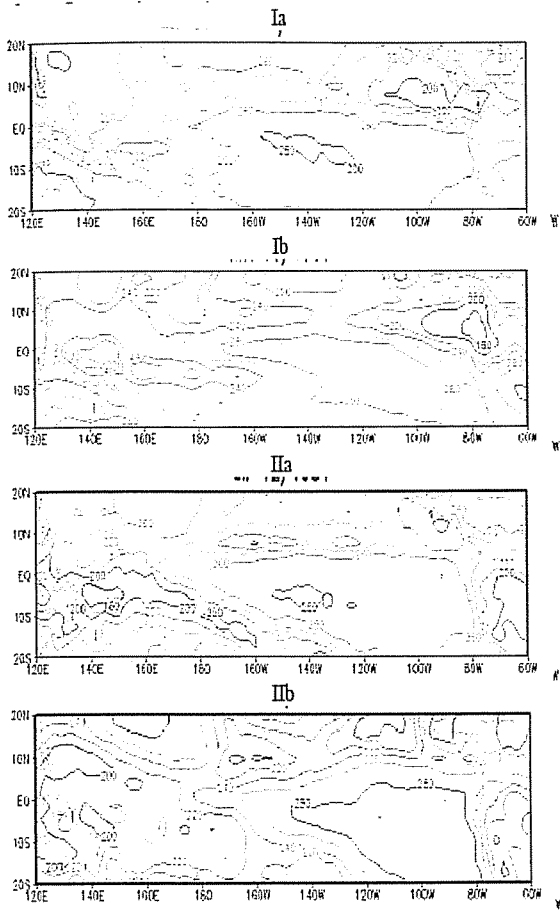
Trên cơ sở kết quả đầu ra của mô hình CAM3.0, bài báo đưa ra đánh giá về khả năng mô phỏng đối với các trường khí áp mực biển, bức xạ sóng dài đi ra và trường gió ngang thời điểm trước La Nina

(tương ứng tháng 8/1983 làm đại diện) và trong La Nina (tương ứng tháng 12/1984 làm đại diện) cho đợt La Nina năm 1984-1986. Khu vực phân tích được giới hạn trong ô chữ nhật $20^{\circ}S-20^{\circ}N; 120^{\circ}E-60^{\circ}W$.

La Nina 1984-1986 là một trong những đợt La Nina kéo dài nhất trong cả giai đoạn 1950-2011. Với độ kéo dài đặc biệt như vậy, có thể sẽ có nhiều biến động đối với trường khí áp mực nước biển, trường gió cũng như trường bức xạ sóng dài đi ra ở giai đoạn trước và trong La Nina.

- Đối với trường khí áp bề mặt, tháng 8/1983, thời điểm trước La Nina, khí áp hai trường khá tương đồng, chênh lệch khí áp giữa hai bờ đông-tây xích đạo Thái Bình Dương ở cả hai trường không đáng kể (hình 1.I). Tháng 12/1984, thời điểm với cường độ mạnh nhất trong đợt La Nina, có sự chênh lệch đáng kể khí áp phía đông và phía tây xích đạo Thái Bình Dương. Vùng cực tiểu khí áp trường mô phỏng lệch đông nam hơn so với trường thực. Dải áp cao bán cầu Nam trên cả hai trường cùng nằm ở khoảng $20^{\circ}S$. Nhìn chung phân bố khí áp trên trường thực và mô phỏng khá tương đồng (hình 1.II).

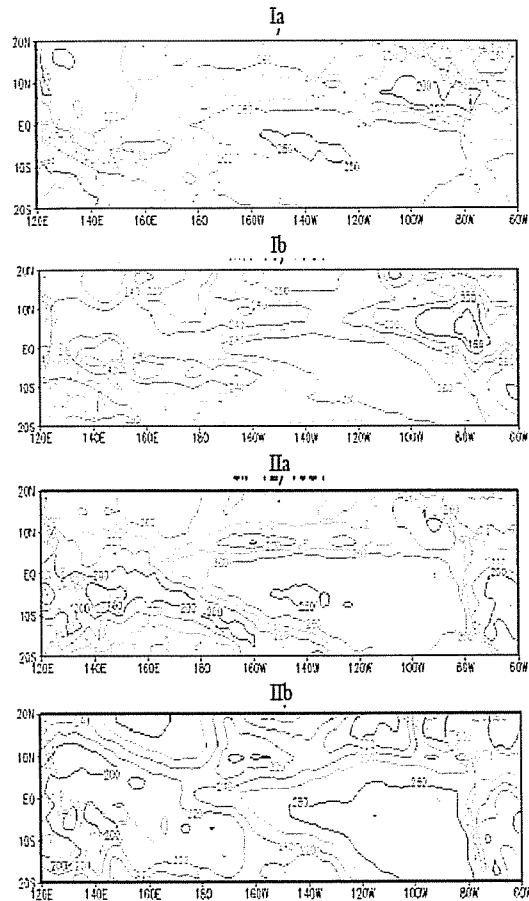
- Đối với bức xạ sóng dài đi ra, thời điểm trước hiện tượng La Nina, tháng 8/1983, phân bố bức xạ đi ra có sự tương đồng khá tốt giữa hai trường. Tuy nhiên đối với giá trị cực đại trên trường mô phỏng với khác biệt đáng kể so với trên trường thực, giá trị cực đại trường thực chỉ khoảng $280W/m^2$, trong khi đó đạt tới gần $300W/m^2$ trên trường mô phỏng (hình 2.I). Tháng 12/1984 là thời điểm La Nina phát triển mạnh với cực tiểu SST vùng Nino 3. Trên hình 2.II cho thấy vùng cực tiểu bức xạ sóng dài trên trường mô phỏng mở rộng hơn về phía Đông Thái Bình Dương. Phân bố vùng với giá trị cực đại trên cả hai trường nhìn chung khá tương đồng, tuy vậy giá trị trên trường mô phỏng lớn hơn trên trường thực. Chất lượng mô phỏng trường của mô hình thời điểm này tương đối tốt (hình 2.II).



Hình 1. Bản đồ trường khí áp mực biển (mb) thực (I), mô phỏng bằng CAM 3.0 (II), tháng 8/1983 (III) và tháng 12/1984 (IV)

- Đối với trường gió vĩ hướng, mô hình mô phỏng khá tốt trường gió vĩ hướng thời điểm trước La Nina vào tháng 8/1983. Hướng gió chính trên toàn vùng với hướng đông và được thể hiện rõ trên cả trường thực và trường mô phỏng. Gió tây xuất hiện ở khoảng 20°S nhưng chỉ với vận tốc nhỏ trên cả hai trường (hình 3. I). Vào thời điểm La Nina phát triển cực đại, tháng 12/1984, phân bố gió vĩ hướng trên trường thực và mô phỏng khá tương đồng, tuy nhiên nếu xét về giá trị, cực đại vận tốc gió trên trường mô phỏng cao hơn trên trường thực. Vùng gió tây gần phía Đông Thái Bình Dương mô hình không mô phỏng được (hình 3.II).

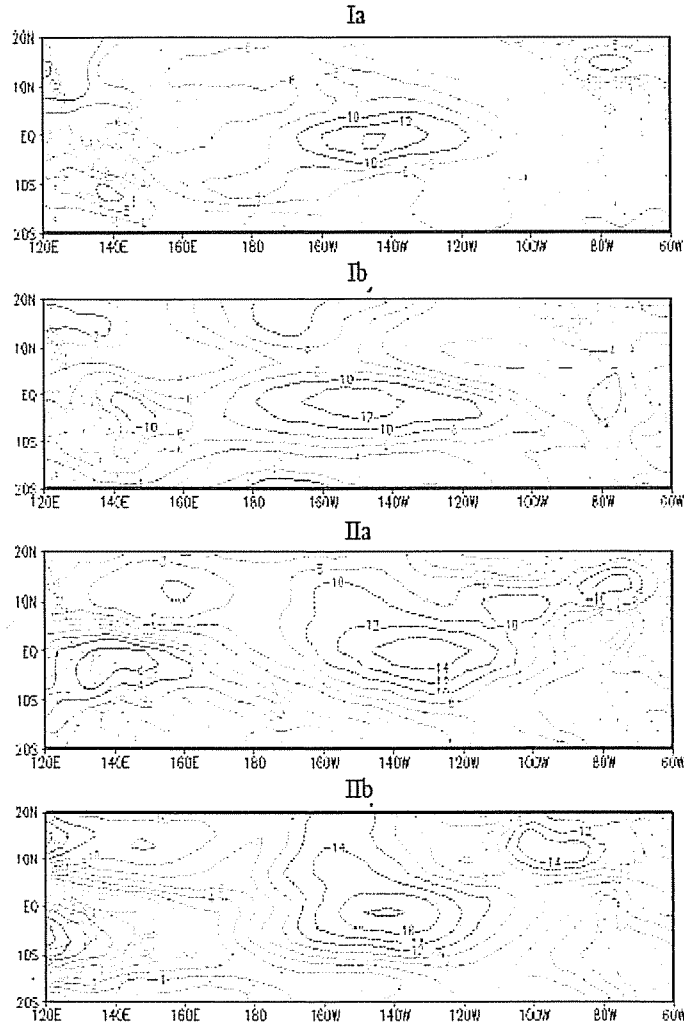
- Đối với sự chênh lệch khí áp giữa Darwin và Tahiti, toàn bộ giai đoạn trước và trong La Nina, biến trình chênh lệch khí áp giữa hai trạm Darwin và Tahiti khá tương đồng giữa mô phỏng và thực. Hầu hết toàn giai đoạn chênh lệch khí áp giữa hai



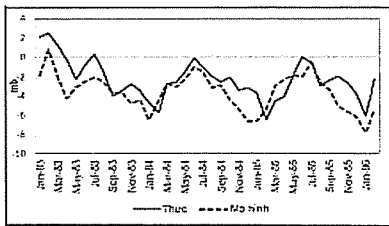
Hình 2. Bản đồ trường bức xạ sóng dài đi ra (Wm-2) thực (I), mô phỏng bằng CAM 3.0 (II), tháng 8/1983 (III) và tháng 12/1984 (IV)

trạm cùng có giá trị âm trên cả trường thực và trường mô phỏng. Giai đoạn trước La Nina (trước tháng 1/1984), chênh lệch khí áp cực đại giữa hai trạm chỉ khoảng 4mb, trong khi đó đối với giai đoạn La Nina chênh lệch tăng với cực đại khoảng 6mb (hình 4).

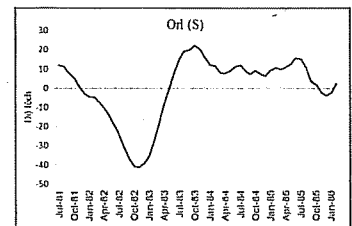
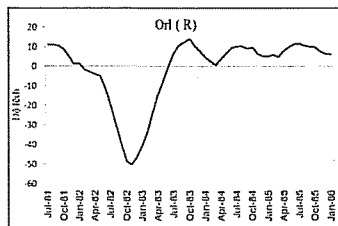
- Đối với sự dị thường thông lượng bức xạ sóng dài đi ra, nhìn chung khá tương đồng giữa giá trị thực và mô phỏng. Trước giai đoạn La Nina, dị thường thông lượng bức xạ sóng dài đi ra có giá trị âm, cực tiểu dị thường bức xạ sóng dài đi ra (-45 Wm-2) đều cùng vào thời điểm tháng 10,11 năm 1982 đối với thực và mô phỏng. Trong giai đoạn phát triển La Nina, dị thường có giá trị dương, cho thấy thông lượng bức xạ đi ra giảm giai đoạn này. Đến cuối giai đoạn, dị thường có xu hướng tăng như giai đoạn trước La Nina (hình 5a, b).



Hình 3. Bản đồ trường gió vĩ hướng (mb) thực (a), mô phỏng bằng CAM 3.0 (b), tháng 8/1983 (I) và tháng 12/1984 (II).



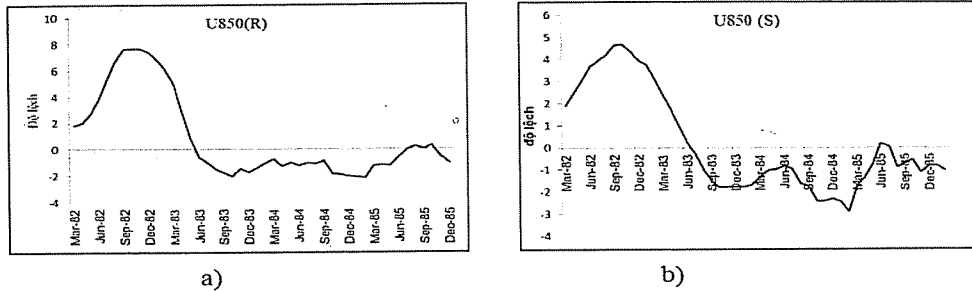
Hình 4. Biến trình chênh lệch khí áp giữa trạm Darwin và Tahiti giai đoạn 1983-1986



Hình 5. Dự thường thông lượng bức xạ sóng dài đi ra (Wm-2) vùng 5S-5N, 175W-140W thực (a), mô phỏng (b)

Đối với dự thường tốc độ gió vĩ hướng, giữa giá trị thực và mô phỏng chỉ tương đối tương đồng, khác với khá tương đồng đối với thông lượng bức xạ sóng dài đi ra. Giai đoạn trước La Nina, dự thường có giá trị dương, cho thấy tốc độ gió giảm so với trung bình toàn thời kì, giai đoạn này đồng thời

cũng là giai đoạn cuối của đợt El Nino 82-83, cơ chế tác động của El Nino cũng là điều lí giải cho giá trị dương của dự thường. Giai đoạn trong La Nina, dự thường có giá trị âm nhỏ, cho thấy gió đông phát triển nhưng không mạnh (hình 6).



Hình 6. Dự thường tốc độ gió vĩ hướng (m/s) vùng 5S-5N, 175W-140W thực (a), mô phỏng (b)

4. Kết luận

Tiếp theo nghiên cứu trước, mô phỏng các trường khí hậu đặc trưng cho đợt EL Nino mạnh năm 1982-1983, nghiên cứu này mô phỏng đối với đợt La Nina dài kỉ lục 1984-1986. Mô phỏng khí hậu bằng mô hình sẽ là bước đi ban đầu cho nghiên cứu dự báo khí hậu nói chung và ENSO nói riêng. Với mục đích mô phỏng đợt La Nina chúng tôi đã chạy mô hình khí quyển cộng đồng CAM 3.0 cho giai đoạn từ tháng 1 năm 1982 đến tháng 1 năm 1986. Qua quá trình mô phỏng và đánh giá, chúng tôi rút ra được một số kết luận sau:

Mô hình mô phỏng khá tốt phân bố trường bức xạ sóng dài đi ra khu vực xích đạo Thái Bình Dương

thời kì trước, trong và sau đợt La Nina. Trong khi đó phân bố trường khí áp và trường gió ngang mô phỏng tương đối tương đồng so với trường thực. Tuy mô phỏng tương đồng về mặt phân bố, về giá trị vẫn còn chênh lệch nhỏ giữa hai trường thực và mô phỏng.

Biến trình theo thời gian mô phỏng giai đoạn trước và trong La Nina của đại lượng chênh lệch khí áp giữa hai trạm Darwin và Tahiti và đại lượng dự thường trung bình của tốc độ gió vĩ hướng khu vực 5S-5°N, 175-140°W rất tương đồng với giá trị thực. Kết quả mô phỏng đặc biệt tốt đối với dự thường thông lượng bức xạ sóng dài đi ra.

Tài liệu tham khảo

1. Trần Quang Đức. Mô hình khí hậu khí quyển CAM 3.0, Tạp chí Khí tượng thủy văn, NO 555, tr 33-41, năm 2007.
2. Trần Quang Đức. Tham số hóa bức xạ trong mô hình khí hậu khí quyển CAM3.0, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, NO 568, tr. 19-24, năm 2008
3. Trần Quang Đức. Ứng dụng mô hình khí hậu toàn cầu CAM mô phỏng các trường khí hậu cho đợt El Nino mạnh năm 1982-1983. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ 29, Số 1S, tr. 64-71. 2013.
4. Nguyễn Thị Hiền Thuận. Ảnh hưởng của ENSO đến gió mùa hè và mưa ở Nam Bộ, Luận án tiến sĩ địa lí, năm 2007.
5. James R. McCaa, Mathew Rothstein, Brian E. Eton, James M. Rosinski, Erich Kluzek, Mariana Vertenstein. User's guide to the NCAR community atmosphere model (CAM 3.0), Technical Report NCAR, Boulder, 97 pp., June 2004.
6. William D. Collins, Philip J. Rasch, Bigron A. Boville, James J. Hack, James R. McCaa, David I. Williamson, Jaffrey T. Kiehl, Bruce Briegleb. Description of the NCAR community atmosphere model (CAM 3.0), Technical Report NCAR, Boulder, 210 pp., June 2004.
7. Trang web <http://bb.cgd.ucar.edu/> và <http://forum.cgd.ucar.edu/archive/>