

Dự án Danida

Nghiên cứu thủy tai do biến đổi khí hậu và xây dựng hệ thống thông tin nhiều bên tham gia nhằm giảm thiểu tính dễ bị tổn thương ở Bắc Trung Bộ Việt Nam (CPIS)

Mã số . 11-P04-VIE

Tên đề tài:

Dự án Nghiên cứu thủy tai do biến đổi khí hậu và xây dựng hệ thống thông tin nhiều bên tham gia nhằm giảm thiểu tính dễ bị tổn thương ở Bắc Trung Bộ Việt Nam

Chủ nhiệm dự án: GS. TS. Phan Văn Tân

Báo cáo WP3:

**BÁO CÁO KHOA HỌC VỀ KẾT QUẢ DỰ TÍNH KHÍ HẬU
TƯƠNG LAI, TÍNH BẤT ĐỊNH VÀ PHƯƠNG PHÁP
ĐÁNH GIÁ, XỬ LÝ**

Người thực hiện:

Ngô Đức Thành

Nội dung 2.2:

Báo cáo kĩ thuật xây dựng, cấu hình và kiểm chứng mô hình khí hậu khu vực

Người thực hiện: Nguyễn Quang Trung

1. Mở đầu

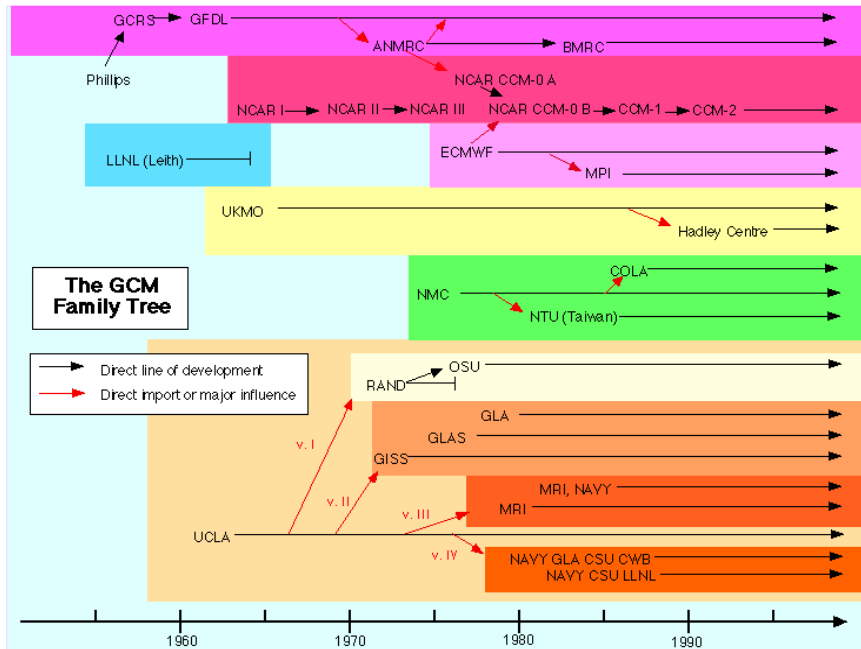
Hiện nay, các số liệu và khả năng phân tích các hiện tượng thời tiết cực đoan vẫn còn yếu kém và không toàn diện nên thật khó đánh giá tần số các hiện tượng thời tiết cực đoan hoặc biến đổi khí hậu trên quy mô toàn cầu. Do đó, các phương pháp synôp hay thống kê cổ điển không thể dự báo khí hậu ngày một biến đổi bất thường như hiện nay. Hơn nữa, với khả năng tính toán ngày càng cao của máy tính, người ta đã xây dựng và phát triển mô hình số dự báo khí hậu trong khoảng vài thập kỷ gần đây. Một số mô hình khí hậu đã chỉ ra rằng có thể biểu diễn sự gia tăng các loại thời tiết cực đoan sau: (1) nhiệt độ cao cực trị, (2) cường độ giáng thủy, (3) tình trạng khô hạn kéo dài, (4) tăng tần số bão (theo IPCC). Do đó, cần đầu tư nhiều để xây dựng được mô hình dự báo khí hậu phù hợp cho Việt Nam. Sau một thời gian nghiên cứu và thử nghiệm, mô hình RegCM của Ý là một trong những lựa chọn phù hợp cho mục đích đề tài.

Trong báo cáo này chúng tôi tóm lược cơ sở lý thuyết, cấu trúc chương trình nguồn và cấu trúc dữ liệu vào ra của mô hình (RegCM) sau đó thử nghiệm và lựa chọn các sơ đồ tham số hóa vật lý phù hợp nhất cho RegCM để mô phỏng và dự báo khí hậu cho khu vực Đông Nam Á và Việt Nam. Từ đó kết quả được chi tiết hoá cho khu vực miền trung và khu vực ba tỉnh Nghệ An – Hà Tĩnh – Quảng Bình.

2. Cơ sở lý thuyết và số liệu

2.1. Cơ sở lý thuyết lựa chọn mô hình số dự báo khí hậu khu vực

Ý tưởng mô phỏng toán học các hoạt động khí quyển để bổ sung cho dự báo thời tiết đầu tiên được đánh dấu bằng công trình của Lewis Fry Richardson vào những năm 1920 nhưng đến những năm 1950, với sự tiến bộ của máy tính điện tử kỹ thuật số, dự báo thời tiết mới trở thành bài toán thực tế. Cuối những năm 1950, các nhà dự báo thời tiết của Mỹ và một số nước Châu Âu đã liên kết với nhau để tạo ra những bản đồ thời tiết được thiết kế bằng máy tính phục vụ cho dự báo hàng ngày. Sự phát triển của khả năng tính toán đã đưa từ mô phỏng thời tiết khu vực lên thành mô hình GCM cho phép các nhà khoa học mô phỏng khí hậu hay trạng thái trung bình khí quyển trong thời gian dài (vài thập kỷ đến vài thế kỷ).



Hình 1: "Cây gia phả" GCM. Các chữ viết tắt là tên các tổ chức khí tượng-khí hậu học thế giới.

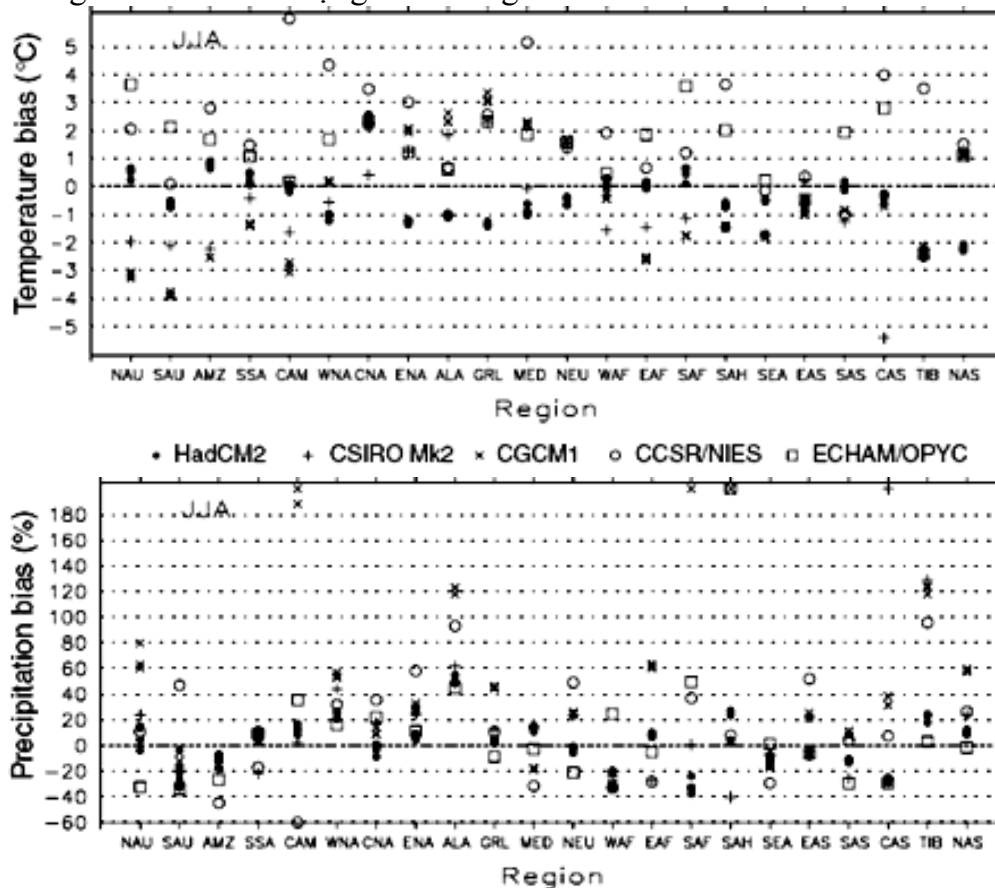
Khởi đầu của mô hình hoá khí hậu là mô hình hoàn lưu chung khí quyển (GCM) đơn giản đầu tiên được Philip xây dựng vào năm 1956. Sau đó, các mô hình GCM bắt đầu mở rộng từ một đến nhiều phòng thí nghiệm trên nước Mỹ, Châu Âu, Australia và nhiều nơi khác. Ta có thể thấy quá trình phát triển của chúng trên "cây gia phả" GCM (hình 1). Từ những năm 1970, các mô hình GCM đã trở thành công cụ trung tâm của khí hậu học. Tuy nhiên, ban đầu các nhà khí hậu học chỉ mới thu thập số liệu địa phương, khu vực và phân tích thống kê số liệu. Đánh dấu cho sự phát triển nghiên cứu mô hình khí hậu là sự hình thành của nhóm nghiên cứu biến đổi khí hậu đa chính phủ (IPCC) trong những năm 1980. Ý thức về sự nóng lên của Trái đất do hiệu ứng nhà kính nếu nồng độ CO₂ trong khí quyển tăng lên do sản xuất công nghiệp của loài người, các nhà khí hậu học bắt đầu quan tâm đến các tác động hạn dài của sự tích lũy CO₂ trong khí quyển. Schlesinger và Mitchell, 1987 sử dụng mô hình GCM để tính sự biến đổi trong cấu trúc ba chiều của khí quyển khi có nồng độ CO₂ tăng gấp đôi. Gates (1976) đã dùng mô hình GCM hai chiều, Williams vcs. (1974), Manabe và Broccoli (1985), Kutzbach vcs. (1989) đã dùng mô hình GCM nhiều lớp để nghiên cứu vấn đề này.

Do đại dương là thành phần chủ yếu của toàn bộ hệ thống khí hậu nên các nhà mô hình hoá bắt đầu thử "ghép" mô hình hoàn lưu chung đại dương (OGCM) với mô hình hoàn lưu chung khí quyển (AGCM). Đến giữa những năm 1980 mô hình phối hợp OAGCM đã được thiết lập như một tiêu chuẩn mới đối với mô hình hoá khí hậu. Các mô hình phối hợp giữa OGCM và AGCM thông qua tương tác biển-khí, là tương tác rất quan trọng đối với cả 2 hệ thống, có thể mô phỏng được (a) Thông lượng nhiệt và ẩm (bay hơi) từ đại dương vào lớp biên khí quyển; (b) Thông lượng nhiệt và giáng thủy từ khí quyển vào đại dương; (c) Sự điều khiển gió của hoàn lưu đại dương; (d) Sự biến đổi độ cản gió do biến đổi độ cao sóng và (e) Các quá trình quan trọng khác tại mặt phân cách khí quyển - đại dương, là kết quả của sự vận chuyển các xon khí từ các hạt nước biển và vận chuyển hóa học giữa không khí và nước. Phillip (1992) đã sử dụng

mô hình khí quyển 2 lớp đơn giản kết hợp với lớp xáo trộn của đại dương có độ sâu được dự đoán trước, tích phân cho 50 năm để tìm hiểu khả năng DBKH toàn cầu trên các quy mô từ mùa đến nhiều năm. David vcs. (1998) đã đánh giá khả năng dự báo mùa của GCM trong nhiều thập kỷ khi mô phỏng 45 năm khí hậu bằng cách chạy tổ hợp 6 GCM trong đó mỗi GCM thành phần được điều khiển bởi SST quan trắc và sự mở rộng của băng biển và chỉ giống nhau về các điều kiện ban đầu về các yếu tố khí quyển. Mô hình AGCM với 3 sơ đồ bề mặt khác nhau được Schulz vcs. (1998) thực hiện cho thấy mô hình đã mô phỏng nhiệt độ bề mặt và bức xạ thuần tổng cộng khá gần với thực nhưng mô phỏng yếu thông lượng ẩn nhiệt và tái tạo thông lượng hiện nhiệt quá lớn trong mùa hè. Mô hình phức tạp kết hợp cả đại dương-khí quyển-đất-băng đang được chạy hiện nay tại GFDL (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory) của NOAA ở Princeton, New Jersey đã biểu diễn dị thường nhiệt độ lớp nước trên mặt của đại dương tại thời điểm mạnh nhất của sự kiện El Nino, phân biệt được các khu vực có dị thường dương 1oC và dị thường âm 1oC, qua đó dự báo được hiện tượng ENSO.

GCM cũng có thể dự báo mùa cho hoạt động xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ) trên Đại Tây Dương thông qua việc dự báo khu vực phát triển chính (MDR) của chúng (Thorncroft vcs., 2001). Hiện nay, một số GCM đã được đưa vào chạy dự báo như mô hình khí hậu cộng đồng CCM (Community Climate Model) với các phiên bản CCM0-3, mô hình khí quyển cộng đồng CAM (Community Atmosphere Model) với các phiên bản CAM1-3 và mô hình hệ thống khí hậu cộng đồng CCSM (Community Climate System Model) của NCAR, mô hình khí hậu toàn cầu kết hợp CGCM (Couple Global Climate Model), mô hình khí hậu khí quyển AGCM (Atmosphere Global Climate Model) của Canada, mô hình ECHAM4 của viện Max Planck (Đức) ... Tuy nhiên, trong dự án nghiên cứu DBKH của Christensen vcs. (2007) tại IPCC, một tổ hợp 21 mô hình GCM được xây dựng để mô phỏng khí hậu toàn cầu đã chỉ ra rằng nhiệt độ và lượng mưa trung bình trên từng khu vực có sai số hệ thống so với quan trắc. Nhiệt độ mô phỏng thấp hơn còn giáng thủy lại mạnh hơn so với thực tế trên tất cả các khu vực trong hầu hết các mùa và sai số mô phỏng nhiệt độ trung bình năm biến đổi từ -2.5oC trên cao nguyên Tây Tạng đến -1.4oC trên Nam Á. Đối với hầu hết khu vực, sai số nhiệt độ hệ thống của từng mô hình riêng lẻ thường biến đổi từ 6 đến 7oC, ngoại trừ trên khu vực Đông Nam Á, sai số này giảm còn 3.6oC. Sai số lượng mưa hệ thống ở Đông Nam Á, Nam Á và Trung Á nhỏ hơn -10%, sai số lớn hơn ở Bắc Á và Đông Á, khoảng +23% và rất lớn ở cao nguyên Tây Tạng (+110%). Sai số lượng mưa năm của từng mô hình riêng lẻ biến đổi từ -50 đến +60% trên tất cả các khu vực trừ cao nguyên Tây Tạng, nơi mà một số mô hình có thể mô phỏng lượng mưa năm cao gấp 2,5 lần so với quan trắc. Những mô hình GCM này rõ ràng là có vấn đề khá nghiêm trọng trên cao nguyên Tây Tạng vì khó biểu diễn được hiệu ứng của địa hình phức tạp ở đây cũng như quá trình hồi tiếp albedo do sự mở rộng tuyết trên đỉnh núi. Sai số trung bình của các mô hình hoàn lưu chung kết hợp đại dương-khí quyển độ phân giải thô được Giorgi và Hewitson tổng kết trong dự án đánh giá dự báo khí hậu khu vực được biểu diễn trong **Error! Reference source not found.** Đối với mỗi khu vực, sai số có thể khác nhau rất lớn nhưng tính trung bình trên lục địa thì nhiệt độ trung bình mùa có sai số hệ

thông khoảng 4oC và sai số mô phỏng giáng thủy hầu như biến đổi từ -40 đến +80% so với quan trắc. Sai số nhiệt và mưa của khu vực ĐNA (ký hiệu là SEA trên hình 2) thấp hơn các khu vực khác với các giá trị tương ứng là khoảng -2oC đối với nhiệt độ và khoảng -30% đối với lượng mưa trong mùa hè.



Hình 2: Sai số hệ thống của nhiệt độ mặt đất (°C) và giáng thủy (%) trong giai đoạn 1961-1990 của các thử nghiệm sử dụng mô hình AOGCM của CSIRO Mk2, CCSR/NIES, ECHAM/OPYC, CGCM1 (tổ hợp 3 thành phần) và HadCM2 (tổ hợp 4 thành phần).

Số liệu quan trắc từ New ves. (1999a, b). (Trích dẫn từ Giorgi và Francisco, 2000).

Sai số hệ thống cho thấy các mô hình GCM không thể mô phỏng tốt khí hậu cho từng khu vực do hầu hết các GCM đều có độ phân giải rất thấp, thường từ 2,5 độ đến 3,7 độ, không đủ để có thể mô tả được các đặc trưng khu vực như khí hậu gió mùa rất thống trị, địa hình và hệ sinh thái phức tạp, đặc biệt là tác động mạnh mẽ của con người.

Về mặt này, sản phẩm của GCM không đủ chi tiết và chính xác đối với DBKH khu vực nhưng có thể được sử dụng làm đầu vào cho các mô hình khí hậu khu vực. Do đó, trong thập kỷ 90 của thế kỷ XX, các mô hình khu vực hạn chế (LAM) đã được áp dụng vào nghiên cứu khí hậu khu vực thông qua kỹ thuật “lồng ghép” một chiều [Giorgi và Mearns, 1991; McGregor, 1997] trong đó, các điều kiện ban đầu (IC) và điều kiện biên xung quanh (LBC) cần để chạy LAM được cung cấp bởi số liệu tái phân

tích toàn cầu hoặc từ sản phẩm dự báo của GCM (**Giorgi và Bi, 2000**). Bảng 1 và 5.2.2 trình bày các mô hình RCM nhận điều kiện ban đầu và điều kiện biên từ số liệu tái phân tích và từ sản phẩm của các GCM. Khi được sử dụng để DBKH, LAM thường chỉ các mô hình khí hậu khu vực (RCM) và được áp dụng trong rất nhiều nghiên cứu bao gồm các nghiên cứu về độ nhạy, mô phỏng khí hậu trong quá khứ, hiện tại và dự báo cho tương lai.

2.2. Số liệu

Nguồn số liệu cung cấp cho mô hình RegCM3 bao gồm số liệu về độ cao địa hình, các loại bề mặt, nhiệt độ mặt nước biển và số liệu tái phân tích làm điều kiện ban đầu và điều kiện biên cập nhật theo thời gian. Tất cả số liệu đầu vào cần để chạy mô hình có thể được tải về từ trang web <http://www.ictp.trieste.it/pubregcm/> RegCM3.

Bộ số liệu Đặc trưng đất phủ toàn cầu (Global Landuse Cover Characteric: GLCC) cung cấp thông tin về thực vật/mặt đệm, nhận được từ số liệu Bức xạ phân giải rất cao tiên tiến (Advanced Very High Resolution Radiation: AVHRR) từ tháng 4/1992 đến tháng 3/1993 và được chia thành 18 loại đất phủ/thực vật được định nghĩa trong sơ đồ tương tác sinh quyển-khí quyển BATS. Mặt đệm của mỗi ô lưới của mô hình được xác định thuộc 1 trong số 18 loại này. Có thể xem kỹ hơn về số liệu GLCC tại trang web <http://edcdacc.ugs.gov/glcc/> glcc.html.

Số liệu độ cao địa hình được lấy từ USGS. Các file số liệu mặt đệm và độ cao địa hình đều có sẵn tại các độ phân giải 30 và 10 phút và có thể tải về từ trang web của ICTP là <http://www.ictp.trieste.it/pubregcm/RegCM3/DATA/SURFACE>.

Số liệu SST có thể là nhiệt độ mặt biển toàn cầu (GISST) hàng tháng trên lưới cách nhau 1 độ (1871-2002) có sẵn từ Cơ quan Khí tượng Trung tâm Hadley (Hadley Center Meteorological Office) (<http://badc.nerc.ac.uk/data/gisst/>) hoặc bộ số liệu phân tích hàng tuần trên lưới 1 độ của nhiệt độ mặt biển ngoại suy tối ưu (OISST) (1981-2002) cũng có sẵn từ Cơ quan quản lý biển và khí quyển quốc gia (National Ocean and Atmosphere Administration) trên trang web <http://www.cdc.noaa.gov/>.

Số liệu phân tích toàn cầu để sử dụng đối với các điều kiện ban đầu và biên bao gồm:

+ ECMWF: Số liệu tái phân tích của Trung tâm dự báo thời tiết hạn vừa của Châu Âu (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts Reanalysis, T42, L15) từ 1993-1997.

+ NNRP1: Số liệu tái phân tích của Trung tâm quốc gia Dự báo Môi trường của Mỹ (National Centre for Environmental Prediction (NCEP) Reanalysis datasets), lưới 2.5 độ, L17, từ 1948-2001.

+ NNRP2: Số liệu tái phân tích của Trung tâm quốc gia Dự báo Môi trường của Mỹ (National Centre for Environmental Prediction (NCEP) Reanalysis datasets), lưới 2.5 độ, L17, từ 1979-2001.

+ ERA40: Số liệu tái phân tích của Trung tâm dự báo thời tiết hạn vừa của Châu Âu (ECMWF Re-analysis), là số liệu tái phân tích toàn cầu của các biến khí quyển từ rất nhiều quan trắc truyền thống và số liệu vệ tinh cho giai đoạn từ tháng 9/1957 đến 8/2002.

3. Thử nghiệm kiểm chứng mô hình khí hậu khu vực RegCM

Tham số hóa vật lý là thành phần quan trọng nhất trong mô hình hóa khí hậu. Với cùng một miền tính và các tham số khác như độ phân giải, bước thời gian tích phân, điều kiện ban đầu và điều kiện biên xung quanh, RegCM vẫn cho các kết quả mô phỏng rất khác nhau nếu các sơ đồ tham số hóa vật lý khác nhau được lựa chọn. Mô hình khí hậu khu vực với độ phân giải khoảng vài chục đến vài trăm km không thể biểu diễn hiện được các quá trình vật lý mây vốn có quy mô dưới lưới nên cần phải tham số hóa đối lưu.

Trong số các loại tham số hóa, kết quả mô hình thường nhạy nhất với tham số hóa đối lưu (TSHDL) (Gorchis vcs., 2002; Ratnam vcs., 2005; Singh vcs., 2006). TSHDL rất cần thiết trong các mô hình khí hậu khu vực vì độ phân giải ngang khoảng vài chục đến vài trăm kilômét không thể biểu diễn hiện các quá trình vật lý mây vốn có quy mô dưới lưới. Về bản chất, TSHDL là biểu diễn các đặc trưng thống kê của mây theo các biến quy mô lưới giải được. Theo Hoon và Hong (2007), các sơ đồ tham số hóa đối lưu trong các mô hình số có thể chia thành các sơ đồ quỹ âm, sơ đồ điều chỉnh đối lưu, và sơ đồ thông lượng khối. Từ cuối những năm 1980, các sơ đồ thông lượng khối đã được sử dụng thành công trong các mô hình nghiệp vụ.

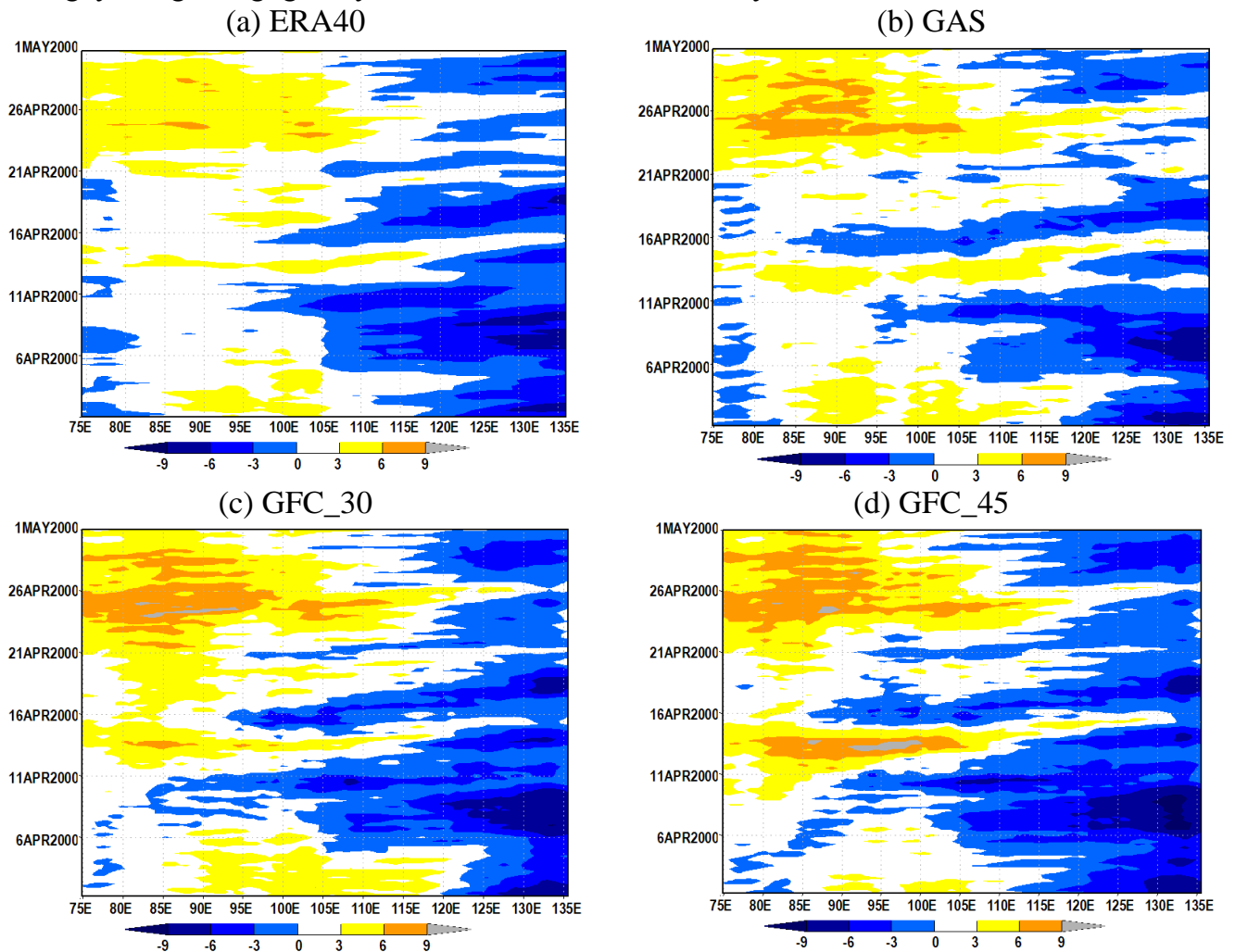
Trong RegCM3 đã sẵn có sơ đồ tham số hóa đối lưu kiểu Kuo (Anthes, 1977), sơ đồ của Betts-Miller-Janjic (BMJ, 1996), sơ đồ của Grell (1993) với 2 giả thiết khép kín của Arakawa-Schubert và Fritsch-Chappell (ký hiệu lần lượt là GAS và GFC). Tuy nhiên, Hồ Thị Minh Hà (2008) nhận thấy trong số các sơ đồ TSHDL sẵn có của RegCM3, sơ đồ TSHDL Grell thường cho các kết quả mô phỏng gần với thực tế hơn cả. Đặc biệt, chỉ một khác biệt về biểu thức tính toán thông lượng đáy mây giữa hai giả thiết khép kín Arakawa-Schubert và Fritsch-Chappell đã làm cho trường nhiệt độ và lượng mưa của 2 thử nghiệm khác nhau đáng kể. Vì vậy, ở đây sơ đồ Grell (1993) với 2 giả thiết khép kín của Arakawa-Schubert (1974) và của Fritsch-Chappell (1980), ký hiệu lần lượt là GAS và GFC được thử nghiệm để tìm hiểu kỹ càng hơn nguyên nhân của sự khác biệt đó, từ đó có cơ sở vững chắc hơn để lựa chọn sơ đồ TSHDL thích hợp cho khu vực.

Hai thử nghiệm GAS và GFC được chạy để tìm hiểu độ nhạy của TSHDL với lực nổi gián tiếp thông qua cách tính thông lượng mây. Sơ đồ GFC còn được thử nghiệm 2 giá trị là 30 phút và 45 phút, ký hiệu lần lượt là GFC_30 và GFC_45, đối với khoảng thời gian tiêu tán hết độ bất ổn định gây ra bởi môi trường quy mô lớn để cho thấy rõ vai trò quan trọng của việc lựa chọn giả thiết khép kín một cách chủ quan cho sơ đồ TSHDL. Trước hết xem xét ảnh hưởng của sơ đồ TSHDL đến trường gió của mô hình.

3.1. Tham số hóa ảnh hưởng đến trường gió

Hình 8 biểu diễn lát cắt kinh hướng – thời gian của gió u trung bình vĩ hướng trên khu vực từ 0-20N các ngày trong tháng 4/2000 từ số liệu tái phân tích ERA40 và các thử nghiệm GAS, GFC_30 và GFC_45. Giá trị dương và gió tây và giá trị âm là gió đông. Bắt đầu từ ngày 1/4/2000, từ 80E đến 100E hầu như gió tây thống trị vì đây là thời kỳ hình thành gió mùa tây nam trên khu vực. Giữa thời kỳ thịnh hành gió tây có

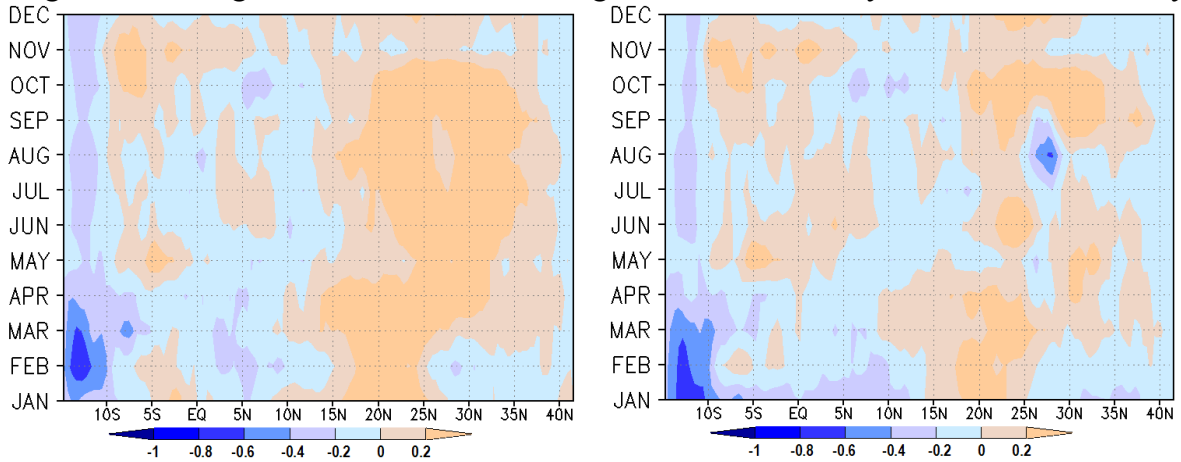
xen kẽ vài ngày gió đông trên vùng từ 95-105E. Ngoài kinh tuyến 105E trở ra kinh tuyến 135E hầu như gió đông trong đời gió đông xích đạo thịnh hành. Vào một vài ngày trong tháng, gió tây mạnh mẽ lần cả một dải vĩ tuyến từ 75E đến 135E.



Hình 8: Lát cắt kinh hướng – thời gian của gió u (m/s) trung bình vĩ hướng trên khu vực từ $0-20^{\circ}N$ tháng 4/2000 trong đó (a) ERA40, (b) GAS, (c) GFC_30 và (d) GFC_45

So với số liệu tái phân tích ERA40, GAS mô phỏng lại trường gió gần với thực tế hơn cả mặc dù gió tây trên khu vực vịnh Bengal được tái tạo mạnh hơn thực tế vài ngày cuối tháng và gió đông mạnh hơn thực tế trên vùng 85-100E một vài ngày giữa tháng. Những sai khác này càng khuếch đại hơn trong trường hợp GFC_30 và GFC_45. Thử nghiệm GFC_45 mô phỏng đới gió tây quá mạnh trên vịnh Bengal vào giữa tháng 4 nhưng lại có sự thay thế liên tục giữa gió tây và gió đông trên vịnh Bengal nên không phản ánh tốt sự thịnh hành và mạnh dần lên trong tháng đầu tiên của gió mùa tây nam như thực tế. Hình 9 biểu diễn lát cắt vĩ hướng – thời gian của chênh lệch lượng mây ban ngày (trái) và ban đêm (phải) giữa GFC_30 và GAS tính trung bình cho các kinh độ từ $90-120^{\circ}E$ trong 12 tháng của năm 2000. Nhìn chung, trên khu vực này, GFC_30 thường tạo ra lượng mây nhiều hơn GAS từ $15^{\circ}N$ đến $35^{\circ}N$ và ngược lại. Chênh lệch lớn hơn vào ban ngày có thể là nguyên nhân dẫn tới làm lạnh bề mặt quá lớn của

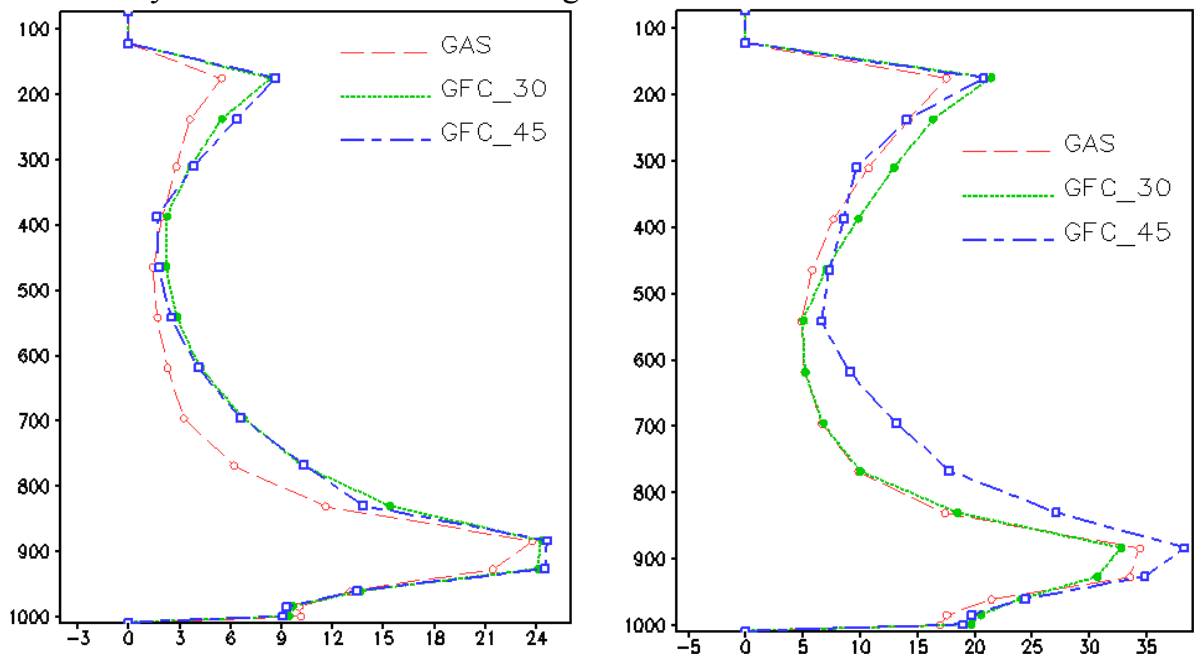
GFC_30 vì GFC_45 còn tạo ra lượng mây lớn hơn nữa so với GFC_30. So sánh profile thẳng đứng của lượng mây (%) của GAS, GFC_30 và GFC_45 vào tháng 1/2000 và tháng 7/2000 trung bình toàn miền tính trong hình 10 có thể thấy rõ hơn nhận định này.



Hình 9: Lát cắt vĩ hướng – thời gian của chênh lệch lượng mây ban ngày (trái) và ban đêm (phải) giữa GFC_30 và GAS tính trung bình cho các kinh độ từ 90-120°E trong 12 tháng của năm 2000.

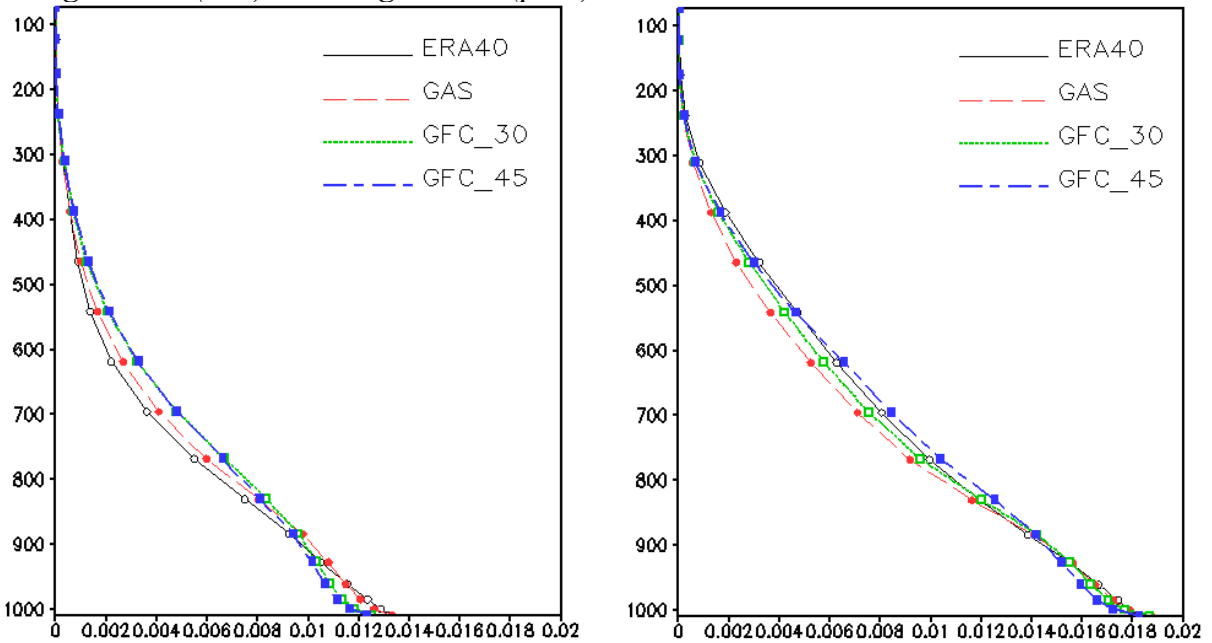
3.2. Tham số hóa ảnh hưởng đến lượng mây và tốc độ thẳng đứng

Vào mùa đông, lượng mây của GFC_30 và GFC_45 tương tự nhau và lớn hơn GAS trên các mực 900 đến 500mb và 300 đến 200mb, nghĩa là cả mây tầng cao và mây mực trung bình. Vào mùa hè, lượng mây của GFC_30 xấp xỉ với GAS và ít hơn GFC_45. Có thể thời gian τ dài hơn đồng nghĩa với việc mây sẽ có đời sống lâu hơn và lượng mây vì thế mà lớn hơn trong trường hợp GFC_45, nhất là vào mùa hè vì lượng mây mùa hè thay đổi nhanh hơn vào mùa đông.

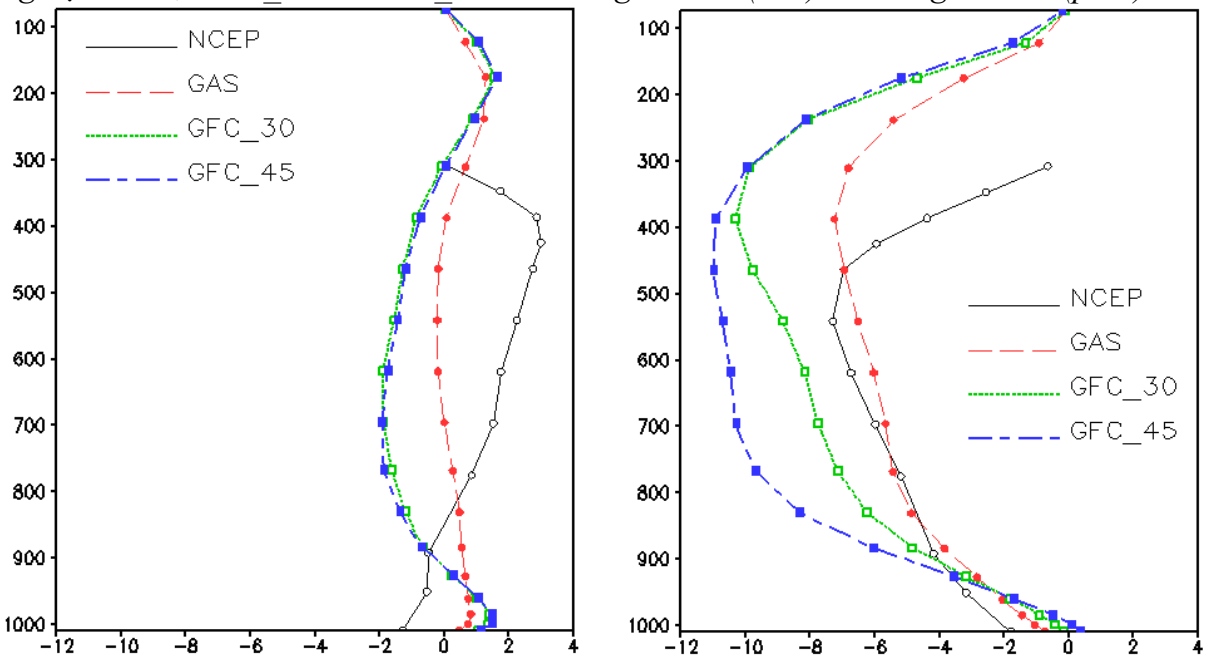


Hình 10: Profile thẳng đứng của lượng mây (%) của GAS, GFC_30 và GFC_45 trong

tháng 1/2000 (trái) và tháng 7/2000 (phải)



Hình 11: Profile thẳng đứng của độ ẩm riêng (kg/kg) từ số liệu của ERA40 và các thử nghiệm GAS, GFC_30 và GFC_45 vào tháng 1/2000 (trái) và tháng 7/2000 (phải)



Hình 12: Profile thẳng đứng của vận tốc thẳng đứng (Pa/s) từ số liệu của NCEP và các thử nghiệm GAS, GFC_30 và GFC_45 vào tháng 1/2000 (trái) và tháng 7/2000 (phải)

Tương tự, profile thẳng đứng của độ ẩm riêng (kg/kg) từ số liệu của ERA40 và các thử nghiệm GAS, GFC_30 và GFC_45 vào tháng 1/2000 và tháng 7/2000 trong hình 11 cũng cho thấy GAS tái tạo độ ẩm trên các mực gần với thực tế hơn trong mùa đông trong khi GFC_30 và GFC_45 đều hụt ẩm gần mặt đất nhưng dư ẩm mực 900mb

trở lên. Tuy nhiên, vào mùa hè thì lượng ẩm do GFC_30 và GFC_45 tạo ra gần với thực hơn. Trong trường hợp vận tốc thẳng đứng (hình 12), GAS đều tái tạo lại dòng thẳng đứng gần với số liệu tái phân tích của NCEP nhất, GFC_45 tạo ra dòng thẳng quá mạnh trong mùa hè.

4. Kết luận

Sau những nghiên cứu chi tiết về cơ sở lý thuyết, cấu hình mô hình RegCM chúng tôi đã nắm rõ được nguyên tắc hoạt động, cấu trúc chương trình nguồn và cách vận hành mô hình RegCM với các thao tác chính là cấu trúc dữ liệu đầu vào cho RegCM, biên dịch chương trình và tích phân mô hình với các tùy chọn vật lý.

Sau đó chúng tôi đã thực hiện nhiều thử nghiệm lựa chọn các sơ đồ tham số hóa vật lý, tập trung vào các sơ đồ tham số hóa đối lưu bởi vì tầm quan trọng của đối lưu và mức độ phức tạp của tham số hóa đối lưu trong mô hình số cũng như độ nhạy của mô hình số là lớn nhất đối với loại tham số hóa này. Trong số tất cả các sơ đồ tham số hóa đối lưu sẵn có của RegCM, chúng tôi đã lựa chọn được sơ đồ tham số hóa đối lưu Grell-AS là sơ đồ tham số hóa đối lưu thích hợp nhất để mô phỏng và dự báo khí hậu khu vực Đông Nam Á và Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

1. Phan Văn Tân, **Hồ Thị Minh Hà**, 2008a: Nghiên cứu độ nhạy của mô hình khí hậu khu vực RegCM3. Phần I: Ảnh hưởng của điều kiện biên đến kết quả mô phỏng khí hậu hạn mùa khu vực Việt Nam và Đông Nam Á. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, Hà Nội, 9(573), tr. 1-12.
2. Phan Văn Tân, **Hồ Thị Minh Hà**, 2008b: Nghiên cứu độ nhạy của mô hình khí hậu khu vực RegCM3. Phần II: Ảnh hưởng của các sơ đồ tham số hóa đối lưu đến kết quả mô phỏng khí hậu hạn mùa khu vực Đông Nam Á. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, Hà Nội, 10(574), tr. 1-11.
3. Phan Văn Tân, Hồ Thị Minh Hà, Lương Mạnh Thắng, Trần Quang Đức, 2008: “Về khả năng ứng dụng mô hình RegCM vào dự báo hạn mùa các trường khí hậu bề mặt ở Việt Nam”, *Đã được chấp nhận đăng ở Tạp chí Đại học Quốc gia Hà Nội, 2009*
4. Hồ Thị Minh Hà, Nguyễn Hương Điền, 2006c: “Thử nghiệm hiệu chỉnh kết quả mô phỏng nhiệt độ hạn mùa trên khu vực Đông Nam Á của mô hình khí hậu khu vực RegCM3”, *Tạp chí Khoa học và công nghệ, ĐHQGHN*, T XXII, Số 2B PT 2006, tr 20-27.
5. Kieu Thi Xin, Le Duc, and Ho Thi Minh Ha, 2004: “Improving Simulation of Southeast Asia Rainfall Using RegCM3 and Problems for the Tropical Region”, *6th International GAME Conference Report, Kyoto, Japan, August, 2004*
6. Barry H. Lynn and etc. 2006. An Analysis of the Potential for Extreme Temperature change Based on Observations and Model simulations.
7. Bell. J. L., L. C. Sloan, and M. A. Snyder, 2004: Regional changes in extreme climatic events: A future climate scenario. *J. Climate*, 17, 81-87.
8. Halenka, T., J. Kalvova, Z. Chladova, A. Demeterova, K. Zemankova, and M. Belda, 2006: On the capability of RegCM to capture extremes in long term regional climate simulation-comparison with the observations for Czech Republic, *Theor. Appl. Climatol.* 86, 121-142.
9. Leung. L. R., and S. J. Ghan, 1999: Pacific Northwest climate sensitivity simulated by a regional climate model driven by a GCM. Part I: Control simulations. *J. Climate*, 12. 2010-2030
10. Leung, L. R., Y. Qian and X. Bian. 2003: Hydroclimate of the western United States based on observations and regional climate simulation of 1981-2000. Part I: Seasonal statistics. *J. Climate*, 16, 1892-1911;