

# KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

## 1. Một số kết luận

Nhằm đạt được những mục tiêu đặt ra ban đầu, trong gần 2 năm thực hiện, với những nỗ lực hết mình, tập thể cán bộ tham gia đề tài đã thực hiện đầy đủ các nội dung nghiên cứu theo đề cương đăng kí. Những vấn đề mà đề tài đã giải quyết được bao gồm: 1) Đánh giá được mức độ, tính chất và xu thế biến đổi của các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam và tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến sự biến đổi đó trong gần nửa thế kỷ qua; 2) Đã lựa chọn và ứng dụng các mô hình thống kê thích hợp vào dự báo mùa một số yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan và thử nghiệm, đánh giá khả năng áp dụng cho Việt Nam; 3) Đã lựa chọn và thử nghiệm ứng dụng các mô hình khí hậu khu vực thích hợp có khả năng mô phỏng các trường khí hậu cơ bản và các yếu tố, hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam; 4) Đã thử nghiệm ứng dụng các mô hình khí hậu toàn cầu kết hợp khí quyển – đại dương và các mô hình khu vực để dự báo mùa và xây dựng qui trình dự báo mùa các trường khí hậu và các hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam; 5) Đã dự tính được sự biến đổi của các điều kiện khí hậu cực đoan trong tương lai ở Việt Nam bằng các mô hình khí hậu khu vực dựa theo các kịch bản biến đổi khí hậu; và 6) Đã đề xuất được một số giải pháp chiến lược ứng phó với các hiện tượng khí hậu cực đoan cho một số lĩnh vực và vùng địa lí trên lãnh thổ Việt Nam.

Từ những kết quả nhận được của đề tài có thể rút ra một số kết luận sau:

1. Dưới tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu, trong gần nửa thế kỷ qua các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam đã có những biến đổi rõ rệt, cụ thể:
  - (1) Chuẩn sai nhiệt độ cực đại ( $T_x$ ) trên toàn Việt Nam nhìn chung dao động trong khoảng  $[-3^{\circ}\text{C}, 3^{\circ}\text{C}]$ . Những biến đổi ngoài đoạn  $[-3^{\circ}\text{C}, 3^{\circ}\text{C}]$  xảy ra với tần suất nhỏ, chủ yếu trên khu vực B1 và B4. Xu thế của  $T_x$  là tăng, điển hình trên các vùng B1 và B4.
  - (2) Chuẩn sai nhiệt độ cực tiểu ( $T_m$ ) chủ yếu dao động trong khoảng  $[-5^{\circ}\text{C}, 5^{\circ}\text{C}]$ . Biến đổi cũng xảy ra ngoài đoạn  $[-5^{\circ}\text{C}, 5^{\circ}\text{C}]$  nhưng với tần suất nhỏ trên bốn vùng khí hậu B1, B2, B3 và B4. Xu thế chung của  $T_m$  là tăng, tốc độ tăng nhanh hơn nhiều so với  $T_x$ , phù hợp với xu thế chung của biến đổi khí hậu toàn cầu.
  - (3) Phù hợp với xu thế tăng lên của nhiệt độ cực đại và cực tiểu, số ngày nắng nóng có xu thế tăng lên và số ngày rét đậm có xu thế giảm đi ở các vùng khí hậu. Sự biến đổi của hai hiện tượng này có quan hệ khá chặt với sự biến đổi trong hoạt động của các hệ thống áp thấp nóng phía tây, rìa phía tây và tây nam của áp cao cận nhiệt Tây Thái Bình dương, dải áp thấp xích đạo, áp cao lạnh lục địa và áp cao Hoa Đông.
  - (4) Độ ẩm tương đối cực tiểu (RH<sub>m</sub>) có xu thế tăng lên trên tất cả các vùng khí hậu nhất là trong thời kỳ 1961-1990. Mức độ biến đổi của RH<sub>m</sub> ở vùng B1 và N2 là lớn nhất (khoảng 6-7%), còn vùng N3 là nhỏ nhất (khoảng 3-4%). Độ ẩm tương đối cực tiểu có xu thế tăng lên rõ rệt trong các tháng mùa đông còn trong các tháng mùa hè thì ít biến đổi hoặc giảm nhẹ.
  - (5) Lượng mưa ngày cực đại tăng lên ở hầu hết các vùng khí hậu, nhất là trong những năm gần đây. Số ngày mưa lớn (SNML) cũng có xu thế tăng lên tương

- ứng, nhiều biến động mạnh xảy ra ở khu vực Miền Trung. Tồn tại mối tương quan khá rõ giữa sự nóng lên toàn cầu và nhiệt độ bề mặt biển khu vực Đông Thái Bình dương xích đạo (PACWARM) với xu thế biến đổi của SNML trên các vùng khí hậu phía Nam (N1-N3).
- (6) Hạn hán, bao gồm hạn tháng và hạn mùa có xu thế tăng lên nhưng với mức độ không đồng đều giữa các vùng giữa các trạm trong từng vùng khí hậu.
  - (7) Tần số bão trên Biển Đông có xu thế tăng lên nhất là trên các vùng biển phía nam. Tần số bão trên vùng bờ biển Việt Nam cũng có xu thế tăng lên, nhất là trên các dải bờ biển Bắc Bộ, Thanh Nghệ Tĩnh và Nam Trung Bộ.
  - (8) Tốc độ gió cực đại không thể hiện được xu thế rõ ràng và không nhất quán giữa các vùng khí hậu.
2. Trong tất cả các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan được tiến hành thử nghiệm dự báo hạn mùa bằng phương pháp thống kê, chỉ có một số yếu tố và hiện tượng có khả năng dự báo được với độ chính xác nhất định. Cụ thể:
- (1) Có thể đưa vào thử nghiệm ứng dụng nghiệp vụ dự báo hạn mùa các yếu tố nhiệt độ cực trị ( $T_x$ ,  $T_m$ ), khả năng xuất hiện nắng nóng và rét đậm.
  - (2) Dự báo số đợt mưa lớn cũng như số đợt rét đậm có chất lượng thấp đòi hỏi những nghiên cứu tiếp theo trong tương lai.
  - (3) Phương pháp REG thường cho kết quả dự báo tốt hơn so với các phương pháp khác như ANN hay FDA.
  - (4) Khi sử dụng phương pháp hạ thấp qui mô thống kê trong dự báo mùa, việc lựa chọn nhân tố dự báo theo điểm lưới gần nhất thường tốt hơn so với lựa chọn nhân tố qua PCA ngoại trừ vào mùa đông. Trong tương lai có thể kết hợp ưu điểm của 2 phương pháp này khi sử dụng PCA trên một miền tính nhỏ  $4 \times 4$  điểm xung quanh điểm trạm.
  - (5) Mặc dù sai số dự báo còn khá lớn, song có thể thực hiện dự báo hạn mùa số lượng và số ngày bão hoạt động cho BBD và BVN bằng mô hình hồi qui tuyến tính nhiều biến khi sử dụng các chỉ số khí hậu làm nhân tố dự báo.
3. Nhìn chung, các mô hình khí hậu khu vực có xu hướng mô phỏng nhiệt độ thấp hơn so với quan trắc một cách có hệ thống, trong khi đó kết quả mô phỏng trường lượng mưa vẫn còn nhiều hạn chế. Sai số mô phỏng nhiệt độ trên lãnh thổ Việt Nam của các mô hình dao động trong khoảng  $1^\circ\text{C}$ - $3^\circ\text{C}$ . Mặc dù sai số mô phỏng còn khá lớn nhưng về cơ bản các mô hình đã tái tạo được biến trình năm của lượng mưa.
4. Các mô hình khí hậu khu vực khá nhất quán trong việc mô phỏng các yếu tố và hiện tượng KHCĐ ở Việt Nam liên quan đến biến nhiệt độ, và có sự khác biệt đáng kể trong kết quả mô phỏng các yếu tố và hiện tượng liên quan đến lượng mưa. Nói chung các mô hình đã mô phỏng khá hợp lý đa số các chỉ số ECE\_IPCC và một số chỉ số ECE\_VN. So sánh với trị số quan trắc, sai số mô phỏng đối với các chỉ số yếu tố nhỏ hơn nhiều so với các chỉ số hiện tượng.
- (1) Các mô hình đều có khả năng mô phỏng tốt các chỉ số thuộc nhóm YTN ( $TX_x$ ,  $TX_n$ ,  $TN_x$ ,  $TN_n$ ). Sai số RMSE trung bình nói chung vào khoảng  $1.5$ - $2.0^\circ\text{C}$ . Đối với nhóm YTM, cả ba mô hình đều mô phỏng tốt chỉ số  $Rx1day$ , các chỉ số còn lại ( $Rx5day$ ,  $R99p$ ) chỉ có RegCM và MM5CL cho kết quả hợp lý hơn.

Trong số ba mô hình chỉ có REMO cho kết quả mô phỏng tương đối tốt và hợp lý hơn các chỉ số thuộc nhóm HTN. Đối với nhóm CSK, các chỉ số được mô phỏng tương đối tốt là R50 (bởi RegCM), CWD (bởi REMO) và CDD (bởi RegCM và MM5CL).

- (2) Các mô hình đều mô phỏng Vx và RHm với sai số lớn, nhưng cho kết quả mô phỏng Tx và Tm khá tốt. Sai số RMSE mô phỏng Tx và Tm vào khoảng 1.5°C-3.0°C, trong đó sai số của MM5CL nhỏ nhất. Trong tất cả các vùng khí hậu, sai số mô phỏng cho B1 lớn nhất, các vùng còn lại có bậc sai số tương đương nhau.
  - (3) Đối với các nhóm chỉ số còn lại của ECE\_VN (HTML, HTRD, HTRH, HTNN, HTHH) nhìn chung các mô hình đều mô phỏng không thành công. Mặc dù vậy, có thể chấp nhận ở mức độ nhất định kết quả mô phỏng của mô hình REMO đối với các nhóm HTRD, HTRH, HTHH và các chỉ số SNMLDR, SDMLDR thuộc nhóm HTML.
5. Về khả năng mô phỏng bão: Mặc dù mới chỉ có một thử nghiệm cho năm 1996 bằng mô hình RegCM, nhưng kết quả nhận được cho thấy mô hình đã mô phỏng được số lượng bão – XTHĐ trên khu vực Tây bắc Thái Bình dương và Biển Đông; mô hình cũng đã tái tạo được tương đối hợp lý sự hoạt động của bão vào những tháng mùa bão với quỹ đạo bão mô phỏng có dạng tương đối gần với qui luật chung của chuyển động của XTHĐ trên khu vực nghiên cứu.
  6. Về dự báo hạn mùa các yếu tố và hiện tượng KHCD bằng hệ thống mô hình kết hợp khí quyển – đại dương (CAM-SOM) và các mô hình khí hậu khu vực:
    - (1) Kết quả đánh giá định tính và định lượng cho thấy hệ thống mô hình CAM-SOM đã dự báo tương đối tốt các trường khí áp mực biển trung bình và nhiệt độ bề mặt. Điều này chứng tỏ khả năng cung cấp các trường điều kiện biên của hệ thống này cho các RCM để chạy dự báo hạn mùa nói chung và dự báo hạn mùa các ECE nói riêng cho Việt Nam.
    - (2) Nói chung các mô hình đều cho dự báo tương đối tốt hầu hết các chỉ số thuộc một số nhóm của ECE\_IPCC, trong đó nhiều chỉ số có sai số dự báo khá nhỏ, nhưng dự báo kém các chỉ số của ECE\_VN, đặc biệt là các chỉ số về hiện tượng KHCD.
    - (3) Các chỉ số có thể xem là được dự báo tốt bao gồm: YTN (TXx, TXn, TNx và TNn), YTM (Rx1day, Rx5day và R95p), HTN (TX10p, TX90p, TN10p và TN90p), và YTK (Tx, Tm). Kết quả dự báo các chỉ số còn lại đều có sai số quá lớn đến mức khó chấp nhận. Một số trường hợp có sai số dự báo tương đối nhỏ nhưng lại không nhất quán giữa các mô hình và các vùng khí hậu nên có thể xem là mang tính ngẫu nhiên. Nguyên nhân của sai số đối với những trường hợp này có thể liên quan đến tính biến động mạnh của chính các chỉ số, nhất là các ECE\_VN cũng như độ chính xác của sản phẩm CAM-SOM và của các RCM.
  7. Về dự tính sự biến đổi của các yếu tố và hiện tượng KHCD thông qua các chỉ số ECE\_IPCC và ECE\_VN cho Việt Nam trong nửa đầu thế kỷ 21 theo các kịch bản phát thải A1B và A2 bằng các mô hình khí hậu khu vực:
    - (1) Theo kịch bản A1B, các chỉ số ECE\_IPCC có xu thế tăng với mức độ tùy vào từng yếu tố và từng vùng khí hậu.

- Các chỉ số TXx, TXn, TNx và TNn thuộc nhóm YTN đều tăng theo thời gian, trung bình khoảng 1-2<sup>0</sup>C, trong đó có năm tăng đến khoảng 4<sup>0</sup>C. Các vùng B1-B2 có xu thế tăng nhanh và mạnh hơn so với các vùng còn lại. Vùng B2 có xu thế tăng mạnh nhất, cực đại có thể lên tới 6<sup>0</sup>C, vùng N3 tăng chậm và có biên độ bé nhất. Sự biến đổi của DTR nhìn chung khá nhỏ với dao động hàng năm trong khoảng [-0.5<sup>0</sup>C, 0.5<sup>0</sup>C].
  - Biến đổi của các chỉ số nhóm YTM khá phức tạp và biến động mạnh theo thời gian và khác nhau khá nhiều giữa các vùng khí hậu. Đánh giá chung, các chỉ số Rx1day, Rx5day dao động trong khoảng -30% đến 30%, và có xu thế tăng nhẹ trên một số vùng, giảm nhẹ trên các vùng khác. Chỉ số R95p và R99p giảm trên các vùng B1-B3, tăng trên các vùng B4, N1-N3.
  - Biến đổi của các chỉ số nhóm YTN khá nhất quán giữa các vùng khí hậu. Các chỉ số TN10p, TX90p có xu thế tăng nhẹ tại các vùng khí hậu B1-B3, giảm nhẹ trên các vùng B4-N3. Chỉ số TN90p tăng mạnh trên tất cả các vùng khí hậu lớn nhất có thể tới 40%. Chỉ số TX10p tăng nhẹ trên B1-B2, các vùng còn lại có xu thế giảm nhẹ
- (2) Cũng theo kịch bản A1B, các chỉ số ECE\_VN biến đổi khá phức tạp và nhiều trường hợp kết quả nhận được mang tính “giả tạo”. Có thể rút ra một số nét chính như sau.
- Các chỉ số mô tả hiện tượng RD, RH đều có xu thế chung giảm. Trên các vùng B1-B4, mức độ giảm trung bình khoảng 10% với thời kỳ giảm mạnh nhất là 2041-2050. Vùng B2 có xu thế giảm nhiều hơn so với các vùng khác.
  - Số đợt RD, RH có xu thế giảm với mức độ giảm trung bình 3-9%. Sự biến đổi của số đợt RD, RH khá phức tạp và biến thiên qua từng năm và vùng khí hậu.
  - Mô hình chỉ nắm bắt được những hiện tượng mưa lớn cục bộ, và hầu như không dự tính được hiện tượng mưa lớn diện rộng. Biến đổi của các chỉ số nhóm HTML có sự khác biệt giữa các mô hình, với tính chất biến đổi không có quy luật rõ ràng và không tuân theo xu thế chung. Nói chung, chưa thể kết luận gì về sự biến đổi của HTML.
  - Mô hình cũng không nắm bắt tốt các chỉ số thuộc nhóm HTNN. Tuy nhiên vẫn nhận thấy xu thế tăng của các chỉ số này trên tất cả các vùng khí hậu.
- (3) Kết quả dự tính theo kịch bản phát thải A2 về cơ bản tương tự như kịch bản A1B. Tuy nhiên đối với kịch bản A2, mức độ biến đổi mạnh hơn so với A1B.
8. Về các giải pháp chiến lược ứng phó với sự biến đổi của các hiện tượng KHCD: Trên cơ sở những dự tính từ các RCM theo hai kịch bản A1B và A2, đề tài đề xuất 5 tiêu chí lựa chọn giải pháp là: 1) Tính đa mục tiêu của giải pháp; 2) Tính phù hợp với những định hướng ưu tiên và hỗ trợ cho việc thực hiện các mục tiêu phát triển quốc gia, lĩnh vực, địa phương; 3) Tính hiệu quả nhiều mặt (kinh tế, xã hội, môi trường); 4) Tính bền vững; và 5) Tính khả thi, khả năng lồng ghép với các chiến lược, chính sách và kế hoạch phát triển.
- (1) Tóm lược các giải pháp chiến lược chung là: 1) Tăng cường hệ thống theo dõi, giám sát, cảnh báo sớm các hiện tượng KHCD; 2) Nâng cao năng lực dự báo hạn cực ngắn và dự báo mùa các hiện tượng KHCD; 3) Điều chỉnh quy hoạch

sử dụng, quản lý tài nguyên đất, nước; 4) Điều chỉnh, bổ sung và hoàn thiện chiến lược phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai có xét đến tác động của các hiện tượng KHCD; 5) Tuyên truyền, giáo dục, nâng cao nhận thức cho toàn xã hội về các hiện tượng KHCD; và 6) Ban hành các cơ chế, chính sách nhằm khuyến khích, thu hút đầu tư vào các hoạt động thích ứng ở các lĩnh vực, hạn chế đầu tư, phát triển ở những khu vực có nhiều rủi ro.

- (2) Trên cơ sở đó, đã đưa ra các giải pháp thích ứng cho một số lĩnh vực như nông nghiệp, lâm nghiệp, thủy sản, y tế và du lịch, và một số vùng địa lý nhạy cảm như dải ven biển, khu vực Tây Nguyên, khu vực Nam Bộ.
  - (3) Việc triển khai thực hiện các giải pháp thích ứng không nhất thiết phải tiến hành đồng thời, mà có thể lựa chọn những vấn đề ưu tiên cao nhất để thực hiện trước, phù hợp với khả năng thực tế đồng thời để kiểm tra đánh giá, hiệu quả của giải pháp, tạo cơ hội tăng thêm động lực ủng hộ việc thực hiện kế hoạch thích ứng của ngành và địa phương.
9. Một trong những nội dung quan trọng liên quan đến chiến lược ứng phó với sự biến đổi của các hiện tượng KHCD là vấn đề nâng cao nhận thức cộng đồng. Nhằm đáp ứng nhu cầu cập nhật thông tin của đề tài, trước hết là cho đội ngũ các nhà khoa học, các thành viên tham gia đề tài, các cán bộ và sinh viên, sau đó là đông đảo người đọc nói chung, đề tài đã xây dựng được một trang web ngay sau khi bắt đầu triển khai đề tài và đăng tải tại địa chỉ <http://dubaobien.vn> (Phụ lục P9).

## 2. Một số kiến nghị

Trong quá trình triển khai thực hiện đề tài đã nảy sinh nhiều vấn đề mà với phạm vi thời gian và khuôn khổ kinh phí của đề tài những vấn đề đó chưa được giải quyết một cách trọn vẹn, cả về khía cạnh ứng dụng cũng như nội dung khoa học. Để tránh lãng phí và nghiên cứu trùng lặp, chúng tôi đề nghị các cấp có thẩm quyền cần tiếp tục đầu tư giải quyết những nội dung sau đây:

1) Để có sự thống nhất chung trong trao đổi quốc tế và để so sánh được với những kết quả nghiên cứu của nước ngoài, ngoài những khái niệm thông thường theo qui ước của Việt Nam, cần phải chú trọng nghiên cứu về các chỉ số KHCD thường dùng trên thế giới mà cụ thể là nhóm các chỉ số do IPCC đề xuất. Trên cơ sở đó, ngoài những qui chuẩn theo qui ước quốc tế (IPCC) có thể đưa thêm các qui chuẩn khác cho phù hợp với điều kiện Việt Nam.

2) Số liệu quan trắc là nguồn duy nhất dùng để nghiên cứu kiểm chứng các mô hình, các phương pháp và cho nhiều mục đích khác. Độ chính xác của nguồn số liệu này hết sức quan trọng. Tuy nhiên, hiện nay các nguồn số liệu này thiếu sự thống nhất, không đồng bộ về định dạng, chủ yếu được lưu trữ trên những phần mềm không chuẩn nên dễ bị nhầm lẫn, sai sót trong quá trình khai thác. Do đó chúng tôi đề nghị cần xây dựng được một cơ sở dữ liệu khí hậu chuẩn toàn quốc.

3) Tính bất định trong kết quả dự tính điều kiện khí hậu tương lai theo các kịch bản và sản phẩm các mô hình khí hậu, kể cả các GCM và RCM là một trong những vấn đề cần phải được xem xét, xử lý một cách đầy đủ khi xây dựng các kịch bản biến đổi khí hậu. Do đó cần có chiến lược đầu tư nghiên cứu thích đáng vấn đề này để tránh những sai số không lường trước khi phê duyệt các kịch bản biến đổi khí hậu, đặc biệt đối với những kịch bản biến đổi các yếu tố và hiện tượng KHCD.

4) Việc xây dựng các kịch bản biến đổi của hoạt động bão là hoàn toàn có thể thực hiện được. Tuy nhiên, do không lường trước được năng lực tính toán của máy tính, cấu hình miền tính và độ phân giải mô hình ngay từ đầu nên đề tài đã chưa thực hiện được một cách đầy đủ nội dung này. Vậy đề nghị vấn đề này cần được tiếp tục đầu tư nghiên cứu.

5) Kết quả nhận được của đề tài cho thấy dấu hiệu tăng lên của hiện tượng mưa lớn ở một số vùng có địa hình phức tạp. Đó là một trong những nguy cơ tiềm ẩn của các thiên tai như lũ lụt, sạt lở đất, v.v. Tuy nhiên đây lại là một trong những bài toán hết sức nan giải cần phải có đầu tư nghiên cứu chiều sâu, trong đó nghiên cứu các vấn đề về độ nhạy của các mô hình đối với sơ đồ tham số hóa đối lưu, nghiên cứu phát triển các sơ đồ tham số hóa vật lý nói chung liên quan đến hiện tượng mưa là những bài toán cần được giải quyết đầu tiên.

6) Để đưa ra được những giải pháp chiến lược, kế hoạch hành động ứng phó với sự biến đổi của các hiện tượng KHCĐ cần phải tiến hành đánh giá tác động của chúng một cách đầy đủ và toàn diện cho các lĩnh vực và các vùng khí hậu, thậm chí cho từng địa phương.