

# √ Biến đổi khí hậu ở Việt Nam: Một số kết quả nghiên cứu, thách thức và cơ hội trong hội nhập quốc tế

Phan Văn Tân\*, Ngô Đức Thành

*Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học,  
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN*

Nhận ngày 18 tháng 4 năm 2013

Chỉnh sửa ngày 23 tháng 5 năm 2013; chấp nhận đăng ngày 20 tháng 6 năm 2013

**Tóm tắt.** Bài báo trình bày một số biểu hiện của biến đổi khí hậu ở Việt Nam trong các thập kỷ qua, xu thế biến đổi trong tương lai cũng như một số bằng chứng và khả năng tác động tiềm ẩn của nó. Việc nghiên cứu biến đổi khí hậu trong quá khứ được dựa trên các tập số liệu quan trắc từ hệ thống mạng lưới trạm khí tượng thủy văn của Việt Nam; việc đánh giá xu thế biến đổi trong tương lai được thực hiện thông qua các mô hình khí hậu khu vực nhằm chỉ tiết hoá các kịch bản biến đổi khí hậu toàn cầu. Bên cạnh các yếu tố như lượng mưa, nhiệt độ, tốc độ gió, v.v... bài báo cũng sẽ chỉ ra một số kết quả về sự biến đổi của các hiện tượng khí hậu cực đoan như mưa lớn, nắng nóng, rét đậm, rét hại, hạn hán, hoạt động của xoáy thuận nhiệt đới, v.v... Vấn đề hợp tác và hội nhập quốc tế trong lĩnh vực nghiên cứu biến đổi khí hậu và xây dựng các kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam, phục vụ chiến lược và kế hoạch ứng phó hiệu quả với biến đổi khí hậu, góp phần phát triển bền vững kinh tế - xã hội - môi trường cũng sẽ được đề cập.

**Từ khóa:** Biến đổi khí hậu, dự tính khí hậu, Việt Nam.

## 1. Mở đầu

Hiện nay thuật ngữ “biến đổi khí hậu” (BĐKH) dường như không còn xa lạ đối với mọi người dân Việt Nam, và trong nhiều trường hợp nó được vận dụng hoặc vô thức hoặc có chủ ý vào việc giải thích những gì đã, đang và sẽ xảy ra đối với điều kiện tự nhiên, kinh tế, xã hội, môi trường. Vậy BĐKH là gì và tác động của nó như thế nào?

Theo định nghĩa của Tổ chức Liên chính

phủ về biến đổi khí hậu (IPCC) trong báo cáo lần thứ Tư (AR4) năm 2007 [5] *BĐKH là sự biến đổi trạng thái của hệ thống khí hậu, có thể được nhận biết qua sự biến đổi về trung bình và sự biến động của các thuộc tính của nó, được duy trì trong một thời gian đủ dài, điển hình là hàng thập kỷ hoặc dài hơn.* Nói cách khác, nếu coi trạng thái cân bằng của hệ thống khí hậu là điều kiện thời tiết trung bình và những biến động của nó trong khoảng vài thập kỷ hoặc dài hơn, thì BĐKH là sự biến đổi từ trạng thái cân bằng này sang trạng thái cân bằng khác của hệ thống khí hậu.

\* Tác giả liên hệ. ĐT (84-4) 35583811  
E-mail: tanpv@vnu.edu.vn

Về mặt khoa học, ĐBKH là một lĩnh vực liên kết nhiều ngành khoa học khác nhau. Việc nghiên cứu ĐBKH có thể được chia thành ba nhóm bài toán lớn: 1) Bản chất, nguyên nhân, cơ chế vật lý của sự ĐBKH (N1); 2) Đánh giá tác động của ĐBKH, tính dễ bị tổn thương do ĐBKH và giải pháp thích ứng (N2); và 3) Giải pháp, chiến lược và kế hoạch hành động nhằm giảm thiểu ĐBKH (N3).

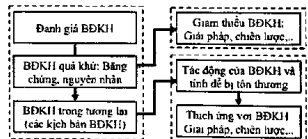
Nhiệm vụ của N1 là đánh giá sự biến đổi của khí hậu (hay đánh giá ĐBKH), tức cần trả lời được các câu hỏi về bằng chứng của sự ĐBKH hiện đại, chứng minh được những nguyên nhân gây ĐBKH, chỉ ra được khả năng mô phỏng khí hậu (hiện tại và quá khứ) của các mô hình, tính hợp lý của các kịch bản phát thải khí nhà kính và kết quả dự tính (projection) khí hậu tương lai bằng các mô hình.

Từ những kết quả của N1, nhiệm vụ của N2 là đánh giá mức độ tác động, mức độ tổn thương, khả năng chống chịu và chiến lược, kế hoạch hành động nhằm thích ứng với ĐBKH. Vấn đề ở chỗ, ĐBKH có thể mang lợi đến cho một số đối tượng, khu vực, lĩnh vực, nhưng việc đánh giá của N2 chủ yếu nhấn mạnh ở khía cạnh tác động xấu của ĐBKH.

Trên cơ sở những nguyên nhân gây ĐBKH được chỉ ra từ N1 (mà hiện nay được cho là, ngoài sự dao động tự nhiên của khí hậu, chủ yếu do gia tăng hàm lượng khí nhà kính từ hoạt động của con người), nhiệm vụ của N3 là tìm ra các giải pháp giảm thiểu sự ĐBKH. Khái niệm “giảm thiểu” được hiểu là làm sao để giảm phát thải khí nhà kính qua đó giữ cho khí hậu Trái đất không nóng lên nữa và dần dần trở nên ổn định. Đó cũng là động cơ thúc đẩy phát triển các công nghệ sạch, sản xuất và sử dụng năng lượng sạch. Tuy nhiên, gần đây người ta cũng đề cập đến việc “giảm thiểu” tác động của ĐBKH, nghĩa là có sự khác nhau giữa “giảm thiểu ĐBKH” và “giảm thiểu tác động của ĐBKH”.

Xét trên qui mô toàn cầu, về lôgic, việc nghiên cứu ĐBKH cần phải được thực hiện một cách tuần tự như đã minh họa trên Hình 1, trong đó ba nhóm bài toán nói trên tương ứng với các khối bên trong đường viền đứt nét. Điều đó có nghĩa là để thích ứng với ĐBKH và giảm thiểu ĐBKH cần phải tiến hành trước hết việc đánh giá ĐBKH (N1). Đánh giá ĐBKH có thể chia thành hai lớp bài toán lớn: 1) nghiên cứu xác định các bằng chứng, nguyên nhân gây ĐBKH trong quá khứ và hiện tại, qua đó cung cấp thông tin cho nhóm bài toán giảm thiểu ĐBKH (N3) và đánh giá ĐBKH trong tương lai; 2) đánh giá ĐBKH trong tương lai bao gồm việc xây dựng các kịch bản phát thải khí nhà kính, dự tính khí hậu tương lai bằng các mô hình khí hậu và xây dựng các kịch bản ĐBKH. Kết quả của lớp bài toán này là bức tranh khí hậu tương lai (chẳng hạn của thế kỷ 21) được dùng để nghiên cứu đánh giá tác động của ĐBKH và tìm giải pháp thích ứng với ĐBKH (N2).

Ở qui mô khu vực, quốc gia và vùng lãnh thổ, về cơ bản trình tự bài toán nghiên cứu ĐBKH vẫn phải tuân thủ theo từng bước như đối với qui mô toàn cầu, tuy nhiên có thể kể thừa để “bỏ qua” bước từ N1 sang N3 nhưng không thể tiến hành N2 song song hoặc trước N1, lại càng không thể thực hiện bài toán thích ứng với ĐBKH trước khi đánh giá tác động của ĐBKH trong N2. Nghĩa là để thích ứng với ĐBKH cần phải biết ĐBKH sẽ tác động như thế nào; muốn vậy trước đó cần phải chỉ ra khí hậu đã và sẽ biến đổi như thế nào.



Hình 1. Sơ đồ lôgic của bài toán nghiên cứu ĐBKH.

Việt Nam với hơn 3000 km bờ biển, nằm trong khu vực châu Á gió mùa, hàng năm phải đối mặt với sự hoạt động của bão, xoáy thuận nhiệt đới trên khu vực Tây bắc Thái Bình Dương và biển Đông, chịu tác động của nhiều loại hình thời tiết phức tạp. Các hiện tượng thiên tai khí tượng xảy ra hầu như quanh năm và trên khắp mọi miền lãnh thổ. BĐKH và nước biển dâng đường như đã có những tác động tiêu cực đến nhiều lĩnh vực tự nhiên, kinh tế, xã hội, môi trường. Làm rõ được khí hậu Việt Nam đã và sẽ biến đổi như thế nào, từ đó đánh giá được tác động của BĐKH làm cơ sở cho việc đề ra các giải pháp, chiến lược và kế hoạch thích ứng với BĐKH và giảm thiểu BĐKH sẽ góp phần phục vụ phát triển bền vững đất nước.

Bài báo này sẽ trình bày một số kết quả nghiên cứu về đánh giá BĐKH ở Việt Nam, qua đó nêu lên những thách thức và thuận lợi cũng như vấn đề hợp tác và hội nhập quốc tế trong nghiên cứu BĐKH ở Việt Nam hiện nay.

## 2. Biến đổi khí hậu ở Việt Nam: Biểu hiện trong quá khứ và dự tính cho tương lai

### 2.1. Biến đổi của một số yếu tố và hiện tượng khí hậu ở Việt Nam trong những thập kỷ gần đây

Nghiên cứu BĐKH ở Việt Nam đã được tiến hành từ những thập niên 90 của thế kỷ trước [13-15] bởi các nhà khoa học đầu ngành như GS. Nguyễn Đức Ngữ, GS. Nguyễn Trọng Hiệu. Tuy nhiên, vấn đề này chỉ thực sự được quan tâm chú ý từ sau năm 2000 [3,4,9,11,12,16-18,20-22], đặc biệt từ năm 2008 đến nay. Các công trình nghiên cứu cũng đã dần dần đi vào chiều sâu về bản chất vật lý và những bằng chứng của sự BĐKH. Kết quả của những nghiên cứu này cho thấy khí hậu Việt Nam đã có những dấu hiệu biến đổi rõ rệt. Trong 50 năm qua, nhiệt độ trung bình năm

tăng khoảng 0.5°C trên phạm vi cả nước và lượng mưa có xu hướng giảm ở phía Bắc và tăng ở phía Nam lãnh thổ [1,2]. Mặc dù vậy, nói chung trong các công trình này phương pháp đề nhận được kết quả chưa được nêu cụ thể, cũng như chưa có kiểm nghiệm thống kê.

Để làm rõ hơn điều này, chúng tôi đã thu thập và chuẩn hóa bộ số liệu quan trắc hàng ngày từ mạng lưới các trạm khí tượng trên 7 vùng khí hậu Việt Nam giai đoạn 1961-2007. Xu thế biến đổi của các yếu tố, hiện tượng trong quá khứ được đánh giá dựa trên việc tính toán hệ số góc của đường hồi qui tuyến tính [18] hoặc hệ số góc Sen [9,19] tính từ các chuỗi số liệu  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  của yếu tố hoặc hiện tượng được xét, với  $x_i$  biểu diễn giá trị quan trắc tại thời điểm  $i$ . Hình 2 là một ví dụ minh họa về sự biến đổi của nhiệt độ và lượng mưa trên các trạm của Việt Nam dựa vào việc đánh giá hệ số góc Sen, được xác định bởi trung vị của dãy gồm  $n(n-1)/2$  phần tử  $\left\{ \frac{x_j - x_i}{j - k} \right\}$ , với  $k=1, 2, \dots, n-$

$1; j>k$ ). Các hệ số góc dương (âm) thể hiện xu thế tăng (giảm) của yếu tố, hiện tượng được xét. Giá trị tuyệt đối của các hệ số góc càng lớn xu thế tăng (giảm) càng mạnh. Mức ý nghĩa của các hệ số góc được xác định bởi kiểm nghiệm Man-Kendall [6,9].

Hình 2a cho thấy mức tăng nhiệt độ trung bình ngày tại các trạm khác nhau. Theo đó, các trạm Tương Dương và Đắc Nông (tương ứng với độ dài chuỗi số liệu là 19 năm và 26 năm) có mức tăng cao (khoảng 0.43°C-0.47°C/thập kỷ). Nhìn chung, mức tăng phổ biến tại các trạm quan trắc vào khoảng 0.15-0.25°C/thập kỷ. Một số trạm tuy cho xu thế tăng nhưng không thoả mãn mức ý nghĩa 10% là Sapa, Bắc Quang, Thái Bình, Hà Tĩnh, Trường Sa. Trạm Huế cho xu thế giảm nhẹ, nhưng không thoả mãn mức ý nghĩa 10% theo kiểm nghiệm Mann-Kendall.

Phù hợp với các nhận định từ những nghiên cứu trước đây [1,2,18,22], xu thế của lượng

mưa giảm ở khu vực phía Bắc và tăng ở phía Nam, khoảng từ vĩ tuyến 16 trở vào (Hình 2b). Xu thế giảm mưa từ Bắc Trung Bộ trở ra nhìn chung là nhỏ và ít thỏa mãn mức ý nghĩa 10% ngoại trừ một số trạm thuộc khu vực đồng bằng sông Hồng. Trong khi đó, lượng mưa có xu thế tăng rõ rệt nhất tại một số trạm thuộc Nam Trung Bộ và Tây Nguyên. Nam Bộ mặc dù có xu thế mưa tăng nhưng hầu như rất nhỏ và không thỏa mãn mức ý nghĩa 10%.

Về sự biến đổi của các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan, từ những kết quả nghiên cứu, có thể rút ra một số nhận định như sau [18]:

- Nhiệt độ cực đại ( $T_x$ ) trên toàn Việt Nam nhìn chung có xu thế tăng, điển hình là vùng Tây Bắc và vùng Bắc Trung Bộ.
- Nhiệt độ cực tiểu ( $T_m$ ) cũng có xu thế tăng nhưng với tốc độ nhanh hơn nhiều so với  $T_x$  và phù hợp với xu thế chung của biến đổi khí hậu toàn cầu.
- Phù hợp với sự gia tăng 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.

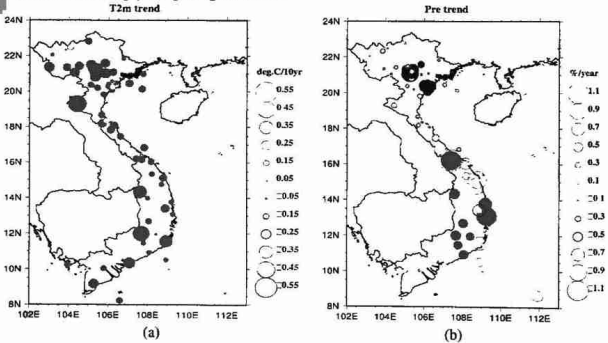
- Độ ẩm tương đối cực tiểu có xu thế tăng lên trên tất cả các vùng khí hậu nhất là trong thời kỳ 1961-1990.

- 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 cũng có xu thế tăng lên tương ứng và biến động mạnh, nhất là ở khu vực Miền Trung.

- Hạn hán, bao gồm hạn tháng và hạn mùa có xu thế tăng nhưng với mức độ không đồng đều giữa các vùng và giữa các nơi trong từng vùng khí hậu.

- Tần số bão trên Biển Đông có dấu hiệu tăng lên trên các vùng biển phía nam. Tần số bão trên vùng bờ biển Việt Nam cũng có xu thế tăng lên, nhất là trên dải bờ biển Bắc Bộ, Thanh Nghệ Tĩnh và Nam Trung Bộ.

- Tốc độ gió cực đại không thể hiện xu thế rõ ràng và không nhất quán giữa các vùng khí hậu.



Hình 2. Xu thế của nhiệt độ 2m (a) và lượng mưa ngày (b) tại các trạm quan trắc, giai đoạn 1961-2007. Các trạm thỏa mãn mức ý nghĩa 10% được tô màu. Độ lớn hình tròn tỉ lệ thuận với độ lớn của xu thế.

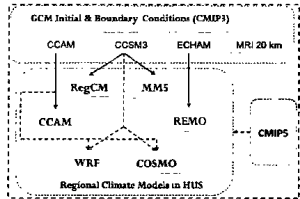
2.2. Dự tính sự biến đổi khí hậu của Việt Nam trong nửa đầu thế kỷ 21

Dự tính khí hậu tương lai cho một khu vực cụ thể thường được thực hiện bằng cách hạ thấp qui mô động lực (dynamical downscaling) sử dụng các mô hình khí hậu khu vực (RCM) với số liệu điều kiện biên là sản phẩm dự tính của các mô hình khí hậu toàn cầu, hoặc hạ thấp qui mô thống kê (statistical downscaling). Mỗi phương pháp hạ thấp qui mô đều có những ưu, nhược điểm riêng mà trong phạm vi bài này khó có thể trình bày chi tiết. Với sự phát triển mạnh mẽ về năng lực tính toán và lưu trữ của các hệ thống máy tính, việc sử dụng các RCMs để hạ thấp qui mô ngày càng được sử dụng nhiều trong các nghiên cứu BĐKH. Theo [8], trong mỗi mô hình đơn lẻ luôn tồn tại những điểm mạnh và những điểm yếu khiến cho “không một mô hình nào được xem là tốt nhất và việc sử dụng kết quả từ nhiều mô hình là quan trọng”. Nếu hiểu sai số mô phỏng trong các mô hình khác nhau là độc lập, trung bình của các mô hình có thể được kỳ vọng sẽ tốt hơn mỗi thành phần riêng lẻ, do vậy sẽ cung cấp một dự tính “tốt nhất” [7]. Bởi vậy, để giảm bớt tính bất định, với cùng một kịch bản phát thải, sản phẩm dự tính của nhiều mô hình khác nhau được sử dụng để xây dựng các kịch bản BĐKH. Việc sử dụng tổ hợp (ensemble) các mô hình quy mô toàn cầu và khu vực đã được triển khai tại nhiều trung tâm tính toán cũng như nhiều khu vực trên thế giới ở các quy mô thời gian từ mùa đến nhiều năm và thế kỷ. Cách tiếp cận tổ hợp có nhiều ưu điểm nhưng lại rất phụ thuộc vào năng lực tính toán của hệ thống máy tính cũng như đòi hỏi sự đầu tư theo chiều sâu về nhân lực và thiết bị. Điều này lý giải việc hầu như chưa có một chương trình tổ hợp những mô hình nào được thực hiện để xây dựng các kịch bản BĐKH cũng như ước lượng độ bất định của các mô hình số ở khu vực Đông Nam Á, mặc dù vấn đề này đã được ứng dụng rộng rãi trên thế giới. Ở Việt Nam việc sử dụng phương pháp tổ

hợp trong việc xây dựng các kịch bản BĐKH hầu như vẫn còn mới mẻ.

Trong bài báo này, chúng tôi đưa ra các sản phẩm dự tính sự biến đổi của khí hậu tương lai theo hướng tiếp cận tổ hợp đa mô hình. Việc xây dựng một hệ thống tổ hợp dự tính khí hậu đòi hỏi phải có hệ thống máy tính mạnh và phải tiến hành một khối lượng tính toán khổng lồ. Một trong những hệ thống như vậy đã được xây dựng và hiện đang được vận hành tại Bộ môn Khí tượng, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội (Hình 3). Việc tính toán được thực hiện trên hệ thống máy tính hiệu năng cao dạng cluster với 1 head node và 12 node tính toán, được kết nối với nhau qua 2 đường mạng liên kết: 1Gbps ethernet và 10Gbps Infiniband. Tổng năng lực tính toán lý thuyết của hệ thống đạt khoảng 1 Tflops và năng lực lưu trữ lên tới 200 TB.

Hình 4 là một ví dụ minh họa về kết quả tính toán của hệ thống tổ hợp [10]. Kết quả dự tính theo kịch bản A1B dựa trên trung bình tổ hợp từ 3 mô hình khí hậu khu vực là RegCM, CCAM và REMO cho thấy nhiệt độ không khí trung bình trên khu vực Việt Nam tăng lên đáng kể, có thể lên tới 0.3°C/thập kỷ trong giai đoạn 2000-2050, ngoại trừ một phần nhỏ ở khu vực Bắc Trung Bộ.

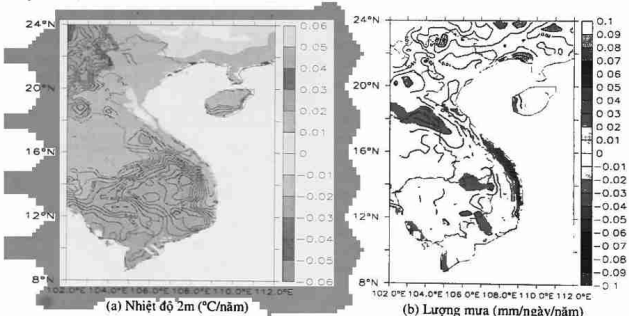


Hình 3. Hệ thống tổ hợp dự tính khí hậu tại Bộ môn Khí tượng, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội. Các mũi tên liền nét là các phần công việc đã thực hiện, các mũi tên đứt là các phần công việc đang triển khai.

Xu thế tăng mạnh hơn và đồng nhất hơn (thống nhất cao giữa các mô hình) trên các vùng phía Nam và Tây Bắc Việt Nam. Lượng mưa dường như cũng cho xu thế tăng lên trên toàn Việt Nam, ngoại trừ vùng Tây Nguyên và một phần Nam Bộ, những nơi mức ý nghĩa 10% của xu thế không được thoả mãn. Xu thế giảm mưa ở miền Bắc và tăng mưa ở phía Nam biểu hiện trong sản phẩm tổ hợp cho thời kỳ tương lai. Các mô hình và sản phẩm tổ hợp có tính thống nhất cao khi cho kết quả dự tính lượng mưa sẽ tăng lên đáng kể ở duyên hải miền Trung. Đây là một điểm đáng chú ý khi đánh giá tác động của BĐKH và xây dựng chiến lược, kế hoạch hành động ứng phó với thiên tai liên quan đến mưa lớn như lũ lụt, trượt lở đất, xói lở bờ sông, bờ biển,...

Ở Việt Nam, việc nghiên cứu ứng dụng các mô hình số trong lĩnh vực đánh giá BĐKH đã được tiến hành trong nhiều năm qua và hiện đang được đẩy mạnh áp dụng vào thực tiễn [1]. Tuy nhiên, vấn đề mấu chốt nhất là tính bất

định của các kết quả cho đến nay hầu như chưa được đề cập tới, trong khi đây là vấn đề hết sức quan trọng và có thể nói là có ý nghĩa quyết định trong việc đánh giá tác động và xây dựng chiến lược thích ứng của các bộ, ngành, các lĩnh vực, các vùng miền khác nhau. Tính bất định của kết quả từng mô hình thể hiện không những trong từng trường hợp dự tính cụ thể mà còn phụ thuộc cả vào bản thân hệ động lực và các tham số hoá vật lý của mô hình; phụ thuộc vào khu vực, thời điểm, kích thước miền tính, độ phân giải; phụ thuộc vào các kịch bản phát thải; và phụ thuộc vào điều kiện ban đầu và điều kiện biên từ trường toàn cầu. Từ những phân tích này, chúng tôi cho rằng việc đánh giá được một cách định lượng độ bất định của sản phẩm dự tính BĐKH là một trong những hướng thực sự cần phải ưu tiên trong bài toán nghiên cứu BĐKH ở Việt Nam. Những kết quả dự tính khí hậu nhận được trên đây mặc dù đã là tổ hợp sản phẩm từ ba mô hình nhưng vẫn còn quá ít để xây dựng kịch bản cũng như xác định độ tin cậy của chúng.



Hình 4. Xu thế Sen giai đoạn 2000-2050 của nhiệt độ 2m (a) và lượng mưa (b) theo kịch bản A1B từ sản phẩm trung bình tổ hợp của 3 mô hình khu vực CCAM, RegCM và REMO. Những vùng tô màu là có xu thế thoả mãn mức ý nghĩa 10% theo kiểm nghiệm Man-Kendall. Các đường đồng mức biểu thị khu vực mà các mô hình đều cho cùng xu thế dương hoặc âm [10].

### 3. Về tác động của biến đổi khí hậu và chiến lược thích ứng

Trên qui mô toàn cầu, BĐKH được thể hiện rõ nét nhất ở sự tăng lên của nhiệt độ không khí trung bình toàn cầu, đặc biệt từ sau năm 1950. Theo IPCC (2007), trong khoảng thời gian 1906–2005 nhiệt độ không khí trung bình toàn cầu đã tăng  $0.74 \pm 0.18^\circ\text{C}$ . Các năm 2005 và 1998 là những năm nóng nhất kể từ 1850. Trong 12 năm, từ 1995–2006, có 11 năm là những năm nóng nhất kể từ 1850, trừ 1996. Số ngày đông giá giảm đi ở hầu khắp các vùng vĩ độ trung bình, số ngày cực nóng (10% số ngày nóng nhất) tăng lên và số ngày cực lạnh (10% số ngày đêm lạnh nhất) giảm đi. Các sự kiện mưa lớn tăng lên ở nhiều vùng lục địa từ khoảng sau 1950, thậm chí ở cả những nơi có tổng lượng mưa giảm. Người ta đã quan trắc thấy những trận mưa kỷ lục hiếm thấy (1 lần trong 50 năm). Hạn hán nặng hơn và kéo dài hơn đã được quan trắc thấy trên nhiều vùng khác nhau với phạm vi rộng lớn hơn, đặc biệt ở các vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới từ sau những năm 1970. Nền nhiệt độ cao và giáng thủy giảm trên các vùng lục địa là một trong những nguyên nhân của hiện tượng này. Nhiệt độ tăng tác động đến sức khỏe cộng đồng, như số trường hợp bị chết tăng lên do sóng nóng và hiện tượng dị ứng phấn hoa do mùa sinh trưởng kéo dài hơn, v.v...

Sự nóng lên toàn cầu đã làm cho mực nước biển dâng lên khoảng 15cm trong thế kỷ 20, phạm vi băng biển ở các vùng lạnh giá đã bị giảm đi khoảng 10-15% kể từ những năm 1950. Diện tích lớp phủ tuyết ở Bắc bán cầu đã giảm đi khoảng 10% từ cuối những thập niên 60-70. Thời gian bao phủ của băng hồ và băng sông hàng năm ở các vĩ độ trung bình và cao của Bắc bán cầu đã giảm đi khoảng hai tuần và biến động nhiều hơn. Các hệ sinh thái đang bị biến đổi, nhiều loài hoặc di chuyển đến những nơi lạnh hơn hoặc bị chết, v.v...

Ở Việt Nam, tác động của BĐKH cũng đã được nhận thấy qua nhiều dấu hiệu, bằng chứng. Trước hết, những diễn biến bất thường của thời tiết, khí hậu trong nhiều năm gần đây có thể được cho là có liên quan đến sự biến đổi của các hệ thống hoàn lưu khí quyển, đại dương qui mô lớn cũng như sự biến đổi trong hoạt động của gió mùa châu Á. Bão, áp thấp nhiệt đới có xu hướng dịch chuyển về phía nam và có qui đạo phức tạp, khó dự báo hơn. Hạn hán, lũ lụt dường như xảy ra bất thường hơn. Hiện tượng nắng nóng có xu hướng gia tăng cả về cường độ, tần suất và độ dài các đợt. Số ngày rét đậm, rét hại giảm đi nhưng mức độ khắc nghiệt và độ kéo dài các đợt có dấu hiệu gia tăng. Nhìn chung, BĐKH dường như đã làm gia tăng những hiện tượng cực đoan, dẫn đến sự gia tăng các thiên tai có nguồn gốc khí tượng, tác động xấu đến nhiều lĩnh vực hoạt động kinh tế xã hội và môi trường. Tuy nhiên, việc nghiên cứu, đánh giá một cách đầy đủ và toàn diện, định lượng hóa những tác động đó vẫn đang còn là vấn đề bỏ ngỏ.

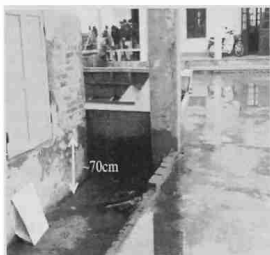
Nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH có lẽ cũng cần phải nhìn nhận ở hai góc độ: 1) Tác động của khí hậu biến đổi từ từ (hay biến đổi của điều kiện trung bình), chẳng hạn sự tăng lên dần của nhiệt độ, sự giảm đi dần của tổng lượng mưa năm, sự dịch chuyển dần của mùa mưa, mùa nóng, mùa lạnh, hoặc sự dâng lên dần của mực nước biển,...; 2) Tác động của sự biến đổi về mức độ dao động của khí hậu, hay sự biến đổi của biên độ và tần số dao động nhiều năm của các yếu tố và hiện tượng khí hậu. Sự biến đổi này liên quan chặt chẽ với sự biến đổi của các hiện tượng khí hậu cực đoan. Chẳng hạn, do biên độ dao động của nhiệt độ tăng lên nên số ngày nắng nóng cũng như cường độ của các đợt nắng nóng sẽ tăng lên, kéo dài hơn, số ngày rét đậm, rét hại giảm đi nhưng các đợt rét đậm, rét hại với cường độ mạnh hơn (hay rét sâu hơn) cũng có thể tăng lên,... Sự biến đổi trong dao động mức nước biển cũng là một vấn đề rất đáng quan tâm. Một

ví dụ khá rõ được ghi nhận tại khu vực vườn Quốc gia Xuân Thủy là mực nước biển trong các kỷ triều cường sau năm 2000 cao hơn rất nhiều (Hình 5) và có xu thế biến động phức tạp hơn trước đó, mặc dù mực nước biển trung bình chỉ dâng cao khoảng 20-30cm so với trước những năm 1960.

Trong trường hợp thứ nhất (biến đổi từ từ), con người và các hệ sinh thái nói chung có thể tự thích nghi dần, nhưng một số loài nếu không có khả năng hoặc không có điều kiện thích nghi sẽ dần biến mất dẫn đến bị diệt vong. Sự nguy hiểm do tác động tiêu cực gây nên bởi sự biến đổi này là chúng chỉ có thể được nhận thấy sau một khoảng thời gian đủ dài. Nếu không dự tính được thì hệ quả mang lại sẽ rất nặng nề và khó có thể phục hồi. Chẳng hạn, do nhiệt độ tăng lên, khả năng chứa nước của khí quyển cũng tăng theo; hàm lượng hơi nước trong khí quyển lớn cộng với nền nhiệt cao có thể là môi trường thuận lợi cho việc phát sinh và phát triển các chủng loại vi rút gây bệnh mới đối với cả con người và các hệ động thực vật. Chiến lược thích ứng với sự biến đổi này là cần phải xây dựng được các kế hoạch dài hạn mà thông thường

được lồng ghép vào các phương án qui hoạch phát triển.

Trong trường hợp thứ hai, sự gia tăng của các hiện tượng thời tiết, khí hậu cực đoan là nguyên nhân làm gia tăng các hiện tượng thiên tai, cả về tần suất và cường độ, có thể dẫn tới những hậu quả trầm trọng. Thiên tai không những làm thiệt hại về người và của mà còn có thể nhanh chóng hủy hoại cả một vùng, một hệ sinh thái nào đó. Tính chất nguy hiểm của những tác động này là thiên tai xảy ra có thể làm biến dạng hoặc tái biến dạng một bộ phận cộng đồng trong vùng chịu ảnh hưởng, thậm chí trong khoảnh khắc có thể làm sụp đổ mọi nỗ lực của chính sách xóa đói giảm nghèo của Nhà nước. Thích ứng với BĐKH trong trường hợp này là xây dựng các chiến lược, kế hoạch phòng tránh, giảm nhẹ thiên tai. Nâng cao nhận thức cộng đồng, tăng cường sức chống chịu của cộng đồng, nâng cao chất lượng, độ chính xác của các thông tin dự báo thời tiết, khí hậu, thủy văn..., xây dựng và bảo đảm độ chính xác, độ ổn định của các hệ thống cảnh báo thiên tai,... là những vấn đề mấu chốt của chiến lược thích ứng với sự biến đổi này.



Hình 5. Mực nước biển những ngày triều cường sau năm 2000 dâng cao hơn trước đó khoảng 70cm. Trạm Kiểm lâm phải xây dựng lại nhà mới có nền nhà cao hơn trước (phải) và đê biển cũng phải tôn cao lên (trái) (Ảnh chụp tháng 12 năm 2011).



#### 4. Những vấn đề cần giải quyết: Thách thức, cơ hội và hội nhập quốc tế

Có thể nói hiện nay việc nghiên cứu, đánh giá BĐKH, tác động của BĐKH cũng như đề xuất các giải pháp, chiến lược và kế hoạch ứng phó với BĐKH đã trở thành vấn đề mang tính toàn cầu. Là một nước thuộc khu vực châu Á gió mùa, nằm kề Biển Đông, một bộ phận của ô bão Tây Thái Bình dương, hàng năm Việt Nam phải chịu ảnh hưởng của nhiều hiện tượng thiên tai có nguồn gốc khí tượng. Dưới tác động của BĐKH, tình hình thiên tai ngày càng diễn biến phức tạp và có dấu hiệu gia tăng. BĐKH và nước biển dâng đã có những tác động xấu và đang đe dọa đến sự phát triển bền vững của đất nước. Chính vì vậy, ngày 2/12/2008, Thủ tướng Chính phủ đã ký Quyết định số 158/2008/QĐ - TTg phê duyệt Chương trình mục tiêu quốc gia về ứng phó với BĐKH. Kể từ đó, nhiều hoạt động nghiên cứu, ứng dụng đã được triển khai. Một số cơ quan, ban, ngành chuyên phụ trách về vấn đề BĐKH cũng đã được thành lập nhằm nâng cao nhận thức cho cộng đồng về BĐKH và tác động của nó. Nhiều dự án do nước ngoài tài trợ đã được triển khai nhằm đánh giá tác động của BĐKH và nâng cường năng lực, tăng cường khả năng chống chịu của cộng đồng trước những tác động của BĐKH. Một số đề tài, dự án nghiên cứu đánh giá BĐKH và tác động của nó cũng đã được thực hiện dựa trên các nguồn kinh phí của nhà nước và địa phương. Đặc biệt, trong khuôn khổ Chương trình mục tiêu Quốc gia ứng phó với BĐKH, nhiều đề tài, dự án cũng đã và đang được triển khai. Khách quan mà nói, Chương trình mục tiêu Quốc gia đã đem lại những hiệu quả nhất định trong vấn đề nâng cao nhận thức của cộng đồng về BĐKH ở Việt Nam. Tuy vậy, trước mắt, chỉ trong phạm vi Chương trình mục tiêu Quốc gia cũng còn rất nhiều việc phải làm.

Như đã đề cập ở trên, vấn đề nghiên cứu đánh giá BĐKH, tác động của nó và ứng phó

với BĐKH cần được tiến hành theo một trình tự nhất định. Song những gì đã xảy ra trên thực tế kể từ khi Chương trình mục tiêu Quốc gia được phê duyệt còn tồn tại khá nhiều bất cập. Trước hết, việc đánh giá tác động của BĐKH cần phải dựa trên thông tin đánh giá BĐKH, tức phải biết khí hậu đã và sẽ biến đổi như thế nào. Cho đến nay đã có một số kết quả đánh giá BĐKH trong quá khứ và hiện tại, nhưng vẫn chưa đầy đủ, toàn diện so với nhu cầu thực tế. Còn việc đánh giá BĐKH cho tương lai vẫn đang là một khoảng trống khá lớn. Chính xác hơn là, chưa kể một số thông báo quốc gia trước năm 2009, cho đến nay đã có hai phiên bản về kịch bản BĐKH và nước biển dâng cho Việt Nam đã được công bố: Phiên bản thứ nhất vào năm 2009 [1] và phiên bản thứ hai (cập nhật) vào năm 2012 [2]. Có được hai phiên bản này là một nỗ lực lớn của Bộ Tài nguyên và Môi trường. Tuy vậy, các kịch bản đã được công bố đều chưa đề cập đến độ tin cậy hay tính bất định của chúng. Và do đó cơ sở khoa học để đánh giá tác động của BĐKH trong tương lai khi dựa vào các kịch bản này chưa cao. Tại sao vậy? Như đã biết, việc xây dựng các kịch bản BĐKH hiện nay chủ yếu dựa vào kết quả dự tính khí hậu tương lai từ các mô hình khí hậu. Những kết quả này tự nó đã hàm chứa tính bất định do 1) sự không chắc chắn trong các kịch bản phát thải khí nhà kính, 2) mức độ nhạy cảm của hệ thống khí hậu đối với các tác động, và 3) sai số của chính các mô hình khí hậu. Điều đó có nghĩa là cần phải có kết quả dự tính khí hậu tương lai từ nhiều mô hình khác nhau để qua đó có thể xác định được mức độ tin cậy của các kịch bản, hay "các khả năng có thể xảy ra" của khí hậu tương lai ứng với các mức xác suất khác nhau. Nói cách khác, khi chưa biết được mức độ tin cậy của các kịch bản BĐKH thì những thông tin mà các kịch bản đem đến chưa đủ cơ sở vững chắc cho bài toán đánh giá tác động của BĐKH trong tương lai.

Do đó, vấn đề đầu tiên là phải xây dựng được các kịch bản BĐKH có độ tin cậy cao nhất có thể. Độ tin cậy của một kịch bản BĐKH nào đó chỉ có thể được xác định dựa trên một tập hợp các sản phẩm dự tính khí hậu tương lai. Do tính bất định (hay tính không chắc chắn) của các mô hình khí hậu, mức độ nhạy cảm của hệ thống cũng như của các kịch bản phát thải khí nhà kính nên số lượng các sản phẩm này (dung lượng mẫu) càng lớn độ tin cậy của kịch bản BĐKH nhận được càng cao. Kết quả của một mô hình nào đó có thể cho sai số lớn, có thể nhỏ nhưng nói chung không bao giờ chính xác hoàn toàn do tiềm ẩn tính bất định gây nên bởi rất nhiều nhân tố. Do đó, để nhận được một kịch bản có độ tin cậy cao cần phải sử dụng nhiều sản phẩm dự tính từ các mô hình khác nhau.

Trở lại với các kịch bản BĐKH của Việt Nam đã được công bố. Khách quan mà nói, các kịch bản này mới chỉ dựa trên một lượng thông tin ít ỏi nhận được từ việc hạ qui mô thống kê (là chính) và 1-2 mô hình động lực. Do đó, chắc chắn còn tiềm ẩn tính bất định cao, nghĩa là chưa bảo đảm đầy đủ cơ sở khoa học để dựa vào đó mà đánh giá tác động của BĐKH. Đây là một thách thức lớn mà chúng ta đang phải đối mặt. Tuy nhiên, chúng ta có thể lạc quan rằng, với đội ngũ cán bộ khoa học hiện có cộng với sự hỗ trợ giúp đỡ của cộng đồng các nhà khoa học Quốc tế, chúng ta hoàn toàn sớm có được những kịch bản BĐKH với độ tin cậy cao.

Về tác động của BĐKH ở Việt Nam, cho đến nay đã có rất nhiều tài liệu, báo cáo tại các hội nghị, hội thảo khoa học Quốc gia, Quốc tế, và cả những báo cáo tổng kết các đề tài, dự án nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH (trong quá khứ và hiện tại). Các tài liệu này cũng rất đa dạng, muốn hình muôn vẻ về hình thức, cấp độ và lĩnh vực nghiên cứu. Trong số đó đã có khá nhiều công trình, tài liệu đưa ra được những bằng chứng cụ thể, rất có sức thuyết phục. Tuy vậy vẫn còn không ít công trình công bố hoặc

đánh giá, nhìn nhận vấn đề một cách chủ quan, định tính, hoặc minh chứng chưa rõ ràng, thậm chí hơi khiên cưỡng, gán ép, “qui kết” cho BĐKH. Theo chúng tôi, nguyên nhân chính dẫn tới tình trạng này là thiếu kiến thức liên ngành và xuyên ngành. Nghĩa là tác giả của các công trình đó chưa được trang bị một cách cơ bản những hiểu biết về khí hậu và BĐKH, và không loại trừ họ cũng chịu ảnh hưởng bởi cái gọi là “tâm lý đám đông”. Khi họ nhận thấy có sự “biến đổi xấu đi” của một đối tượng nào đó thì “tác động của BĐKH” sẽ được cho là nguyên nhân gây nên, bất chấp khí hậu ở khu vực nghiên cứu có biến đổi hay không và nếu có thì biến đổi như thế nào. Dĩ nhiên rất khó để “bóc tách”, định lượng một cách rạch ròi BĐKH đóng góp bao nhiêu phần vào sự biến đổi của một thực thể nào đó, nhưng không phải tất cả các đối tượng nghiên cứu bị biến đổi đều có sự đóng góp của BĐKH. Đó cũng là một thách thức lớn, song chúng ta có thể vượt qua nếu biết vận dụng kiến thức một cách đầy đủ, chính xác và khách quan.

Trên phương diện khoa học, nguyên nhân, cơ chế tác động của BĐKH ở Việt Nam thiết nghĩ cũng là lớp bài toán cần phải được làm sáng tỏ. Chẳng hạn, sự dâng cao của mực nước biển vào các kỷ triều cường phải chăng là do sự biến đổi trong chế độ hoàn lưu khí quyển, sự hoạt động của gió mùa hay các quá trình khác trong đại dương?

Thích ứng với BĐKH cũng đang là một thách thức lớn đối với Việt Nam. Với quan điểm nhìn nhận tác động của BĐKH ở hai khía cạnh là tác động của sự biến đổi từ từ và tác động của các hiện tượng cực đoan, việc thích ứng cũng cần phải có chiến lược, lộ trình và giải pháp phù hợp. Đối với những biến đổi từ từ, chiến lược và giải pháp thích ứng phải nhắm tới các mốc thời gian trong tương lai xa hơn được lồng ghép vào trong các dự án qui hoạch, xây dựng và phát triển. Hiển nhiên, trong các

dự án qui hoạch phát triển cũng cần xem xét đến tác động của các hiện tượng cực đoan. Thích ứng với các hiện tượng cực đoan gắn liền với bài toán phòng tránh, giảm nhẹ thiên tai. Dĩ nhiên rằng bài toán thích ứng với BĐKH chỉ có thể được thực hiện sau khi đã có những thông tin đầy đủ về đánh giá tác động của BĐKH.

Như đã nói ở trên, bài toán đánh giá BĐKH và tác động của BĐKH là một bài toán mang quy mô toàn cầu, đòi hỏi những nỗ lực hợp tác quốc tế. Bên cạnh những nỗ lực của các nhà khoa học cũng như các cơ quan trong nước, cộng đồng quốc tế đã và đang ra sức hỗ trợ, giúp đỡ Việt Nam trong các nghiên cứu và trong công cuộc ứng phó và giảm nhẹ BĐKH. Đã có khá nhiều dự án quốc tế được đầu tư nhằm nâng cao nhận thức của cộng đồng về BĐKH, tăng cường năng lực, tăng cường khả năng chống chịu tác động của BĐKH.

Các đề tài, dự án quốc tế về BĐKH ở Việt Nam nói chung đều có sự tham gia của các nhà khoa học từ các nước phát triển và chắc chắn không thể thiếu sự hợp tác của các nhà khoa học Việt Nam. Đó là điều kiện thuận lợi cho việc nâng cao trình độ, đào tạo nguồn nhân lực, đặc biệt là các nhà khoa học trẻ cho Việt Nam trong lĩnh vực BĐKH. Đó cũng là môi trường thuận lợi để các nhà khoa học Việt Nam thể hiện năng lực, bản lĩnh của mình, nhìn nhận mình và hòa đồng với đội ngũ các nhà khoa học trên thế giới. Trong quá trình hợp tác nghiên cứu các nhà khoa học trong và ngoài nước sẽ có cơ hội trao đổi, chia sẻ kinh nghiệm, kiến thức cho nhau, tạo động lực thúc đẩy phát triển cho cả hai phía.

Nói riêng trong nghiên cứu đánh giá BĐKH, Việt Nam cũng đã có những hợp tác chặt chẽ với các nhà khoa học của nhiều nước, trong đó có thể kể đến vương quốc Anh, Na Uy, Đan Mạch, Australia, Nhật Bản, Cộng hòa Liên bang Đức... Thông qua những hợp tác đó phía Việt Nam đã nhận được sự hỗ trợ, giúp đỡ về

kỹ thuật, chuyển giao công nghệ, được cung cấp mô hình, và số liệu toàn cầu phục vụ nghiên cứu mô phỏng khí hậu khu vực và xây dựng các kịch bản BĐKH cho Việt Nam. Chẳng hạn, hiện tại các nhà khoa học của CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation), Australia đang hợp tác chặt chẽ với các nhà khoa học của Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (Viện KTTV) và Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội (ĐHKHTN HN) trong dự án "Dự tính BĐKH phân giải cao cho Việt Nam" dựa trên các sản phẩm dự tính khí hậu mới nhất của các mô hình toàn cầu từ dự án "so sánh đa mô hình khí hậu" CMIP5 (Climate Model Intercomparison Project 5). Trong khuôn khổ dự án này, CSIRO và ĐHKHTN HN cùng vận hành chạy các mô hình khí hậu toàn cầu (CCAM) và các mô hình khí hậu khu vực một cách độc lập. Các kết quả mô phỏng khí hậu hiện tại và dự tính khí hậu tương lai sẽ được cả ba bên (CSIRO, Viện KTTV và ĐHKHTN HN) cùng phân tích, so sánh, đánh giá và tổ hợp lại để nhận được sản phẩm cuối cùng. Dự án dự kiến sẽ kết thúc vào cuối 2013.

Gần đây hơn và dưới hình thức khác, vào tháng 8/2012 tại Trường ĐHKHTN HN, một số nhà khoa học trong khu vực Đông Nam Á – các nước đang phát triển, trong đó Việt Nam đóng vai trò chủ chốt, đã đưa ra "sáng kiến khí hậu khu vực Đông Nam Á" SEARCI (SouthEast Asia Regional Climate Initiative) nhằm thúc đẩy mạnh mẽ hơn nữa sự hợp tác sâu rộng trong khu vực. v.v...

Những mối quan hệ hợp tác như vậy ngày càng nhiều và ngày càng đi vào chiều sâu. Đội các nhà khoa học Việt Nam đã dần dần khẳng định được vai trò, vị thế của mình. Vấn đề nằm ở chỗ, để đảm bảo một hợp tác "ngang bằng" và để thúc đẩy mạnh hơn nền khoa học BĐKH của Việt Nam, cần thiết phải tăng cường việc công bố kết quả nghiên cứu trên các tạp chí quốc tế. Có thể nói, hiện nay số lượng công trình công

bổ trên các tạp chí quốc tế trong lĩnh vực BĐKH từ Việt Nam nói riêng và từ khu vực Đông Nam Á nói chung còn rất ít và do đó chúng ta cần khắc phục. Thiết nghĩ đây là một trong những hướng cần được ưu tiên hàng đầu trong hợp tác quốc tế. Đối với các chương trình, đề tài, dự án về BĐKH và hợp tác quốc tế trong lĩnh vực này tại Việt Nam có lẽ thước đo hiệu quả rõ ràng nhất chính là việc các kết quả nghiên cứu của các nhà khoa học Việt Nam có được trích dẫn hay không trong các phiên bản báo cáo đánh giá BĐKH của IPCC cũng như trong các công trình khác. Nói cách khác, ngoài các tiêu chí đánh giá nghiệm thu hiện đang áp dụng, chất lượng của các đề tài, dự án nên được đánh giá dựa trên số lượng công trình nghiên cứu của các nhà khoa học Việt Nam được đăng tải trên các tạp chí quốc tế có phân biệt độc lập. Để thúc đẩy quá trình này và để nâng cao vị thế của Việt Nam trên trường quốc tế trong lĩnh vực BĐKH nên chăng các chương trình khoa học công nghệ cấp Nhà nước liên quan đến lĩnh vực này cần có thêm tiêu chí về số lượng tối thiểu các bài báo khoa học đăng trên các tạp chí quốc tế có uy tín.

## 5. Kết luận

Từ những điều đã trình bày trên đây cho phép rút ra một số điểm sau:

1) Khí hậu Việt Nam đã và đang biến đổi theo xu thế chung phù hợp với sự biến đổi của khí hậu toàn cầu. Trong nửa thế kỷ qua nhiệt độ trung bình năm trên toàn lãnh thổ Việt Nam đã tăng khoảng 0.5°C và lượng mưa có xu hướng giảm ở phía Bắc và tăng ở phía Nam. Các yếu tố khí hậu cực trị (nhiệt độ cực đại, nhiệt độ cực tiểu, độ ẩm tương đối cực tiểu) cũng có xu hướng tăng lên rõ rệt trên phạm vi cả nước.

2) Đối với một số hiện tượng khí hậu cực đoan: Lượng mưa ngày cực đại và số ngày mưa lớn, hạn hán cũng có xu thế tăng lên nhưng biến

động mạnh theo không gian và có sự khác biệt đáng kể giữa các vùng khí hậu. Tần suất bão hoạt động có xu hướng tăng lên ở các vĩ độ phía nam.

3) Kết quả dự tính khí hậu nửa đầu thế kỷ 21 từ 3 mô hình khí hậu khu vực cho thấy nhiệt độ không khí trung bình của Việt Nam sẽ tăng lên đáng kể, có thể lên tới 0.3°C/thập kỷ. Lượng mưa cũng có xu thế tăng lên trên hầu hết các vùng khí hậu, đặc biệt là dải ven biển miền Trung. Sự biến động và không đồng nhất giữa kết quả dự tính của các mô hình đã chứng tỏ sự tồn tại tính bất định lớn trong các kết quả dự tính khí hậu tương lai, và chúng cần phải được loại bỏ hoặc giảm bớt.

4) Việc nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH và chiến lược ứng phó cần phải được thực hiện theo một trình tự nhất định, đó là từ đánh giá BĐKH đến đánh giá tác động của BĐKH rồi mới xây dựng chiến lược, kế hoạch ứng phó. Tác động của BĐKH cần được xem xét dưới hai góc độ: Tác động của biến đổi từ từ và tác động của các hiện tượng khí hậu cực đoan.

5) Hợp tác quốc tế trong nghiên cứu BĐKH sẽ là cơ hội tốt cho việc nâng cao trình độ, đào tạo nguồn nhân lực và thúc đẩy việc đăng tải các công trình nghiên cứu trên các tạp chí quốc tế, góp phần nâng cao vị thế của Việt Nam trong lĩnh vực này. Điều đó cũng có thể được xem là một thách thức đòi hỏi sự nỗ lực phấn đấu của các nhà khoa học Việt Nam.

## Lời cảm ơn

Các tác giả xin chân thành cảm ơn Bộ Khoa học và Công nghệ đã hỗ trợ nghiên cứu này thông qua các đề tài DT.NCCB-DHUD.2011-G/9 và DT.NCCB-DHUD.2011-G/10.

**Tài liệu tham khảo**

- [1] Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2009: Kịch bản Biến đổi Khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam, Hà Nội.
- [2] Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012: Kịch bản Biến đổi Khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam, Hà Nội.
- [3] Hồ Thị Minh Hà, Phan Văn Tân, 2009: Xu thế và mức độ biến đổi của nhiệt độ cực trị ở Việt Nam trong giai đoạn 1961-2007, Tạp chí Khoa học, Đại học Quốc gia Hà Nội, tập 25, số 3S, tr. 412-422.
- [4] Ho, T.M.H., V.T. Phan, N.Q. Le, Q.T. Nguyen, 2011: Detection of extreme climatic events from observed data and projection with RegCM3 over Vietnam, *Clim. Res.*, 49, 87-100, DOI: 10.3354/cr01021.
- [5] IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Scientific Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- [6] Kendall, M.G., 1975: Rank Correlation Methods, Charles Griffin, London, 272 pp, 1975.
- [7] Lambert, S. J. and G. J. Boer, 2001: CMIP1 evaluation and intercomparison of coupled climate models, *Climate Dynamics*, 17, 83-106.
- [8] McAvaney, B.J., C.Covey, S. Joussaume, V. Kattsov, A. Kitoh, W. Ogana, A.J. Pittman, A.J. Weaver, R.A Wood, and Z.-C. Zhao, 2001: Model evaluation. *Climate Change (2001). The Scientific Basis*. J. T. Houghton et al., Eds., Cambridge University Press, 471-524.
- [9] Ngô Đức Thành, Phan Văn Tân, 2012: Kiểm nghiệm phi tham số xu thế biến đổi của một số yếu tố khí tượng cho giai đoạn 1961-2007, Tạp chí Khoa học, Đại học Quốc gia Hà Nội (submitted).
- [10] Ngo-Duc, T., C. Kieu, T. Phan-Van, and M. Thatcher, 2012: Evaluating performance of three regional climate models and their ensemble combination in projecting future climate in Vietnam, *Climate Research*, under revision.
- [11] Nguyễn đức Ngữ (chủ biên), 2008: Biến đổi khí hậu, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [12] Nguyễn Đức Ngữ, 2009: Biến đổi khí hậu thách thức đối với sự phát triển (kỳ 1), *Kinh tế Môi trường*, số 01, 10.
- [13] Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiếu, 1991: Biến đổi khí hậu và tác động của chúng ở Việt Nam trong khoảng 100 năm qua – Thiên nhiên và con người. Nhà XB Sự thật, Hà Nội.
- [14] Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiếu, 1999: Các trạng huống biến đổi khí hậu ở Việt Nam trong các thập kỷ tới, Viện KTTV.
- [15] Nguyễn Trọng Hiếu, Đào Đức Tuấn, 1993: Về các trạng huống biến đổi khí hậu ở Đông Nam Á và Việt Nam. Viện KTTV.
- [16] Nguyễn Văn Thắng và CS, 2010: Nghiên cứu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến các điều kiện tự nhiên, tài nguyên thiên nhiên và đề xuất các giải pháp chiến lược phòng tránh, giảm nhẹ và thích nghi, phục vụ phát triển bền vững kinh tế xã hội ở Việt Nam. Báo cáo Tổng kết đề tài KC.08.13/06-10. Viện Khoa học KTTV và Môi trường, Hà Nội. 330 trang.
- [17] Nguyễn Văn Tuyên, 2007: Xu hướng hoạt động của xoáy thuận nhiệt đới trên Tây Bắc Thái Bình Dương và biển Đông theo các cách phân loại khác nhau, *Tạp chí KTTV*, (số 559) tháng 7 năm 2007, tr.4-10.
- [18] Phan Văn Tân và CS, 2010: Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam, khả năng dự báo và giải pháp chiến lược ứng phó, Báo cáo tổng kết đề tài KC08 29/06-10.
- [19] Sen, P.K., 1968: Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau. *Journal of the American Statistical Association*, 63(324), 1379-1389.
- [20] Trần Việt Liên, 2000: Tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến vùng ven biển Việt nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
- [21] Trần Việt Liên, Hoàng Đức Cường, Trương Anh Sơn, 2007: Xây dựng các kịch bản khí hậu cho các vùng khí hậu ở Việt Nam giai đoạn 2010-2100 *Tạp chí KTTV*, tháng 1, Hà Nội.
- [22] Vũ Thanh Hằng, Chu Thị Thu Hương, Phan Văn Tân, 2009: Xu thế biến đổi của lượng mưa ngày cực đại ở Việt Nam giai đoạn 1961-2007, *Tạp chí Khoa học, Đại học Quốc gia Hà Nội*, tập 25, số 3S, tr 423-430.

## Climate Change in Vietnam: Some Research Findings, Challenges and Opportunities in International Integration

Phan Văn Tân, Ngô Đức Thành

*Faculty of Hydrology, Meteorology & Oceanography,  
VNU Hanoi University of Science*

**Abstract:** This article presents a number of manifestation of climate change in Vietnam through decades, the trend of change in future as well as a number of evidences and possibility of its hidden affects. The observed data are collected and processed from the meteorological station network, which is operated by the National Hydro-Meteorological Service of Vietnam. Future climate trends in Vietnam are obtained through the regional climate model (RCM) in order to elaborate the global climate model (GCM) scenarios. In addition to the classic climate elements such as rainfall, temperature, wind speed, it also presents a number of the results of the changes of some extreme climate events such as heavy rain, heat waves and damaging cold spells, drought, tropical cyclone, etc. International cooperation and integration in the climate change study and the climate change scenario for Vietnam serving the strategy and plan to effectively respond to climate change, making an active contribution to the sustainable economic, social and environmental development are also dealt with.

*Keywords:* Climate change, climate projection, Vietnam.