

## PHÂN BỐ VÀ VẬN TẢI ẨM TRONG CÁC LỚP KHÍ QUYỂN TRÊN KHU VỰC BẮC BỘ VIỆT NAM

ThS. Vũ Văn Thăng, GS.TS. Nguyễn Trọng Hiệu, ThS. Phạm Thị Thanh Hương,  
ThS. Nguyễn Văn Hiệp - Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường  
ThS. Nguyễn Quốc Trinh - Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương

**B**ài báo này, trình bày những kết quả tính toán phân bố ẩm và cơ chế vận tải ẩm trong các lớp khí quyển trên khu vực Bắc Bộ Việt Nam. Từ nguồn số liệu phân tích lại của NCEP/NCAR, phân bố và vận tải ẩm đã được tính toán cho khu Bắc Bộ. Phân bố không gian của vận tải ẩm tổng hợp cho thấy lượng nước gây mưa trong mùa hè ở khu vực Bắc Bộ phần lớn do hoàn lưu gió mùa Tây Nam từ vùng Vịnh Bengal và vùng Bắc Ấn Độ Dương mang đến, một thành phần khác yếu hơn có hướng từ vùng Biển Đông (gió Đông Nam). Độ ẩm riêng trên các lớp khí quyển phân hóa phức tạp theo không gian và biến đổi rõ rệt theo thời gian trong suốt mùa hè.

### 1. Mở đầu

Cùng với nhiệt độ, mưa là yếu tố khí tượng quan trọng bậc nhất, liên quan mật thiết với kinh tế xã hội và môi trường. Nghiên cứu ẩm và vận tải ẩm là một trong những hướng nghiên cứu tiếp cận đương đại trong quá trình nghiên cứu các điều kiện hoàn lưu cơ bản liên quan mật thiết với mưa.

Nghiên cứu phân bố và vận tải ẩm trong khí quyển trên quy mô toàn cầu cũng như khu vực đã được thực hiện ở nhiều nơi trên thế giới và tiến hành từ nhiều năm nay. Trước năm 1985 các nghiên cứu về vận tải ẩm thường dựa trên các số liệu quan trắc thám không [4, 5, 6, 7]. Từ sau năm 1985, số lượng các công trình nghiên cứu về vận tải ẩm tăng lên đáng kể [1, 2, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19] nhờ việc sử dụng số liệu phân tích lại theo lưới, được tạo ra từ kỹ thuật đồng hóa số liệu bốn chiều (4DDA), như bộ số liệu phân tích lại của Trung tâm Quốc gia về Dự báo Môi trường-Trung tâm Quốc gia nghiên cứu Khí quyển của Hoa Kỳ (NCEP-NCAR), Trung tâm Dự báo Hạn vừa Châu Âu (ECMWF), (NASA), và (DAO),... Nhiều nghiên cứu trong số này tập trung vào nghiên cứu cơ chế vận tải ẩm liên quan với chu trình thủy văn trên một số vùng đặc biệt và hoạt động của gió mùa liên quan đến mưa như là Lưu

vực Amazon, Lưu vực sông Congo ở Châu Phi và các vùng trên nước Mỹ [8, 9, 10], vận tải ẩm trong khí quyển và quan hệ của chúng với lượng mưa mùa hè ở Trung Quốc, tính toán vận tải ẩm đi vào và đi ra trên lưu vực sông Saskatchewan ở Canada và sự biến động mùa mưa liên quan đến vận tải ẩm trên khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương [11, 15, 19]. Đã có những công trình đồng hóa số liệu hiện đại và phân tích lại tất cả các bộ số liệu quan trắc có được, với mục đích tạo ra chuỗi số liệu các trường khí tượng theo thời gian [14]. Bộ số liệu này đặc biệt có ý nghĩa trong các nghiên cứu ở những khu vực không có số liệu thám không, khi đó việc đồng hóa dữ liệu cho ra các kết quả hợp lý hơn nhiều so với việc tạo ra dữ liệu bằng cách nội suy các số liệu thám không vốn đã rất thưa thớt. Việc so sánh các số liệu phân tích lại với các nguồn số liệu quan trắc khác đã khẳng định độ tin cậy của số liệu phân tích lại [3].

Bài báo này giới thiệu một số kết quả bước đầu trong việc sử dụng số liệu tái phân tích để nghiên cứu cơ chế vận tải ẩm trong các lớp khí quyển trong mùa hè trên khu vực Bắc Bộ. Phân phương pháp và số liệu sẽ được mô tả ở mục 2. Một số kết quả được trình bày ở mục 3 và mục 4 là phần kết luận.

**2. Phương pháp tính vận tải ẩm và số liệu**

**a. Cân bằng ẩm trong khí quyển**

Trên một cột không khí có diện tích là đơn vị, phương trình thu chi ẩm có dạng [20].

$$\frac{\partial w}{\partial t} + \nabla \cdot \vec{Q} = B - R \quad (1)$$

Trong đó;  $\frac{\partial w}{\partial t}$  là biến đổi theo thời gian của lượng hơi nước trong cột không khí, nếu xét trong khoảng thời gian dài như tháng hoặc mùa thì  $\frac{\partial w}{\partial t}$  có thể bỏ qua;

B là lượng bốc hơi; R là lượng mưa;  $\nabla \cdot \vec{Q}$  là độ tản của các lớp trên cột không khí và có thể tính bằng công thức:

$$\nabla \cdot \vec{Q} = \frac{\partial Q_u}{\partial x} + \frac{\partial Q_v}{\partial y} \quad (2)$$

**b. Phương pháp tính vận tải ẩm trong khí quyển**

Theo [13, 16], vectơ tổng vận tải ẩm (Q, kg/ms) của cột không khí được tính bằng công thức:

$$\vec{Q} = \frac{1}{g} \int_{p_0}^p qV dp \quad (3)$$

Trong đó:

V - vectơ gió (m/s); q - độ ẩm riêng (g/kg); g - gia tốc trọng trường (m/s<sup>2</sup>); P và P<sub>0</sub> tương ứng là giới hạn khí áp bên trên và bên dưới của cột không khí được xem xét.

Để tính vận tải ẩm, phương pháp thông dụng được áp dụng là tính gần đúng tích phân theo quy tắc hình thang đối với từng lớp khí quyển, phân cách bởi các mặt đẳng áp chuẩn (1000, 925, 850, 700, 600, 500, 400, 300 hPa).

Theo quan niệm truyền thống, lượng ẩm trong khí quyển tập trung đáng kể ở các mực thấp của tầng đối lưu (từ các mực 850 - 700 hPa trở xuống). Tuy nhiên, ở khu vực nhiệt đới gió mùa, mây đối lưu phát triển mạnh có thể đưa ẩm lên cao, vượt xa mức 700 hPa. Với điều kiện số liệu cho phép, các tính

toán vận tải ẩm thường được thực hiện cho cột không khí cao tới mực 300 hPa [13, 15], đôi khi lên tới mực 100 hPa.

Trong bài báo này, phân bố ẩm và véc tơ tổng vận tải ẩm được tính theo phương pháp nêu trên cho 3 lớp khí quyển, lớp 1: 1000-700 hPa đại diện cho lớp thấp của tầng đối lưu, lớp 2: 700-500 hPa đại diện cho mực giữa của tầng đối lưu và lớp 3: 500-300 hPa đại diện cho lớp trên cùng của tầng đối lưu, theo lưới 2,5° x 2,5° của khu vực Đông Á mở rộng giới hạn bởi 10° S - 50° N, 60° E - 160° E.

**c. Số liệu**

Số liệu độ ẩm riêng q (g/kg) trên 8 mực đẳng áp chuẩn (1000, 925, 850, 700, 600, 500, 400 và 300 hPa), số liệu gió trên các mực đẳng áp với thành phần vĩ hướng (u m/s), thành phần kinh hướng (v m/s) được lấy từ bộ số liệu phân tích lại (reanalysis) của NCEP-NCAR thuộc NOAA [18].

Các số liệu độ ẩm riêng (q), gió thành phần vĩ hướng (u), thành phần kinh hướng (v) trên 8 mực đẳng áp chuẩn được lấy với chuỗi thời gian 12 năm, từ 1996 đến 2007, với độ phân giải ngang là 2,5° x 2,5° kinh vĩ. Từ số liệu trung bình tháng của q, u, v trên các mực đẳng áp chuẩn, chúng tôi tính toán và lập các bản đồ trung bình nhiều năm về phân bố độ ẩm và vận tải ẩm (Q) cho các tháng từ tháng V đến tháng X để thấy được diễn biến của các trường trung bình theo các tháng trong mùa hè.

**3. Kết quả và thảo luận**

**a. Phân bố độ ẩm riêng các tháng mùa hè trong các lớp khí quyển khu vực Bắc Bộ**

Độ ẩm riêng trên các lớp khí quyển vừa có sự phân hóa phức tạp theo không gian vừa có những biến đổi rõ rệt theo thời gian, từ tháng này qua tháng khác trong suốt mùa hè. Hình 1, 2 và hình 3 thể hiện độ ẩm riêng trung bình 12 năm (1996-2007) các tháng mùa hè (tháng 5, 8 và 10) trong các lớp khí quyển lớp 1: 1000-700 hPa; lớp 2: 700-500 hPa và lớp 3: 500-300 hPa.

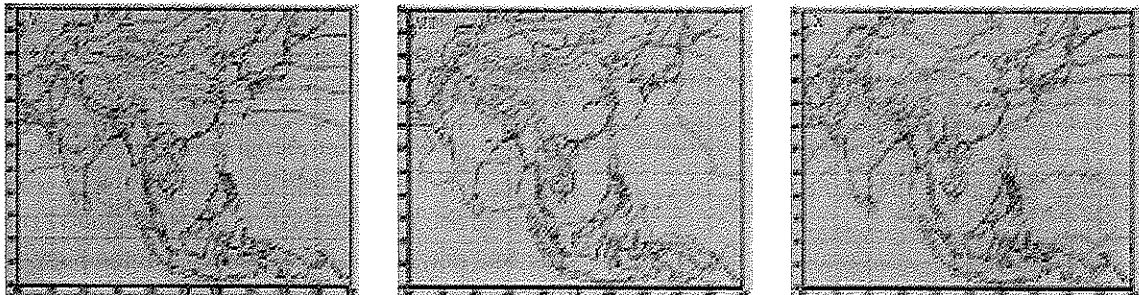
Độ ẩm riêng phổ biến trong các tháng mùa hè trong lớp 1 là 12 - 18 g/kg, lớp 2 là 4-6 g/kg và trong lớp 3 là 1-2 g/kg. Độ ẩm tăng dần từ tháng 5 sang

tháng 6, cao nhất vào tháng 7, tháng 8 vào khoảng 17-18 g/kg và lại thấp dần trong tháng 9 và tháng 10. Theo phương thẳng đứng, độ ẩm riêng giảm dần từ thấp lên cao và tập trung chủ yếu ở lớp 1.

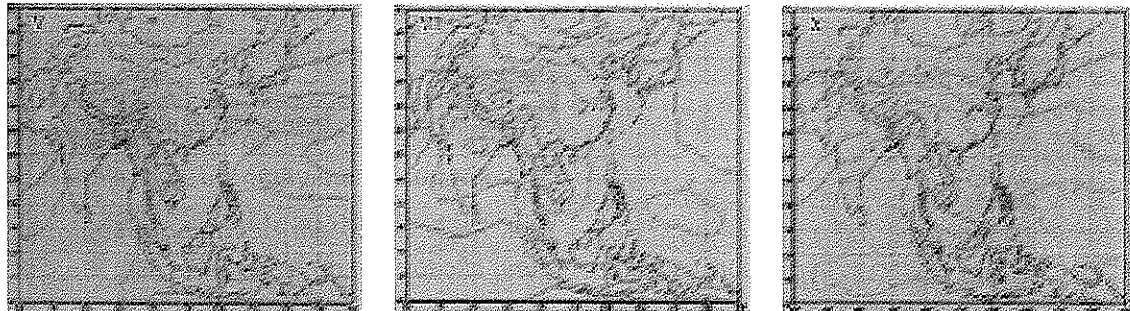
**b. Phân bố vận tải ẩm trong các lớp khí quyển trên khu vực Bắc Bộ trong các tháng mùa hè**

Hình 4, 5, 6 biểu diễn vận tải ẩm (Q, kg/ms) trung bình các tháng mùa hè (tháng 5, 8 và 10) trong các lớp (1, 2, 3) khí quyển. So sánh 3 hình 4, 5 và 6 thấy rõ cấu trúc thẳng đứng của vận tải ẩm. Q trong các tháng mùa hè lớp 1 trên hình 4 cho thấy gió mùa Đông Á có ảnh hưởng mạnh đến vùng nhiệt đới và vùng vĩ độ trung bình. Có ba nhánh vận tải chính trên khu vực Bắc Bộ: (1) vận tải bởi gió mùa Ấn Độ, hoàn lưu tây nam rất mạnh, mang ẩm từ vùng Biển

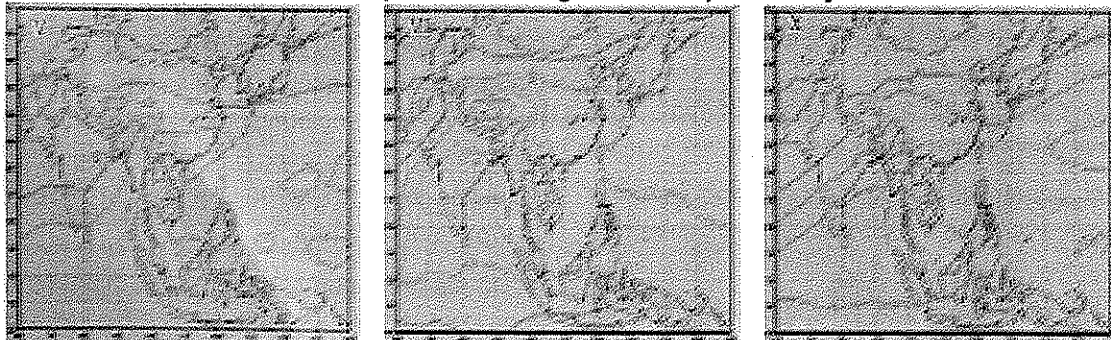
Ả Rập và Vịnh Bengal vào khu vực Bắc Bộ Việt Nam; (2) vận tải bởi gió mùa Đông Nam Á, từ rìa phía Tây của cao áp Tây Thái Bình Dương, mang không khí nóng ẩm từ vùng biển nhiệt đới Thái Bình Dương và Nam Biển Đông, đi vào Bắc Bộ Việt Nam; (3) vận tải bởi đới gió Đông từ phía Biển Đông là nhánh yếu nhất trong ba nhánh. Nhánh (1) đề cập ở trên đóng vai trò chủ đạo ở tầng đối lưu thấp trong các tháng đầu và giữa mùa hè (5-8) trên khu vực Bắc Bộ. Trong khi đó, vào các tháng cuối mùa hè (9, 10) nhánh (2) là thịnh hành trong lớp này. Ở tầng đối lưu giữa (Hình 5) nhánh (1) vẫn chiếm ưu thế trong các tháng đầu và giữa mùa hè. Và các tháng cuối mùa hè, nhánh (2) đóng vai trò chủ đạo vận tải ẩm từ phía Biển Đông vào khu vực Bắc Bộ. Vận tải ẩm ở lớp 3 trên khu vực Bắc Bộ là rất nhỏ. Trên (Hình 6) cho thấy nhánh (3) đóng vai trò chủ đạo.



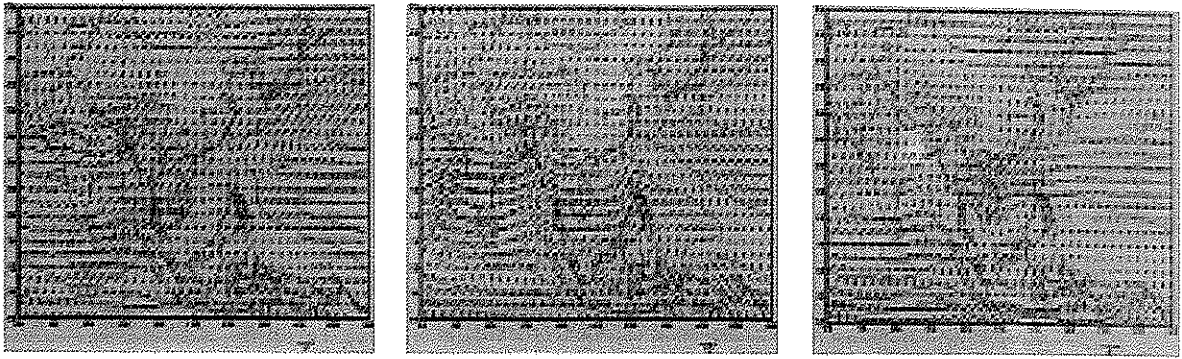
**Hình 1. Phân bố độ ẩm các tháng mùa hè lớp 1 thời kỳ 1996-2007**



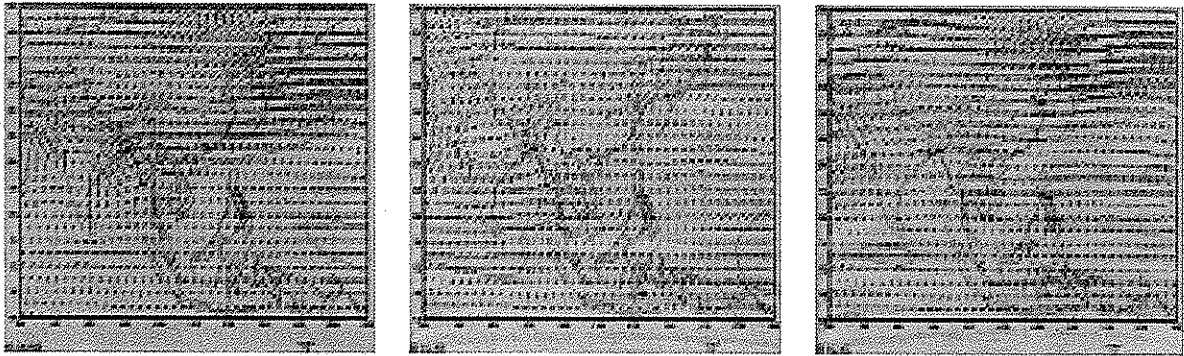
**Hình 2. Phân bố độ ẩm các tháng mùa hè lớp 2 thời kỳ 1996-2007**



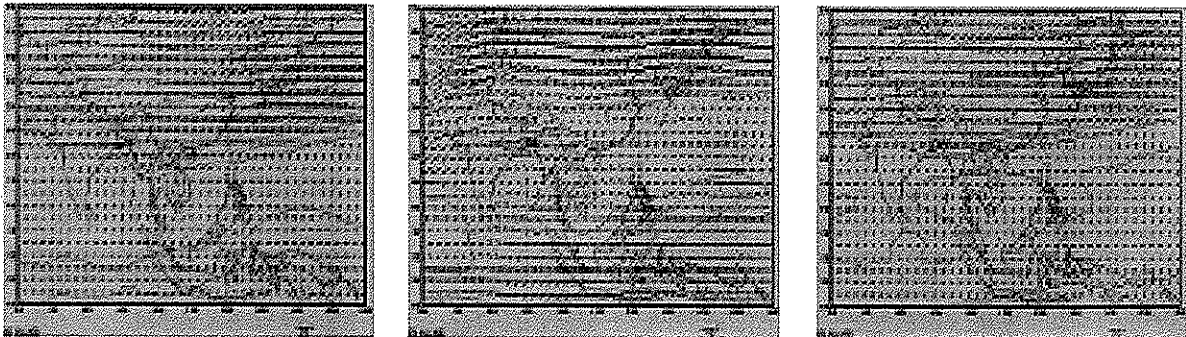
**Hình 3. Phân bố độ ẩm các tháng mùa hè lớp 3 thời kỳ 1996-2007**



Hình 4. Vận tải ẩm trung bình (kg/ms) các tháng mùa hè lớp 1 thời kỳ 1996-2007



Hình 5. Vận tải ẩm trung bình (kg/ms) các tháng mùa hè lớp 2 thời kỳ 1996-2007



Hình 6. Vận tải ẩm trung bình (kg/ms) các tháng mùa hè lớp 3 thời kỳ 1996-2007

#### 4. Kết luận

1) Độ ẩm riêng trên khu vực Bắc Bộ Việt Nam tăng dần từ tháng 5 sang tháng 6, cao nhất vào tháng 7, tháng 8 và lại thấp dần trong tháng 9, tháng 10.

2) Độ ẩm riêng cao nhất ở lớp 1 và giảm dần từ thấp lên cao.

3) Dòng vận tải ẩm ở lớp 1 mạnh hơn so với dòng vận tải ẩm ở lớp 2 và lớp 3, xét về kinh hướng cũng như về vĩ hướng.

4) Dòng vận tải ẩm bắt đầu mạnh lên từ tháng 5, tháng 6, phát triển rộng rãi và mạnh nhất vào tháng 7, tháng 8, suy yếu đi vào tháng 9 và tháng 10.

**Tài liệu tham khảo**

1. Phạm Thị Thanh Hương, nnk, 2009. Nghiên cứu về quan hệ giữa gió mùa Đông Á và lượng mưa trong mùa lũ khu vực Vân Nam Trung Quốc và Miền Bắc Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài.
2. Nguyễn Thị Hiền Thuận. Tính toán vận tải ẩm trong khí quyển. Báo cáo Hội thảo khoa học lần thứ 11 Viện KHKT TV&MT (Phân viện phía Nam). Tuyển tập Báo cáo, 10/2004.
3. Nguyễn Thị Hiền Thuận (2006), Sử dụng số liệu quan trắc và số liệu nút lưới trong nghiên cứu hoạt động của gió mùa mùa hè ở Nam Bộ. Tạp chí KTTV, số 544, 4/2006, 18-26.
4. Starr, V. P., and J. P. Peixoto, 1958. On the global balance of water vapor and the hydrology of deserts.
5. Rasmusson, E.M., 1967. Atmospheric water vapor transport and the water balance of North America
6. Rosen, et al, 1979. Variability in the annual fields of large-scale atmospheric water transport. *Mon Wea Rev* 107.
7. Howland, M, R., and D. N. Sikdar, 1983: The moisture budget over the Mortheastern Arabian Sea during Premonsoon and Monsoon Onset, 1979.
8. Matsuyama, H., 1992: The water budget in the Amazon River Basin during the FGGE period. *J. Meteor. Soc. Japan*, 70, 1071–1084.
9. T. Oki, M. Shinoda, and K. Masuda, 1994: The seasonal change of the water budget in the Congo River Basin. *J. Meteor. Soc. Japan*, 72, 281–299.
10. Schmitz, J. T., and S. L. Mullen, 1996: Water vapor transport associated with the summertime North American monsoon as depicted by ECMWF analyses. *J. Climate*, 9, 1621–1634.
11. Liu and R. E. Stewart, 2003: Water Vapor Fluxes over the Saskatchewan River Basin. *J. Meteor. Soc. American*
12. Mã Khai Ngoc, nnk (1996) Chẩn đoán khí hậu, tr 95-99. Nhà xuất bản Khí tượng, Trung Quốc.
13. Fasullo, J. and P. J. Webster (2002), Hydrological signatures relating the Asian summer monsoon and ENSO, *J. Climate*, 15, 3082-3095.
14. Kalnay, E., and Coauthors (1996), The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project, *Bull. Amer. Meteor. Sci.*, 77, 437-471.
15. Simonds, I, D. Bi, and P. Hope (1999), Atmospheric water vapour flux and its association with rainfall over China in summer. *J. Clim.*, 12, 1353-1367.
16. Sminov V., and G. Moor (2000), Short-term and seasonal variability of the atmospheric water vapour transport through the Mackenzie River Basin, *J. of Hydromet.* 2, 441-452.
17. Todd M., R. Washington, and P. Palmer (2004), Water vapour transport associated with tropical-temperate trough systems over Southern Africa and the Southwest Indian ocean, *Int. J. Climatol.* 24: 555–568.
18. Trenberth, K. E., and C. J. Guillemot (1998), Evaluation of the atmpspheric moisture and hydrological cycle in the NCEP/NCAR reanalyses. *Climate. Dyn.* 14, 213-231.
19. Miki HATTORI, Kazuhisa TSUBOKI and Takao TAKEDA, Interannual Variation of Seasonal Changes of Precipitation and Moisture Transport in the Western North Pacific, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, Vol. 83, No. 1, pp. 107-127, 2005.
20. Jose P. Peixoto & Abraham H. Oort, 1992. *Physics of Climate*