

**Phan Đình Tuấn (Chủ biên),
Trần Hồng Thái, Bạch Quang Dũng, Đinh Thị Nga**

GIÁO TRÌNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU



**Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ
Hà Nội - 2017**

Phan Đình Tuấn (Chủ biên),
Trần Hồng Thái, Bạch Quang Dũng, Đinh Thị Nga

GIÁO TRÌNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

**Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ
Hà Nội - 2017**

LỜI GIỚI THIỆU

Hiện nay, biến đổi khí hậu (BĐKH) là một vấn đề cấp thiết được **nhân loại** quan tâm, trong bối cảnh hành tinh chúng ta ngày càng bị ảnh hưởng rõ rệt **bởi** sự nóng lên của trái đất và các hiện tượng thời tiết cực đoan, **gây ra** những hậu quả nghiêm trọng trên phạm vi toàn cầu nói chung và Việt Nam nói riêng. Người dân cũng như các nhà nghiên cứu, các em sinh viên cần được cung cấp kiến thức có cập nhật về hiện tượng, nguyên nhân, các kịch bản **về** biến đổi khí hậu ảnh hưởng lên toàn cầu **nói chung và** mỗi quốc gia, mỗi địa phương nói riêng.

Để đáp ứng yêu cầu đó, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM tổ chức biên soạn Giáo trình Biến đổi khí hậu nhằm cung cấp các kiến thức cơ bản cho người đọc về các khái niệm cơ bản, các tác động của BĐKH, các giải pháp thích ứng và giảm nhẹ tác động của BĐKH, các vấn đề về biến đổi khí hậu tại Việt Nam.

Giáo trình này được xây dựng trên cơ sở chương trình khung đã được phê duyệt của các trường đại học thuộc Bộ Tài nguyên và Môi trường, có tham khảo các tài liệu mới nhất của quốc tế và trong nước, có thể sử dụng trong nghiên cứu và giảng dạy trong các trường đại học, cao đẳng có đào tạo ngành biến đổi khí hậu, phát triển bền vững, khoa học trái đất, khoa học môi trường, v.v.

Do biên soạn lần đầu nên cuốn sách không tránh khỏi thiếu sót. Các tác giả rất mong nhận được ý kiến đóng góp của bạn đọc để cuốn sách được hoàn thiện hơn. Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về:

Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ,
Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam,
18 Hoàng Quốc Việt, Hà Nội.

Xin trân trọng giới thiệu cùng bạn đọc!

MỤC LỤC

LỜI GIỚI THIỆU	1
DANH MỤC HÌNH ẢNH.....	6
DANH MỤC BẢNG BIỂU	8
DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT	9
MỞ ĐẦU	11
CHƯƠNG 1. ĐẠI CƯƠNG VỀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU	13
1.1. Khái quát hệ thống khí hậu Trái Đất.....	13
1.1.1. Một số khái niệm cơ bản.....	13
1.1.2. Định nghĩa hệ thống khí hậu.....	15
1.1.3. Các thành phần của hệ thống khí hậu	16
1.1.4. Sự tương tác giữa các thành phần của hệ thống khí hậu	20
1.1.5. Mặt trời và cân bằng năng lượng toàn cầu và tác động bức xạ	21
1.1.6. Hiệu ứng nhà kính và khí nhà kính.....	22
1.2. Biểu hiện của sự thay đổi hệ thống khí hậu – Biến đổi khí hậu	23
1.2.1. Biến đổi của nhiệt độ trung bình.....	23
1.2.2. Biến đổi của lượng mưa.....	25
1.2.3. Nước biển dâng	25
1.3. Định nghĩa biến đổi khí hậu	26
1.3.1. Khái niệm biến đổi khí hậu.....	26
1.3.2. Biểu hiện của biến đổi khí hậu.....	27
1.3.3. Lịch sử nghiên cứu về biến đổi khí hậu.....	29
1.4. Nguyên nhân gây biến đổi khí hậu trong quá khứ và hiện tại	33
1.4.1. Nguyên nhân gây biến đổi khí hậu trong quá khứ.....	33
1.4.2. Nguyên nhân gây biến đổi khí hậu trong hiện tại.....	39
1.5. Kịch bản về BĐKH toàn cầu.....	46
1.5.1. Khái niệm chung	46
1.5.2. Cơ sở xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu	46
1.5.3. Biến đổi khí hậu toàn cầu trong tương lai	49
CHƯƠNG 2. CÁC TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU	55
2.1. Khái quát chung	55
2.2. Các tác động của biến đổi khí hậu.....	57
2.2.1. Tác động đến nông – lâm – ngư nghiệp.....	57

2.2.2. Tác động đến thủy sản	58
2.2.3. Tác động đến năng lượng.....	60
2.2.4. Tác động đến công nghiệp và cơ sở hạ tầng.....	61
2.2.5. Tác động đến du lịch.....	63
2.2.6. Tác động đến xã hội và sức khỏe cộng đồng.....	64
CHƯƠNG 3. CÁC GIẢI PHÁP THÍCH ỨNG VÀ GIẢM NHẸ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU	70
3.1. Khái quát chung	70
3.1.1. Vấn đề cơ bản của việc ra quyết định về biến đổi khí hậu	70
3.1.2. Giảm thiểu rủi ro do biến đổi khí hậu bằng cách thích ứng và giảm nhẹ.....	73
3.2. Các giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu.....	75
3.2.1. Khái quát các giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu	75
3.2.2. Thích ứng với biến đổi khí hậu theo từng lĩnh vực	79
3.3. Các giải pháp giảm nhẹ biến đổi khí hậu.....	89
3.3.1. Khái quát về các giải pháp giảm nhẹ biến đổi khí hậu	89
3.3.2. Giảm nhẹ biến đổi khí hậu theo từng lĩnh vực.....	90
3.4. Các chính sách tiếp cận cho thích ứng và giảm nhẹ biến đổi khí hậu... 93	
3.4.1. Hợp tác quốc tế và khu vực về thích ứng và giảm nhẹ biến đổi khí hậu.....	93
3.4.2. Các chính sách quốc gia và vùng lãnh thổ.....	96
3.4.5. Sự đầu tư và tài chính.....	102
CHƯƠNG 4. BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU Ở VIỆT NAM.....	107
4.1. Đặc điểm khí hậu Việt Nam	107
4.2. Biểu hiện của biến đổi khí hậu tại Việt Nam.....	108
4.3. Các kịch bản BĐKH ở Việt Nam	110
4.3.1. Kịch bản BĐKH đối với nhiệt độ trung bình năm.....	111
4.3.2. Kịch bản về lượng mưa năm	112
4.3.3. Gió mùa và một số hiện tượng khí hậu cực đoan	113
4.3.4. Kịch bản nước biển dâng do BĐKH.....	113
4.4. Tác động của BĐKH ở Việt Nam	116
4.5. Thể chế, chính sách về biến đổi khí hậu ở Việt nam.....	122

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1.1. Hoạt động của hiện tượng El Nino (pha nóng của dao động khí hậu) và La Nina (pha lạnh của dao động khí hậu)	14
Hình 1.2. Sơ đồ mô tả các thành phần của hệ thống khí hậu và những mối tương tác giữa chúng	16
Hình 1.3. Các tầng chính của khí quyển xác định theo sự phân bố nhiệt độ thẳng đứng tại 150N trong điều kiện trung bình năm.....	17
Hình 1.4. Sơ đồ mô tả sự truyền bức xạ và các dòng năng lượng trong hệ thống khí hậu	21
Hình 1.5. Sơ đồ mô tả hiệu ứng nhà kính	22
Hình 1.6. Băng tan chảy ở Bắc Cực.....	24
Hình 1.7. Hiện tượng nhiệt độ toàn cầu trong kỷ lục vào tháng 7 năm 2015.....	28
Hình 1.8. Biểu đồ sự suy giảm độ dày của sông băng trên thế giới.....	30
Hình 1.9. Hình ảnh qua kính hiển vi điện tử của hạt phấn hoa từ nhiều loại thực vật phổ biến	32
Hình 1.10. Hoa Dryas.....	34
Hình 1.11. Phát thải khí nhà kính theo lĩnh vực	41
Hình 1.12. Hàm lượng khí CO ₂ trong thành phần khí quyển Trái đất	43
Hình 1.13. Sơ đồ biểu thị 4 kịch bản gốc về phát thải khí nhà kính.....	47
Hình 1.14. Lượng phát thải CO ₂ tương đương trong thế kỷ 21 của các kịch bản	49
Hình 1.15. Biến đổi từ trung bình các mô hình với (a) nhiệt độ bề mặt, (b) lượng mưa, c) diện tích băng phủ tháng 9 và (d) thay đổi pH nước biển cho giai đoạn 2081-2100 tương ứng với 1986-2005	51
Hình 1.16. Sự gia tăng mực nước biển trung bình toàn cầu trung bình giai đoạn 2081-2100 theo 4 kịch bản.....	52
Hình 1.17. Lượng CO ₂ nhân tạo tích lũy từ năm 1870 (GtCO ₂).....	53
Hình 2.1. Tác động của biến đổi khí hậu	55
Hình 2.2. Tỷ lệ mắc bệnh đường hô hấp liên quan đến ô nhiễm không khí giai đoạn 2010 -2014 của Sở y tế Quảng Trị (%).....	66

Hình 2.3. Chu trình của dịch sốt rét.....	68
Hình 3.1. Mô hình sống chung với BDKH của người dân vùng ĐBSCL	74
Hình 3.2. Khung lý thuyết xây dựng sinh kế bền vững thích ứng với BDKH ...	82
Hình 4.1. Bản đồ khí hậu Việt Nam.....	107
Hình 4.2. Chênh lệch nhiệt độ trung bình năm ($^{\circ}\text{C}$) so với trung bình nhiều năm	109
Hình 4.3. Xu thế biến đổi mực nước biển.....	110
Hình 4.4. Biến đổi của nhiệt độ trung bình năm ($^{\circ}\text{C}$) theo kịch bản RCP4.5 ...	111
Hình 4.5. Biến đổi của nhiệt độ trung bình năm ($^{\circ}\text{C}$) theo kịch bản RCP8.5 ...	112
Hình 4.6. Biến đổi của lượng mưa năm (%) theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 vào cuối thế kỷ 21	113
Hình 4.7. Kịch bản nước biển dâng cho các tỉnh ven biển và hải đảo Việt Nam	115
Hình 4.8. 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).....	116

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1. Tỷ lệ mắc các bệnh liên quan đến ô nhiễm nguồn nước trên địa bàn tỉnh Quảng Trị, giai đoạn 2010 -2014.....	66
--	----

TaiLieu.vn

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

AADMER	Hiệp định ASEAN về Quản lý thiên tai và Ứng phó khẩn cấp
ACDM	Ủy ban ASEAN về Quản lý thiên tai
AHA	Trung tâm ASEAN về Điều phối cứu trợ nhân đạo trong Quản lý thiên tai
AFD	Cơ quan phát triển Pháp
AR4	Báo cáo lần thứ tư của IPCC
BAU	Kịch bản phát triển thông thường
BCĐPCLBTU	Ban chỉ đạo Phòng chống lụt bão Trung ương
BĐKH	Biến đổi khí hậu
COP21	Công ước khung của Liên hợp quốc về BĐKH
CDM	Cơ chế phát triển sạch
ĐBSCL	Đồng bằng Sông Cửu Long
ĐDSH	Đa dạng sinh học
ECODE	Trung tâm Phát triển cộng đồng sinh thái
ET	Phát thải thương mại
FAR	Báo cáo lần thứ nhất của IPCC
GNRRTT	Giảm nhẹ rủi ro thiên tai
GTVT	Giao thông vận tải
HST	Hệ sinh thái
HFA	Khung hành động Hyogo
HFAM	Khung giám sát hành động Hyogo
IDNDR	Thập kỷ quốc tế về giảm nhẹ rủi ro thiên tai
IPCC	Ủy ban Liên chính phủ về BĐKH
IUCN	Liên minh Quốc tế Bảo tồn thiên nhiên và Tài nguyên thiên

	nhiên
JI	Đồng thực hiện
KNK	Khí nhà kính
LHQ	Liên hợp quốc
NAMA	Hỗ trợ hành động giảm nhẹ phù hợp của quốc gia
NAPA	Chương trình hành động quốc gia thích ứng với BĐKH
NN&PTNT	Nông nghiệp và phát triển nông thôn
NN&PTNT	Nông nghiệp và Phát triển nông thôn
QLRRTT	Quản lý rủi ro thiên tai
RAR	Báo cáo đánh giá khu vực
RCP4.5	Kịch bản trung bình
RCP8.5	Kịch bản cao
SAR	Báo cáo lần thứ hai của IPCC
SKHST	Sức khỏe hệ sinh thái
SP-RCC	Chương trình hỗ trợ ứng phó với BĐKH
TAR	Báo cáo lần thứ ba của IPCC
TN&MT	Tài nguyên và Môi trường
UNDP	Chương trình Phát triển Liên hiệp Quốc
UNFCCC	Công ước khung của Liên Hiệp Quốc về BĐKH
UNISDR	Chiến lược của LHQ về giảm nhẹ thiên tai
WB	Ngân hàng Thế giới
WGMS	Tổ chức Giám sát Sông băng Thế giới
WHO	Tổ chức khí tượng thế giới

MỞ ĐẦU

Biến đổi khí hậu đã và đang diễn ra mạnh mẽ ở quy mô toàn cầu, khu vực và ở Việt Nam. Đối với giai đoạn trước đây, hầu hết các dấu hiệu biến đổi khí hậu đều được ghi nhận gián tiếp từ những thay đổi oxy, các nhân tố phản ánh khí hậu như thảm thực vật, lõi băng, khí hậu thực vật, thay đổi mực nước biển và địa chất sông băng. Nguyên nhân bước đầu cho là do sự thay đổi của bức xạ mặt trời, do chuyển động của các mảng thạch quyển, hay do hiện tượng động đất và núi lửa phun trào. Tuy nhiên, những nghiên cứu và báo cáo gần đây của IPCC (1990, 1995, 2001, 2007, 2013) đã đưa ra bằng chứng của sự thay đổi khí hậu và nóng lên của Trái Đất trong thời kỳ hiện nay là do hoạt động của con người (95%). Do đó, nghiên cứu về ứng phó với biến đổi khí hậu cần phải tập trung vào yếu tố con người và hoạt động phát triển kinh tế xã hội trong thời kỳ hiện đại.

Giáo trình “Biến đổi khí hậu” cung cấp các kiến thức cơ bản và thực tiễn về biến đổi khí hậu trên thế giới và ở Việt Nam. Giáo trình gồm 4 chương, mỗi chương là một nội dung cơ bản của các vấn đề liên quan đến biến đổi khí hậu, cụ thể (1) Đại cương về BĐKH; (2) Các tác động của BĐKH; (3) Các giải pháp thích ứng và giảm nhẹ với BĐKH và (4) Biến đổi khí hậu tại Việt Nam.

Chương 1 trình bày các khái niệm cơ bản liên quan đến hệ thống khí hậu: khí hậu, bức xạ mặt trời, hiệu ứng khí nhà kính, nóng lên toàn cầu,... và các biểu hiện của sự thay đổi hệ thống khí hậu. Ngoài ra, ở chương 1 còn trình bày định nghĩa về biến đổi khí hậu, nguyên nhân (quá khứ và hiện tại) và biểu hiện của biến đổi khí hậu. Đồng thời một phần không thể thiếu khi nhắc đến biến đổi khí hậu đó là kịch bản biến đổi khí hậu toàn cầu trong tương lai. Qua đó giúp sinh viên có cái nhìn ban đầu về biến đổi khí hậu, cũng như biết được các nguyên nhân gây ra biến đổi khí hậu để từ đó có thể đưa ra được các giải pháp ứng phó với biến đổi khí hậu.

Chương 2 tập trung trình bày rõ hơn các tác động của BĐKH tới từng ngành, lĩnh vực như: nông - lâm - ngư nghiệp, thủy sản, năng lượng, công nghiệp và cơ sở hạ tầng, du lịch, xã hội và sức khỏe con người. Qua đây giúp sinh viên có cái nhìn sâu sắc hơn về tầm ảnh hưởng nghiêm trọng của biến đổi khí hậu và có thể giúp các em đưa ra cái nhìn định hướng về các giải pháp thích ứng và giảm nhẹ cho từng ngành, lĩnh vực đó.

Chương 3 trình bày khái quát việc quyết định triển khai các hoạt động giảm thiểu rủi ro do biến đổi khí hậu bằng cách thích ứng và giảm nhẹ và cũng trình bày các giải pháp cụ thể về thích ứng và giảm nhẹ biến đổi khí hậu. Qua đó giúp được sinh viên hiểu và phân biệt được sự khác nhau giữa hoạt động thích ứng và giảm nhẹ, cũng như mối quan hệ tương hỗ giữa hai hoạt động này. Đồng thời, ở chương này cũng đưa ra các giải pháp cụ thể cho từng ngành, lĩnh vực giúp các bạn sinh viên có thể ứng dụng vào thực tế và tuyên truyền về các hành động ứng phó với BĐKH. Ngoài ra, chương 3 cũng đưa ra các chính sách tiếp cận cho thích ứng và giảm nhẹ biến đổi khí hậu, các hoạt động hợp tác quốc tế về công nghệ khoa học và đầu tư tài chính.

Chương 4 được dành riêng để giới thiệu về biến đổi khí hậu ở Việt Nam. Chương này trình bày cụ thể hơn về các biểu hiện của biến đổi khí hậu tại Việt Nam, cũng như các tác động của biến đổi khí hậu tới từng ngành, lĩnh vực của Việt Nam. Ngoài ra, chương này cũng đưa ra các kịch bản biến đổi khí hậu của Việt Nam được xây dựng trên cơ sở kịch bản của thế giới cũng như các thể chế, chính sách về biến đổi khí hậu mà Việt Nam đang áp dụng như: Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu, Chiến lược quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu, Kế hoạch hành động, Đề án quản lý phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính.

Giáo trình “Biến đổi khí hậu” đã cung cấp những kiến thức cơ sở vừa cơ bản vừa hiện đại, cập nhật. Với đội ngũ cán bộ tham gia soạn thảo đã từng nghiên cứu và giảng dạy về biến đổi khí hậu cho nhiều đối tượng người học khác nhau tại Việt Nam, nội dung của giáo trình chắc chắn sẽ đáp ứng được nhu cầu của người học hiện nay và trong tương lai.

CHƯƠNG 1. ĐẠI CƯƠNG VỀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

1.1. Khái quát hệ thống khí hậu Trái Đất

1.1.1. Một số khái niệm cơ bản

Khí hậu là tổng hợp của thời tiết được đặc trưng bởi các trị số thống kê (trung bình, xác suất các cực trị v.v.) của các yếu tố khí tượng biến động trong một khu vực địa lý. Thời kỳ trung bình thường là vài thập kỷ. Định nghĩa chính thức của Tổ chức Khí tượng thế giới (WMO): “Tổng hợp các điều kiện thời tiết ở một khu vực nhất định đặc trưng bởi thống kê dài hạn các biến số của trạng thái khí quyển ở khu vực đó”.

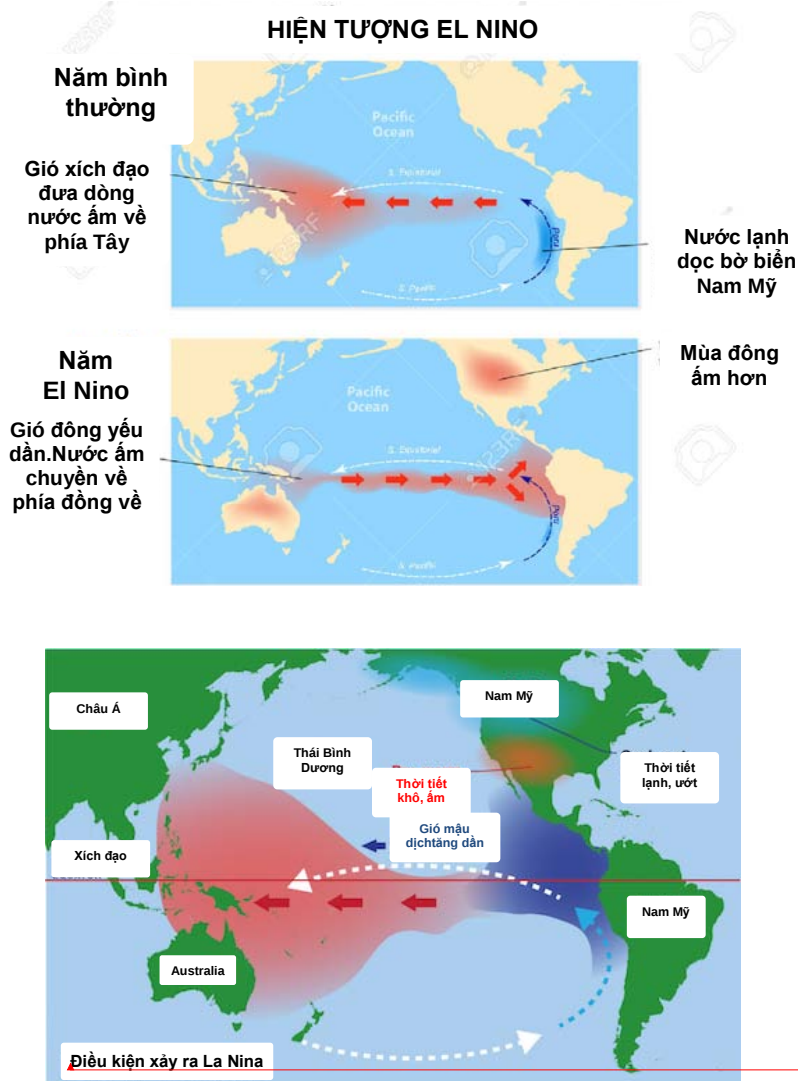
Bức xạ mặt trời là dòng vật chất và năng lượng của Mặt Trời phát ra. Đây chính là nguồn năng lượng chính cho các quá trình phong hóa, bào mòn, vận chuyển, bồi tụ trên Trái Đất, cũng như chiếu sáng và sưởi ấm cho các hành tinh trong hệ Mặt Trời.

Hiệu ứng nhà kính là hiệu ứng làm cho không khí của Trái Đất nóng lên do bức xạ sóng ngắn của Mặt Trời có thể xuyên qua tầng khí quyển chiếu xuống mặt đất, mặt đất hấp thụ năng lượng nóng lên lại bức xạ sóng dài vào khí quyển gặp tầng khí nhà kính các bức xạ sóng dài này bị giữ lại một phần làm cho không khí nóng lên. Khí nhà kính bao gồm hơi nước, CO_2 , metan, N_2O ... trong khí quyển giống như một tầng kính bao phủ Trái đất.

Nóng lên toàn cầu là hiện tượng nhiệt độ trung bình của không khí và các đại dương trên trái đất tăng lên theo các quan sát trong các thập kỷ gần đây.

El Nino, La Nina, ENSO: Vào những khoảng thời gian không đều đặn, nhìn chung trong khoảng bốn năm một lần, nhiệt độ bề mặt nước biển phía đông và trung tâm xích đạo Thái Bình Dương lại nóng lên trên diện rộng. Sự nóng lên đó thường kéo dài khoảng một năm, được gọi là hiện tượng **El Nino** (tên này có nghĩa là “Đứa con của Chúa”, do hiện tượng này thường xảy ra vào mùa Giáng sinh ngoài khơi Nam Mỹ, kéo dài và mạnh lên khi hiện tượng El Nino trên toàn Thái Bình Dương xảy ra). El Nino có thể được coi như pha nóng lên của dao động khí hậu. Trong pha lạnh đi, gọi là **La Nina**, nhiệt độ bề mặt biển Thái Bình Dương xích đạo lạnh đi so với bình thường. Nhiệt độ bề mặt biển cùng với sự dịch chuyển lan rộng trong khí quyển về gió, mưa v.v. Dao động nam là để chỉ những biến đổi áp suất bề mặt vùng nhiệt đới đi kèm chu trình El Nino/La Nina. Các hiện tượng này bao gồm sự tương tác mạnh giữa đại dương và khí quyển, và

thuật ngữ **ENSO** (El Nino/Southern Oscillation) thường được dùng để chỉ một hiện tượng tổng thể. Ở khu vực Thái Bình Dương, chu trình ENSO sinh ra những biến đổi lớn, rõ ràng trong các dòng hải lưu vùng nhiệt đới, nhiệt độ, gió tín phong, các khu vực mưa v.v. Thông qua các mối liên hệ xa trong khí quyển, ENSO cũng ảnh hưởng đến khí hậu theo mùa ở nhiều khu vực khác trên toàn cầu.



Hình 1.1. Hoạt động của hiện tượng El Nino (pha nóng của dao động khí hậu) và La Nina (pha lạnh của dao động khí hậu)

Formatted: French (France)

(Nguồn <https://spaceplace.nasa.gov/la-nina/en/>)

Xu thế khí hậu: Sự biến đổi khí hậu được đặc trưng bằng việc tăng hay giảm đơn điệu của giá trị trung bình trong thời kỳ chuỗi số liệu. Không chỉ giới hạn ở sự thay đổi tuyến tính theo thời gian mà đặc trưng bằng chỉ một cực đại và một cực tiểu ở các đầu, cuối chuỗi số liệu.

Nước biển dâng là sự dâng mực nước của đại dương trên toàn cầu, trong đó không bao gồm triều, nước dâng do bão, v.v. Nước biển dâng tại một vị trí nào đó có thể cao hơn hoặc thấp hơn so với trung bình toàn cầu vì có sự khác nhau về nhiệt độ của đại dương và các yếu tố khác.

Aerosols (hay còn gọi là sol khí) là tập hợp các phân tử rắn và lỏng trên không với kích thước từ 0,01 đến 10 nm tồn tại trong khí quyển ít nhất hàng giờ. Aerosols có thể là tự nhiên hoặc nhân tạo, ảnh hưởng đến khí hậu bằng nhiều cách khác nhau: trực tiếp thông qua tán xạ hoặc bức xạ hấp thụ hoặc gián tiếp qua vai trò hạt nhân ngưng kết mây hoặc điều tiết đặc tính quang học hoặc thời gian tồn tại của mây.

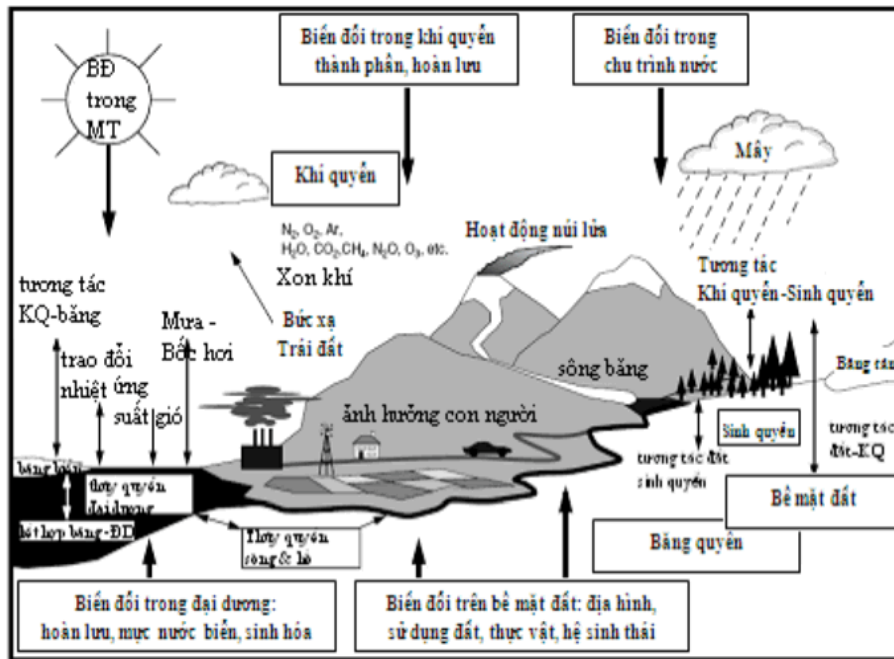
1.1.2. Định nghĩa hệ thống khí hậu

Theo IPCC, hệ thống khí hậu là một hệ rất phức tạp bao gồm năm thành phần chính: khí quyển, thủy quyển, băng quyển, bề mặt đất, sinh quyển, và tương tác giữa chúng (Hình 1.2). Mặc dù các thành phần này rất khác nhau về cấu trúc và thành phần cấu tạo, về các thuộc tính vật lý và các thuộc tính khác nhưng chúng có mối quan hệ chặt chẽ với nhau thông qua các dòng khối lượng, dòng năng lượng và động lượng, tạo nên một thể thống nhất rộng lớn. Hệ thống khí hậu tiến hóa theo thời gian dưới tác động của các nhân tố bên trong và bên ngoài.

Các nhân tố bên trong chi phối hệ thống khí hậu bao gồm các thuộc tính của khí quyển như thành phần cấu tạo, tính chất ổn định, hoàn lưu khí quyển, và các đặc tính địa phương, như khoảng cách xa biển hay độ lục địa, độ cao địa hình, điều kiện tự nhiên của bề mặt đất, lớp phủ thực vật cũng như trạng thái gần các hồ ao, v.v.

Khí quyển là thành phần bất ổn định và linh động nhất của hệ thống khí hậu. Khí quyển bao gồm các chất khí, hơi nước, mây, sol khí, và các thành phần vật chất khác. Khí quyển có ảnh hưởng đến sự truyền bức xạ mặt trời và bức xạ Trái đất. Sự chuyển động của khí quyển, qua đó là sự di chuyển của các khối khí, đóng vai trò quan trọng trong sự vận chuyển và phân bố lại năng lượng bức xạ

giữa các vùng trên Trái Đất. Quá trình này bị chi phối bởi các nhân tố mang tính địa phương như độ cao địa hình, tính chất bề mặt, và do đó góp phần quyết định điều kiện khí hậu của các vùng.



Hình 1.2. Sơ đồ mô tả các thành phần của hệ thống khí hậu và những mối tương tác giữa chúng

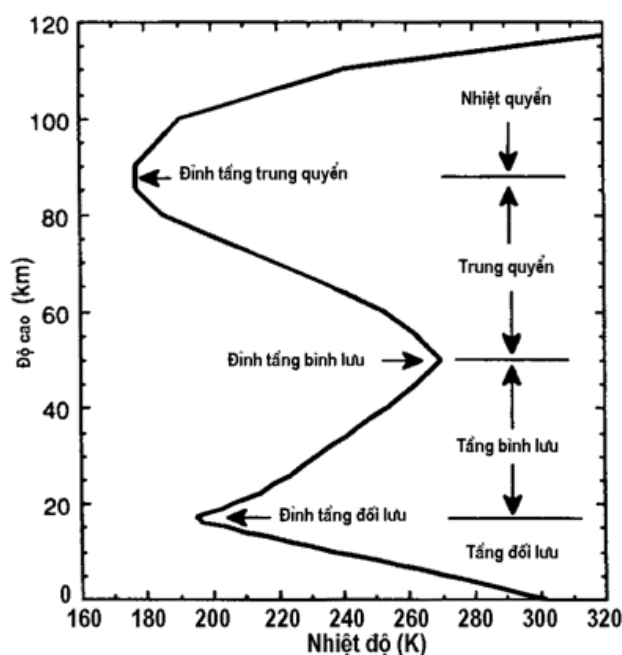
(Nguồn IPCC, 2007)

1.1.3. Các thành phần của hệ thống khí hậu

a) Khí quyển

Trái Đất được bao phủ bởi một lớp không khí mà chúng ta gọi là khí quyển. Khí quyển là thành phần quan trọng nhất của hệ thống khí hậu. Khoảng 99% khối lượng khí quyển nằm trong vài chục km tính từ bề mặt, nên quan trọng nhất đối với khí hậu là lớp khí quyển tầng thấp. Dựa trên sự phân bố nhiệt độ theo phương thẳng đứng khí quyển Trái đất có thể được chia thành bốn tầng chính (Hình 1.3). Dưới cùng là tầng đối lưu trong đó nhiệt độ giảm theo độ cao do càng xa bề mặt khí quyển càng ít bị đốt nóng bởi bức xạ nhiệt từ bề mặt. Phía trên tầng đối lưu là tầng bình lưu ở đó nhiệt độ tăng theo độ cao do trên đỉnh tầng bình lưu tồn tại tầng ôzôn có khả năng hấp thụ bức xạ sóng ngắn của mặt trời. Tiếp đến là tầng trung quyển có nhiệt độ giảm theo độ cao, và ngoài cùng là

tầng nhiệt quyển trong đó nhiệt độ tăng theo độ cao. Sự tăng nhiệt độ theo độ cao ở tầng nhiệt quyển là do các quá trình ion hóa và quang hóa các phân tử ôxy và nitơ bởi bức xạ mặt trời. Thành phần cấu tạo của không khí khô chủ yếu là Nitơ (N_2 , chiếm 78,1%), Ôxy (O_2 , chiếm 20,9%) và Argon (Ar, chiếm 0,93%). Khoảng dưới 1% khối lượng khí quyển là các chất khí có vai trò quan trọng đối với sự hấp thụ và phát xạ năng lượng bức xạ. Những khí này bao gồm hơi nước (khoảng $3,3 \times 10^{-3}$ tổng khối lượng khí quyển), điôxit cacbon (CO_2 – khoảng $5,3 \times 10^{-7}$), ôzôn (O_3 – khoảng $6,42 \times 10^{-7}$) và các chất khí khác như metan (CH_4), nitơ oxit (N_2O), v.v.



Hình 1.3. Các tầng chính của khí quyển xác định theo sự phân bố nhiệt độ thẳng đứng tại 150N trong điều kiện trung bình năm

(Nguồn Dennis, 1994)

Khí quyển có vai trò quyết định trong việc cân bằng năng lượng trên trái đất, làm khí hậu trái đất ôn hòa, tạo điều kiện cho các sinh vật sống. Trái đất tiếp nhận năng lượng mặt trời dưới dạng bức xạ cực tím và ánh sáng nhìn thấy vì thế nó được sưởi ấm. Khi ấm lên, trái đất cũng phát ra nhiệt trả lại dưới dạng bức xạ sóng dài. Về tổng thể thì năng lượng trái đất nhận được và phát trả lại khoảng không vũ trụ là cân bằng nhau.

Do nhận được nhiều nhiệt hơn, nước bốc hơi trên các vùng đại dương ẩm áp sẽ được không khí mang đến các vùng lạnh ở các cực và đất liền. Độ ẩm không khí đặc trưng cho lượng hơi nước chứa trong khí quyển. Khí quyển nhận nước từ bề mặt thông qua bốc thoát hơi và cung cấp lại nước cho bề mặt thông qua giáng thủy. Hơi nước đóng vai trò hết sức quan trọng trong việc phản xạ bức xạ mặt trời và làm giảm phát xạ bức xạ hồng ngoại của Trái Đất.

b) Thủy quyển và đại dương thế giới

Đại dương thế giới có diện tích khoảng 361 triệu km² là một thành phần cơ bản của hệ thống khí hậu. Đại dương bao phủ khoảng 71% bề mặt Trái đất với thể tích nước 1 tỷ 340 triệu km³. Độ sâu trung bình của đại dương thế giới là trên 3.700 m.

Khí quyển chỉ chứa một lượng nước rất nhỏ so với tổng lượng nước của hệ thống khí hậu – khoảng 1/105. Hầu hết nước trên bề mặt Trái đất chứa trong các đại dương và các tầng băng. Đại dương có khả năng dự trữ và giải phóng nhiệt vô cùng lớn, trên các quy mô thời gian từ mùa đến hàng thế kỷ. Đại dương thế giới đóng vai trò quan trọng trong việc vận chuyển năng lượng từ xích đạo về các vùng cực để sưởi ấm các vùng này và làm mát vùng xích đạo. Đại dương thế giới cũng là kho dự trữ nước để cung cấp hơi nước cho khí quyển tạo thành giáng thủy rơi xuống bề mặt nói chung và các vùng lục địa nói riêng. Đại dương cũng đóng vai trò trong việc xác định thành phần khí quyển thông qua sự trao đổi khí và các hạt bụi qua mặt đất phân cách đại dương - khí quyển, hấp thụ CO₂ trong khí quyển và tạo ra O₂, tham gia vào các chu trình hoá học quan trọng khác làm điều hoà môi trường bề mặt Trái Đất.

c) Băng quyển

Băng quyển bao gồm các khối băng và tuyết lớn bao phủ trên bề mặt Trái đất. Khoảng 2% lượng nước trên Trái Đất bị đóng băng và khoảng 80% lượng nước đóng băng này là nước ngọt. Hầu hết khối lượng băng toàn cầu nằm ở Nam cực (89%), Băng đảo (Greenland, 8,6%) phần còn lại nằm ở miền bắc Canada, miền bắc Siberia và phần lớn các núi cao trên thế giới những nơi có nhiệt độ dưới không độ quanh năm. Băng quyển cũng giữ vai trò nhất định trong việc điều chỉnh hệ thống khí hậu toàn cầu. Đối với khí hậu khối lượng của băng không phải là quan trọng nhất, mà quan trọng hơn là diện tích bề mặt phủ của băng, vì bề mặt băng phản xạ bức xạ mặt trời rất hiệu quả. Một số nơi ở Nam cực phản xạ tới 90% lượng bức xạ mặt trời đi tới, trong khi độ phản xạ trung

bình toàn cầu chỉ vào khoảng 30%. Băng biển có thể tạo thành lớp cách ly tốt, làm cho nhiệt độ không khí khác xa nhiệt độ nước biển phía dưới băng. Hiện nay lớp băng vĩnh cửu chiếm khoảng 11% diện tích đất liền và 7% diện tích đại dương. Diện tích bề mặt bị phủ bởi băng, tuyết biến đổi theo mùa và cũng phụ thuộc vào điều kiện thời tiết hàng năm.

d) Đất liền

Đất liền bao gồm đất, trầm tích, đá trên bề mặt đất các đại lục và cả trong lòng đất mà ta thường gọi là *thạch quyển*. Thành phần này có thể ảnh hưởng đến khí hậu toàn cầu ở những quy mô khác nhau. Mặc dù bề mặt đất đóng vai trò nhỏ hơn trong hệ thống khí hậu so với khí quyển hoặc đại dương, khí hậu trên bề mặt đất cực kỳ quan trọng đối với loài người. Trên bề mặt đất, nhiệt độ và độ ẩm đất là những yếu tố quyết định cơ bản đối với đời sống thực vật tự nhiên và tiềm năng nông nghiệp. Lớp phủ thực vật, lớp phủ tuyết và điều kiện đất đai có ảnh hưởng đến khí hậu địa phương và do đó cũng ảnh hưởng đến khí hậu toàn cầu và ngược lại.

Bề mặt đất chỉ chiếm khoảng 28% diện tích bề mặt Trái đất. Sự phân bố của các lục địa và đại dương trên Trái đất đóng vai trò quan trọng đối với khí hậu toàn cầu. Hiện nay khoảng 70% diện tích bề mặt đất của Trái đất nằm ở Bắc bán cầu và sự bất đối xứng này gây nên những khác biệt đáng kể giữa khí hậu Bắc và Nam bán cầu. Đối với bán cầu Bắc 40% diện tích là đất liền, 60% diện tích là biển. Trong khi đó Nam bán cầu chỉ có 19% diện tích đất liền và 81% là biển. Đất liền thường nóng lên nhanh hơn và nguội đi nhanh hơn so với đại dương. Địa hình bề mặt đất, vị trí địa lý, hướng, độ cao và quy mô của các dãy núi cũng là những nhân tố cơ bản quyết định khí hậu trên các vùng đất liền.

e) Sinh quyển

Sinh quyển bao gồm các hệ động vật, thực vật trên mặt đất và trong các đại dương. Sinh quyển là một thành phần quan trọng của hệ thống khí hậu. Sinh quyển trên đất liền và trong đại dương có ảnh hưởng đến độ phản xạ của bề mặt trái đất. Thực vật làm thay đổi độ gồ ghề, sự bốc thoát hơi, dòng chảy mặt và khả năng chứa của đất. Sinh quyển cũng tham gia vào các quá trình trao đổi vật chất với khí quyển và đại dương, ảnh hưởng đến cân bằng CO₂ trong khí quyển và đại dương thông qua quá trình quang hợp và hô hấp. Ngày nay do hoạt động của con người ngày một tăng phát thải vào bầu khí quyển càng nhiều các loại khí như CO₂, metan, ôxit nitơ v.v. làm thay đổi thành phần khí quyển. Nồng độ các khí

nhà kính trong khí quyển thay đổi làm cho bề mặt trái đất có xu hướng nóng lên. Sinh quyển biến đổi cùng với sự biến đổi của khí hậu Trái đất.

1.1.4. Sự tương tác giữa các thành phần của hệ thống khí hậu

Như đã trình bày trên đây, các thành phần của hệ thống khí hậu rất khác nhau về thành phần cấu tạo, cấu trúc, động thái cũng như các tính chất lí, hóa. Chẳng hạn, khí quyển là thành phần cực kỳ linh động và không ổn định; thủy quyển và đại dương thế giới cũng là một dạng môi trường chất lỏng như khí quyển nhưng có tính ổn định cao hơn nhiều; trong khi đó sinh quyển và bề mặt đất lại hoàn toàn khác hẳn. Mặc dù vậy, giữa các thành phần này luôn tương tác với nhau, gắn kết với nhau một cách chặt chẽ thông qua các dòng trao đổi năng lượng, nước, khối lượng và động lượng, tạo thành một hệ thống khí hậu cực kỳ phức tạp. Mọi quan hệ tương tác giữa các thành phần của hệ thống khí hậu xảy ra trên mọi quy mô không gian và thời gian.

Có thể lấy một ví dụ về sự tương tác giữa khí quyển và đại dương. Nước từ các đại dương bốc hơi đi vào khí quyển mang theo một lượng nhiệt của đại dương. Hơi nước trong khí quyển có thể ngưng kết tạo thành mây, và có thể cho giáng thủy trên bề mặt đất, tạo nên dòng chảy; lượng nhiệt tỏa ra do quá trình ngưng kết là nguồn năng lượng cung cấp cho các hệ thống thời tiết. Mặt khác, giáng thủy trên đại dương cũng ảnh hưởng đến độ muối của đại dương, góp phần làm biến đổi hoàn lưu nhiệt muối. Khí quyển và đại dương cũng trao đổi vật chất, như điôxit cacbon, duy trì sự cân bằng của hệ thống bằng cách hòa tan chúng và nhấn chìm xuống dưới sâu ở những vùng nước lạnh các cực và giải phóng vào khí quyển ở những vùng nước trời gần xích đạo.

Giữa khí quyển, sinh quyển và bề mặt đất cũng xảy ra nhiều quá trình trao đổi nước, năng lượng và vật chất thông qua sự thoát hơi nước, quang hợp của thực vật, sự hô hấp của động thực vật nói chung. Sự biến đổi sử dụng đất có thể làm thay đổi albedo bề mặt qua đó ảnh hưởng đến các thành phần cân bằng năng lượng. Nhiệt độ khí quyển và đại dương tăng lên có thể làm tan chảy băng; băng tan sẽ bổ sung một lượng nước vào đại dương góp phần làm dâng mực nước biển. Diện tích lớp phủ băng bị giảm đi sẽ làm giảm albedo bề mặt và do đó làm tăng lượng bức xạ mặt trời hấp thụ được.

Nói chung không thể mô tả đầy đủ các quá trình trao đổi, tương tác giữa các thành phần của hệ thống khí hậu. Trên đây chỉ là một vài ví dụ có thể nhìn