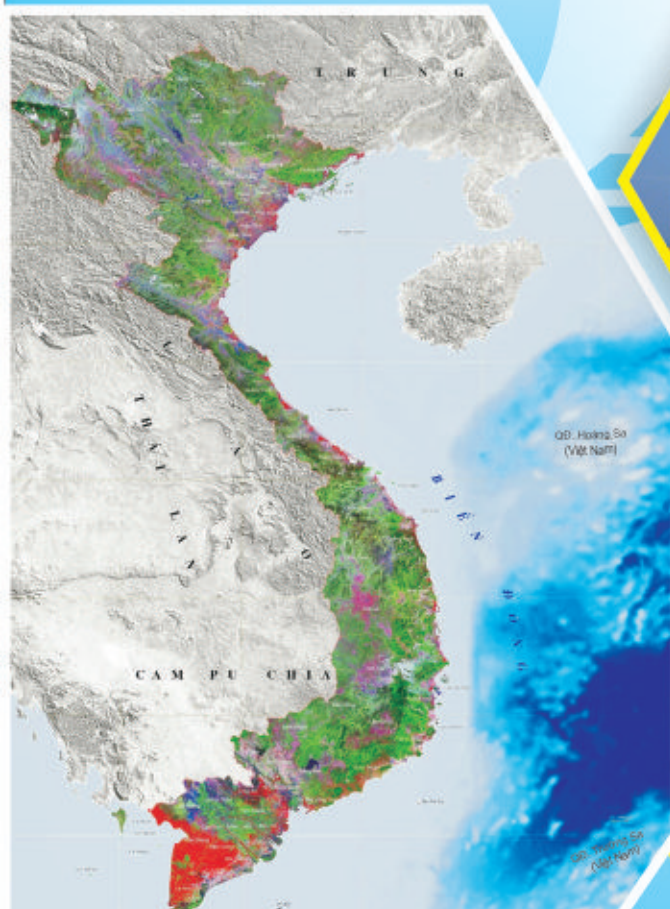
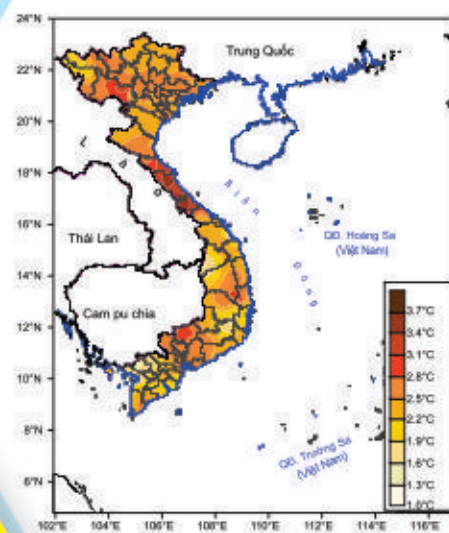


KỊCH BẢN²

BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG CHO VIỆT NAM



BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

**KỊCH BẢN
BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU,
NƯỚC BIỂN DÂNG
CHO VIỆT NAM**

NHÀ XUẤT BẢN TÀI NGUYÊN - MÔI TRƯỜNG VÀ BẢN ĐỒ VIỆT NAM

Năm 2012

Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam được Bộ Tài nguyên và Môi trường xây dựng và công bố.

Ấn phẩm này có thể được tái xuất bản một phần hoặc toàn bộ nội dung để cung cấp thông tin phục vụ nghiên cứu, giáo dục hoặc các mục đích phi lợi nhuận khác mà không cần xin phép bản quyền, miễn là có lời cảm ơn và dẫn nguồn xuất bản.

Ấn phẩm này không được sử dụng để bán hoặc vì bất cứ mục đích thương mại nào khác.

Chương trình Phát triển Liên Hợp Quốc (UNDP), thông qua dự án CBCC, đã tài trợ xuất bản ấn phẩm này.

MỤC LỤC

	Trang
MỤC LỤC	iii
LỜI GIỚI THIỆU	iv
DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT	v
CÁC THUẬT NGỮ CHÍNH	vi
DANH MỤC BẢNG	ix
DANH MỤC HÌNH	x
TÓM TẮT KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG CHO VIỆT NAM VÀ NHỮNG ĐIỂM MỚI CƠ BẢN	1
CẬP NHẬT KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG CHO VIỆT NAM	3
1. BIỂU HIỆN CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG	3
1.1. Biểu hiện của biến đổi khí hậu, nước biển dâng trên thế giới.....	3
1.2. Biểu hiện của biến đổi khí hậu, nước biển dâng ở Việt Nam	7
2. PHƯƠNG PHÁP XÂY DỰNG KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG CHO VIỆT NAM	11
2.1. Yêu cầu cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam	11
2.2. Lựa chọn kịch bản phát thải khí nhà kính	11
2.3. Lựa chọn phương pháp xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam.....	12
2.4. Một số lưu ý về các kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng và bản đồ nguy cơ ngập	21
3. KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG CHO VIỆT NAM	23
3.1. Kịch bản biến đổi khí hậu đối với nhiệt độ	23
3.2. Kịch bản biến đổi khí hậu đối với lượng mưa.....	39
3.3. Xu thế biến đổi khí hậu đối với lượng mưa ngày lớn nhất, khí áp và độ ẩm	53
3.4. Kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam.....	54
4. NGUY CƠ NGẬP THEO CÁC MỨC NƯỚC BIỂN DÂNG	57
KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ	78
TÀI LIỆU THAM KHẢO	80
PHỤ LỤC	84

LỜI GIỚI THIỆU



Biến đổi khí hậu đang diễn ra ở quy mô toàn cầu, khu vực và ở Việt Nam do các hoạt động của con người làm phát thải quá mức khí nhà kính vào bầu khí quyển. Biến đổi khí hậu sẽ tác động nghiêm trọng đến sản xuất, đời sống và môi trường trên phạm vi toàn thế giới. Vấn đề biến đổi khí hậu đã, đang và sẽ làm thay đổi toàn diện, sâu sắc quá trình phát triển và an ninh toàn cầu như lương thực, nước, năng lượng, các vấn đề về an toàn xã hội, văn hóa, ngoại giao và thương mại.

Là một trong những nước chịu tác động nặng nề nhất của biến đổi khí hậu, Việt Nam coi ứng phó với biến đổi khí hậu là vấn đề có ý nghĩa sống còn. Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng là cần thiết làm cơ sở để đánh giá mức độ và tác động của biến đổi khí hậu đến các lĩnh vực, các ngành và các địa phương, từ đó đề ra các giải pháp ứng phó hiệu quả với biến đổi khí hậu.

Kịch bản biến đổi khí hậu là giả định có cơ sở khoa học và tính tin cậy về sự tiến triển trong tương lai của các mối quan hệ giữa kinh tế - xã hội, tổng thu nhập quốc dân, phát thải khí nhà kính, biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng, thể hiện mối ràng buộc giữa phát triển và hành động toàn cầu trong tương lai.

Trong năm 2009, trên cơ sở tổng hợp các nghiên cứu trong và ngoài nước, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã xây dựng và công bố kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam. Mức độ chi tiết của các kịch bản mới chỉ giới hạn cho 7 vùng khí hậu và dải ven biển Việt Nam.

Thực hiện chỉ đạo của Chính phủ về việc cập nhật và chi tiết hóa các kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam, Bộ Tài nguyên và Môi trường giao Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường chủ trì, phối hợp với các cơ quan nghiên cứu và các đơn vị quản lý nhà nước, xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng chi tiết cho Việt Nam. Trong tính toán đã khai thác tối đa các nguồn số liệu, dữ liệu, các điều kiện khí hậu cụ thể của Việt Nam cập nhật đến năm 2010 và sản phẩm của các mô hình khí hậu, công cụ thống kê được lựa chọn, xây dựng chuyên biệt cho Việt Nam. Các kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam có mức độ chi tiết đến đơn vị hành chính cấp tỉnh và các khu vực ven biển, đặc biệt là đã bổ sung một số yếu tố cực trị khí hậu, phục vụ cho công tác tính toán thiết kế và quy hoạch.

Bộ Tài nguyên và Môi trường trân trọng giới thiệu Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam để làm cơ sở định hướng cho các Bộ, ngành, địa phương đánh giá tác động tiềm tàng của biến đổi khí hậu, xây dựng và triển khai kế hoạch ứng phó hiệu quả với biến đổi khí hậu, nước biển dâng.

Nguyễn Minh Quang
Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

AR4	Báo cáo đánh giá lần thứ tư của IPCC về biến đổi khí hậu (Four Assessment Report)
BĐKH	Biến đổi khí hậu
CRU	Số liệu tái phân tích toàn cầu với độ phân giải 0,5 x 0,5 độ kinh vĩ (Climate Research Unit)
DBHD	Dự báo hạn dài
DEM	Mô hình số độ cao (Digital Elevation Model)
ĐTDB	Đối tượng dự báo
ERA40	Số liệu tái phân tích toàn cầu với độ phân giải 2,5 x 2,5 độ kinh vĩ của Trung tâm Dự báo thời tiết hạn vừa, Châu Âu.
FAR	Báo cáo đánh giá lần thứ nhất của IPCC về biến đổi khí hậu (First Assessment Report)
GCM	Mô hình hoàn lưu chung (General Circulation Model)
GIS	Hệ thống thông tin địa lý (Geographic Information System)
IMHEN	Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment)
IPCC	Ban Liên Chính phủ về biến đổi khí hậu (Intergovernmental Panel on Climate Change)
JAMSTEC	Cục Công nghệ và Khoa học Trái đất – Đại dương, Nhật Bản (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)
JMA	Cục Khí tượng Nhật Bản (Japan Meteorological Administration)
KNK	Khí nhà kính
MAGICC/ SCENGEN	Phần mềm tổ hợp các kịch bản phát thải khí nhà kính (Model for the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change/ Regional Climate SCENario GENerator)
MOS	Thống kê đầu ra của mô hình (Model Output Statistics)
MRI/AGCM	Viện Nghiên cứu Khí tượng Nhật Bản (Meteorology Research Institute)/Mô hình hoàn lưu chung khí quyển (Atmosphere General Circulation Model)
NCAR	Trung tâm Nghiên cứu Khí quyển Quốc gia, Hoa Kỳ (The National Center for Atmospheric Research)
NOAA	Cơ quan Đại dương và Khí quyển Quốc gia, Hoa Kỳ (National Oceanic and Atmospheric Administration)
NTDB	Nhân tố dự báo
PCMDI	Chương trình chuẩn đoán mô hình khí hậu và so sánh lẫn nhau (Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison)
PP	Phương pháp sử dụng số liệu “phân tích lại” kết hợp với số liệu quan trắc tương ứng để thiết lập mô hình (Perfect Prognosis)
PRECIS	Mô hình khí hậu khu vực của Trung tâm Hadley, Vương quốc Anh (Providing Climate Information for Impact Study)
SD	Chi tiết hóa thống kê (Statistical Downscaling)
SDSM	Mô hình chi tiết hóa thống kê (Statistical Downscaling Model)
SIMCLIM	Hệ thống mô hình tích hợp để đánh giá tác động và thích ứng với biến đổi khí hậu (The Simulator of Climate Change Risks and Adaptation Initiatives)
SLRRP	Chương trình cải tiến dự báo mực nước biển dâng (The Sea Level Rise Rectification Program)
TAR	Báo cáo đánh giá lần thứ ba của IPCC (Third Assessment Report)
TNMT	Tài nguyên và Môi trường
WMO	Tổ chức Khí tượng thế giới (World Meteorological Organization)
XTNĐ	Xoáy thuận nhiệt đới

CÁC THUẬT NGỮ CHÍNH

- **Ban Liên Chính phủ về biến đổi khí hậu – Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC):** IPCC là tổ chức quốc tế hàng đầu về đánh giá BĐKH do Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO) và Chương trình Môi trường Liên Hiệp Quốc (UNEP) thành lập năm 1988, là tổ chức khoa học Liên Chính phủ của tất cả các nước là thành viên của Liên Hiệp Quốc và Tổ chức Khí tượng Thế giới.
- **Băng quyển - Cryosphere:** Các khối băng và tuyết (trên đất liền và biển) của trái đất.
- **Biên độ ngày của nhiệt độ - Daily (Diurnal) Range of Temperatures:** Phạm vi biến đổi của nhiệt độ trong vòng 24 giờ.
- **Biến đổi khí hậu - Climate Change:** Sự thay đổi của khí hậu (định nghĩa của Công ước khí hậu) được quy trực tiếp hay gián tiếp là do hoạt động của con người làm thay đổi thành phần của khí quyển toàn cầu và đóng góp thêm vào sự biến động khí hậu tự nhiên trong các thời gian có thể so sánh được. Biến đổi khí hậu xác định sự khác biệt giữa các giá trị trung bình dài hạn của một tham số hay thống kê khí hậu. Trong đó, trung bình được thực hiện trong một khoảng thời gian xác định, thường là vài thập kỷ.
- **Chuẩn (khí hậu) - Normals (Climate):** Trung bình của thời kỳ, tính cho một thời kỳ như nhau là 30 năm.
- **Chuẩn sai khí hậu - Climatic Anomaly:** (1) Độ lệch của giá trị một yếu tố khí hậu so với giá trị trung bình của nó; (2) Sự khác biệt giữa giá trị của một yếu tố khí hậu ở một nơi và giá trị trung bình của yếu tố đó lấy theo vòng vĩ tuyến đi qua nơi đó.
- **Chu trình các-bon - Carbon Cycle:** Các quá trình tự nhiên chi phối sự trao đổi các-bon (dưới dạng CO₂, cacbonát và các hợp chất hữu cơ, v.v...) trong khí quyển, đại dương và trái đất.
- **Công ước Khung của Liên Hiệp Quốc về Biến đổi khí hậu - UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC):** Thường gọi tắt là Công ước khí hậu, được hơn 150 nước ký tại Hội nghị Thượng đỉnh trái đất ở Rio de Janeiro năm 1992. Mục tiêu cuối cùng của Công ước là “ổn định nồng độ khí nhà kính trong khí quyển ở mức có thể ngăn ngừa được sự can thiệp nguy hiểm của con người vào hệ thống khí hậu”.
- **Cưỡng bức bức xạ - Radiative Forcing:** Sự thay đổi trong cán cân bức xạ của trái đất giữa bức xạ tới của mặt trời và bức xạ đi của trái đất dưới dạng bức xạ hồng ngoại và sóng ngắn. Nếu không có cưỡng bức bức xạ, bức xạ mặt trời được trái đất hấp thụ sẽ gần bằng bức xạ hồng ngoại phát ra từ trái đất. Việc có thêm khí nhà kính đã hấp thụ thêm một phần bức xạ hồng ngoại trong khí quyển, bức xạ trở lại trái đất, tạo ra ảnh hưởng gây nóng lên toàn cầu.
- **Dao động khí hậu - Climatic Fluctuation:** Biến động khí hậu gồm bất kỳ dạng thay đổi có tính hệ thống, dù thường xuyên hay không thường xuyên, trừ các xu thế và bất liên tục (thay đổi đột ngột trong một giai đoạn, từ giá trị trung bình này sang giá trị trung bình khác), đặc trưng bằng ít nhất hai cực đại (hay cực tiểu) và một cực tiểu (hay cực đại), gồm cả ở hai đầu chuỗi số liệu.
- **Điôxit các-bon hay CO₂ - Carbon Dioxid:** Một chất khí trong tự nhiên, cũng là một sản phẩm phụ của việc đốt các nhiên liệu hóa thạch và sinh khối, cũng như các quá trình thay đổi sử dụng đất và các quá trình công nghiệp khác. Đó là chất khí nhà kính chủ yếu do con người sinh ra, ảnh hưởng đến nhiệt độ trái đất. Nó là chất khí tham chiếu để tính “tiềm năng nóng lên toàn cầu” của các khí nhà kính khác. CO₂ chiếm gần 0,036% khí quyển.
- **Giãn nở nhiệt của các đại dương - Thermal Expansion of the Oceans:** Với khối lượng không đổi, thể tích các đại dương và mực nước biển thay đổi theo mật độ của nước biển. Mật độ có quan hệ ngược với nhiệt độ, do đó, khi các đại dương ấm lên, mật độ giảm và các đại dương giãn nở. Thay đổi về độ mặn ở khu vực nhỏ cũng làm thay đổi mật độ và thể tích nước biển, tuy nhiên tác động này tương đối nhỏ trên quy mô toàn cầu.
- **Hạn - Drought:** Hiện tượng lượng mưa thiếu hụt nghiêm trọng kéo dài, làm giảm hàm lượng ẩm trong không khí và hàm lượng nước trong đất, làm suy kiệt dòng chảy sông suối, hạ thấp mực nước ao hồ, mực nước trong các tầng chứa nước dưới đất gây ảnh hưởng xấu đến sự sinh trưởng của cây trồng, làm môi trường suy thoái, gây đói nghèo và dịch bệnh.

- **Hệ thống khí hậu - Climate System:** Toàn bộ các quyển: Khí quyển, thủy quyển, băng quyển, sinh quyển và thạch quyển cùng các tương tác của chúng thể hiện các điều kiện trung bình và cực trị của khí quyển trong một thời kỳ dài tại một khu vực của bề mặt trái đất.
- **Hiệu ứng nhà kính - Greenhouse Effect:** Hiệu quả giữ nhiệt ở tầng thấp của khí quyển nhờ sự hấp thụ và phát xạ trở lại bức xạ sóng dài từ mặt đất bởi mây và các khí như hơi nước, các-bon đioxit, nitơ ôxit, mêtan và chlorofluorocarbon, làm giảm lượng nhiệt thoát ra không trung từ hệ thống trái đất, giữ nhiệt một cách tự nhiên, duy trì nhiệt độ trái đất cao hơn khoảng 30°C so với khi không có các chất khí đó.
- **Hoàn lưu chung của khí quyển - General Circulation of the Atmosphere:** Hệ thống trung bình toàn cầu của gió và các hệ thống thời tiết kèm theo. Sự chuyển động của không khí gây nên bởi sự đốt nóng khác nhau trên bề mặt trái đất và khí quyển và do trái đất quay, với các khác biệt về địa hình gây nên các biến đổi địa phương.
- **Hồi tiếp khí hậu - Climate Feedbacks:** Sự tương tác giữa các khí nhà kính và những cơ chế khí hậu quan trọng như lớp phủ thực vật, hơi nước, lớp băng, mây và đại dương. Các tương tác đó có thể làm tăng, giảm hoặc trung hòa sự ấm lên do tăng nồng độ các khí nhà kính.
- **Khí hậu - Climate:** Tổng hợp của thời tiết được đặc trưng bởi các trị số thống kê dài hạn (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 tính trung bình thường là vài thập kỷ. Theo định nghĩa của WMO: “Tổng hợp các điều kiện thời tiết ở một khu vực nhất định đặc trưng bởi các thống kê dài hạn các biến số của trạng thái khí quyển ở khu vực đó”.
- **Khí nhà kính - Greenhouse Gases (GHGs):** Các khí nhà kính (KNK) làm giảm lượng bức xạ của trái đất thoát ra vũ trụ, do đó làm nóng tầng bên dưới khí quyển và bề mặt trái đất.
- **Khí quyển - Atmosphere:** Lớp khí bao quanh trái đất và bị giữ ở đây do lực hấp dẫn của trái đất. Khí quyển được chia thành nhiều tầng: Tầng đối lưu (từ mặt đất đến khoảng 8 – 17 km); tầng bình lưu (lên đến 50 km); tầng giữa (50 – 90 km) và tầng nhiệt tạo thành vùng chuyển tiếp ra vũ trụ. Sự pha trộn giữa các tầng là cực chậm.
- **Kịch bản biến đổi khí hậu - Climate Change Scenario:** Là giả định có cơ sở khoa học và tính tin cậy về sự tiến triển trong tương lai của các mối quan hệ giữa kinh tế - xã hội, GDP, phát thải khí nhà kính, biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng. Lưu ý rằng, kịch bản biến đổi khí hậu khác với dự báo thời tiết và dự báo khí hậu là nó đưa ra quan điểm về mối ràng buộc giữa phát triển và hành động.
- **Mêtan - Methane (CH₄):** Một trong sáu khí nhà kính được kiểm soát bởi Nghị định thư Kyoto. Nó có thời gian sống trong khí quyển tương đối ngắn: 10 ± 2 năm. Các nguồn khí mêtan chủ yếu là bãi rác thải, mỏ than, ruộng lúa, các hệ thống khí tự nhiên và súc vật nuôi.
- **Mô hình hoàn lưu chung- General Circulation Model (GCM):** Một công cụ căn bản để nghiên cứu tác động của sự tăng nồng độ khí nhà kính đối với khí hậu. GCM cơ bản là một mô hình thủy động lực của khí quyển trên một lưới điểm hay phân giải phổ, qua đó các phương trình khối lượng, năng lượng và động lượng cho khí quyển và đại dương được tích phân với nhau theo thời gian, trên một khu vực của địa cầu để mô phỏng sự vận động của hệ thống đại dương - khí quyển thực.
- **Nhân tố khí hậu - Climatic Factors:** Các điều kiện vật lý nhất định (khác với yếu tố khí hậu) điều chỉnh khí hậu (vĩ độ, độ cao, sự phân bố đất, biển, địa hình, các dòng chảy đại dương v.v...).
- **Nhiên liệu hóa thạch - Fossil Fuels:** Than, dầu, xăng và khí tự nhiên cùng các hydrocac-bon khác được gọi là nhiên liệu hóa thạch vì chúng được tạo ra từ các xác thực vật và động vật giàu các-bon đã hóa thạch. Các xác đó được chôn trong các lớp trầm tích và nén qua thời kỳ địa chất, dần dần chuyển thành nhiên liệu.
- **Nhiệt độ cực trị - Extreme Temperatures:** Nhiệt độ cao nhất và thấp nhất đạt được trong thời gian nhất định.

- **Nóng lên toàn cầu - Global Warming:** Nói một cách chặt chẽ, sự nóng lên và lạnh đi toàn cầu là các xu thế nóng lên và lạnh đi tự nhiên mà trái đất trải qua trong suốt lịch sử của nó. Tuy nhiên, thuật ngữ này thường để chỉ sự tăng dần nhiệt độ trái đất do các chất khí nhà kính tích tụ trong khí quyển.
- **Nước biển dâng - Sea Level Rise:** Là sự dâng lên của mực nước của đại dương trên toàn cầu, trong đó không bao gồm triều, nước dâng do bão... 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.
- **Ôxit nitơ - Nitrous Oxide (N₂O):** Một trong sáu khí nhà kính được kiểm soát bởi Nghị định thư Kyoto, phát sinh từ việc đốt các nhiên liệu hóa thạch và chế tạo phân bón. Nó có tiềm năng làm nóng lên toàn cầu (GWP) là 310 trong vòng 100 năm tới.
- **Phát thải - Emissions:** (Định nghĩa của Công ước khí hậu). Sự thải các khí nhà kính và/hoặc các tiền tố của chúng vào khí quyển trên một khu vực và thời gian cụ thể.
- **Sinh quyển - Biosphere:** Là một phần của Trái Đất, nơi có các điều kiện tự nhiên thích hợp cho sự sống phát triển. Sinh quyển là một hệ thống tự nhiên bao gồm thành phần vật chất sống như các loài động vật, thực vật, vi khuẩn, nấm... và thành phần vô sinh (các yếu tố môi trường) như lớp vỏ phong hóa, lớp phủ thổ nhưỡng, không khí trong tầng đối lưu... Sinh quyển được duy trì bởi sự chuyển hóa vật chất và năng lượng giữa các thành phần của nó mà hệ quả có thể làm thay đổi thành phần khí quyển và khí hậu trái đất.
- **Sol khí - Aerosols:** Là các hạt rất nhỏ gây ra hiện tượng mù. Chúng phần lớn là nước và các hạt chất ô nhiễm như axit sulphua và muối biển. Sol khí trong tầng đối lưu thường được giáng thủy quét đi. Các sol khí được mang lên tầng bình lưu thường ở đó lâu hơn nhiều. Sol khí ở tầng bình lưu chủ yếu là các hạt sunphat từ các vụ núi lửa phun, có thể làm giảm đáng kể bức xạ mặt trời.
- **Thạch quyển - Lithosphere:** Là lớp vỏ cứng ngoài cùng nhất của các hành tinh có đất đá. Trên Trái Đất, thạch quyển bao gồm lớp vỏ và tầng trên cùng nhất của lớp phủ kết nối với lớp vỏ. Vỏ trái đất không đồng nhất theo chiều thẳng đứng và theo chiều nằm ngang. Cùng với việc nóng lên và nguội đi không đồng đều dưới tác động của mặt trời, thạch quyển có ảnh hưởng lớn đến khí hậu và biến đổi khí hậu.
- **Thời tiết - Weather:** Thời tiết là trạng thái khí quyển tại một địa điểm nhất định được xác định bằng tổ hợp các yếu tố: Nhiệt độ, áp suất, độ ẩm, tốc độ gió, mưa,...
- **Thủy quyển - Hydrosphere:** Phần của trái đất bao gồm nước, đó là đại dương, biển, băng, hồ, sông, v.v...
- **Tổ chức Khí tượng Thế giới - World Meteorological Organization (WMO):** Một cơ quan chuyên môn của Liên Hiệp Quốc, hiện có 160 nước và vùng lãnh thổ thành viên.
- **Trạm khí hậu - Climatological Station:** Một trạm thực hiện các quan trắc khí hậu.
- **Tương tác khí quyển/đại dương - Atmosphere/Ocean Interactions:** Là quá trình trao đổi nhiệt, ẩm, động năng, năng lượng giữa lớp nước bề mặt đại dương với lớp không khí bên trên, chủ yếu thông qua hoạt động đối lưu và các xoáy khí quyển.
- **Xu thế khí hậu - Climatic Trend:** Sự biến đổi khí hậu được đặc trưng bằng việc tăng hay giảm đơn điệu và trơn tru 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.
- **Yếu tố khí hậu - Climatic Element:** Một trong những tính chất hay điều kiện của khí quyển (như nhiệt độ không khí) đặc trưng cho trạng thái vật lý của thời tiết hay khí hậu tại một nơi, vào một khoảng thời gian nhất định.

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1. Mức tăng nhiệt độ và mức thay đổi lượng mưa trong 50 năm qua ở các vùng khí hậu của Việt Nam	9
Bảng 2.1. Các mô hình được tham khảo trong xây dựng kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam	19
Bảng 3.1. Mức tăng nhiệt độ (°C) trung bình năm so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2).....	38
Bảng 3.2. Mức thay đổi lượng mưa năm (%) so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2)	52
Bảng 3.3. Mức thay đổi lượng mưa ngày lớn nhất (%) vào cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình	53
Bảng 3.4. Nước biển dâng theo kịch bản phát thải thấp (cm)	54
Bảng 3.5. Nước biển dâng theo kịch bản phát thải trung bình (cm)	55
Bảng 3.6. Nước biển dâng theo kịch bản phát thải cao (cm)	55
Bảng 4.1. Diện tích có nguy cơ bị ngập theo các mực nước biển dâng (% diện tích)	57
Bảng 4.2. Tỷ lệ chiều dài quốc lộ có nguy cơ bị ảnh hưởng theo các mực nước biển dâng (%)	57
Bảng 4.3. Tỷ lệ chiều dài tỉnh lộ có nguy cơ bị ảnh hưởng theo các mực nước biển dâng (%).....	58
Bảng 4.4. Tỷ lệ chiều dài đường sắt có nguy cơ bị ảnh hưởng theo các mực nước biển dâng (%)	58
Bảng 4.5. Tỷ lệ số dân có nguy cơ bị ảnh hưởng trực tiếp (so với tổng dân số vùng) theo các mực nước biển dâng (%)	58

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1.	Diễn biến chuẩn sai nhiệt độ trung bình toàn cầu	3
Hình 1.2.	Diễn biến nhiệt độ ở quy mô toàn cầu và khu vực	4
Hình 1.3.	Chuẩn sai nhiệt độ toàn cầu tháng 6 năm 2010 so với thời kỳ 1971 – 2000	4
Hình 1.4.	Diễn biến lượng mưa năm ở các vùng khác nhau trên thế giới	5
Hình 1.5.	Biến động mực nước biển trung bình toàn cầu	5
Hình 1.6.	Xu thế biến động mực nước biển trung bình tại các trạm quan trắc nước biển trên toàn cầu	6
Hình 1.7.	Xu thế biến động mực nước biển trung bình toàn cầu từ số liệu vệ tinh	6
Hình 1.8.	Phân bố xu thế mực nước biển trung bình toàn cầu theo số liệu vệ tinh	7
Hình 1.9.	Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (°C) trong 50 năm qua	8
Hình 1.10.	Mức thay đổi lượng mưa năm (%) trong 50 năm qua	8
Hình 1.11.	Bản đồ tần suất XTNĐ hoạt động (a), hình thành ở Biển Đông (b) và ảnh hưởng đến đất liền Việt Nam (c)	9
Hình 1.12.	Diễn biến của số cơn xoáy thuận nhiệt đới hoạt động ở Biển Đông, ảnh hưởng và đổ bộ vào đất liền Việt Nam trong 50 năm qua	9
Hình 1.13.	Diễn biến mực nước biển theo số liệu các trạm thực đo	10
Hình 1.14.	Diễn biến mực nước biển theo số liệu vệ tinh thời kỳ 1993-2010	10
Hình 1.15.	So sánh mực nước biển từ số liệu tại trạm hải văn và vệ tinh	10
Hình 2.1.	Sơ đồ tính toán phát thải khí nhà kính theo các kịch bản và mức tăng nhiệt độ trung bình toàn cầu	12
Hình 2.2.	Giao diện của phần mềm SDSM	13
Hình 2.3.	Giao diện của phần mềm SIMCLIM	13
Hình 2.4.	Sơ đồ xây dựng hàm chuyển theo phương pháp PP và MOS	14
Hình 2.5.	Hệ thống Mô phỏng trái đất và kịch bản BĐKH của mô hình AGCM/MRI	15
Hình 2.6.	Sơ đồ tính và miền tính của mô hình PRECIS	16
Hình 2.7.	Các quá trình vật lý được xét đến trong mô hình PRECIS	16
Hình 2.8.	Phương pháp tính và kịch bản nước biển dâng của Rahmstorf, 2007	17
Hình 2.9.	Kịch bản nước biển dâng năm 2100 ở quy mô toàn cầu (NCAR)	18
Hình 2.10.	Một kịch bản nước biển dâng theo phương pháp của Doyle	18
Hình 2.11.	Phương pháp chi tiết hóa thống kê cho mực nước biển dâng	18
Hình 2.12.	Mực nước biển dâng cuối thế kỷ 21 theo kịch bản trung bình của các mô hình số trị	20
Hình 2.13.	So sánh kịch bản nước biển dâng (IPCC) và số liệu đo đạc	20
Hình 2.14.	Mực nước biển dâng cuối thế kỷ 21 từ các nghiên cứu khác nhau	20
Hình 2.15.	Kịch bản nước biển toàn cầu theo các kịch bản phát thải	20
Hình 3.1.	Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa đông (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải thấp	23
Hình 3.2.	Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa đông (°C) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	23
Hình 3.3.	Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa đông (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	24

Hình 3.4.	Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa đông (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải cao	25
Hình 3.5.	Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa xuân (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải thấp	25
Hình 3.6.	Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa xuân (°C) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	25
Hình 3.7.	Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa xuân (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	26
Hình 3.8.	Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa xuân (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải cao	27
Hình 3.9.	Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa hè (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải thấp.....	27
Hình 3.10.	Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa hè (°C) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	27
Hình 3.11.	Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa hè (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	28
Hình 3.12.	Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa hè (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải cao	29
Hình 3.13.	Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa thu (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải thấp.....	29
Hình 3.14.	Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa thu (°C) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	29
Hình 3.15.	Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa thu (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	30
Hình 3.16.	Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa thu (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải cao	31
Hình 3.17.	Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải thấp	31
Hình 3.18.	Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (°C) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	31
Hình 3.19.	Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	32
Hình 3.20.	Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải cao	33
Hình 3.21.	Mức tăng nhiệt độ tối thấp trung bình (a) và tối cao trung bình (b) trong mùa đông vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình.....	33
Hình 3.22.	Mức tăng nhiệt độ tối thấp trung bình (a) và tối cao trung bình (b) trong mùa đông vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	34
Hình 3.23.	Mức tăng nhiệt độ tối thấp trung bình (a) và tối cao trung bình (b) trong mùa hè vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình.....	35
Hình 3.24.	Mức tăng nhiệt độ tối thấp trung bình (a) và tối cao trung bình (b) trong mùa hè vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	35
Hình 3.25.	Mức tăng nhiệt độ tối thấp trung bình năm (a) và tối cao trung bình năm (b) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	36

Hình 3.26. Mức tăng nhiệt độ tối thấp trung bình năm (a) và tối cao trung bình năm (b) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	36
Hình 3.27. Mức tăng số ngày có nhiệt độ cao nhất trên 35°C vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	37
Hình 3.28. Mức thay đổi lượng mưa mùa đông (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải thấp	39
Hình 3.29. Mức thay đổi lượng mưa mùa đông (%) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	39
Hình 3.30. Mức thay đổi lượng mưa mùa đông (%) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	40
Hình 3.31. Mức thay đổi lượng mưa mùa đông (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải cao	41
Hình 3.32. Mức thay đổi lượng mưa mùa xuân (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải thấp	42
Hình 3.33. Mức thay đổi lượng mưa mùa xuân (%) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	42
Hình 3.34. Mức thay đổi lượng mưa mùa xuân (%) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	43
Hình 3.35. Mức thay đổi lượng mưa mùa xuân (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải cao	44
Hình 3.36. Mức thay đổi lượng mưa mùa hè (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải thấp	44
Hình 3.37. Mức thay đổi lượng mưa mùa hè (%) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	45
Hình 3.38. Mức thay đổi lượng mưa mùa hè (%) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	46
Hình 3.39. Mức thay đổi lượng mưa mùa hè (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải cao	45
Hình 3.40. Mức thay đổi lượng mưa mùa thu (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải thấp	47
Hình 3.41. Mức thay đổi lượng mưa mùa thu (%) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	47
Hình 3.42. Mức thay đổi lượng mưa mùa thu (%) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	48
Hình 3.43. Mức thay đổi lượng mưa mùa thu (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải cao	49
Hình 3.44. Mức thay đổi lượng mưa năm (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải thấp	49
Hình 3.45. Mức thay đổi lượng mưa năm (%) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	50
Hình 3.46. Mức thay đổi lượng mưa năm (%) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	51
Hình 3.47. Mức thay đổi lượng mưa năm (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải cao	50

Hình 3.48. Mức thay đổi lượng mưa ngày lớn nhất (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải trung bình	53
Hình 3.49. Mức thay đổi khí áp (pa) trung bình bề mặt (a) và độ ẩm tương đối (%) trung bình bề mặt (b) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	54
Hình 3.50. Kịch bản nước biển dâng cho các khu vực ven biển Việt Nam.....	56
Hình 4.1. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực ven biển Việt Nam ứng với mực nước biển dâng 1m	59
Hình 4.2. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực đồng bằng sông Hồng và Quảng Ninh ứng với mực nước biển dâng 1m	60
Hình 4.3. Bản đồ nguy cơ ngập tỉnh Thanh Hóa ứng với mực nước biển dâng 1m	61
Hình 4.4. Bản đồ nguy cơ ngập tỉnh Nghệ An ứng với mực nước biển dâng 1m.....	62
Hình 4.5. Bản đồ nguy cơ ngập tỉnh Hà Tĩnh ứng với mực nước biển dâng 1m	63
Hình 4.6. Bản đồ nguy cơ ngập tỉnh Quảng Bình ứng với mực nước biển dâng 1m.....	64
Hình 4.7. Bản đồ nguy cơ ngập tỉnh Quảng Trị ứng với mực nước biển dâng 1m	65
Hình 4.8. Bản đồ nguy cơ ngập tỉnh Thừa Thiên - Huế ứng với mực nước biển dâng 1m	66
Hình 4.9. Bản đồ nguy cơ ngập thành phố Đà Nẵng ứng với mực nước biển dâng 1m	67
Hình 4.10. Bản đồ nguy cơ ngập tỉnh Quảng Nam ứng với mực nước biển dâng 1m	68
Hình 4.11. Bản đồ nguy cơ ngập tỉnh Quảng Ngãi ứng với mực nước biển dâng 1m.....	69
Hình 4.12. Bản đồ nguy cơ ngập tỉnh Bình Định ứng với mực nước biển dâng 1m	70
Hình 4.13. Bản đồ nguy cơ ngập tỉnh Phú Yên ứng với mực nước biển dâng 1m	71
Hình 4.14. Bản đồ nguy cơ ngập tỉnh Khánh Hòa ứng với mực nước biển dâng 1m.....	72
Hình 4.15. Bản đồ nguy cơ ngập tỉnh Ninh Thuận ứng với mực nước biển dâng 1m	73
Hình 4.16. Bản đồ nguy cơ ngập tỉnh Bình Thuận ứng với mực nước biển dâng 1m.....	74
Hình 4.17. Bản đồ nguy cơ ngập tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu ứng với mực nước biển dâng 1m	75
Hình 4.18. Bản đồ nguy cơ ngập thành phố Hồ Chí Minh ứng với mực nước biển dâng 1m	76
Hình 4.19. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực đồng bằng sông Cửu Long ứng với mực nước biển dâng 1m	77

TÓM TẮT

KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG CHO VIỆT NAM VÀ NHỮNG ĐIỂM MỚI CƠ BẢN

1. Các phương pháp và nguồn số liệu để xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam được kế thừa từ các nghiên cứu trước đây và được cập nhật đến năm 2010. Thời kỳ 1980-1999 được chọn là thời kỳ cơ sở để so sánh sự thay đổi của khí hậu và nước biển dâng.

2. Về nhiệt độ:

- Theo kịch bản phát thải thấp: Đến cuối thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình năm tăng từ 1,6 đến 2,2°C trên phần lớn diện tích phía Bắc lãnh thổ và dưới 1,6°C ở đại bộ phận diện tích phía Nam (từ Đà Nẵng trở vào).
- Theo kịch bản phát thải trung bình: Đến cuối thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình tăng từ 2 đến 3°C trên phần lớn diện tích cả nước, riêng khu vực từ Hà Tĩnh đến Quảng Trị có nhiệt độ trung bình tăng nhanh hơn so với những nơi khác. Nhiệt độ thấp nhất trung bình tăng từ 2,2 đến 3,0°C, nhiệt độ cao nhất trung bình tăng từ 2,0 đến 3,2°C. Số ngày có nhiệt độ cao nhất trên 35°C tăng từ 15 đến 30 ngày trên phần lớn diện tích cả nước.
- Theo kịch bản phát thải cao: Đến cuối thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình năm có mức tăng phổ biến từ 2,5 đến trên 3,7°C trên hầu hết diện tích nước ta.

3. Về lượng mưa:

- Theo kịch bản phát thải thấp: Đến cuối thế kỷ 21, lượng mưa năm tăng phổ biến khoảng trên 6%, riêng khu vực Tây Nguyên có mức tăng ít hơn, chỉ vào khoảng dưới 2%.
- Theo kịch bản phát thải trung bình: Đến cuối thế kỷ 21, lượng mưa năm tăng trên hầu khắp lãnh thổ. Mức tăng phổ biến từ 2 đến 7%, riêng Tây Nguyên, Nam Trung Bộ tăng ít hơn, dưới 3%. Xu thế chung là lượng mưa mùa khô giảm và lượng mưa mùa mưa tăng. Lượng mưa ngày lớn nhất tăng so với thời kỳ 1980-1999 ở Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ và giảm ở Nam Trung Bộ, Tây Nguyên, Nam Bộ. Tuy nhiên, ở các khu vực khác nhau lại có thể xuất hiện ngày mưa dị thường với lượng mưa gấp đôi so với kỷ lục hiện nay.
- Theo kịch bản phát thải cao: Lượng mưa năm vào cuối thế kỷ 21 tăng trên hầu khắp lãnh thổ nước ta với mức tăng phổ biến khoảng từ 2 đến 10%, riêng khu vực Tây Nguyên có mức tăng ít hơn, khoảng từ 1 đến 4%.

4. Về nước biển dâng:

- Theo kịch bản phát thải thấp (B1): Vào cuối thế kỷ 21, mực nước biển dâng cao nhất ở khu vực từ Cà Mau đến Kiên Giang trong khoảng từ 54 đến 72cm; thấp nhất ở khu vực từ Móng Cái đến Hòn Dấu trong khoảng từ 42 đến 57cm. Trung bình toàn Việt Nam, mực nước biển dâng trong khoảng từ 49 đến 64cm.
- Theo kịch bản phát thải trung bình (B2): Vào cuối thế kỷ 21, nước biển dâng cao nhất ở khu vực từ Cà Mau đến Kiên Giang trong khoảng từ 62 đến 82cm; thấp nhất ở khu vực từ Móng Cái đến Hòn Dấu trong khoảng từ 49 đến 64cm. Trung bình toàn Việt Nam, mực nước biển dâng trong khoảng từ 57 đến 73cm.

- Theo kịch bản phát thải cao (A1FI): Vào cuối thế kỷ 21, nước biển dâng cao nhất ở khu vực từ Cà Mau đến Kiên Giang trong khoảng từ 85 đến 105cm; thấp nhất ở khu vực từ Móng Cái đến Hòn Dấu trong khoảng từ 66 đến 85cm. Trung bình toàn Việt Nam, mực nước biển dâng trong khoảng từ 78 đến 95cm.

5. Nếu mực nước biển dâng 1m, sẽ có khoảng 39% diện tích đồng bằng sông Cửu Long, trên 10% diện tích vùng đồng bằng sông Hồng và Quảng Ninh, trên 2,5% diện tích thuộc các tỉnh ven biển miền Trung và trên 20% diện tích Thành phố Hồ Chí Minh có nguy cơ bị ngập; gần 35% dân số thuộc các tỉnh vùng đồng bằng sông Cửu Long, trên 9% dân số vùng đồng bằng sông Hồng và Quảng Ninh, gần 9% dân số các tỉnh ven biển miền Trung và khoảng 7% dân số Thành phố Hồ Chí Minh bị ảnh hưởng trực tiếp; trên 4% hệ thống đường sắt, trên 9% hệ thống quốc lộ và khoảng 12% hệ thống tỉnh lộ của Việt Nam sẽ bị ảnh hưởng.

6. Những điểm mới của kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng

Trước hết, Kịch bản 2011 không phải là kịch bản mới hoàn toàn, mà là phiên bản cập nhật của Kịch bản 2009 có tính kế thừa và cập nhật, được thể hiện trên các mặt sau:

a) Về phương pháp: Kế thừa các phương pháp chi tiết hóa thống kê được sử dụng trong Kịch bản 2009. Sử dụng thêm phương pháp chi tiết hóa động lực thông qua các mô hình động lực khu vực của Vương Quốc Anh, Nhật Bản, New Zealand.

b) Về cơ sở dữ liệu: Kế thừa các cơ sở dữ liệu toàn cầu của IPCC được sử dụng trong Kịch bản 2009 với các kịch bản phát thải khí nhà kính toàn cầu gồm: kịch bản phát thải thấp (B1), kịch bản phát thải trung bình (B2, A1B), kịch bản phát thải cao (A2, A1FI). Đối với các yếu tố khí hậu, sử dụng toàn bộ 200 trạm khí tượng của Ngành KTTV Việt Nam từ khi có số liệu quan trắc (Kịch bản 2009 chỉ sử dụng một số trạm đại diện cho 7 vùng khí hậu), nên có mức chi tiết hơn đến được cấp tỉnh. Đối với mực nước biển dâng, sử dụng tất cả các trạm hải văn đại diện cho 7 khu vực bờ biển (Kịch bản 2009 cung cấp 1 giá trị cho cả dải ven biển Việt Nam), cung cấp 7 giá trị cho 7 khu vực ven biển với mức chi tiết đến cấp tỉnh và bản đồ nguy cơ ngập chi tiết đến cấp huyện.

c) Về các yếu tố khí hậu: Kế thừa và cung cấp các giá trị nhiệt độ, lượng mưa trung bình các thập kỷ đến 2100. Bổ sung các cực trị khí hậu như: nhiệt độ tối cao, tối thấp, lượng mưa ngày lớn nhất, số ngày có nhiệt độ lớn hơn 35°C.

d) Về ý nghĩa ứng dụng:

- Các giá trị về nhiệt độ, lượng mưa và nước biển dâng là chi tiết hơn so với phiên bản 2009 với trị số bình quân không đổi, nhưng đối với từng khu vực nhỏ thì dao động có lớn hơn. Phiên bản 2011 tính chi tiết cho từng tỉnh (63 tỉnh/thành phố).

- Trong phiên bản 2009 chưa có các cực trị khí hậu để phục vụ việc tính toán thiết kế cho các công trình (cấp, thoát nước đô thị, các công trình hồ chứa, đê điều, sức khỏe), do đó phiên bản 2011 đưa ra các cực trị khí hậu, bao gồm: Nhiệt độ và lượng mưa lớn nhất của các mùa, số ngày có nhiệt độ lớn hơn 35°C, lượng mưa 1 ngày lớn nhất.

- Phiên bản 2009 chỉ xác định diện tích có nguy cơ ngập cho đồng bằng sông Cửu Long và Thành phố Hồ Chí Minh. Phiên bản 2011 đã xác định diện tích nguy cơ ngập cho tất cả các khu vực ven biển với mức độ chi tiết đến cấp huyện.

CẬP NHẬT KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG CHO VIỆT NAM

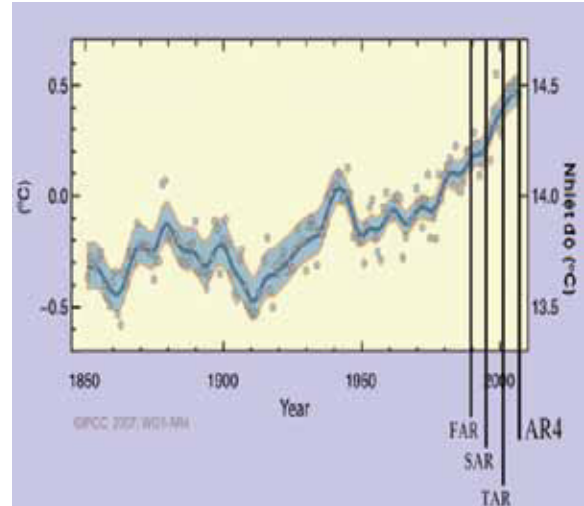
1. BIỂU HIỆN CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG

1.1. Biểu hiện của biến đổi khí hậu, nước biển dâng trên thế giới

Sự nóng lên toàn cầu là rất rõ ràng với những biểu hiện của sự tăng nhiệt độ không khí và đại dương, sự tan băng diện rộng và qua đó là mức tăng mực nước biển trung bình toàn cầu.

Các quan trắc cho thấy rằng nhiệt độ tăng trên toàn cầu và tăng nhiều hơn ở các vĩ độ cực Bắc. Trong 100 năm qua (1906-2005), nhiệt độ trung bình toàn cầu đã tăng khoảng $0,74^{\circ}\text{C}$, tốc độ tăng của nhiệt độ trong 50 năm gần đây gần gấp đôi so với 50 năm trước đó (Hình 1.1, 1.2).

Theo báo cáo gần đây của WMO, 2010 là năm nóng nhất trong lịch sử, với mức độ tương tự như các năm 1998 và 2005. Ngoài ra, trong mười năm qua tính từ năm 2001, nhiệt độ trung bình toàn cầu đã cao hơn nửa độ so với giai đoạn 1961-1990, mức cao nhất từng được ghi nhận đối với bất kỳ một giai đoạn 10 năm nào kể từ khi bắt đầu quan trắc khí hậu bằng thiết bị đo đạc (Michel Jarraud, 2011). Theo số liệu của NOAA (Hoa Kỳ), tháng 6 năm 2010 được ghi nhận là tháng nóng nhất trên toàn thế giới kể từ những năm 1880, khi các quan trắc khí tượng được thực hiện một cách tương đối hệ thống (Hình 1.3).

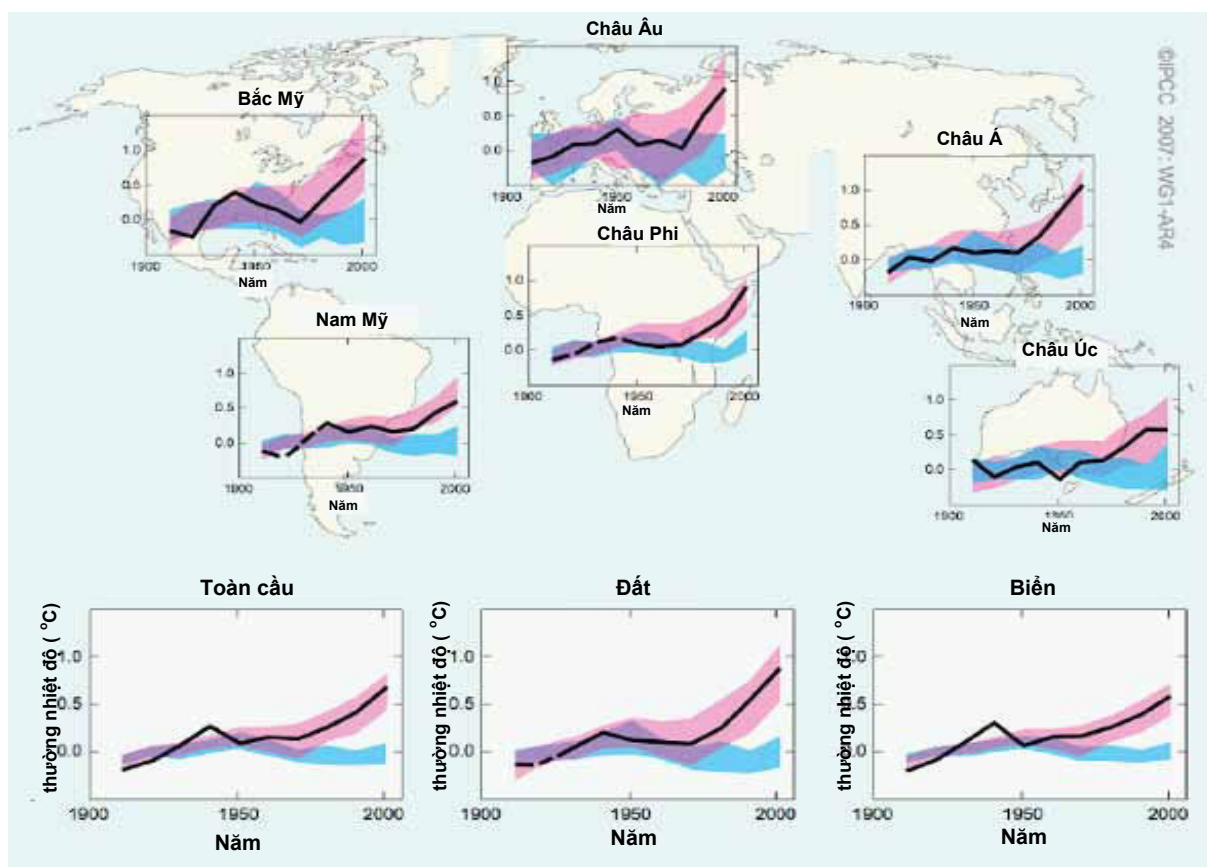


Hình 1.1. Diễn biến chuẩn sai nhiệt độ trung bình toàn cầu (Nguồn: IPCC/2007)

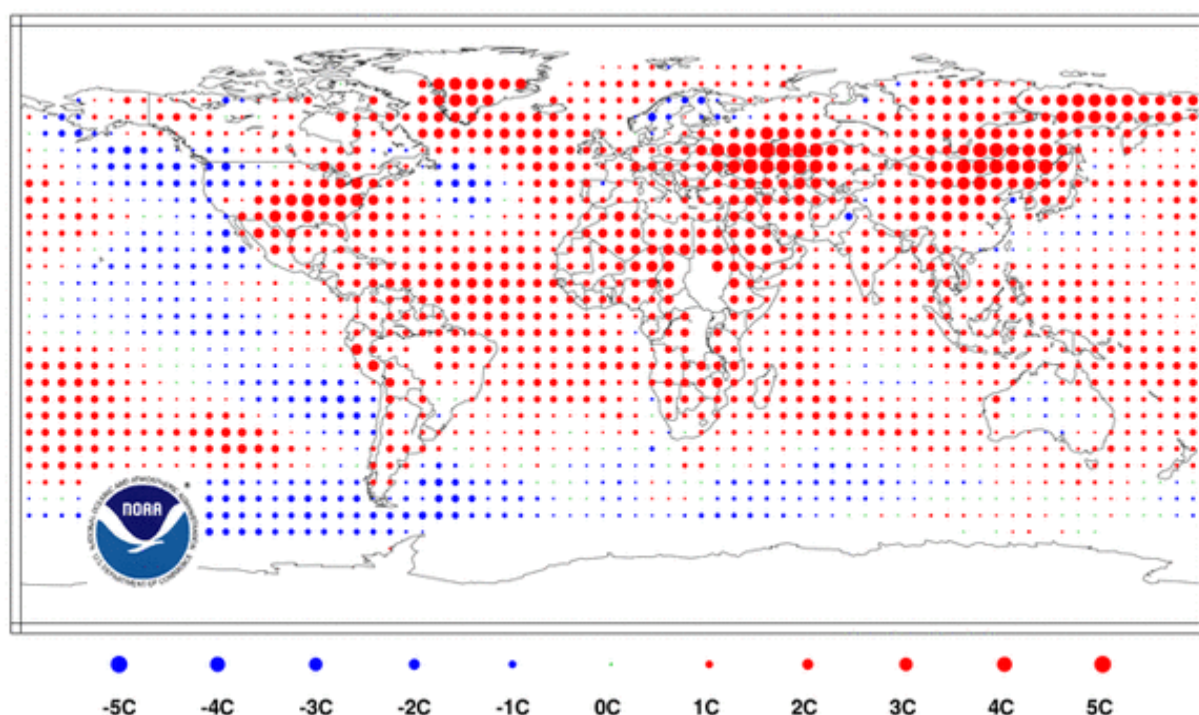
Trên phạm vi toàn cầu lượng mưa tăng lên ở các đới phía Bắc vĩ độ 30°B thời kỳ 1901-2005 và giảm đi ở các vĩ độ nhiệt đới, kể từ giữa những năm 1970 (Hình 1.4). Ở khu vực nhiệt đới, mưa giảm đi ở Nam Á và Tây Phi với trị số xu thế là 7,5% cho cả thời kỳ 1901-2005. Ở đới vĩ độ trung bình và vĩ độ cao, lượng mưa tăng lên rõ rệt ở miền Trung Bắc Mỹ, Đông Bắc Mỹ, Bắc Âu, Bắc Á và Trung Á. Tần số mưa lớn tăng lên trên nhiều khu vực, kể cả những nơi lượng mưa có xu thế giảm đi (IPCC, 2007).

Trên phạm vi toàn cầu, biến đổi của xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ) chịu sự chi phối của biến đổi nhiệt độ nước biển, của hoạt động ENSO và sự thay đổi quỹ đạo của chính XTNĐ. Xu thế tăng cường hoạt động của XTNĐ rõ rệt nhất ở Bắc, Tây Nam Thái Bình Dương và Ấn Độ Dương (IPCC, 2010).

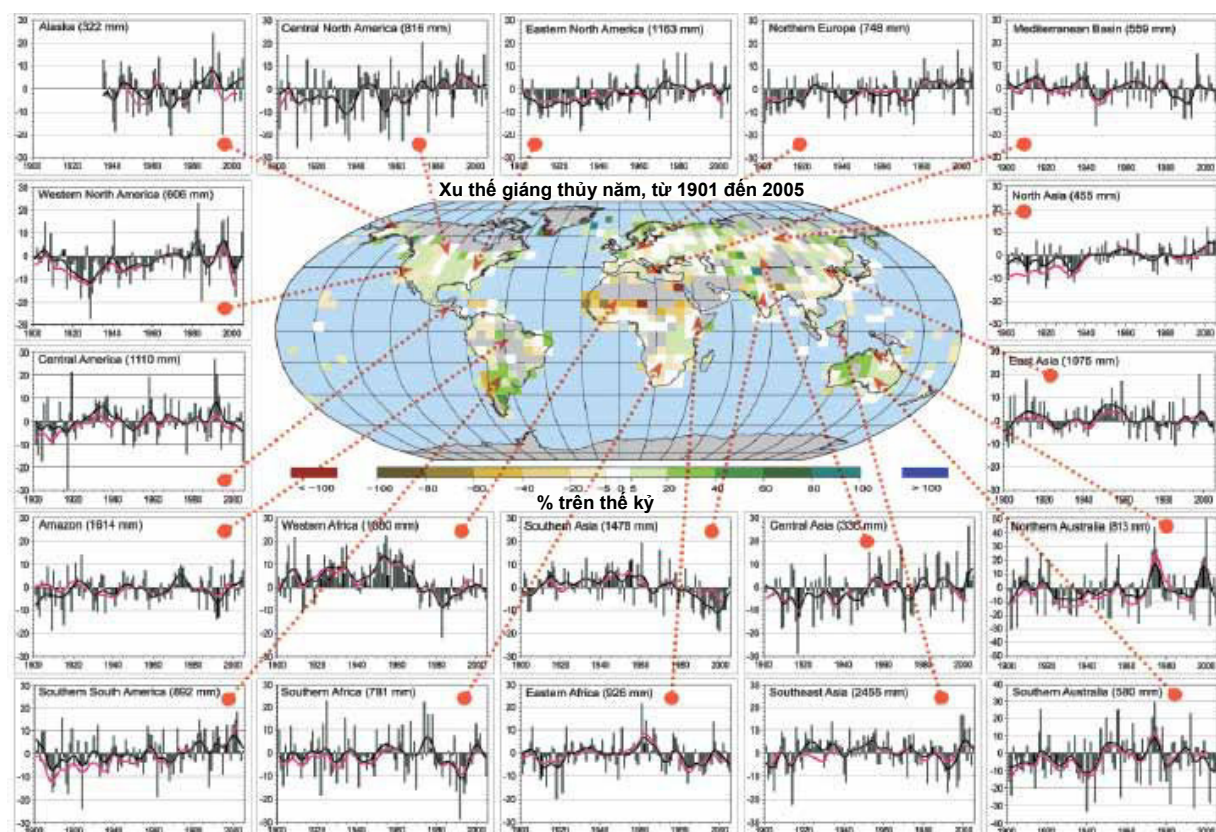
Trong thế kỷ 20 cùng với sự tăng lên của nhiệt độ không khí có sự suy giảm khối lượng băng trên phạm vi toàn cầu. Từ năm 1978 đến nay, lượng băng trung bình hàng năm ở Bắc Băng Dương giảm khoảng 2,1-3,3% mỗi thập kỷ (IPCC, 2007).



Hình 1.2. Diễn biến nhiệt độ ở quy mô toàn cầu và khu vực
(Nguồn: IPCC AR4 WG-I Report, 2007)



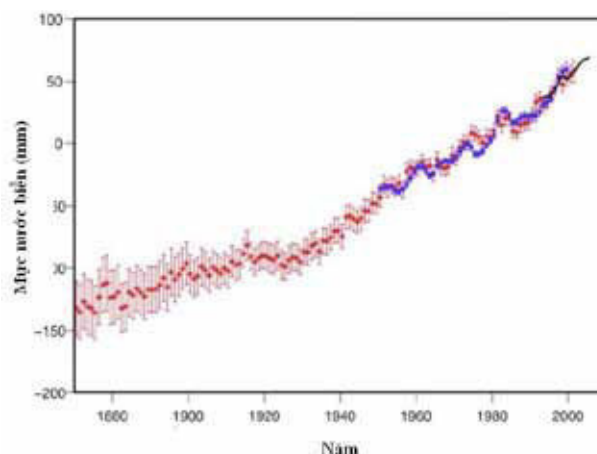
Hình 1.3. Chuẩn sai nhiệt độ toàn cầu tháng 6 năm 2010 so với thời kỳ 1971 – 2000
(Nguồn: NOAA/2010)



Hình 1.4. Diễn biến lượng mưa năm ở các vùng khác nhau trên thế giới
(Nguồn: IPCC/2007)

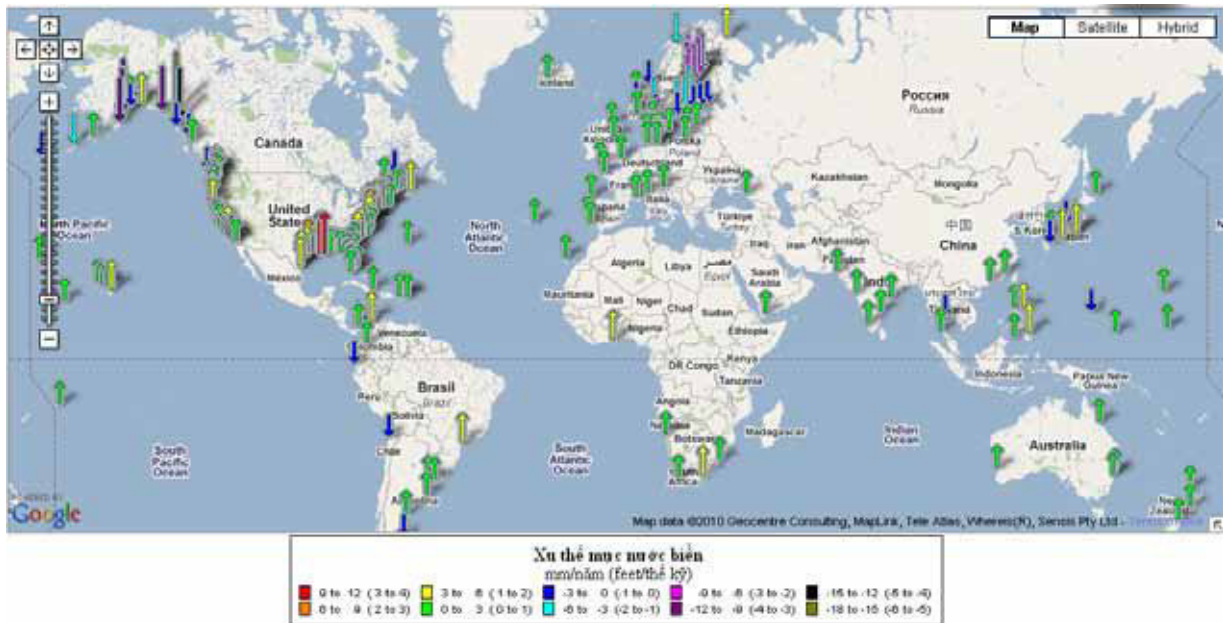
Sự nóng lên của khí hậu đã được minh chứng rõ ràng thông qua số liệu quan trắc ghi nhận sự tăng lên của nhiệt độ không khí và nhiệt độ nước biển trung bình toàn cầu, sự tan chảy nhanh của lớp băng, làm tăng mực nước biển trung bình toàn cầu (IPCC, 2007). Mực nước biển tăng phù hợp với xu thế nóng lên do có sự đóng góp của: (a) Hiện tượng giãn nở nhiệt của đại dương; (b) Tan băng ở Greenland, Nam Cực và các khu vực khác; (c) Thay đổi khả năng giữ nước ở đất liền. Trong các nhân tố này, hiện tượng nở vì nhiệt của đại dương đã từng được xem là nhân tố chủ yếu dẫn đến sự dâng lên của mực nước biển. Tuy nhiên, số liệu mới về tỷ lệ tan băng ở Greenland và Nam Cực cho thấy rằng ảnh hưởng này lớn hơn.

Theo các nhà khoa học về biến đổi khí hậu (BĐKH) toàn cầu và nước biển dâng cho thấy, đại dương đã nóng lên đáng kể từ cuối thập kỷ 1950. Các nghiên cứu từ số liệu quan trắc trên toàn cầu cho thấy, mực nước biển trung bình toàn cầu trong thời kỳ 1961-2003 đã dâng với tốc độ $1,8 \pm 0,5\text{mm/năm}$, trong đó, đóng góp do giãn nở nhiệt khoảng $0,42 \pm 0,12\text{mm/năm}$ và tan băng khoảng $0,70 \pm 0,50\text{mm/năm}$ (IPCC, 2007 - Hình 1.5). Nghiên cứu cập nhật năm 2009 cho rằng, tốc độ mực nước biển trung bình toàn cầu dâng khoảng $1,8\text{mm/năm}$ (Church và White, 2009). Mực nước biển thay đổi không đồng đều trên toàn bộ đại dương thế giới: Một số vùng tốc độ dâng có thể gấp một vài lần tốc độ dâng trung bình toàn cầu trong khi mực nước biển ở một số vùng khác lại có thể hạ thấp. Xu thế tăng của mực nước trung bình xuất hiện hầu hết tại các trạm quan trắc trên toàn cầu, mặc dù, vẫn xuất hiện một số khu vực có xu hướng giảm như ở bờ biển phía Đông của Nam Mỹ và khu vực ven biển phía Nam Alaska và Đông Bắc



Hình 1.5. Biến động mực nước biển trung bình toàn cầu (Nguồn: IPCC/2007)

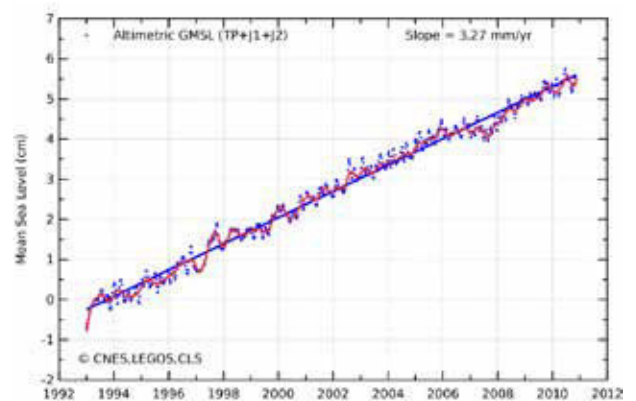
Canada, vùng biển Scandinavia (Hình 1.6). Theo một số báo cáo của các nhà khoa học, trong thập kỷ vừa qua, mực nước biển dâng nhanh nhất ở vùng phía Tây Thái Bình Dương và phía Đông Ấn Độ Dương.



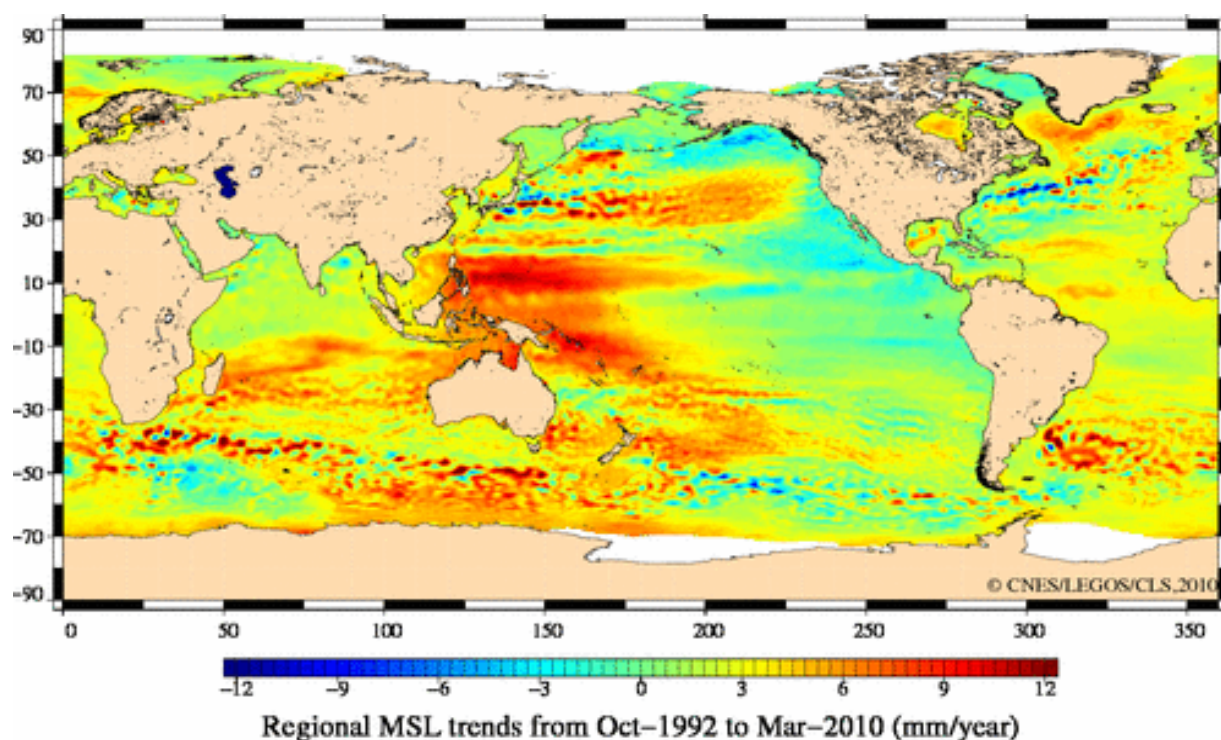
Hình 1.6. Xu thế biến động mực nước biển trung bình tại các trạm quan trắc nước biển trên toàn cầu (Nguồn NOAA/2010)

Hiện nay, có hai phương pháp chủ yếu để đo đặc mực nước biển là đo tại trạm hải văn và bằng vệ tinh. Các số liệu từ các trạm hải văn cho biết mức thay đổi mực nước so với mốc cao độ của trạm. Để có thể biết được thay đổi mực nước do thể tích khối nước và các yếu tố vật lý biển khác, số liệu trạm hải văn cần phải loại bỏ được yếu tố do vận động địa chất của mặt đất. Sự ước tính ảnh hưởng vận động địa chất nói chung sẽ không thực hiện được nếu không có đủ vị trí đo đạc hay số liệu địa chất. Tuy nhiên, việc lựa chọn cẩn thận vị trí đặt trạm có thể loại bỏ được ảnh hưởng những hoạt động kiến tạo và lấy trung bình các số liệu có thể thu được sai số nhỏ trong ước tính mực nước biển toàn cầu. Sự biến đổi mực nước biển dựa vào số liệu vệ tinh được đo với khối tâm của Trái đất, do đó không bị ảnh hưởng của vận động địa chất.

Từ năm 1992, mực nước biển trung bình toàn cầu được tính toán, cập nhật theo chu kỳ 10 ngày từ vệ tinh TOPEX/Poseidon (T/P) và vệ tinh JASON từ 66° Nam đến 66° Bắc (Nerem và Mitchum, 2001). Số liệu đo đạc được tổng hợp và hiệu chỉnh từ các vệ tinh (Topex/Poseidon, Jason - 1/2, ERS - 1/2, Envisat) từ tháng 10/1992 đến 12/2010 cho thấy mực nước biển đã dâng với tốc độ là 3,27mm/năm (CNES, LEGOS, CLS - Hình 1.7). Trên quy mô toàn cầu, xu thế biến đổi của mực nước biển tăng mạnh ở ven bờ Tây Thái Bình Dương đó có xu thế giảm ở bờ Đông Thái Bình Dương (Hình 1.8).



Hình 1.7. Xu thế biến động mực nước biển trung bình toàn cầu từ số liệu vệ tinh (Nguồn: AVISO)



Hình 1.8. Phân bố xu thế mực nước biển trung bình toàn cầu theo số liệu vệ tinh
(Nguồn: CNES/LEGOS/CLS, 2010)

1.2. Biểu hiện của biến đổi khí hậu, nước biển dâng ở Việt Nam

Ở Việt Nam, xu thế biến đổi của nhiệt độ và lượng mưa là rất khác nhau trên các vùng. Trong 50 năm qua, nhiệt độ trung bình năm tăng khoảng $0,5^{\circ}\text{C}$ trên phạm vi cả nước và lượng mưa có xu hướng giảm ở phía Bắc và tăng ở phía Nam lãnh thổ.

Nhiệt độ tháng I (tháng đặc trưng cho mùa đông), nhiệt độ tháng VII (tháng đặc trưng cho mùa hè) và nhiệt độ trung bình năm tăng trên phạm vi cả nước. Nhiệt độ mùa đông tăng nhanh hơn so với mùa hè và nhiệt độ vùng sâu trong đất liền tăng nhanh hơn so với nhiệt độ vùng ven biển và hải đảo.

Vào mùa đông, nhiệt độ tăng nhanh hơn cả là ở Tây Bắc Bộ, Đông Bắc Bộ, Đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ (khoảng $1,3\text{-}1,5^{\circ}\text{C}/50$ năm). Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ có nhiệt độ tháng I tăng chậm hơn so với các vùng khí hậu phía Bắc (khoảng $0,6\text{-}0,9^{\circ}\text{C}/50$ năm). Tính trung bình cho cả nước, nhiệt độ mùa đông ở nước ta đã tăng lên $1,2^{\circ}\text{C}/50$ năm. Nhiệt độ tháng VII tăng khoảng $0,3\text{-}0,5^{\circ}\text{C}/50$ năm trên tất cả các vùng khí hậu của nước ta. Nhiệt độ trung bình năm tăng $0,5\text{-}0,6^{\circ}\text{C}/50$ năm ở Tây Bắc, Đông Bắc Bộ, Đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ còn mức tăng nhiệt độ trung bình năm ở Nam Trung Bộ thấp hơn, chỉ vào khoảng $0,3^{\circ}\text{C}/50$ năm (Hình 1.9 và Bảng 1.1).

Xu thế chung của nhiệt độ là tăng trên hầu hết các khu vực, tuy nhiên, có những khu vực nhỏ thuộc vùng ven biển Trung Bộ và Nam Bộ như Thừa Thiên – Huế, Quảng Ngãi, Tiền Giang có xu hướng giảm của nhiệt độ. Đáng lưu ý là ở những nơi này, lượng mưa tăng trong cả hai mùa: Mùa khô và mùa mưa.

Mức thay đổi nhiệt độ cực đại trên toàn Việt Nam nhìn chung dao động trong khoảng từ -3°C đến 3°C . Mức thay đổi nhiệt độ cực tiểu chủ yếu dao động trong khoảng -5°C đến 5°C . Xu thế chung của nhiệt độ cực đại và cực tiểu là tăng, tốc độ tăng của nhiệt độ cực tiểu nhanh hơn so với nhiệt độ cực đại, phù hợp với xu thế chung của biến đổi khí hậu toàn cầu.

Lượng mưa mùa khô (tháng XI-IV) tăng lên chút ít hoặc thay đổi không đáng kể ở các vùng

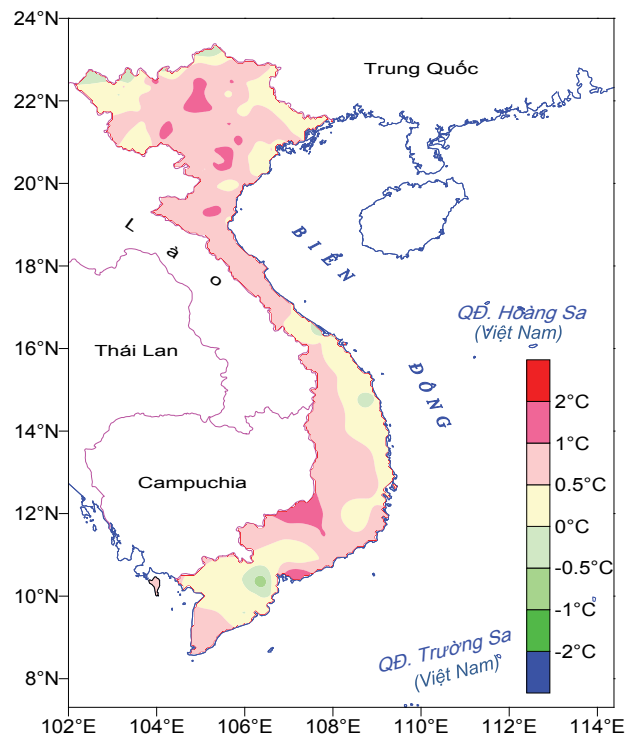
khí hậu phía Bắc và tăng mạnh mẽ ở các vùng khí hậu phía Nam. Lượng mưa mùa mưa (tháng V-X) giảm từ 5 đến hơn 10% trên đa phần diện tích phía Bắc nước ta và tăng khoảng 5 đến 20% ở các vùng khí hậu phía Nam. Xu thế diễn biến của lượng mưa năm tương tự như lượng mưa mùa mưa, tăng ở các vùng khí hậu phía Nam và giảm ở các vùng khí hậu phía Bắc. Khu vực Nam Trung Bộ có lượng mưa mùa khô, mùa mưa và lượng mưa năm tăng mạnh nhất so với các vùng khác ở nước ta, nhiều nơi đến 20% trong 50 năm qua (Hình 1.10 và Bảng 1.1).

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, 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 xích đạo Thái Bình Dương với xu thế biến đổi của số ngày mưa lớn trên các vùng khí hậu phía Nam.

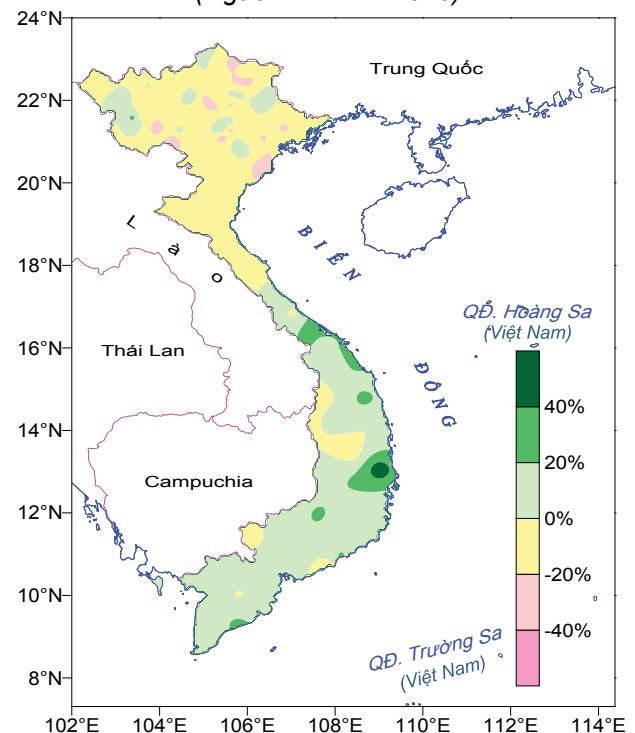
Về xoáy thuận nhiệt đới, trung bình hàng năm có khoảng 12 cơn bão và áp thấp nhiệt đới hoạt động trên Biển Đông, trong đó khoảng 45% số cơn này sinh ngay trên Biển Đông và 55% số cơn từ Thái Bình Dương di chuyển vào. Số cơn bão và áp thấp nhiệt đới ảnh hưởng đến Việt Nam vào khoảng 7 cơn mỗi năm và trong đó có 5 cơn đổ bộ hoặc ảnh hưởng trực tiếp đến đất liền nước ta. Nơi có tần suất hoạt động của bão, áp thấp nhiệt đới lớn nhất nằm ở phần giữa của khu vực Bắc Biển Đông, trung bình mỗi năm có khoảng 3 cơn đi qua ô lưới 2,5 x 2,5 độ kinh vĩ. Khu vực bờ biển miền Trung từ 16 đến 18°N và khu vực bờ biển Bắc Bộ từ 20°N trở lên có tần suất hoạt động của bão, áp thấp nhiệt đới cao nhất trong cả dải ven biển nước ta, cứ khoảng 2 năm lại có 1 cơn bão, áp thấp nhiệt đới đi vào khu vực 1 vĩ độ bờ biển (Hình 1.11).

Số lượng xoáy thuận nhiệt đới hoạt động trên khu vực Biển Đông có xu hướng tăng nhẹ, trong khi đó số cơn ảnh hưởng hoặc đổ bộ vào đất liền Việt Nam không có xu hướng biến đổi rõ ràng (Hình 1.12).

Khu vực đổ bộ của các cơn bão và áp thấp nhiệt đới vào Việt Nam có xu hướng lùi dần về phía Nam lãnh thổ nước ta; số lượng các cơn bão rất mạnh có xu hướng gia tăng; mùa bão có dấu hiệu kết thúc muộn hơn trong thời gian gần đây. Mức độ ảnh hưởng của bão đến nước ta có xu hướng mạnh lên.



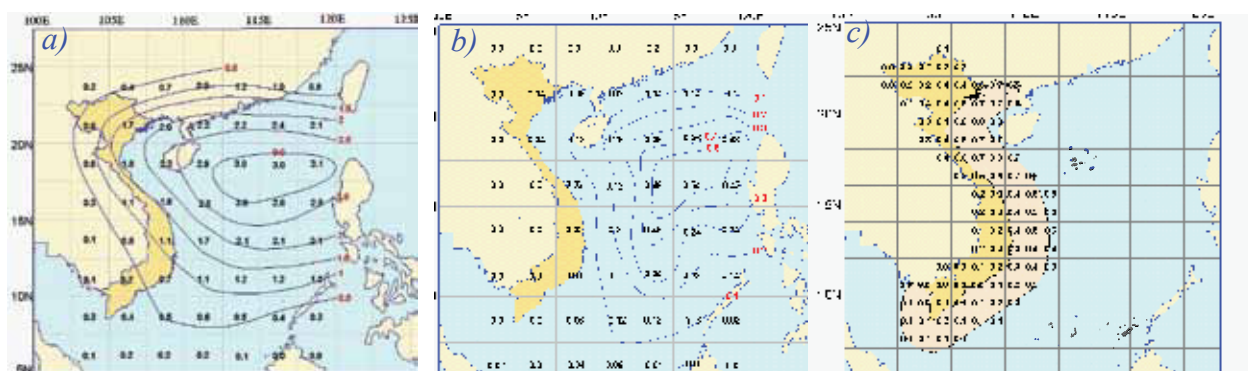
Hình 1.9. Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (°C) trong 50 năm qua
(Nguồn: IMHEN/2010)



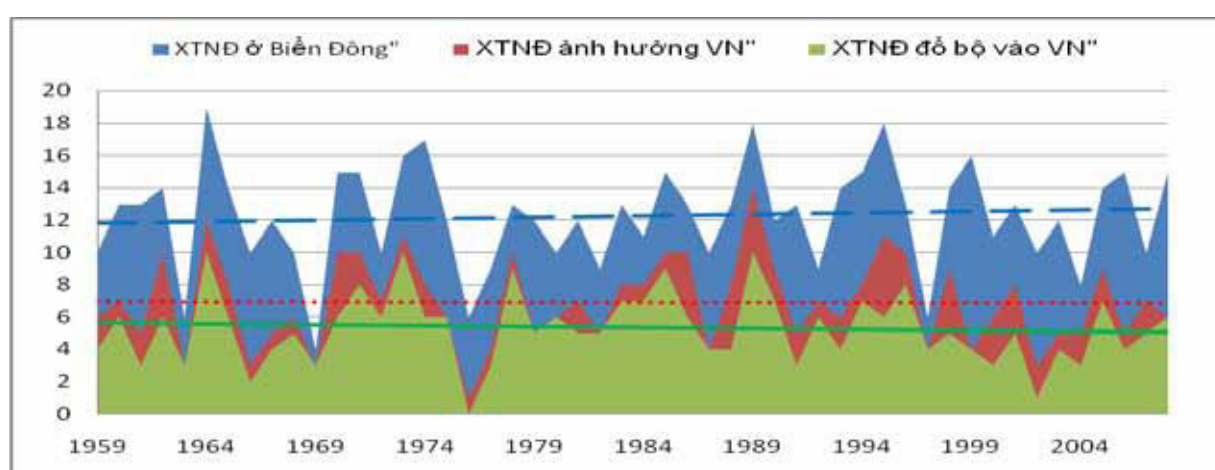
Hình 1.10. Mức thay đổi lượng mưa năm (%) trong 50 năm qua
(Nguồn: IMHEN/2010)

Bảng 1.1. Mức tăng nhiệt độ và mức thay đổi lượng mưa trong 50 năm qua ở các vùng khí hậu của Việt Nam (Nguồn: IMHEN/2010)

Vùng khí hậu	Nhiệt độ (°C)			Lượng mưa (%)		
	Tháng I	Tháng VII	Năm	Thời kỳ XI-IV	Thời kỳ V-X	Năm
Tây Bắc Bộ	1,4	0,5	0,5	6	-6	-2
Đông Bắc Bộ	1,5	0,3	0,6	0	-9	-7
Đồng bằng Bắc Bộ	1,4	0,5	0,6	0	-13	-11
Bắc Trung Bộ	1,3	0,5	0,5	4	-5	-3
Nam Trung Bộ	0,6	0,5	0,3	20	20	20
Tây Nguyên	0,9	0,4	0,6	19	9	11
Nam Bộ	0,8	0,4	0,6	27	6	9



Hình 1.11. Bản đồ tần suất XTND hoạt động (a), hình thành ở Biển Đông (b) và ảnh hưởng đến đất liền Việt Nam (c) (Nguồn: IMHEN/2010)



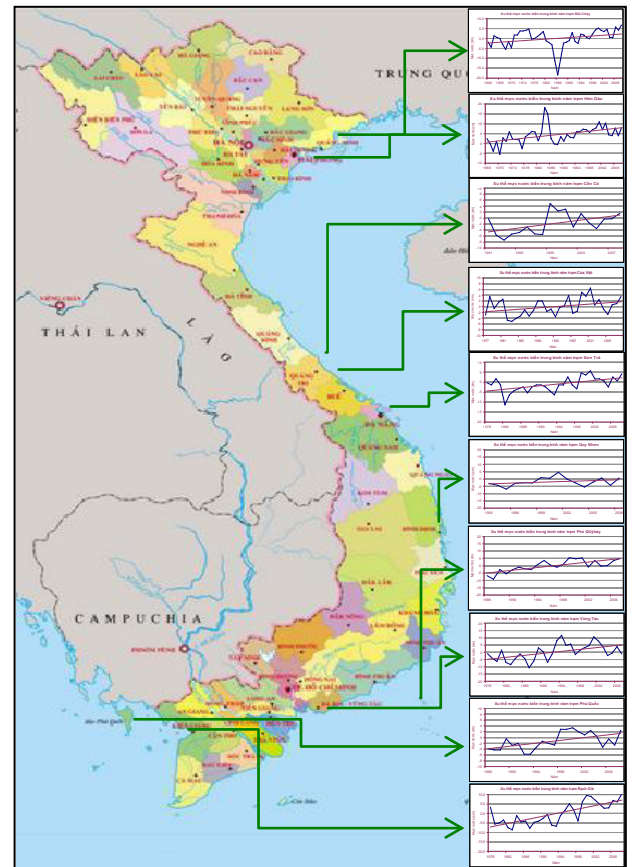
Hình 1.12. Diễn biến của số cơn xoáy thuận nhiệt đới hoạt động ở Biển Đông, ảnh hưởng và đổ bộ vào đất liền Việt Nam trong 50 năm qua (Nguồn: IMHEN/2010)

Hạn hán, bao gồm hạn tháng và hạn mùa có xu thế tăng lên nhưng với mức độ không đồng đều giữa các vùng và giữa các trạm trong từng vùng khí hậu. Hiện tượng nắng nóng có dấu hiệu gia tăng rõ rệt ở nhiều vùng trong cả nước, đặc biệt là ở Trung Bộ và Nam Bộ.

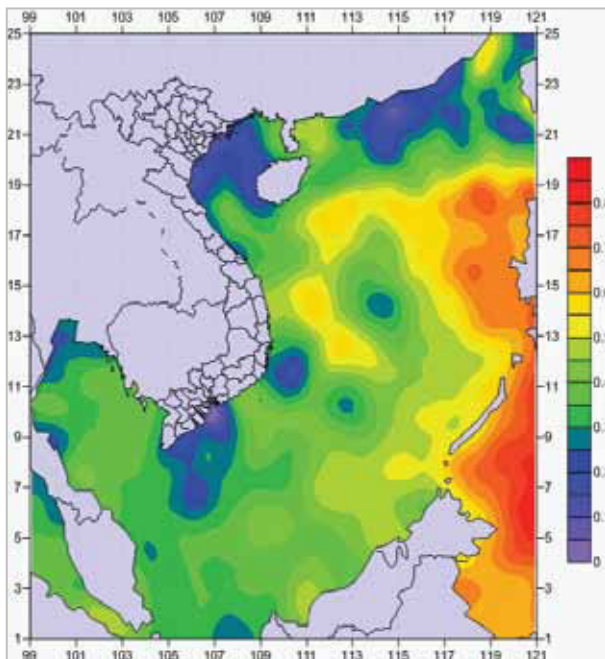
Ở Việt Nam, số liệu mực nước quan trắc tại các trạm hải văn ven biển Việt Nam cho thấy xu thế biến đổi mực nước biển trung bình năm không giống nhau. Hầu hết các trạm có xu hướng tăng, tuy nhiên, một số ít trạm lại không thể hiện rõ xu hướng này. Xu thế biến đổi trung bình của mực nước biển dọc bờ biển Việt Nam là khoảng 2,8mm/năm (Hình 1.13).

Số liệu mực nước đo đạc từ vệ tinh từ năm 1993 đến 2010 cho thấy, xu thế tăng mực nước biển trên toàn Biển Đông là 4,7mm/năm, phía Đông của Biển Đông có xu thế tăng nhanh hơn phía Tây. Chỉ tính cho dải ven bờ Việt Nam, khu vực ven biển Trung Trung Bộ và Tây Nam Bộ có xu hướng tăng mạnh hơn, trung bình cho toàn dải ven biển Việt Nam tăng khoảng 2,9mm/năm (Hình 1.14).

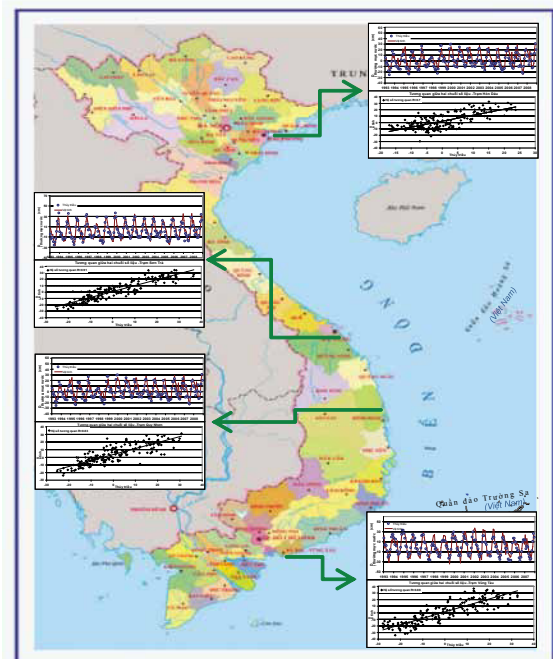
Như vậy, xu thế mực nước biển cho khu vực ven biển từ số liệu thực đo tại trạm quan trắc hải văn và từ vệ tinh là gần bằng nhau. Kết quả so sánh cho thấy có sự tương đồng cao về pha và biên độ dao động của mực nước trung bình cũng như tương quan giữa chúng (Hình 1.15).



Hình 1.13. Diễn biến mực nước biển theo số liệu các trạm thực đo (Nguồn: IMHEN/2010)



Hình 1.14. Diễn biến mực nước biển theo số liệu vệ tinh thời kỳ 1993 - 2010 (Nguồn: IMHEN/2010)



Hình 1.15. So sánh mực nước biển từ số liệu tại trạm hải văn và vệ tinh (Nguồn: IMHEN/2010)

2. PHƯƠNG PHÁP XÂY DỰNG KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG CHO VIỆT NAM

2.1. Yêu cầu cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam

Nhận thức rõ tác động của biến đổi khí hậu đến Việt Nam, Chính phủ đã phê duyệt Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu. Một trong những nội dung quan trọng của Chương trình là xây dựng và cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu. Kịch bản BĐKH là cơ sở để các Bộ, ngành, địa phương đánh giá tác động của biến đổi khí hậu, xây dựng và triển khai kế hoạch hành động ứng phó.

Bộ Tài nguyên và Môi trường được Chính phủ giao: “Dựa trên cơ sở các nghiên cứu đã có trong và ngoài nước, đầu năm 2009 hoàn thành việc xây dựng các kịch bản biến đổi khí hậu ở Việt Nam, đặc biệt là nước biển dâng,... Cuối năm 2010, hoàn thành việc cập nhật các kịch bản biến đổi khí hậu và đến năm 2015, tiếp tục cập nhật các kịch bản biến đổi khí hậu, đặc biệt là nước biển dâng cho các giai đoạn đến năm 2100”.

Các kịch bản BĐKH, nước biển dâng cho Việt Nam công bố năm 2009 được xây dựng chủ yếu dựa trên cơ sở các nghiên cứu trong và ngoài nước về BĐKH đến thời điểm đó và với mức độ chi tiết đến vùng khí hậu và chung cho cả vùng biển của Việt Nam.

Việc cập nhật các kịch bản BĐKH cần phải được thực hiện trên cơ sở ứng dụng các mô hình khí hậu, phần mềm thống kê, phương pháp luận được lựa chọn, xây dựng chuyên biệt cho Việt Nam và khu vực lân cận. Các loại số liệu khác nhau cũng cần được khai thác tối đa trong quá trình xây dựng các kịch bản BĐKH, nước biển dâng như số liệu quan trắc tại các trạm khí tượng, khí hậu, các trạm hải văn, dữ liệu vệ tinh, số liệu mô phỏng của mô hình,... Các kịch bản BĐKH, nước biển dâng cho Việt Nam phải có cơ sở khoa học và thực tiễn.

Nhằm đáp ứng được các yêu cầu đánh giá tác động của BĐKH đối với các lĩnh vực và các địa phương khác nhau của Việt Nam, kịch bản BĐKH, nước biển dâng cho Việt Nam cần được chi tiết hoá đến đơn vị hành chính cấp tỉnh và nhỏ hơn.

2.2. Lựa chọn kịch bản phát thải khí nhà kính

Biến đổi khí hậu hiện nay cũng như trong thế kỷ 21 phụ thuộc chủ yếu vào mức độ phát thải khí nhà kính, tức là phụ thuộc vào sự phát triển kinh tế - xã hội. Vì vậy, các kịch bản biến đổi khí hậu được xây dựng dựa trên các kịch bản phát triển kinh tế - xã hội toàn cầu.

Con người đã phát thải quá mức khí nhà kính vào khí quyển từ các hoạt động khác nhau như công nghiệp, nông nghiệp, giao thông vận tải, phá rừng,... Do đó, cơ sở để xác định các kịch bản phát thải khí nhà kính là: (1) Sự phát triển kinh tế ở quy mô toàn cầu; (2) Dân số thế giới và mức độ tiêu dùng; (3) Chuẩn mực cuộc sống và lối sống; (4) Tiêu thụ năng lượng và tài nguyên năng lượng; (5) Chuyển giao công nghệ; (6) Thay đổi sử dụng đất;...

Trong Báo cáo đặc biệt về các kịch bản phát thải khí nhà kính năm 2000, IPCC đã đưa ra 40 kịch bản, phản ánh khá đa dạng khả năng phát thải khí nhà kính trong thế kỷ 21. Các kịch bản phát thải này được tổ hợp thành 4 kịch bản gốc là A1, A2, B1 và B2 với các đặc điểm chính sau:

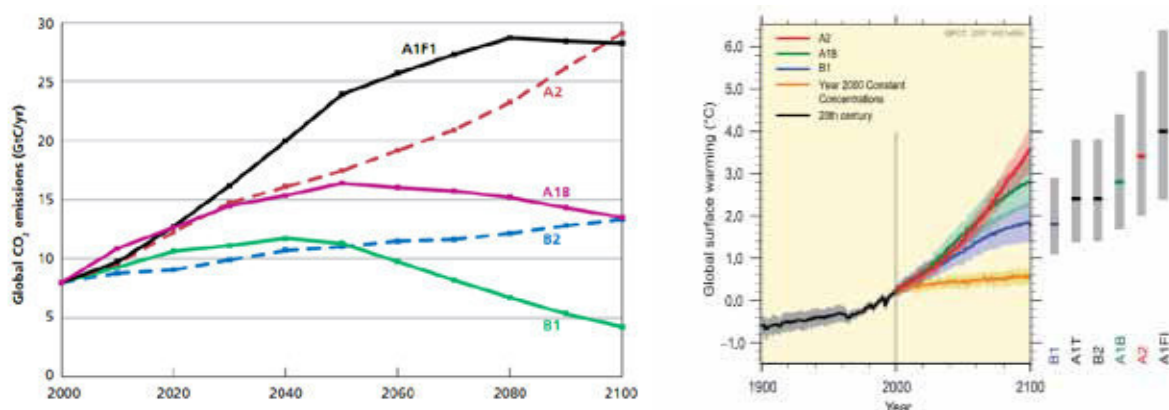
- Kịch bản gốc A1: Kinh tế thế giới phát triển nhanh; dân số thế giới tăng đạt đỉnh vào năm 2050 và sau đó giảm dần; truyền bá nhanh chóng và hiệu quả các công nghệ mới; thế giới có sự tương đồng về thu nhập và cách sống, có sự tương đồng giữa các khu vực, giao lưu mạnh mẽ về văn hoá và xã hội toàn cầu. Họ kịch bản A1 được chia thành các nhóm dựa theo mức độ phát triển công nghệ, như:

- + A1FI: Tiếp tục sử dụng thái quá nhiên liệu hóa thạch (kịch bản phát thải cao);
- + A1B: Có sự cân bằng giữa các nguồn năng lượng (kịch bản phát thải trung bình);
- + A1T: Chú trọng đến việc sử dụng các nguồn năng lượng phi hoá thạch (kịch bản phát thải thấp).

- Kịch bản gốc A2: Thế giới không đồng nhất, các quốc gia hoạt động độc lập, tự cung tự cấp; dân số tiếp tục tăng trong thế kỷ 21; kinh tế phát triển theo định hướng khu vực; thay đổi về công nghệ và tốc độ tăng trưởng kinh tế tính theo đầu người chậm (kịch bản phát thải cao, tương tự như A1FI).
- Kịch bản gốc B1: Kinh tế phát triển nhanh giống như A1 nhưng có sự thay đổi nhanh chóng theo hướng kinh tế dịch vụ và thông tin; dân số tăng đạt đỉnh vào năm 2050 và sau đó giảm dần; giảm cường độ tiêu hao nguyên vật liệu, các công nghệ sạch và sử dụng hiệu quả tài nguyên được phát triển; chú trọng đến các giải pháp toàn cầu về ổn định kinh tế, xã hội và môi trường (kịch bản phát thải thấp, tương tự như A1T).
- Kịch bản gốc B2: Dân số tăng liên tục nhưng với tốc độ thấp hơn A2; chú trọng đến các giải pháp địa phương thay vì toàn cầu về ổn định kinh tế, xã hội và môi trường; mức độ phát triển kinh tế trung bình; thay đổi công nghệ chậm hơn và manh mún hơn so với B1 và A1 (kịch bản phát thải trung bình, được xếp cùng nhóm với A1B).

Như vậy, IPCC khuyến cáo sử dụng các kịch bản phát thải được sắp xếp từ thấp đến cao là B1, A1T (kịch bản thấp), B2, A1B (kịch bản trung bình), A2, A1FI (kịch bản cao) với các mức phát thải khí nhà kính trong thế kỷ 21 và dự tính mức tăng nhiệt độ trung bình toàn cầu được thể hiện trên Hình 2.1. Tuy nhiên, tùy thuộc vào nhu cầu thực tiễn và khả năng tính toán của từng nước, IPCC cũng khuyến cáo lựa chọn các kịch bản phát thải phù hợp để xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu.

Các kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam được xây dựng và công bố năm 2009 theo các kịch bản phát thải khí nhà kính ở mức thấp (B1), trung bình (B2) và cao (A2, A1FI), trong đó kịch bản trung bình B2 được khuyến nghị cho các Bộ, ngành và địa phương làm định hướng ban đầu để đánh giá tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng và xây dựng kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu. Kế thừa các nghiên cứu đã có và trên cơ sở các kết quả tính toán của các mô hình khí hậu ở Việt Nam, các kịch bản phát thải khí nhà kính được chọn nhằm cập nhật kịch bản BĐKH, nước biển dâng cho Việt Nam trong báo cáo này bao gồm: B1 (kịch bản thấp), B2, A1B (kịch bản trung bình), A2 và A1FI (kịch bản cao).



Hình 2.1. Sơ đồ tính toán phát thải khí nhà kính theo các kịch bản và mức tăng nhiệt độ trung bình toàn cầu (Nguồn: IPCC)

2.3. Lựa chọn phương pháp xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam

2.3.1. Các phương pháp xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu

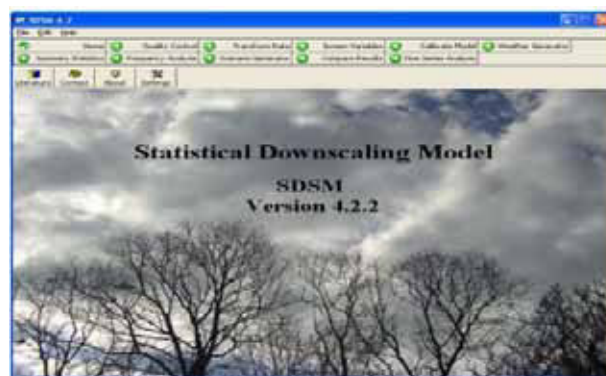
Nhiều phương pháp đã được sử dụng để xây dựng kịch bản BĐKH cho Việt Nam như: Ứng dụng các phần mềm SDSM, SIMCLIM, ứng dụng phương pháp chi tiết hoá thống kê, khai thác sản phẩm của các mô hình động lực toàn cầu và khu vực,... Các phương pháp tính cũng như các sản phẩm minh họa của các phương pháp được giới thiệu sơ lược sau đây:

• Ứng dụng phần mềm SDSM

Phần mềm SDSM là một công cụ hỗ trợ, đánh giá sự thay đổi khí hậu ở quy mô địa phương bằng cách sử dụng kỹ thuật chi tiết hóa thống kê (Hình 2.2).

Cấu trúc hoạt động của SDSM như sau:

- Kiểm soát chất lượng và chuyển đổi dữ liệu thống kê;
- Kiểm tra các nhân tố dự báo;
- Hiệu chỉnh mô hình;
- Tổ hợp các dữ liệu hiện tại bằng các nhân tố trong quan trắc;
- Đưa kết quả của mô hình lên công cụ đồ họa;
- Tổ hợp các dự tính khí hậu tương lai (kịch bản BĐKH).



Hình 2.2. Giao diện của phần mềm SDSM

• Ứng dụng phần mềm SIMCLIM

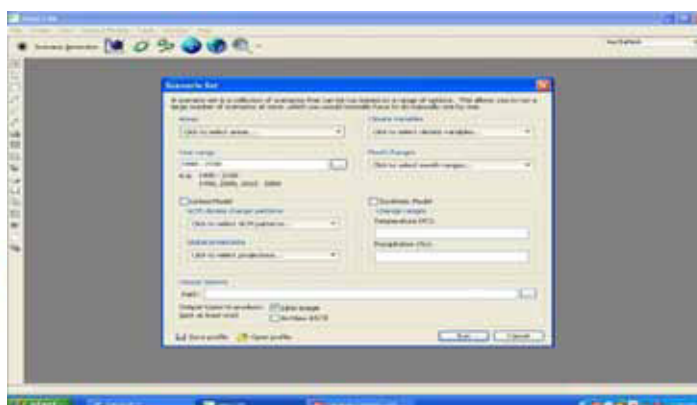
Phần mềm SIMCLIM có 2 chức năng chính là tính toán xây dựng các kịch bản (Scenarios Generation) và đánh giá tác động theo các kịch bản (Impact model).

Chức năng xây dựng kịch bản: Dựa trên sản phẩm của các mô hình toàn cầu (GCM) theo từng kịch bản và chuỗi số liệu của các yếu tố khí hậu, mực nước biển dâng ở các địa phương, phần mềm SIMCLIM có thể tính toán các kịch bản về các yếu tố khí hậu và mực nước biển dâng cho các địa phương đó. Phương pháp chính được sử dụng là thống kê kết hợp với các công cụ đồ họa. Các yếu tố khí hậu bao gồm: Lượng mưa, nhiệt độ (trung bình, cực trị) và các yếu tố khác như độ ẩm, gió,...

Sản phẩm của hơn 20 mô hình hoàn lưu chung khí quyển được tích hợp trong SIMCLIM và có sẵn trong cơ sở dữ liệu của tổ chức PCMDI (<http://www-pcmdi.llnl.gov/>).

Chức năng đánh giá tác động bao gồm:

- Đánh giá tác động lên tài nguyên nước: Thông qua các tính toán cân bằng nước, phần mềm tính toán sự khác nhau giữa lượng mưa và bốc hơi tiềm năng. Đầu vào của phần mềm là nhiệt độ trung bình, lượng mưa và bức xạ mặt trời,... và đầu ra là giá trị cân bằng nước.



Hình 2.3. Giao diện của phần mềm SIMCLIM

- Đánh giá tác động lên nông nghiệp: Sử dụng các tính toán nhiệt – ngày (degree - day) để đánh giá tác động của biến đổi khí hậu lên nông nghiệp.
- Đánh giá tác động xói lở đường bờ và cân bằng nước.

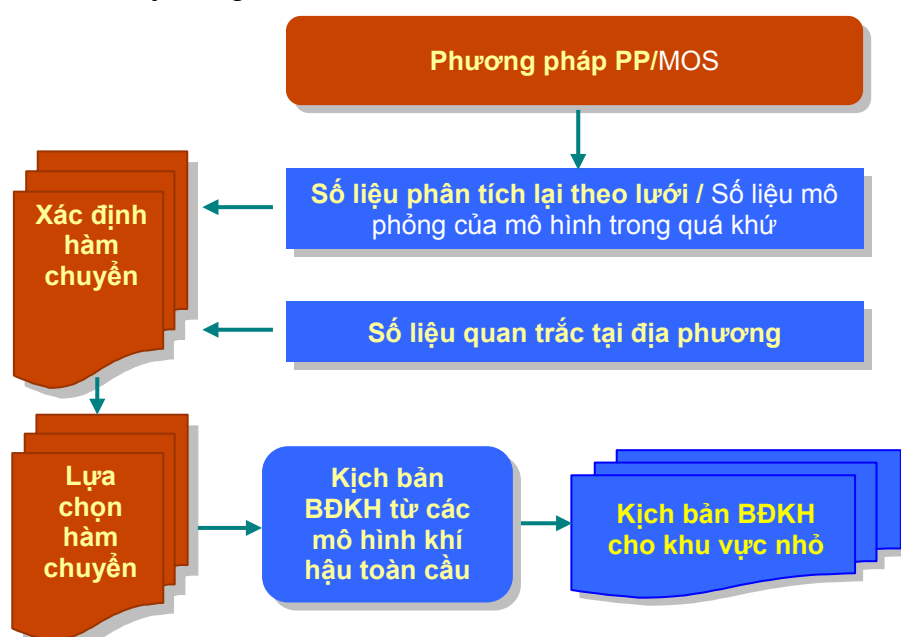
• **Phương pháp chi tiết hóa thống kê**

Phương pháp chi tiết hóa thống kê (Statistical Downscaling) sử dụng những thông tin khí hậu và BĐKH từ mô hình khí hậu toàn cầu (GCMs) có độ phân giải tương đối thô để tính toán chi tiết và có độ phân giải cao hơn cho một khu vực. Mặc dù GCM ngày càng được hoàn thiện trên phạm vi không gian và thời gian, tuy nhiên kết quả của các mô hình vẫn chưa đủ chi tiết để đánh giá tác động của BĐKH cho một khu vực nhỏ vì các điều kiện như địa hình, mật độ có ảnh hưởng lớn đến khí hậu địa phương nhưng chưa được thể hiện trong GCM.

Mô hình chi tiết hóa thống kê xây dựng mối quan hệ định lượng giữa các biến khí quyển quy mô lớn, đóng vai trò là các nhân tố dự báo (NTDB) và các biến lớp bề mặt của địa phương - đối tượng dự báo (ĐTDB). Các mô hình chi tiết hóa thống kê đã phát triển khá mạnh trong dự báo nói chung, dự báo hạn dài (DBHD) nói riêng. Ứng dụng phương pháp chi tiết hóa thống kê để xây dựng kịch bản về BĐKH là trường hợp đặc biệt trong dự báo hạn dài. Có 3 phương pháp được áp dụng trong chi tiết hóa thống kê:

- ◆ Các mô hình hồi quy (Regression models);
- ◆ Các sơ đồ phân loại thời tiết (Weather Classification schemes hoặc Weather Typing);
- ◆ Các “máy” tạo thời tiết (Weather Generators).

Trong các nghiên cứu xây dựng mô hình dự báo và xây dựng kịch bản BĐKH, hai phương pháp thường được dùng là phương pháp thống kê đầu ra của mô hình (MOS) và phương pháp sử dụng số liệu “phân tích lại” kết hợp với nguồn số liệu quan trắc tương ứng để thiết lập mô hình (PP), như được trình bày trong Hình 2.4.



Hình 2.4. Sơ đồ xây dựng hàm chuyển theo phương pháp PP và MOS

- Phương pháp “Thống kê từ đầu ra của mô hình” (Model Output Statistics - MOS): Phương pháp này sử dụng kết quả đầu ra của mô hình trong quá khứ, kết hợp với số liệu quan trắc tương ứng tại các trạm để xây dựng mô hình hồi quy, chuyển các kịch bản có được từ các mô hình này cho tương lai về các khu vực nghiên cứu.
- Phương pháp sử dụng số liệu “phân tích lại” kết hợp với nguồn số liệu quan trắc tương ứng để thiết lập mô hình (Perfect Prognosis - PP): Do nguồn số liệu tái phân tích được coi là nguồn số liệu gần thực tế, tương tự như số liệu quan trắc nên mối quan hệ tạo ra giữa chúng được coi là gần với quan hệ thực.

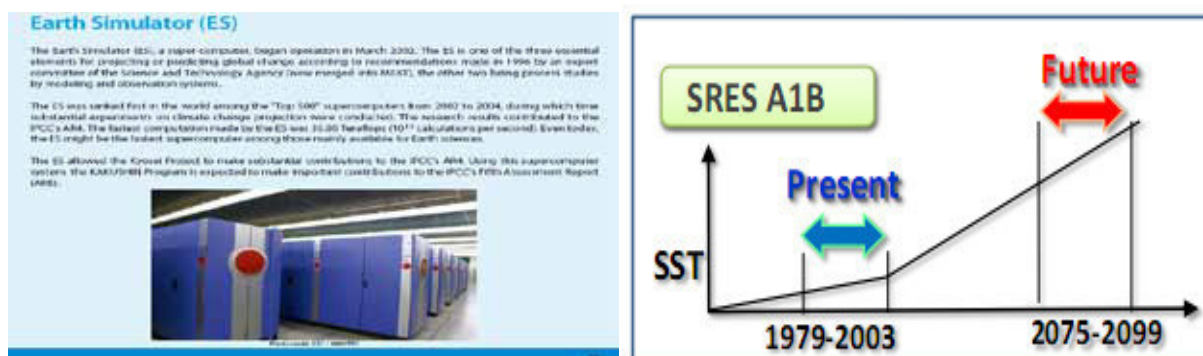
Việc đánh giá mức độ tin cậy và tiêu chí để lựa chọn được thực hiện khi xây dựng và xác định hàm chuyển. Các phương pháp dùng để xây dựng và kiểm chứng mô hình được lựa chọn cho phù hợp với độ dài và đặc điểm của các chuỗi số liệu.

• **Ứng dụng kết quả của mô hình AGCM/MRI (Nhật Bản)**

Mô hình AGCM/MRI do Viện Nghiên cứu Khí tượng và Cục Khí tượng Nhật Bản (JMA) xây dựng, kết hợp giữa mô hình dự báo thời tiết thời đoạn ngắn với mô hình khí hậu thể hệ mới, mô phỏng khí hậu thời gian dài.

Mô hình độ phân giải 20km và 60km, chạy bằng hệ thống mô phỏng trái đất (Earth Simulator) tại Cục Công nghệ và khoa học Trái đất - Đại dương, Nhật Bản.

AGCM/MRI dùng số liệu 25 năm từ năm 1979 - 2003 để mô phỏng khí hậu quá khứ nhằm tính toán các đặc trưng khí hậu cho thời kỳ cơ sở. Tương lai gần được mô tả từ 2015 đến 2039 (25 năm) và tương lai xa được mô phỏng từ 2075 đến 2099 (25 năm). Sản phẩm của mô hình gồm khoảng 70 yếu tố khí hậu theo kịch bản phát thải trung bình A1B.



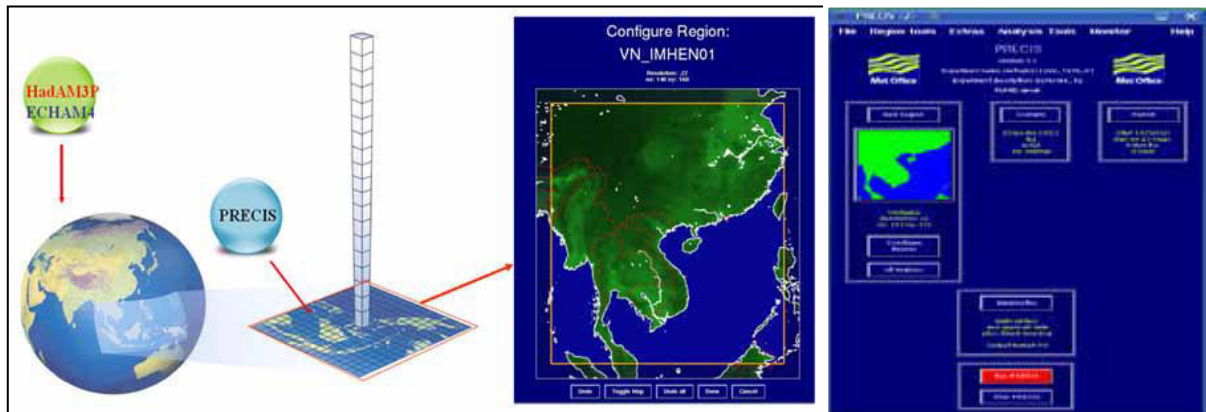
Hình 2.5. Hệ thống Mô phỏng trái đất và kịch bản BĐKH của mô hình AGCM/MRI

• **Ứng dụng mô hình PRECIS của Trung tâm Hadley – Vương quốc Anh**

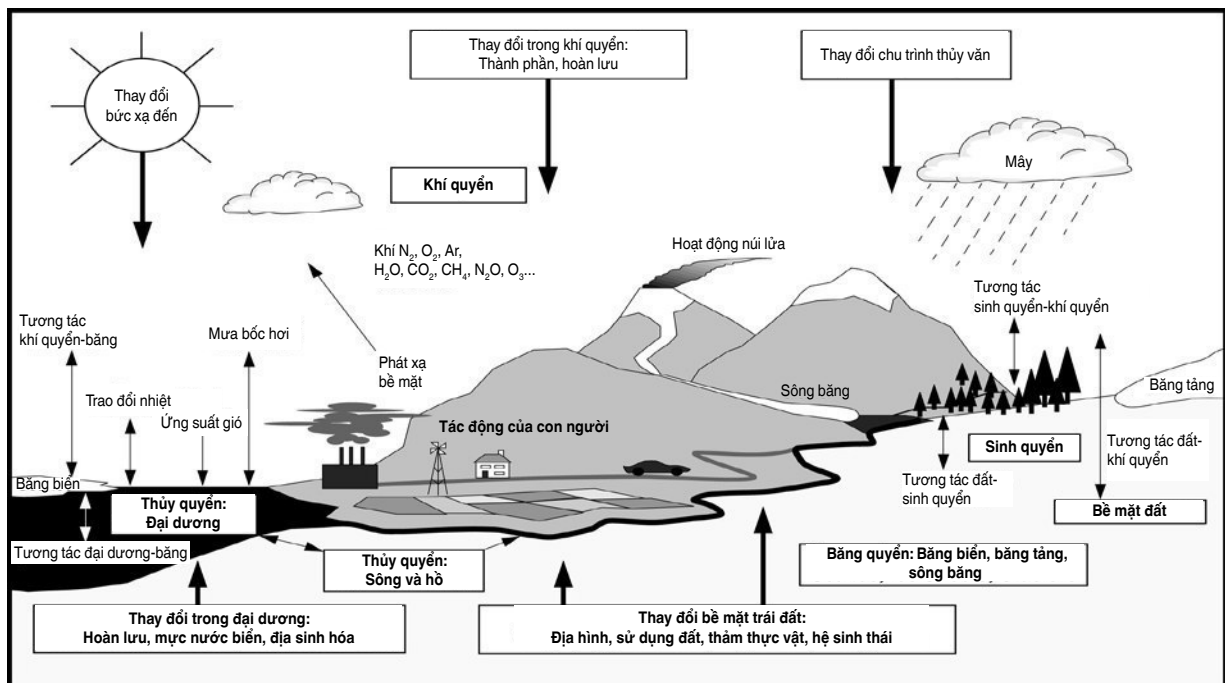
PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies) là mô hình động lực khí hậu khu vực được xây dựng bởi Trung tâm Hadley. Mô hình được dùng để xây dựng các kịch bản BĐKH cho khu vực nhỏ và có thể chạy trên máy tính cá nhân. Sơ đồ tính và miền tính của mô hình PRECIS được trình bày trong Hình 2.6.

Mô hình sử dụng hệ tọa độ lai (Hybrid, η) gồm 19 mực thẳng đứng với mỗi mực η , k ($k = 1, \dots, 19$) xác định bởi sự kết hợp tuyến tính giữa độ cao địa hình và các mực khí áp. Lưới ngang là lưới xen kẽ, các biến vô hướng như nhiệt độ, khí áp, độ ẩm được xác định tại tâm ô lưới còn các thành phần hữu hướng được xác định tại các điểm nút lưới. PRECIS sử dụng phép chiếu cực quay, đảm bảo cho sự ổn định mô hình mà không cần tới phép lọc phi vật lý.

Các sơ đồ tham số hóa vật lý được xét đến là: Sơ đồ mây và giáng thủy, sơ đồ bức xạ, sơ đồ sol khí, sơ đồ lớp biên, sơ đồ bề mặt đất, sơ đồ sóng trọng trường (Hình 2.7). Điều kiện biên xung quanh được lấy từ mô hình toàn cầu hoặc dữ liệu phân tích, bao gồm gió, nhiệt độ, độ ẩm, áp suất bề mặt, ... Kết quả của mô hình gồm khoảng hơn 100 biến khí tượng, trong đó nhiệt độ bề mặt trung bình, cao nhất, thấp nhất và lượng mưa theo ngày, tháng, năm được dùng trong xây dựng kịch bản BĐKH.



Hình 2.6. Sơ đồ tính và miền tính của mô hình PRECIS



Hình 2.7. Các quá trình vật lý được xét đến trong mô hình PRECIS

Miền tính cho Việt Nam được xây dựng với phạm vi không gian trong khoảng: 4-36°N, 93-120°E, độ phân giải ngang 25 x 25km, bao gồm 140 x 160 nút lưới.

Mô hình được sử dụng để tính toán cho 2 thời kỳ: (1) Thời kỳ cơ sở được lựa chọn theo 2 phương án là 1961-1990 và 1980-1999, và (2) Thời kỳ tương lai, được lựa chọn là thời kỳ 2000-2100. Các mốc thời gian trong tương lai được xác định theo khoảng 20 năm một: 2000-2019, 2020-2039, 2040-2059, 2060-2079 và 2080-2100.

Lựa chọn phương pháp để xây dựng kịch bản BĐKH cho Việt Nam

Việc lựa chọn phương pháp để xây dựng kịch bản BĐKH cho Việt Nam được dựa trên mức độ phù hợp của các phương pháp với điều kiện khí hậu Việt Nam, mức độ chi tiết và tính đầy đủ của kịch bản, tính kế thừa về các phương pháp đã được sử dụng trong kịch bản công bố năm 2009 và khả năng chủ động cập nhật trong tương lai. Các phương pháp được dùng để xây dựng kịch bản BĐKH cho Việt Nam bao gồm: Phương pháp chi tiết hóa thống kê được dùng để tính toán cho kịch bản nhiệt độ, lượng mưa trung bình mùa, năm đối với các kịch bản thấp, trung bình và cao; mô hình AGCM/MRI được dùng để tính toán cho kịch bản nhiệt độ, lượng mưa trung bình mùa, năm đối với kịch bản trung bình và mô hình PRECIS được dùng để tính toán cho kịch bản nhiệt độ, lượng mưa trung bình mùa, năm và cực trị đối với kịch bản trung bình. Các phần mềm SDSM, SIMCLIM được dùng để tham khảo.

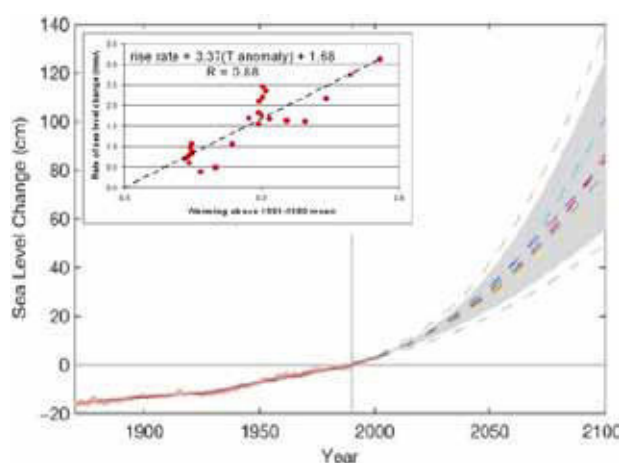
Thời kỳ cơ sở để so sánh sự thay đổi của khí hậu là giai đoạn 1980-1999, đây cũng giai đoạn được IPCC dùng trong báo cáo lần thứ tư.

2.3.2. Các phương pháp được áp dụng để xây dựng kịch bản nước biển dâng bao gồm:

Các phương pháp được áp dụng để xây dựng kịch bản nước biển dâng bao gồm: Phương pháp chi tiết hoá thống kê (MAGICC, SIMCLIM, SLRPP) và ứng dụng sản phẩm của các mô hình số trị.

Ở quy mô toàn cầu, Rahmstorf (2007) đã xây dựng phương pháp thống kê bán thực nghiệm để tính mực nước biển dâng. Phương pháp này dựa vào mối quan hệ giữa nhiệt độ trung bình và mực nước biển toàn cầu trong quá khứ để ước tính cho tương lai. Kết quả tính toán được so sánh với số liệu thực đo (Hình 2.8). Aslak Grinsted (2009) dùng phương trình phi tuyến bốn tham số để xây dựng quan hệ giữa nhiệt độ và mực nước biển toàn cầu trong 2000 năm và tính toán mực nước trong quá khứ và tương lai.

Nhiều mô hình số trị đã được phát triển để tính toán xây dựng kịch bản nước biển dâng với sự kết hợp giữa mô hình khí hậu và mô hình đại dương đối với các kịch bản phát thải khí nhà kính khác nhau, ví dụ trên Hình 2.9 là kịch bản nước biển dâng năm 2100 ở quy mô toàn cầu



Hình 2.8. Phương pháp tính và kịch bản nước biển dâng của Rahmstorf, 2007

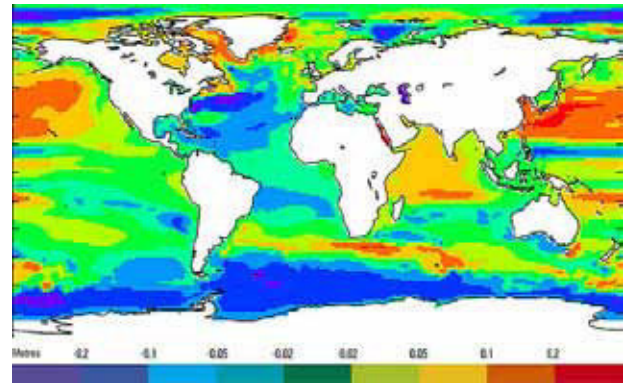
của Trung tâm Nghiên cứu Khí quyển Quốc gia, Hoa Kỳ (NCAR).

Trong nghiên cứu xây dựng kịch bản nước biển dâng cho các khu vực, Joanne (2008) đã sử dụng chương trình cải tiến dự báo nước biển dâng (SLRRP) từ các mô hình toàn cầu khác nhau của Ban Liên Chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC TAR 2001). Mô hình cho phép người sử dụng lựa chọn các kịch bản nước biển dâng cho các khu vực dựa trên các mô hình toàn cầu và các kịch bản phát thải khí nhà kính kết hợp với số liệu thực tế từ các trạm đo thủy triều và sự thay đổi địa chất tại khu vực đó.

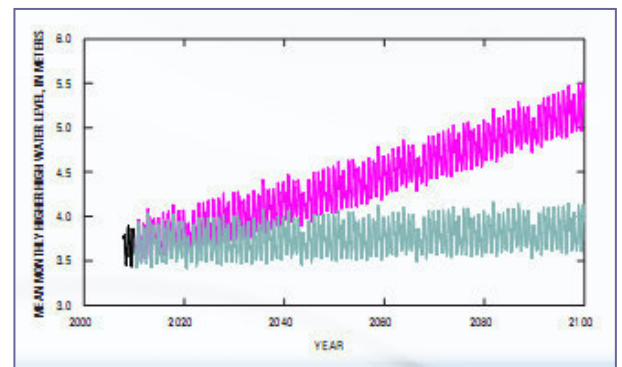
Thomas W. Doyle (2010) xây dựng kịch bản nước biển dâng cho vùng đồng bằng sông Mê Công trên cơ sở tổng hợp các yếu tố: (1) Biến thiên mực nước biển trong quá khứ tại khu vực; (2) Mức độ sụt lún của khu vực; (3) Xu thế mực nước biển dâng theo số liệu quan trắc; (4) Kịch bản nước biển dâng toàn cầu của IPCC theo các kịch bản phát thải A1FI và B1 (Hình 2.10).

Trong kịch bản nước biển dâng của Vương quốc Anh năm 2009 (UKCP09), kịch bản nước biển dâng cho 4 khu vực được chiết xuất từ 11 mô hình số trị kết hợp với ước tính của IPCC (2007) về nước biển dâng do quá trình tan băng và những nghiên cứu về biến đổi, sụt lún địa chất cho 4 khu vực khác nhau.

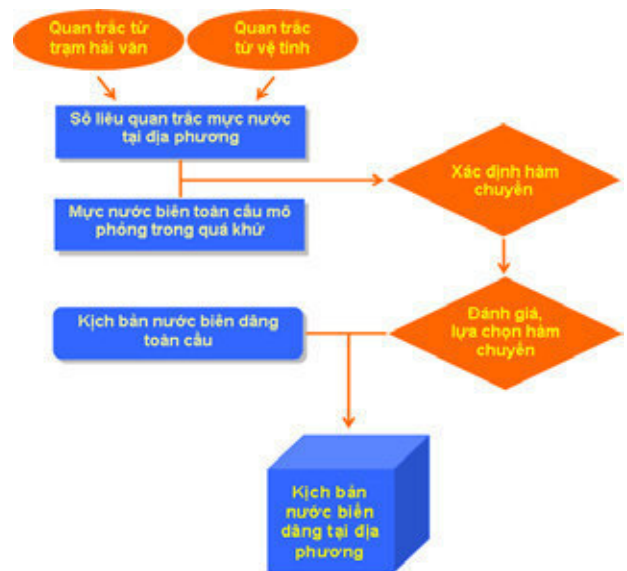
Nhìn chung, khi xây dựng kịch bản nước biển dâng cho khu vực nhỏ, các nghiên cứu trên thế giới thường sử dụng các yếu tố địa phương như tốc độ biến đổi mực nước trong quá khứ và sự dịch chuyển địa chất tại khu vực nhằm hiệu chỉnh các kịch bản nước biển dâng quy mô toàn cầu từ phương pháp thống kê hoặc các mô hình số trị.



Hình 2.9. Kịch bản nước biển dâng năm 2100 ở quy mô toàn cầu (NCAR)



Hình 2.10. Một kịch bản nước biển dâng theo phương pháp của Doyle



Hình 2.11. Phương pháp chi tiết hóa thống kê cho mực nước biển dâng

Lựa chọn phương pháp

Ưu điểm của phương pháp số trị là có thể mô tả được quá trình mực nước biển dâng tới từng khu vực cụ thể với các thời kỳ dâng rút theo chu kỳ khí hậu. Nhược điểm của phương pháp này là chưa mô tả đúng được quá trình tan băng nên các kết quả thường thiên thấp khi kiểm chứng với số liệu thực đo. Mặt khác, do mô hình với quy mô toàn cầu nên đòi hỏi khối lượng tính toán quá lớn, yêu cầu phải có hệ thống siêu máy tính chạy trong thời gian khá dài. Trên cơ sở kế thừa kịch bản nước biển dâng được công bố năm 2009 và yêu cầu chi tiết hoá của kịch bản cập nhật cũng như khả năng áp dụng các phương pháp tính toán trong điều kiện hiện nay ở Việt Nam, phương pháp chi tiết hóa thống kê đã được lựa chọn. Kịch bản nước biển dâng được xây dựng trên cơ sở mối quan hệ thống kê giữa mực nước biển thực đo, ước tính từ vệ tinh trong quá khứ ở từng khu vực của Việt Nam với mực nước biển toàn cầu (Hình 2.11).

Kết quả chiết xuất từ 10 mô hình số trị toàn cầu (Hình 2.12, Bảng 2.1) và mô hình SIMCLIM được sử dụng để tham khảo.

Bảng 2.1. Các mô hình được tham khảo trong xây dựng kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam

TT	Tên Mô hình	Quốc gia	Độ phân giải tại khu vực Việt Nam
1	BCCR-BCM2.0	Na Uy	1° x 1°
2	ECHAM5/MPI-OM	Đức	1° x 1°
3	MIUB-ECHO-G	Đức - Hàn Quốc	2,5° x 1°
4	GFDL-CM2.0	Mỹ	1° x 1°
5	GFDL-CM2.1	Mỹ	1° x 1°
6	GISS-ER	Mỹ	4° x 5°
7	MIROC3.2	Nhật Bản	1,4° x 1,4°
8	MRI-CGCM2.3.2	Nhật Bản	2,5° x 2°
9	NCAR - PCM	Mỹ	1° x 1°
10	UKMO-HadCM3	Anh	1,25° x 1,25°

Báo cáo lần thứ tư của IPCC đã ước tính mực nước biển dâng khoảng 26-59cm vào năm 2100, tuy nhiên không loại trừ khả năng tốc độ cao hơn. Các nghiên cứu gần đây cho thấy mực nước biển đã dâng nhanh hơn so với nhận định của IPCC.

Hình 2.13 cho thấy mực nước thực đo những năm gần đây nằm ở cận trên của kịch bản nước biển dâng của IPCC trong cùng thời kỳ. Nhiều nghiên cứu cho thấy vào cuối thế kỷ 21 mực nước biển có thể dâng từ 1m (Horton, 2007); 1,4m (Rahmstorf, 2007) đến 2,1m (Grinsted, 2009) như thể hiện trong Hình 2.14.

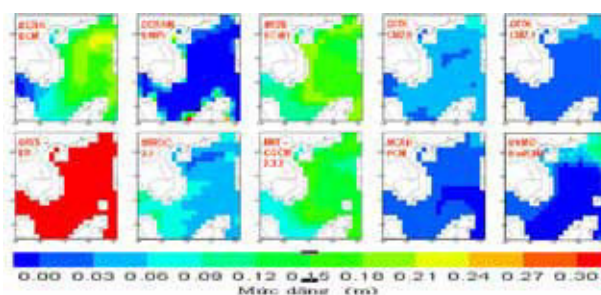
Từ những phân tích, nhận định trên, kịch bản nước biển dâng toàn cầu theo mô hình MAGICC (Hình 2.15) được lựa chọn làm đầu vào để xây dựng kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam.

Xác định các khu vực ven biển có mức độ nước biển dâng khác nhau

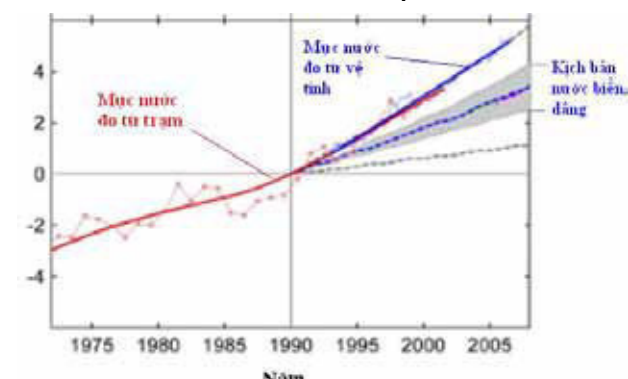
Số liệu mực nước thực đo tại các trạm hải văn, số liệu quan trắc từ vệ tinh và kết quả tính toán từ các mô hình số trị cho vùng ven biển Việt Nam được sử dụng để xác định các khu vực ven biển có sự đồng nhất về xu thế biến đổi mực nước biển trong quá khứ và dự đoán cho tương lai.

Kết quả cho thấy có 7 khu vực ven biển có sự đồng nhất về xu thế biến đổi mực nước biển như sau:

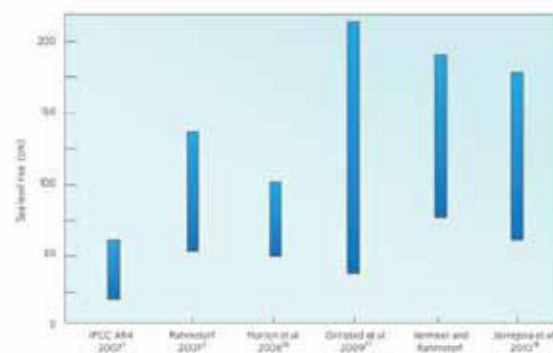
- 1) Khu vực ven biển Bắc Vịnh Bắc Bộ, từ Móng Cái đến Hòn Dấu (gồm tỉnh Quảng Ninh và phía Bắc thành phố Hải Phòng);
- 2) Khu vực ven biển đồng bằng sông Hồng và Bắc Trung Bộ, từ Hòn Dấu đến Đèo Ngang (gồm phía Nam thành phố Hải Phòng, các tỉnh Thái Bình, Nam Định, Ninh Bình, Thanh Hóa, Nghệ An và Hà Tĩnh);
- 3) Khu vực ven biển phía Nam Vịnh Bắc Bộ, từ Đèo Ngang đến đèo Hải Vân (gồm các tỉnh Quảng Bình, Quảng Trị và Thừa Thiên - Huế);
- 4) Khu vực ven biển phía Bắc của Nam Trung Bộ, từ Đèo Hải Vân đến Mũi Đại Lãnh (gồm thành phố Đà Nẵng, tỉnh Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định và Phú Yên);



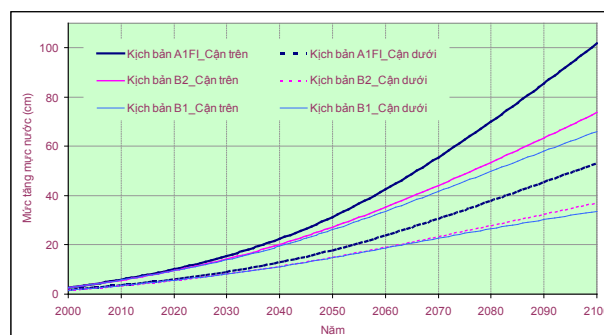
Hình 2.12. Mực nước biển dâng cuối thế kỷ 21 theo kịch bản trung bình của các mô hình số trị



Hình 2.13. So sánh kịch bản nước biển dâng (IPCC) và số liệu đo đạc



Hình 2.14. Mực nước biển dâng cuối thế kỷ 21 từ các nghiên cứu khác nhau



Hình 2.15. Kịch bản nước biển toàn cầu theo các kịch bản phát thải

- 5) Khu vực ven biển phía Nam của Nam Trung Bộ, từ Mũi Đại Lãnh đến Mũi Kê Gà (gồm các tỉnh Khánh Hòa, Ninh Thuận và Bắc Bình Thuận);
- 6) Khu vực ven biển Đông Nam Bộ, từ Mũi Kê Gà đến Mũi Cà Mau (gồm Nam Bình Thuận, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu, thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh Tiền Giang, Trà Vinh, Bến Tre, Sóc Trăng, Bạc Liêu và Đông Cà Mau);
- 7) Khu vực ven biển Tây, từ Mũi Cà Mau đến Hà Tiên (gồm Tây Cà Mau và tỉnh Kiên Giang).

2.3.3. Phương pháp xây dựng các bản đồ nguy cơ ngập

Bản đồ nguy cơ ngập theo các mực nước biển dâng được xây dựng để chỉ ra các khu vực có nguy cơ bị tác động trực tiếp do nước biển dâng.

Dữ liệu được dùng để xây dựng bản đồ nguy cơ ngập bao gồm:

- Bản đồ số địa hình các tỉnh ven biển tỷ lệ 1:10.000, Cục Đo đạc và Bản đồ - Bộ Tài nguyên và Môi trường (2010).
- Bản đồ địa hình tỉ lệ 1:5.000 vùng Đồng bằng sông Cửu Long thuộc dự án cấp nhà nước “Xây dựng cơ sở dữ liệu hệ thống thông tin địa hình - thủy văn cơ bản phục vụ phòng chống lũ lụt và phát triển kinh tế - xã hội vùng Đồng bằng sông Cửu Long”, Trung tâm Viễn thám Quốc gia - Bộ Tài nguyên Môi trường (2008).
- Dữ liệu nền địa lý về giao thông các tỉnh ven biển tỷ lệ 1:25.000, Nhà xuất bản Bản đồ - Bộ Tài nguyên và Môi trường (2005).
- Số liệu về diện tích và dân số các tỉnh ven biển, Tổng cục Thống kê (2009).

Mỗi bản đồ cho một khu vực được xây dựng dựa trên một giá trị duy nhất của mực nước áp dụng trên toàn vùng thể hiện của bản đồ. Về cơ bản, phương pháp này là “nâng bề mặt nước” theo một giá trị được lựa chọn. Cách tiếp cận này được sử dụng phổ biến nhất trong xây dựng bản đồ nguy cơ ngập do nước biển dâng.

Các lớp thông tin được nhập vào hệ thống GIS, thể hiện bản đồ nguy cơ ngập và được trình bày theo quy định của bản đồ chuyên đề đã ban hành.

2.4. Một số lưu ý về các kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng và bản đồ nguy cơ ngập

Các kịch bản nói chung và kịch bản BĐKH luôn tồn tại những điểm chưa chắc chắn, vì thế tính chưa chắc chắn của các kịch bản BĐKH cần được xét đến trong đánh giá tác động, tính dễ bị tổn thương và xác định các giải pháp thích ứng với BĐKH. Về cơ bản, tính chưa chắc chắn trong các kịch bản BĐKH phụ thuộc vào việc xác định các kịch bản phát thải khí nhà kính, nồng độ khí nhà kính trong khí quyển trong tương lai, những hiểu biết còn hạn chế về hệ thống khí hậu toàn cầu và khu vực, phương pháp xây dựng các kịch bản.

Về các kịch bản phát thải khí nhà kính

Tính chưa chắc chắn của các kịch bản phát thải khí nhà kính được cho là nguyên nhân chính gây ra những điểm không chắc chắn của các kịch bản BĐKH. Những điểm chưa chắc chắn của các kịch bản phát thải khí nhà kính liên quan đến các mối quan hệ ràng buộc giữa sự tăng dân số, phát triển kinh tế - xã hội và thay đổi công nghệ trong tương lai. Để khắc phục vấn đề này các kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng được xây dựng dựa theo các kịch bản phát thải khí nhà kính khác nhau, từ kịch bản thấp đến các kịch bản cao (theo các họ kịch bản chính A1, A2, B1 và B2).

Về nồng độ khí nhà kính trong khí quyển

Tính chưa chắc chắn về nồng độ khí nhà kính trong khí quyển liên quan đến những hạn chế trong hiểu biết về các quá trình vật lý và hóa học trong khí quyển. Do vậy, sẽ tồn tại những điểm chưa chắc chắn tiềm ẩn trong các kết quả xây dựng kịch bản BĐKH, nước biển dâng.

Ngoài ra, tính chưa chắc chắn còn liên quan đến việc chưa tính đến những ảnh hưởng của bức xạ đến nồng độ sol khí làm thay đổi nồng độ khí quyển, mặc dù các mô hình động lực toàn cầu ngày càng cố gắng mô phỏng đầy đủ hơn các quá trình vật lý và hóa học trong khí quyển.

Về khả năng mô phỏng của các mô hình khí hậu toàn cầu

Các mô hình toàn cầu thường khó có thể mô phỏng đầy đủ và chính xác các quá trình trong khí quyển, vì thế có những sai số nhất định, các mô hình khác nhau có thể cho kết quả khác nhau. Do đó, cần sử dụng kết quả của nhiều mô hình để đưa ra các khoảng giá trị. Ngoài ra, phương pháp tổ hợp cũng có thể được áp dụng đối với các kết quả khác nhau, trong đó các kịch bản thành phần có thể được tạo ra bằng cách thay đổi điều kiện đầu vào của mô hình toàn cầu hoặc sử dụng các mô hình toàn cầu khác nhau.

Về các phương pháp khu vực hóa khí hậu

Nhìn chung, các phương pháp khu vực hóa thường có các sai số tính toán. Đối với phương pháp động lực, sai số là do tính chưa hoàn hảo của các sơ đồ vật lý, động lực và những thay đổi bên trong của mô hình. Bên cạnh đó, những điểm chưa chắc chắn của mô hình toàn cầu cũng góp phần làm tăng thêm mức độ sai số của mô hình khu vực.

Đối với phương pháp chi tiết hóa thống kê: Sự phù hợp của các hàm chuyển được nhận định thông qua độ lớn của hệ số tương quan tuyến tính giữa nhiệt độ, lượng mưa mô phỏng, phân tích bằng mô hình toàn cầu và quan trắc ở Việt Nam. Đối với nhiệt độ, hệ số tương quan dao động trong khoảng 0,65-0,95. Các hàm chuyển là đáng tin cậy, nhất là vào các tháng mùa đông. Đối với lượng mưa, hệ số tương quan dao động trong khoảng từ 0,4-0,7 vào mùa khô và khoảng 0-0,2 vào các tháng mùa mưa. Các hàm chuyển tin cậy vào mùa khô và chưa đáng tin cậy vào mùa mưa.

Đối với sản phẩm của mô hình AGCM/MRI: Kết quả kiểm định mô hình cho thời kỳ 1979-2003 cho thấy mô hình mô phỏng khá tốt biến trình năm của nhiệt độ, tuy nhiên vẫn tồn tại sai số giữa giá trị nhiệt độ tính toán và thực đo đối với các trạm thuộc khu vực Trung Bộ và Nam Bộ. Biến trình năm của lượng mưa được mô phỏng khá tốt đối với các trạm thuộc Bắc Bộ, Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ, nhưng lượng mưa vào thời kỳ cao điểm mùa mưa ở Nam Trung Bộ có nhiều sai số.

Đối với mô hình PRECIS: Số liệu tái phân tích với độ phân giải 0,5 x 0,5 độ kinh vĩ và số liệu thực đo tại các trạm ở Việt Nam được dùng để kiểm định mô hình. Mô hình mô phỏng khá tốt nhiệt độ (giá trị, biến trình năm và phân bố theo không gian). Mô hình mô phỏng tốt biến trình năm của lượng mưa ở Bắc Bộ và Nam Bộ, mô phỏng được các tâm mưa lớn ở phía Bắc, nhưng thiên thấp đối với lượng mưa cho khu vực Trung Bộ và Nam Bộ, mô phỏng không tốt lượng mưa vào các tháng cao điểm mùa mưa ở Trung Bộ.

Về các kịch bản nước biển dâng

Sự chưa chắc chắn trong kịch bản nước biển dâng ở quy mô toàn cầu do hai nguyên nhân cơ bản sau: (1) Sự chưa chắc chắn của mô hình khí hậu vì đây là đầu vào cho các mô hình tính toán mực nước biển; (2) Hiểu biết chưa đầy đủ về các quá trình tan băng.

Về độ chính xác của các bản đồ nguy cơ ngập

Mức độ chính xác của bản đồ nguy cơ ngập phụ thuộc vào mức độ chính xác của bản đồ địa hình. Hơn nữa, trong quá trình xây dựng bản đồ nguy cơ ngập chỉ xét đến nguy cơ ngập do mực nước biển dâng, các yếu tố khác như sự nâng, hạ địa chất, các yếu tố động lực khác như triều, sóng, nước dâng do bão... chưa được xét đến.

3. KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG CHO VIỆT NAM

3.1. Kịch bản biến đổi khí hậu đối với nhiệt độ

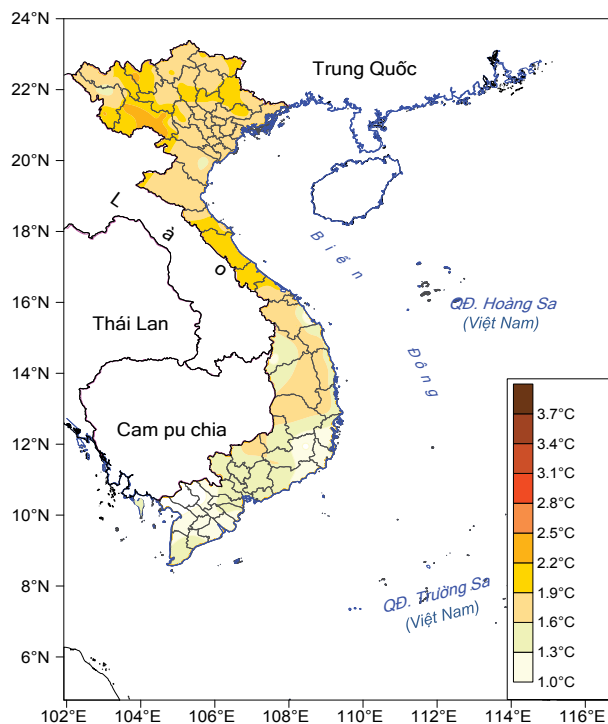
3.1.1. Nhiệt độ trung bình

a) Mùa đông (tháng XII-II)

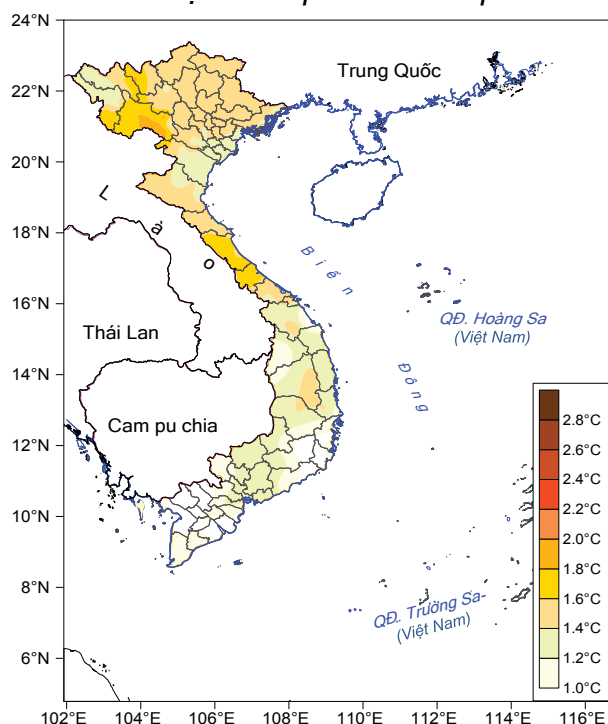
Theo kịch bản phát thải thấp, đến cuối thế kỷ 21, trên đa phần diện tích nước ta, nhiệt độ mùa đông tăng từ 1,6 đến 2,2°C so với thời kỳ cơ sở 1980-1999. Ở phần lớn diện tích Tây Nguyên, cực nam Trung Bộ và Nam Bộ có nhiệt độ tăng ít hơn, từ 1 đến 1,6°C. Tỉnh Sơn La có nhiệt độ tăng nhiều nhất, trên 2,5°C (Hình 3.1).

Theo kịch bản phát thải trung bình, vào giữa thế kỷ 21, nhiệt độ tăng từ 1,4 đến 1,8°C trên đại bộ phận diện tích ở phía Bắc (từ Đà Nẵng trở ra). Hầu khắp diện tích ở phía Nam (từ Quảng Nam trở vào) có mức tăng từ nhỏ hơn 1,0 đến 1,4°C (Hình 3.2).

Vào cuối thế kỷ 21, nhiệt độ tăng từ 2,5 đến 3,1°C trên đa phần diện tích nước ta. Riêng khu vực phía Tây tỉnh Lào Cai, phía Nam tỉnh Điện Biên và hầu hết diện tích các tỉnh Sơn La, Quảng Bình và Quảng Trị có mức tăng cao hơn 3,1°C. Phần lớn diện tích ở phía Nam (từ Quảng Nam trở vào) có mức tăng nhiệt độ từ 1,6 đến 2,5°C. Một phần nhỏ diện tích tỉnh Lâm Đồng và khu vực phía Bắc của Tây Nam Bộ có mức tăng từ 1,0 đến 1,6°C (Hình 3.3). Như vậy, mức tăng nhiệt độ ở phía Bắc cao hơn ở phía Nam.

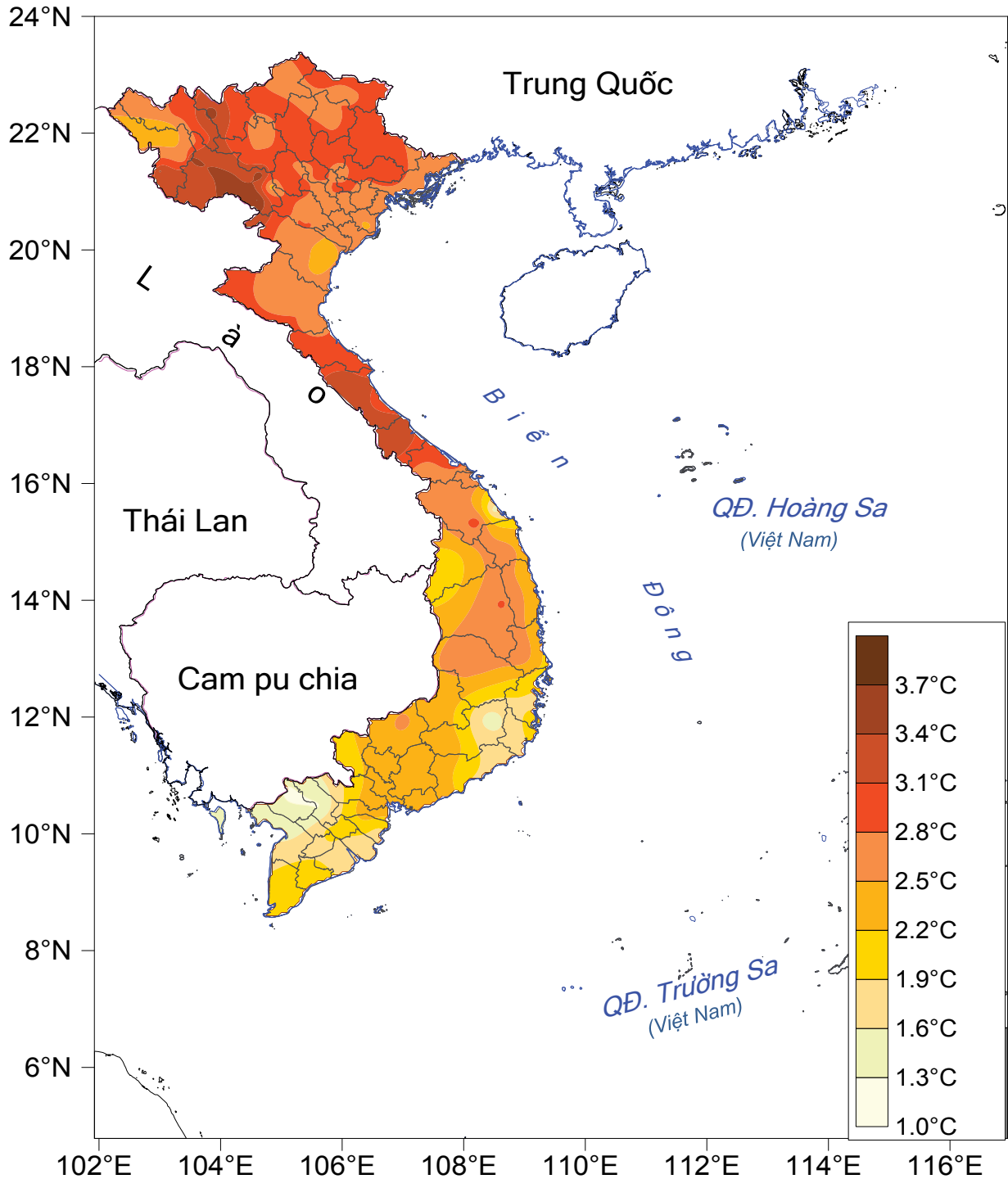


Hình 3.1. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa đông (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải thấp



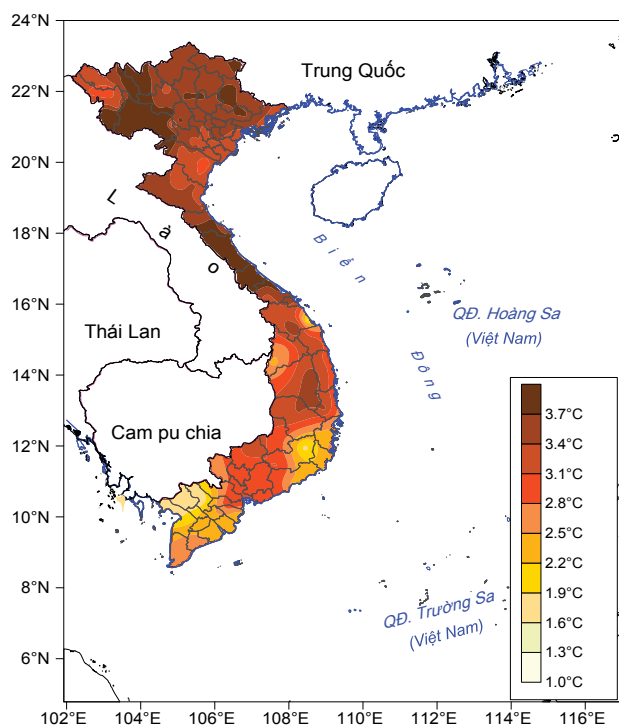
Hình 3.2. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa đông (°C) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

Theo kịch bản phát thải cao, vào cuối thế kỷ 21, trên phần lớn diện tích nước ta nhiệt độ mùa đông tăng từ 2,8 đến trên 3,7°C. Riêng tỉnh Lào Cai, Nam Điện Biên, Sơn La và khu vực từ Nam Hà Tĩnh đến Quảng Trị có nhiệt độ tăng trên 3,7°C. Phần lớn diện tích khu vực từ Khánh Hòa trở vào có mức tăng thấp hơn, từ 1,6 đến 2,8°C (Hình 3.4).

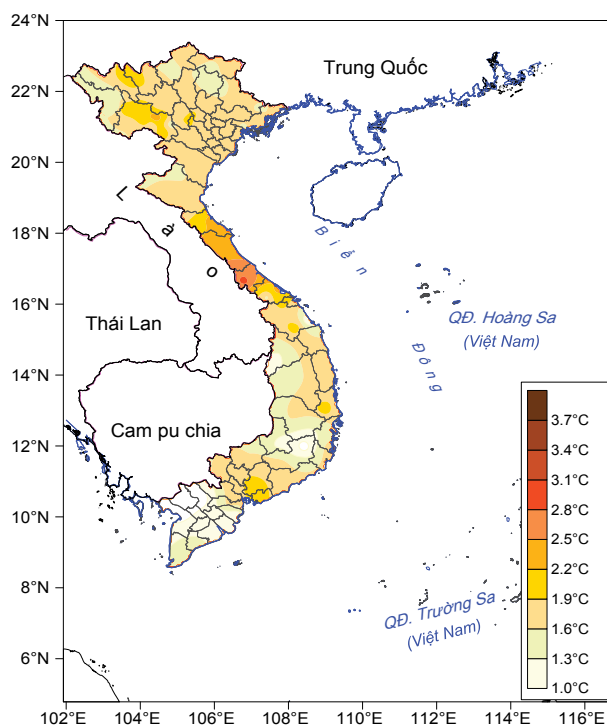


Hình 3.3. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa đông (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

b) Mùa xuân (tháng III – V)



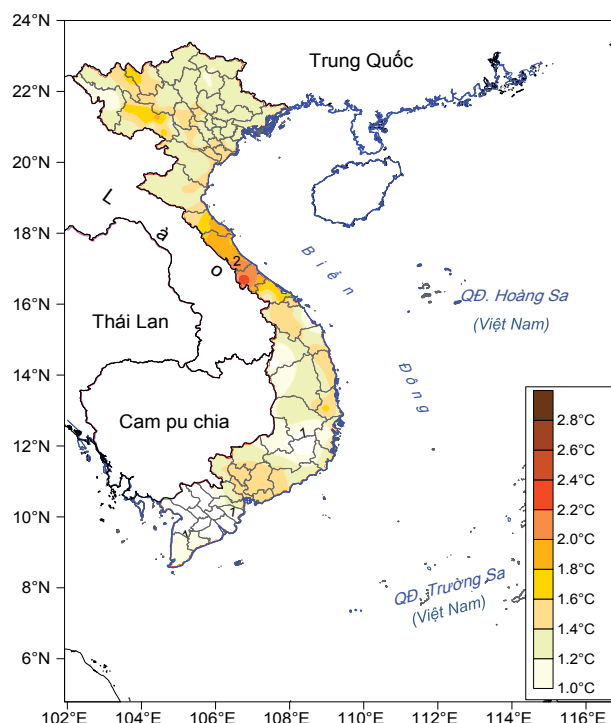
Hình 3.4. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa đông (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải cao



Hình 3.5. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa xuân (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải thấp

Theo kịch bản phát thải thấp, vào cuối thế kỷ 21, nhiệt độ mùa xuân tăng từ 1,6 đến 2,2°C ở đa phần diện tích nước ta so với thời kỳ cơ sở 1980-1999. Khu vực Quảng Bình đến Quảng Trị có mức tăng từ 2,2 đến trên 2,8°C. Một vài nơi thuộc Bắc Bộ, một phần diện tích Nam Trung Bộ, đa phần diện tích Tây Nguyên và Tây Nam Bộ có mức tăng nhiệt độ thấp nhất, từ 1,0 đến 1,6°C (Hình 3.5).

Theo kịch bản phát thải trung bình, vào giữa thế kỷ 21, nhiệt độ tăng từ 1,2 đến 1,6°C ở đa phần diện tích nước ta. Khu vực Quảng Bình đến Quảng Trị có mức tăng từ 1,6 đến trên 2,2°C. Đa phần diện tích Tây Nguyên và Tây Nam Bộ có mức tăng từ dưới 1,0 đến 1,2°C (Hình 3.6). Vào cuối thế kỷ 21, nhiệt độ tăng từ 2,2 đến 3,1°C ở đại bộ phận diện tích nước ta. Khu vực từ Nam Hà Tĩnh đến Quảng Trị có mức tăng cao nhất, từ 3,1 đến trên 3,4°C. Một phần diện tích Tây Nguyên và đa phần diện tích Tây Nam Bộ có nhiệt độ tăng thấp nhất, từ 1,3 đến 2,2°C (Hình 3.7).



Hình 3.6. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa xuân (°C) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình