

PGS.TS. **TRẦN THANH XUÂN**
PGS.TS. **TRẦN THỰC** – TS. **HOÀNG MINH TUYẾN**

TÁC ĐỘNG
CỦA
BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU
ĐẾN
TÀI NGUYÊN NƯỚC
VIỆT NAM

Hà Nội – 2011

Danh mục từ viết tắt

AMR	Phương pháp thích ứng với biến đổi khí hậu cho các lưu vực sông/Adaptation Methodology for river basin
ATNĐ	Áp thấp nhiệt đới
BĐKH	Biến đổi khí hậu
ĐBSCL	Đồng bằng sông Cửu Long
ĐTM	Đồng Tháp Mười
ENSO	El Nino - Dao động Nam El Nino - Sourthern Oscillation
GCM	Mô hình Hoàn lưu Toàn cầu / Global Circulation Models/ Climate Models or General Circulation Models
IMHEN	Viện khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment)
IPCC	Ủy ban Liên chính phủ về biến đổi khí hậu (Intergovernmental Panel on Climate Change)
KH KTTVMT	Khoa học Khí tượng thủy văn Môi trường
KNK	Khí nhà kính
KTXH	Kinh tế - Xã hội

LVS	Lưu vực sông
MAGICC/SCENGEN	Mô hình đánh giá tương quan KNK với biến đổi khí hậu (Model for the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change/ Regional Climate SCENario GENerator)
MARD	Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (Ministry of Agriculture and Rural Development)
MONRE	Bộ Tài nguyên và Môi trường (Ministry of Natural Resources and Environment)
MOST	Bộ Khoa học và Công nghệ (Ministry of Science and Technology)
MRC	Ủy hội sông Mê Công Quốc tế (Mekong River Commission)
NAO	Dao động Bắc Đại tây dương (North Atlantic Oscillation)
PNA	Thái bình dương – Bắc Mỹ (Pacific - North American)
PRECIS	Mô hình Khí hậu Khu vực nghiên cứu tác động (Providing REgional Climates for Impacts Studies)
QPPL	Quy phạm pháp luật
RCM	Mô hình Hoàn lưu khu vực (Regional Circulation Models)
ROMS	Mô hình Đại dương Khu vực (Regional Ocean Model System)

SEA START	Trung tâm Đông Nam Á về Phân tích, Nghiên cứu và Huấn luyện (Southeast Asia SysTem for Analysis, Research and Training)
SLR	Nước biển dâng (Sea Level Rise)
TCNM	Tiêu chuẩn nước mặt
TGLX	Tứ giác Long Xuyên
TNMT	Tài nguyên môi trường
TNN	Tài nguyên nước
UNFCCC	Công ước Khung của Liên Hợp Quốc về biến đổi khí hậu (United Nations Framework Convention on Climate Change)
UNICEF	Quỹ nhi đồng liên hợp quốc (United Nations Chieldren's Fund)
Viện KH KTTV& MT	Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường
XTNĐ	Xoáy thuận nhiệt đới

Lời nói đầu

Trái đất đang nóng dần lên do nồng độ các loại khí nhà kính trong bầu khí quyển đang có xu hướng tăng dần lên dẫn đến biến đổi khí hậu. Biến đổi khí hậu đã, đang và sẽ tác động đến môi trường tự nhiên, mọi lĩnh vực kinh tế - xã hội, đến mọi người trên trái đất. Vì thế, biến đổi khí hậu là vấn đề kinh tế, địa lý và chính trị trọng tâm của loài người trong thế kỷ XXI.

Việt Nam là một trong những quốc gia chịu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu nghiêm trọng nhất. Biến đổi khí hậu sẽ tác động nặng nề đến đời sống, sản xuất, môi trường, hạ tầng cơ sở, sức khỏe cộng đồng ở nước ta. Chính vì vậy, Nhà nước coi việc xây dựng chiến lược tổng thể ứng phó với biến đổi khí hậu và nước biển dâng là vấn đề sống còn và đã sớm xây dựng Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu.

Một trong những lĩnh vực chịu tác động nghiêm trọng của biến đổi khí hậu là tài nguyên nước, nhất là tài nguyên nước mưa và tài nguyên nước mặt. Do đó, để ứng phó với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước và các lĩnh vực có liên quan, các nhà hoạch định chính sách, quy hoạch và quản lý tài nguyên nước cũng như các ngành có liên quan khác cần phải xét đến khả năng tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước.

Cuốn sách này xin giới thiệu những thông tin cơ bản về tài nguyên nước, biến đổi khí hậu, tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước và nhu cầu nước ở Việt Nam. Cuốn sách đã sử dụng

kết quả nghiên cứu của Dự án “Tác động của biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước và các biện pháp thích ứng” do Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường thực hiện với sự tài trợ của DANIDA và Sứ quán Đan Mạch tại Việt Nam.

Cuốn sách chuyên khảo này có thể dùng làm tài liệu tham khảo cho các nhà quản lý, các nhà khoa học, các nhà giáo, sinh viên, học sinh và những người quan tâm khác.

Các tác giả xin chân thành cảm ơn Bộ Tài nguyên và Môi trường, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, các nhà khoa học đã chỉ đạo và giúp đỡ trong quá trình biên soạn và xin cảm ơn UNDP đã tài trợ xuất bản cuốn sách này.

Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước là một vấn đề mới mẻ và phức tạp. Những kết quả nghiên cứu, đánh giá về tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước ở Việt Nam được trình bày trong cuốn sách này mới là bước đầu, không tránh khỏi những hạn chế và thiếu sót. Các tác giả mong nhận được sự góp ý chân thành của các độc giả.

Các tác giả

CHƯƠNG 1

TÀI NGUYÊN NƯỚC MƯA

1.1. PHÂN BỐ CỦA LƯỢNG MƯA NĂM TRONG LÃNH THỔ

Như đã biết, đặc điểm chủ yếu của tài nguyên nước mưa là phân bố rất không đều trong không gian và biến đổi mạnh theo thời gian. Sự biến đổi theo thời gian của lượng mưa năm biểu hiện ở sự dao động giữa các năm và phân phối không đều trong năm. Sự biến đổi trong thời kỳ nhiều năm hay còn gọi là sự dao động giữa các năm của lượng mưa do lượng mưa hàng năm thay đổi, dao động xung quanh giá trị trung bình nhiều năm và thường biểu hiện bởi các pha mưa nhiều (lớn hơn giá trị trung bình nhiều năm) và pha mưa ít (nhỏ hơn giá trị trung bình nhiều năm) và tạo thành các chu kỳ mưa. Đặc điểm này có thể nhận thấy từ đường tích lũy chuẩn sải lượng mưa năm tại một số trạm khí tượng có chuỗi số liệu quan trắc trên 50-60 năm (hình 1.1).

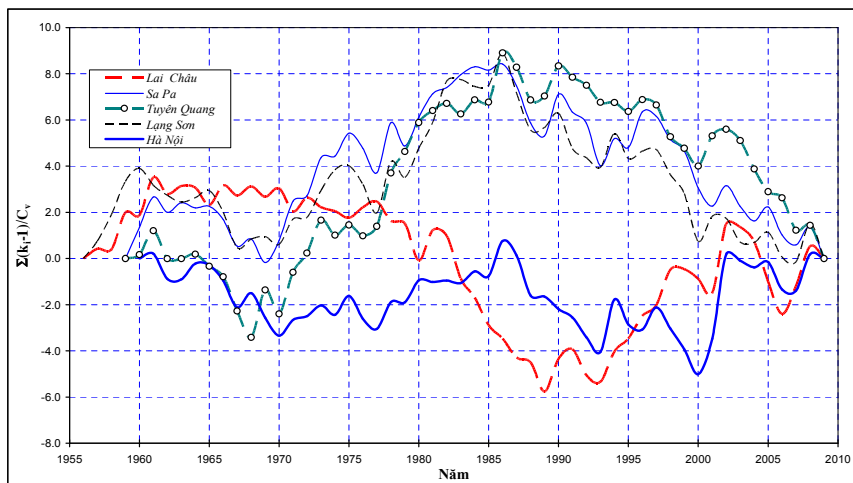
Đặc điểm phân bố không đều của lượng mưa năm trong lãnh thổ nước ta được phản ánh qua bản đồ đường đẳng trị lượng mưa năm. Hình 1.2 là sơ đồ đường đẳng trị lượng mưa năm trung bình giai đoạn 1977 - 2008 trên phạm vi cả nước. Ở đây cần chỉ ra rằng, chuỗi số liệu quan trắc các yếu tố khí tượng thủy văn tại các trạm là không đồng đều, đặc biệt là giữa các trạm ở hai miền Bắc và Nam (từ vĩ tuyến 17 trở vào). Nếu như hầu hết các trạm khí tượng thủy văn ở miền Bắc được xây dựng và bắt đầu hoạt động từ cuối thập niên 50, thập niên 60 của thế kỷ XX thì hầu hết các trạm ở miền Nam được thành lập từ cuối thập niên 70, đầu thập niên 80. Do đó, phần lớn các trạm đo mưa trong cả nước đều có số liệu quan trắc đồng bộ trong giai đoạn 1977-2008. Tuy nhiên, lượng mưa năm trung bình giai đoạn 1977-2008 so với lượng mưa năm trung bình thời kỳ nhiều năm tại phần lớn các trạm đều nhỏ hơn.

Từ hình 1.2 cho thấy, do ảnh hưởng của địa hình và vị trí địa lý nên lượng mưa năm trung bình giai đoạn 1977-2008 (X_o) phân bố rất không đều trong lãnh thổ Việt Nam với đặc điểm mưa nhiều trên các sườn núi đón gió mùa đông nam và tây nam và mưa ít trên các sườn núi, cao nguyên, thung lũng và ven biển khuất gió. Do đó, giá trị X_o trên lãnh thổ Việt Nam biến đổi trong phạm vi khá rộng, từ (500-600)mm ở vùng ven biển Ninh Thuận, Bình Thuận đến trên (4.000 – 5.000)mm ở một số khu vực núi cao.

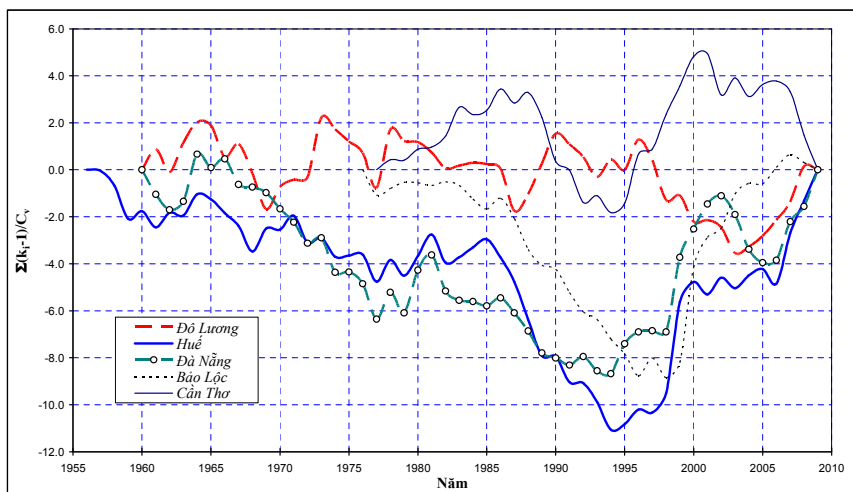
Trung tâm mưa lớn nhất (4.000-5.000)mm xuất hiện ở một số khu vực, như khu vực núi Nam Châu Lĩnh (Quảng Ninh), Vòm sông Chảy (khu vực Bắc Quang), vùng núi Hải Vân, Trà My, Ba Tơ. Ngoài ra, còn một số trung tâm mưa tương đối lớn $X_o=(3.000 - 4.000)$ mm, xuất hiện ở vùng núi cao Hoàng Liên Sơn - Pu Si Lung, vùng núi biên giới Việt Trung ở tả ngạn sông Đà thuộc tỉnh Lai Châu, sườn phía đông dãy Trường Sơn thuộc tỉnh Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị (Voi Mẹp), T.T.Huế (A Lưới) , đèo Ngang, vùng núi Ngọc Linh ở tỉnh Kon Tum và vùng núi Chư -Yang- Sin ở tỉnh Đắk Lắk và Lang Biang ở tỉnh Lâm Đồng /25 /.

Một số trung tâm mưa ít xuất hiện ở các khu vực dưới đây:

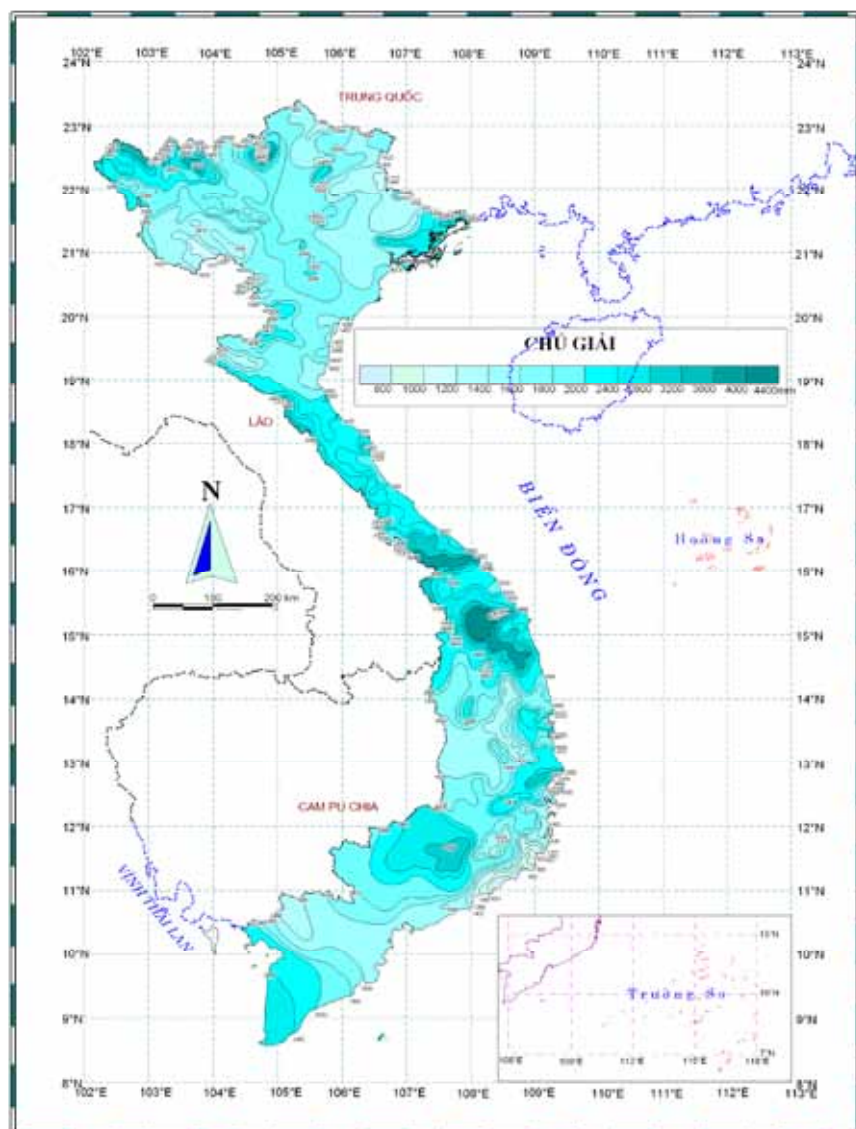
- X_o dưới 1.000 mm xuất hiện ở ven biển Ninh Thuận và Bình Thuận, trong đó có một số nơi $X_o=(500-600)$ mm, như ở khu vực Cà Ná, Ninh Thuận;
- $X_o = (1.000-1.200)$ mm xuất hiện ở một số thung lũng sông hay cao nguyên khuất gió mùa ẩm, như thung lũng sông Kỳ Cùng ở tỉnh Lạng Sơn, thung lũng thượng nguồn sông Mã,



Hình 1-1a: Đường tích lũy chuẩn sai lượng mưa năm tại một số trạm khí tượng



Hình 1-1b: Đường tích lũy chuẩn sai lượng mưa năm tại một số trạm khí tượng



Hình 1.2. Sơ đồ đường đẳng trị lượng mưa năm trung bình giai đoạn 1977-2008 trong lãnh thổ Việt Nam /25/

cao nguyên Sơn La, Mộc Châu ở tỉnh Sơn La, các cao nguyên đá vôi Đồng Văn, Mèo Vạc ở tỉnh Hà Giang, thung lũng trung lưu sông Ba, khu vực ven biển Khánh Hòa và khu vực nằm giữa sông Tiền và sông Hậu ở tỉnh Đồng Tháp - An Giang...

1.2. TỔNG LƯỢNG MƯA NĂM

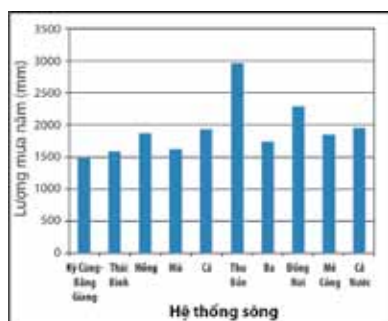
Lượng mưa trung bình năm trung bình giai đoạn 1977 - 2008 trên toàn lãnh thổ nước ta khoảng 1960 mm hay 649 km³/năm. Lượng mưa năm phân bố không đều giữa các hệ thống sông (bảng 1.1). Hệ thống sông Thu Bồn có lượng mưa trung bình lưu vực lớn nhất (2.970 mm), tiếp đó đến hệ thống sông Đồng Nai (2.160 mm) và hai hệ thống Hồng, Mê Công (1.870 mm), nhỏ nhất ở hệ thống sông Kỳ Cùng - Bằng (1490 mm), tương đối nhỏ ở hai hệ thống sông Mã (1.630 mm) và Thái Bình (1.590 mm). Trong hình 1.3 là sơ đồ phân bố của lượng mưa năm trung bình thời kỳ 1977-2008 giữa các hệ thống sông trong lãnh thổ Việt Nam.

Do sự khác nhau về độ lớn của lưu vực và giá trị X_o trung bình lưu vực nên tổng lượng mưa năm trung bình giai đoạn 1977-2008 (W_o, m) cũng khác nhau rất lớn giữa các hệ thống sông. Hệ thống sông Hồng có W_o, m lớn nhất (135,95 km³, chiếm 20,94% tổng lượng mưa năm của cả nước), sau đó đến hệ thống sông Mê Công (129,2 km³, chiếm 18,9%, kể cả các sông nhánh ở các tỉnh Điện Biên, Quảng Trị và T.T.Huế), rồi đến hệ thống sông Đồng Nai (85,65 km³, 13,19%), ít nhất ở hệ thống sông Kỳ Cùng - Bằng (16,9 km³, chỉ chiếm 1,80%), rồi đến hai hệ thống sông Thái Bình và Ba có W_o, m xấp xỉ nhau (24,2 km³), chỉ chiếm 3,72% (hình 1.4) /25/.

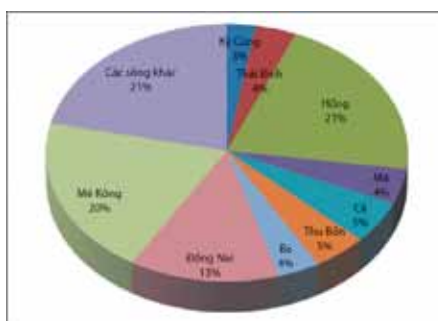
Bảng 1.1: Lượng mưa năm trung bình giai đoạn 1977 - 2008 trong các hệ thống sông (trên phần lưu vực trong lãnh thổ Việt Nam) /25/

Thứ tự	Hệ thống sông / sông độc lập	Diện tích lưu vực trong nước (km ²)	Lượng mưa năm trung bình giai đoạn 1977-2008	
			mm	km ³
1	Kỳ Cùng - Bằng	11280	1490	11,68
2	Thái Bình	15180	1590	24,14
3	Hồng	72700	1870	135,95
3	Mã	17600	1630	26,89
5	Cả	17630	1940	34,14
10	Thu Bồn	10350	2970	30,74
15	Ba	13900	1740	24,14
20	Đồng Nai	37400	2290	85,65
21	Mê Công	Sê San-Xrê pốt	1870	56,28
21		ĐBSCL	1850	66,42
22	Cả nước	331212	1960	649,18

Ghi chú: Diện tích lưu vực trong lãnh thổ Việt Nam



Hình 1.3: Phân bố của lượng mưa năm trung bình thời kỳ 1977-2008 của các hệ thống sông trong lãnh thổ Việt Nam



Hình 1.4: Tỷ lệ % tổng lượng mưa năm trung bình giai đoạn 1977-2008 của các hệ thống sông so với toàn bộ lãnh thổ Việt Nam

1.3. PHÂN PHỐI MƯA TRONG NĂM

1.3.1. Thời gian xuất hiện mùa mưa, mùa khô

Như trên đã nêu, một trong những đặc điểm quan trọng của mưa ở nước ta là phân phối rất không đều trong năm. Hàng năm, mưa biến đổi theo mùa: mùa mưa và mùa khô (mùa mưa ít). Hai mùa này xuất hiện không đồng thời giữa các vùng. Theo chỉ tiêu "vượt trung bình", tức mùa mưa là thời kỳ gồm các tháng liên tục có lượng mưa tháng bằng hoặc lớn hơn lượng mưa năm với tần suất xuất hiện từ 50% trở lên /22, 25/, thì mùa mưa / mùa khô trong các vùng ở nước ta như sau :

- **Ở Bắc Bộ:** Mùa mưa thường bắt đầu từ tháng V, VI và kết thúc vào tháng IX, X; kết thúc sớm vào tháng IX ở miền núi, vào tháng X ở trung du, đồng bằng.
- **Ở Bắc Trung Bộ:** Mùa mưa có xu thế xuất hiện muộn và ngắn dần từ bắc vào nam. Nếu như mùa mưa xuất hiện vào các tháng V, VI - X, XI ở phần phía bắc (lưu vực các sông Mã, Cả) và một số lưu vực sông nhánh của sông Mê Công ở Quảng Trị, Thừa Thiên - Huế, thì ở phần phía nam của vùng từ nam Nghệ An trở vào, mùa mưa xuất hiện muộn vào các tháng IX, X-XII.
- **Ở Nam Trung Bộ:** Mùa mưa thường xuất hiện muộn và ngắn nhất so với các vùng khác ở nước ta; vào các tháng IX - XII ở phần lớn các nơi, riêng ở phía tây tỉnh Quảng Nam xuất hiện vào tháng VIII-XI và vào các tháng V-X ở Ninh Thuận - Bình Thuận.
- **Ở Tây Nguyên:** Mùa mưa thường xuất hiện từ tháng V kéo dài đến tháng X, XI ở phần lớn các nơi, thậm chí kéo dài đến

tháng XII ở khu vực phía đông (thượng nguồn các sông: Đắc Bla, Ba, Krông Ana) do chịu ảnh hưởng của các hình thế thời tiết gây mưa ở ven biển Nam Trung Bộ.

- **Ở Nam Bộ:** Mùa mưa thường bắt đầu từ tháng V kéo dài đến tháng X, XI.

Tiếp sau mùa mưa là mùa khô. Mùa khô thường xuất hiện vào các tháng X, XI đến tháng IV ở Bắc Bộ, phần phía bắc của Bắc Trung Bộ, Tây Nguyên, cực Nam Trung Bộ (Ninh Thuận - Bình Thuận) và Nam Bộ; từ tháng XII, I đến tháng VII, VIII ở ven biển Trung Bộ (từ nam Nghệ An trở vào đến Khánh Hòa) và một vài nơi ở Tây Nguyên

Trong mùa mưa, ba tháng liên tục có lượng mưa lớn nhất cũng không đồng thời xuất hiện trên phạm vi cả nước, vào các tháng VI - VIII ở Bắc Bộ (các hệ thống sông Kỳ Cùng, Thái Bình, Hồng), các tháng VII - IX ở thượng nguồn sông Mã, sông Cả, sông Đồng Nai và phần lớn các sông ở Tây Nguyên; các tháng VIII - X ở phần phía nam của Bắc Trung Bộ, thượng lưu sông Thu Bồn, trung thượng lưu sông Ba, sông Đồng Nai và đồng bằng sông Cửu Long, các tháng IX-XI ở ven biển miền Trung từ nam Hà Tĩnh đến Khánh Hòa.

Tháng có lượng mưa trung bình tháng lớn nhất cũng xuất hiện không đồng thời giữa các vùng, vào tháng VII hay VIII trên các sông ở Bắc Bộ, có xu thế muộn dần từ bắc vào nam ở ven biển Trung Bộ: tháng VIII hay IX ở Thanh Hóa, Nghệ An; tháng X từ Hà Tĩnh đến Phú Yên và IX từ Khánh Hòa đến Bình Thuận; tháng VIII. ở Tây Nguyên và Nam Bộ.

Trong mùa khô, ba tháng liên tục có lượng mưa trung bình tháng nhỏ nhất thường xuất hiện sớm vào các tháng XII, I-II ở Bắc Bộ và phần phía bắc của Bắc Trung Bộ, Bắc Tây Nguyên; các tháng I - III ở Bắc Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ; các tháng II - IV ở ven biển Trung Bộ, từ Hà Tĩnh đến Khánh Hòa.

Lượng mưa trung bình tháng nhỏ nhất thường xuất hiện vào các tháng XII ở Bắc Bộ, tháng I ở Thanh Hóa, Nghệ An và Tây Nguyên, một số nơi ở Đông Nam Bộ; tháng II ở Hà Tĩnh, ven biển Nam Trung Bộ từ Quảng Ngãi đến Bình Thuận và Đồng bằng sông Cửu Long; tháng III ở khu vực ven biển miền Trung từ Quảng Bình đến Bình Định.

Lượng mưa trung bình tháng trong thời kỳ quan trắc tại một số trạm khí tượng được đưa ra trong bảng 1.2.

Cũng cần chỉ ra rằng, thời gian xuất hiện mùa mưa, mùa khô và các giai đoạn đặc trưng khác nêu trên là thời gian xuất hiện trung bình trong thời kỳ quan trắc. Thời gian xuất hiện của các đặc trưng này trong một năm cụ thể nào đó có thể sớm hay muộn hơn thời gian xuất hiện trung bình. Thí dụ, mùa mưa / mùa khô của một năm nào đó có thể xuất hiện sớm hay muộn hơn, dài hay ngắn hơn bình thường khoảng 1- 3 tháng, tùy thuộc vào sự hoạt động của các hình thể thời tiết gây mưa.

1.2.2. Tỷ số phân phối lượng mưa trong năm

Lượng mưa mùa mưa. Lượng mưa mùa mưa chiếm tới 60-95% tổng lượng mưa năm, tương đối lớn (80-95%) ở Tây Nguyên và

Bảng 1.2: Lượng mưa trung bình thời kỳ quan trắc tại một số trạm khí tượng/25/

TT	Trạm	Thời kỳ quan trắc	Lượng mưa trung bình tháng (mm)												Năm (mm)
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	Lai Châu	1956-2009	30,7	37,6	61,1	134,8	271,1	436,7	472,2	372,6	152,2	86,2	48,8	24,4	2128,4
2	Sơn La	1961-2009	17,9	26,2	48,6	121,5	181,0	243,1	260,7	262,4	132,0	62,9	34,6	13,8	1404,7
3	Sa Pa	1958-2009	68,1	81,4	104,8	214,8	355,2	389,6	469,1	455,4	309,5	201,5	105,1	61,3	2815,8
4	Yên Bái	1957-2009	34,4	43,8	73,3	127,7	213,1	268,3	313,4	356,3	274,9	164,6	59,2	25,8	1954,7
5	Hà Giang	1957-2009	39,0	43,4	64,5	103,8	302,9	445,3	548,2	422,4	230,5	155,5	83,2	36,5	2475,2
6	Tuyên Quang	1960-2009	23,2	28,5	52,5	113,5	219,1	267,4	286,5	305,0	181,8	124,6	45,8	16,7	1664,4
7	Cao Bằng	1961-2005	25,0	25,7	49,0	85,2	184,4	250,1	267,0	254,1	131,6	80,9	41,7	22,1	1416,7
8	Lạng Sơn	1957-2009	31,8	35,2	49,4	89,7	168,8	202,9	239,4	223,8	140,6	75,8	37,6	19,0	1313,9
9	Bãi Cháy	1961-2006	22,2	25,1	41,5	86,4	178,5	295,9	337,4	434,0	267,6	150,4	38,0	19,1	1896,1
10	Thái Nguyên	1960-2009	24,2	32,4	61,0	116,1	244,0	308,4	421,1	340,4	235,8	132,6	51,5	23,0	1990,5
11	Việt Trì	1961-2009	25,0	33,2	43,3	100,2	183,9	247,1	254,0	271,1	180,2	143,2	56,5	18,7	1556,3
12	Hà Nội	1961-2009	19,6	26,3	45,8	98,1	184,5	256,1	274,8	294,1	257,0	142,7	63,6	17,4	1680,1
13	Thanh Hoá	1958-2009	20,6	23,6	41,7	61,1	143,3	184,5	194,1	275,6	380,3	266,5	77,5	26,2	1695,1
14	Tương Dương	1961-2008	9,9	15,9	36,4	84,2	157,4	141,1	155,4	234,2	229,3	280,4	39,7	11,7	1395,7
15	Hương Khê	1961-2008	42,1	46,1	62,9	95,4	211,9	160,3	143,7	294,3	469,5	561,3	183,6	71,2	2342,4
16	Đồng Hới	1969-2008	57,3	40,3	39,6	51,0	121,0	84,0	73,0	166,1	434,0	634,8	333,4	118,0	2152,4
17	A Lưới	1973-2008	62,6	43,9	62,8	161,0	243,4	191,6	160,7	221,3	417,2	927,2	744,3	311,4	3547,4
18	Nông Sơn	1976-2006	62,8	36,5	31,4	88,6	227,3	202,5	155,2	190,8	330,4	696,2	594,6	274,8	2891,0
19	Sơn Hoà	1977-2009	25,6	10,0	35,3	37,6	148,0	111,1	85,6	111,0	214,6	432,7	404,4	128,3	1744,1
20	Nha Trang	1961-2009	36,1	14,9	34,1	38,1	86,8	52,9	38,9	53,2	176,9	309,9	340,5	151,5	1333,8
21	Phan Rang	1979-2009	2,9	2,9	12,2	19,5	70,5	55,9	49,2	52,7	145,9	151,3	160,8	71,0	794,9
22	Phan Thiết	1976-2009	0,5	0,2	7,0	30,2	161,6	142,5	184,5	173,7	190,6	146,6	58,5	18,5	1114,5
23	Đắc Tô	1978-2006	2,6	7,5	45,9	92,2	226,5	293,1	321,6	442,6	285,0	159,4	54,9	10,7	1942,0
24	Pleiku	1976-2009	3,1	5,6	28,1	89,5	236,9	337,2	384,0	485,5	374,2	200,1	67,9	9,2	2221,3
25	Buôn Ma Thuột	1977-2009	3,7	4,3	30,9	87,0	241,4	247,0	250,1	338,8	334,6	221,3	94,7	20,5	1874,4
26	Bảo Lộc	1977-2009	57,4	60,5	121,0	213,4	257,9	315,8	399,9	521,1	393,1	348,3	180,5	81,6	2950,5
27	Cần Thơ	1978-2009	7,5	3,9	17,0	39,3	166,7	210,9	228,7	215,9	249,9	275,6	149,5	42,8	1607,9
28	Rạch Giá	1979-2009	12,2	15,0	31,1	87,0	251,5	304,9	347,5	357,0	287,2	306,9	191,5	45,3	2237,1
29	Cà Mau	1979-2009	26,6	15,6	32,9	112,4	248,2	337,2	340,9	355,2	350,1	369,5	196,1	59,4	2443,9

Nam Bộ, khá nhỏ (60-75%) ở ven biển Nam Trung Bộ và khoảng (75-85) % ở Bắc Bộ và phần phía bắc của Bắc Trung Bộ (Thanh Hóa, bắc Nghệ An).

Lượng mưa mùa khô: Lượng mưa mùa khô chiếm khoảng 15-40% tổng lượng mưa năm; tương đối nhỏ ở Tây Nguyên và Nam Bộ, tương đối lớn ở ven biển miền Trung, do mùa khô ở đây kéo dài tới 8, 9 tháng và trong mùa khô hàng năm thường có mưa tiêu mẫn vào các tháng V, VI.

Lượng mưa ba tháng liên tục có lượng mưa trung bình tháng lớn nhất: Tổng lượng mưa của ba tháng liên tục có lượng mưa trung bình tháng lớn nhất chiếm khoảng (25 – 50)% tổng lượng mưa năm ở Tây Nguyên và Nam Bộ, (45–70) % ở ven biển Trung Bộ.

Lượng mưa tháng lớn nhất: Lượng mưa trung bình tháng lớn nhất chiếm khoảng 10-30% tổng lượng mưa năm, tương đối lớn ở ven biển Trung Bộ (20-30%) và tương đối nhỏ ở Đông Bắc Bắc Bộ (hệ thống sông Kỳ Cùng- Bằng), Tây Nguyên và ĐBSCL (10-25%).

Lượng mưa ba tháng liên tục nhỏ nhất: Tổng lượng mưa của ba tháng liên tục nhỏ nhất chiếm khoảng 0,5 – 8% tổng lượng mưa năm, tương đối lớn ở những nơi núi cao mưa nhiều (7,5% tại Sa Pa) và nhỏ nhất ở một số nơi ở Tây Nguyên và Nam Trung Bộ (Chư Sê: 0,51%, Hàm Tân: 0,58%, Ba Tri: 0,55%).

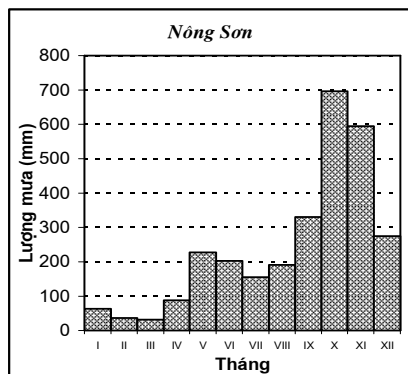
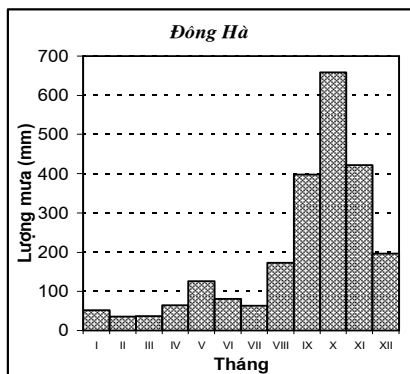
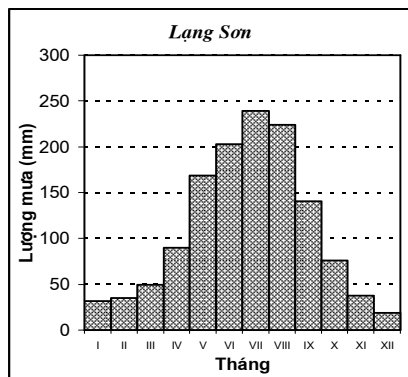
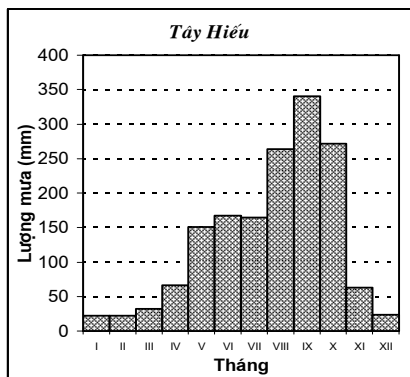
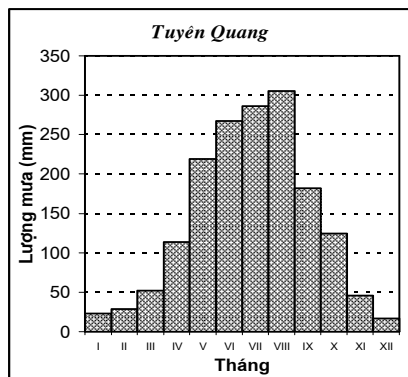
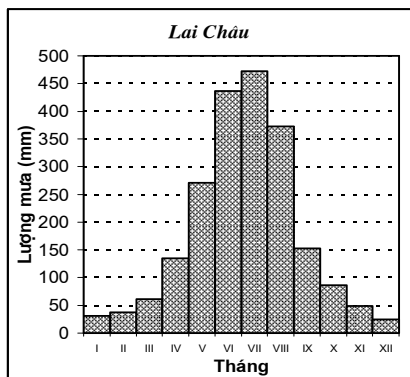
Lượng mưa trung bình tháng nhỏ nhất: Lượng mưa trung bình tháng nhỏ nhất chỉ chiếm dưới 3%, tương đối nhỏ ở Tây Nguyên và ĐBSCL (dưới 0,5%), tương đối lớn ở một số nơi trong hệ thống sông Hồng - Thái Bình và hệ thống sông Cả.

Bảng 1.3 trình bày phân phối mưa trong năm các hệ thống sông và hình 1.5 là sơ đồ phân phối lượng mưa trung bình tháng trong năm tại một số trạm khí tượng.

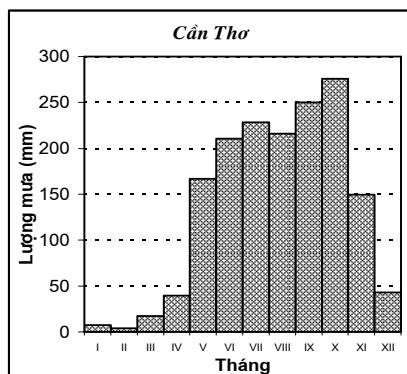
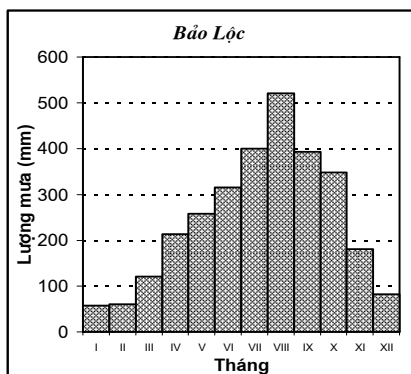
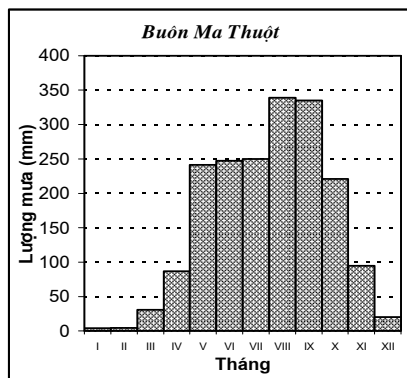
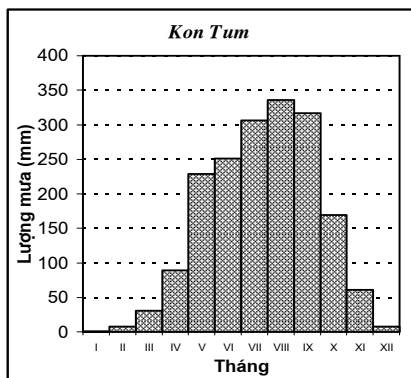
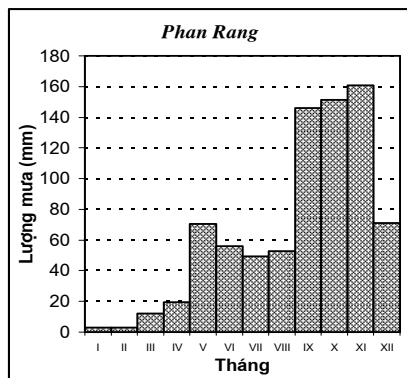
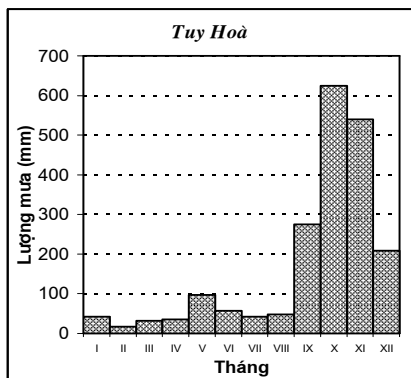
Bảng 1.3 Đặc trưng phân phối mưa trong năm trong các hệ thống sông /25/

Hệ thống Sông	Mùa mưa		Ba tháng liên tục lớn nhất		Tháng lớn nhất		Mùa khô		Ba tháng liên tục nhỏ nhất		Tháng nhỏ nhất	
	Tháng	%	Tháng	%	Tháng	%	Tháng	%	Tháng	%	Tháng	%
Kỳ Cùng	V, VI - IX-X	78,2	VI-VIII	51,8	VII,VIII	18,6	XI-IV,V	21,8	XII,I-II	6,1	XII	1,13
Thái Bình	V - IX	80,5	VI-VIII	51,7	VII,VIII	19,3	X - IV	19,5	XII,I-II	4,3	XII	1,17
Hồng	V - IX,X	80,8	VI-VIII	51,6	VII,VIII	19,6	X,XI - IV	19,2	XII,I-II	4,3	XII	1,18
Mã	V - X	83,2	VIII-X	53,8	VII, VIII, IX	20,8	XI - IV	16,8	XII,I-II	4,3	XII, I	1,21
Cả	V - X, VIII - XI	74,3	VIII-X	55,9	IX,X	23,1	XI - IV, XII-VII	25,7	I - III	5,7	I, III	1,55
Thu Bồn	I X-XII, VIII-XI	69,7	VIII-X,I IX-XI	60,2	X	26,5	XII,I - VII, VIII	30,3	I - III, II - IV	4,2	II, III	1,22
Ba	V-X,VII-XI, I X-XII	76,5	VIII - X, IX - XI	50,5	IX,X,XI	24,6	XI-IV, XII-VI, I-VIII	23,5	I - III, II - IV	3,6	I, II, III	0,63
Đồng Nai	V - X	83,2	VII - IX, VIII - X	46,8	VIII	19,1	XI - IV	16,8	XII,I-II, I - III	3,6	I, II	0,52
Sê San-Xrê póc	V - X,XI	85,4	VII - IX	48,2	VIII	19,1	XI, XII - IV	14,6	XII,I-II	2,5	I	0,16
ĐBSCL	V - X	85,7	VIII - X	46,3	X	17,6	XI - IV	14,3	I - III	1,5	I, II	0,24

Ghi Chú: % - tỷ số % trung bình các trạm trong hệ thống sông của lượng mưa trung bình mùa / các thời đoạn đặc trưng so với lượng mưa năm .



Hình 1.5a: Lượng mưa tháng trong năm tại một trạm khí tượng /25/



Hình 1.5b: Lượng mưa tháng trong năm tại một trạm khí tượng /25/

CHƯƠNG 2:
TÀI NGUYÊN NƯỚC MẶT

2.1. MẠNG LƯỚI SÔNG SUỐI

Do sự tác động tổng hợp giữa điều kiện khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa, mưa nhiều và cấu trúc địa chất, địa hình với $\frac{3}{4}$ lãnh thổ là đồi núi, dốc và chia cắt mạnh, nên mạng lưới sông suối trên lãnh thổ Việt Nam khá phát triển với mật độ lưới sông từ dưới $0.5\text{km}/\text{km}^2$ đến trên $4\text{km}/\text{km}^2$, trung bình khoảng $0,6\text{km}/\text{km}^2$. Nếu chỉ tính các sông có chiều dài từ 10km trở lên và có nước chảy quanh năm thì trên lãnh thổ Việt Nam có khoảng 2.360 con sông, bao gồm 106 sông chính và 2.254 sông nhánh các cấp. 9 hệ thống sông lớn có diện tích lưu vực từ 10.000km^2 trở lên (Kỳ Cùng - Bạng, Thái Bình, Hồng, Mã, Cả, Thu Bồn, Ba, Đồng Nai và Mê Công) và 97 sông độc lập chảy trực tiếp ra biển có diện tích lưu vực dưới 5.000km^2 , thuộc loại sông vừa và nhỏ. Trừ hệ thống sông Kỳ Cùng- Bạng Giang chảy theo hướng Tây Nam - Đông Bắc vào lãnh thổ Trung Quốc, còn các hệ thống sông và sông độc lập khác đều chảy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam hoặc Tây - Đông rồi đổ ra biển Đông. Phần lớn các hệ thống sông đều được phân cách bằng các dãy núi cao (trừ các sông vùng châu thổ) và thường có phân trung, hạ lưu của lưu vực rất ngắn hoặc hoàn toàn không có /18/.

Tổng diện tích lưu vực của toàn bộ sông suối nước Việt Nam khoảng $1.168.638\text{km}^2$, gấp 3,5 lần diện tích đất liền nước ta, trong đó 837.430km^2 (chiếm 71,7%) nằm trên lãnh thổ các nước lân cận, riêng sông Mê Công có 91,3% diện tích nằm ngoài lãnh thổ (726 nghìn km^2), sông Hồng 53% ($82,3$ nghìn km^2).

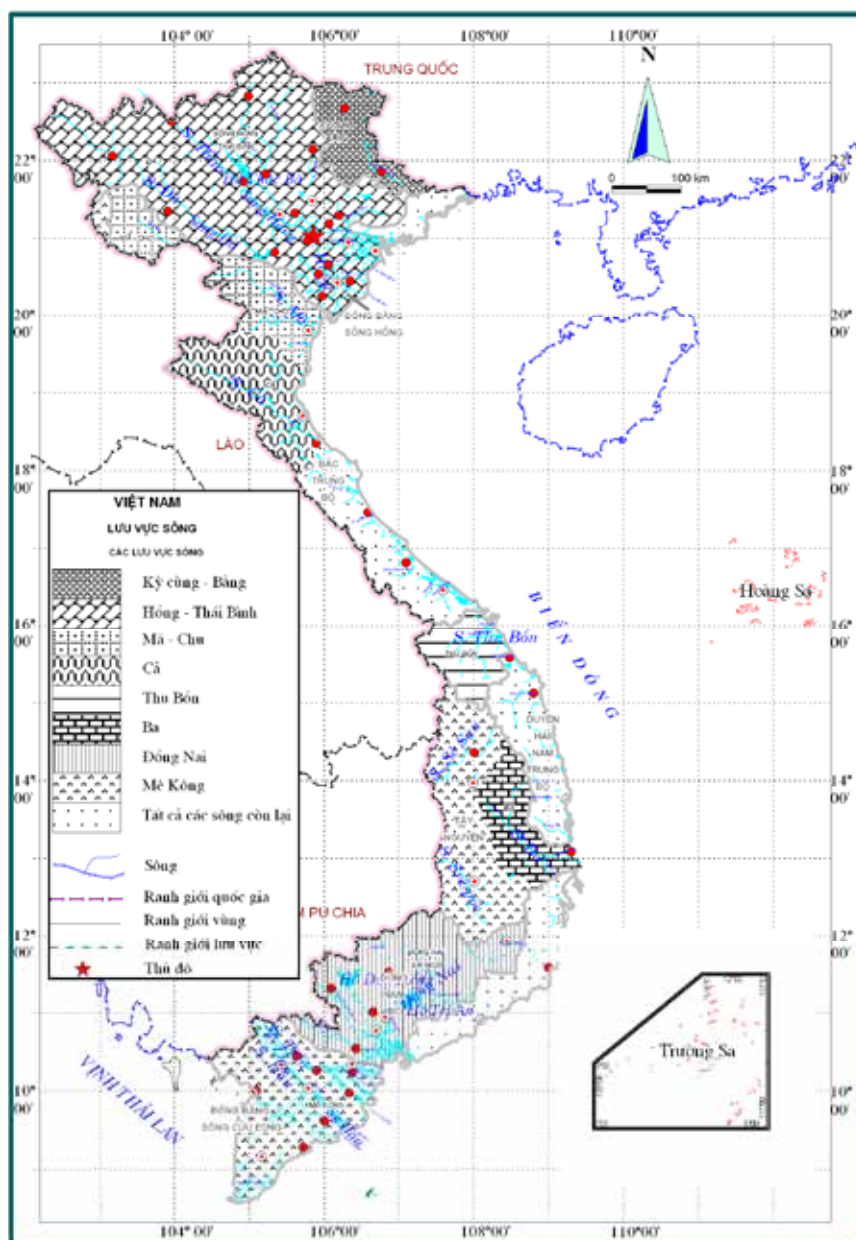
Các sông lớn ở Việt Nam như sông Hồng, sông Cả, Cửu Long (sông Tiền, sông Hậu ở Đồng bằng sông Cửu Long) đều bắt

nguồn từ nước ngoài hay có một phần lưu vực nằm trên lãnh thổ nước ngoài (hệ thống sông Mã và hệ thống sông Đồng Nai). Một số nhánh của sông Mê Công bắt nguồn từ lãnh thổ nước ta chảy qua Lào hay Campuchia (các sông: Nậm Rốm, Xê pôn, Sê San, Srêpôk) nhập vào sông Mê Công, chảy vào lãnh thổ Việt nam (ĐBSCL) rồi cuối cùng đổ ra biển. Chỉ một số sông thuộc hệ thống sông Kỳ Cùng - Bằng bắt nguồn từ lãnh thổ Việt Nam rồi và chảy sang Trung Quốc. Từ đó có thể nhận thấy, phần lớn các sông lớn của Việt Nam là sông xuyên quốc gia và việc khai thác, sử dụng nguồn nước ở các quốc gia có liên quan của các sông này đã, đang và sẽ ảnh hưởng lớn đến nguồn nước sông vào lãnh thổ Việt Nam.

Hình 2.1 là sơ đồ vị trí các hệ thống sông trong lãnh thổ Việt Nam.

2.2. PHÂN BỐ CỦA DÒNG CHẢY NĂM TRONG LÃNH THỔ

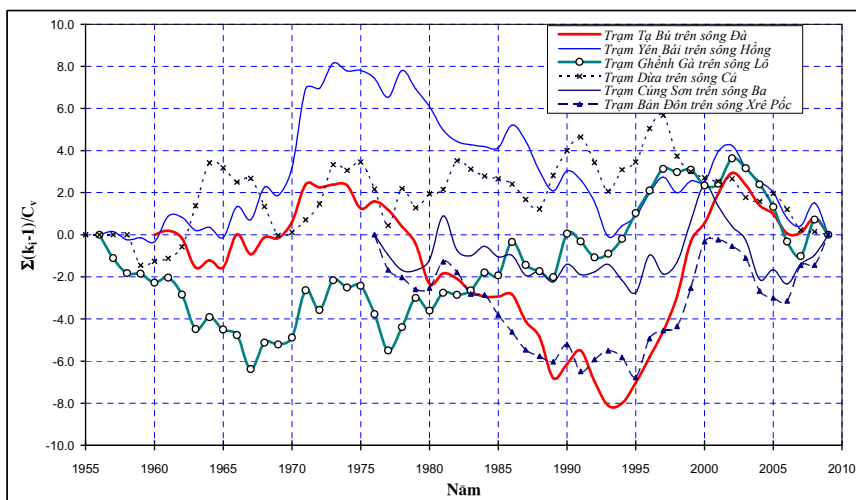
Cũng như lượng mưa năm, dòng chảy năm của sông suối cũng phân bố không đều trong lãnh thổ. Hình 2.3 là sơ đồ đường đẳng trị mô đun dòng chảy năm trung bình giai đoạn 1977-2008 trong lãnh thổ Việt Nam. Cũng cần chỉ ra rằng, trong giai đoạn này phần lớn các trạm thủy văn trên phạm vi cả nước đều có số liệu quan trắc; hơn nữa, dòng chảy năm của nhiều sông vừa và lớn đã xuất hiện ít nhất một chu kỳ dòng chảy năm, bao gồm một pha nước nhiều (giá trị dòng chảy năm trung bình của pha này lớn hơn giá trị dòng chảy năm trung bình thời kỳ nhiều năm) và 1 pha nước ít (giá trị dòng chảy năm trung bình của pha này nhỏ hơn giá trị dòng chảy năm trung bình thời kỳ nhiều năm). Điều này được thể hiện trên đường quá trình tích lũy chuẩn sai dòng chảy năm của các sông lớn và vừa (hình 2.2). Giá trị



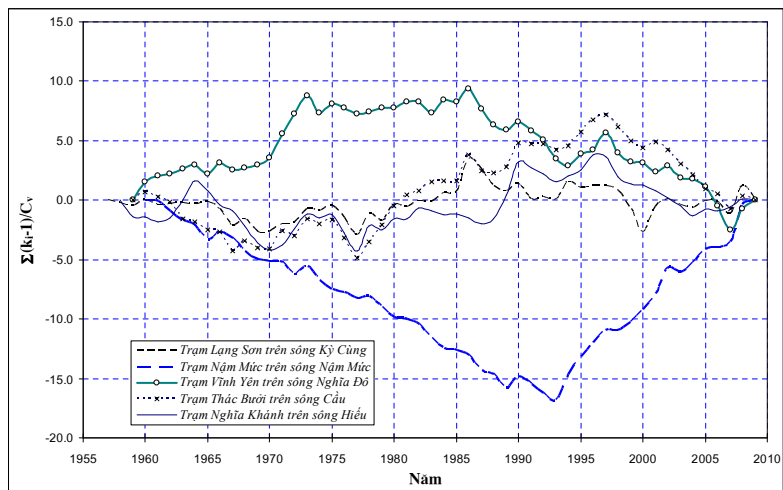
Hình 2.1: Các hệ thống sông và sông độc lập trên lãnh thổ Việt Nam /22/

dòng chảy năm trung bình giai đoạn 1977-2008 sai lệch thường dưới so với giá trị dòng chảy năm trung bình thời kỳ nhiều năm (50-60 năm).

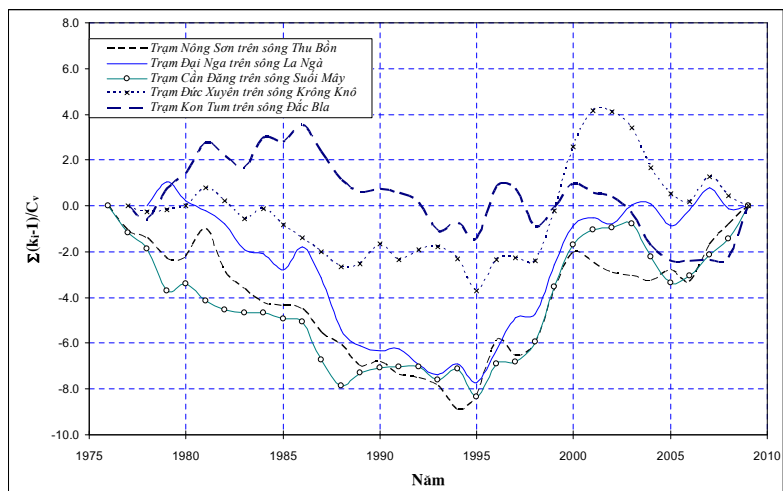
Từ hình 2.3 cho thấy, trong phạm vi lãnh thổ Việt Nam, mô đun dòng chảy năm trung bình giai đoạn 1977 - 2008 (M_0 , l/s.km²) biến đổi trong phạm vi rộng, từ dưới 5 l/s.km² đến trên 100 l/s.km². Các trung tâm M_0 lớn đều xuất hiện ở những vùng núi cao đón gió đông nam hay tây nam ở Bắc Bộ, Tây Nguyên và Đông Nam Bộ, hay đông bắc trên sườn phía đông dãy Trường Sơn ở ven biển Trung Bộ. Đó là vùng núi phía đông bắc tỉnh Quảng Ninh với M_0 trên 120 l/s.km², được cho là lớn nhất ở nước ta, tiếp sau đó là ở sườn phía đông nam dãy núi vòm sông Chảy ở trung lưu hữu ngạn sông Lô (khu vực Bắc Quang) với M_0 trên 100 l/s.km². Ngoài ra, một số trung tâm dòng chảy lớn với M_0 trên 80 l/s.km² xuất hiện ở các vùng núi: Hoàng Liên Sơn, biên giới tả ngạn sông



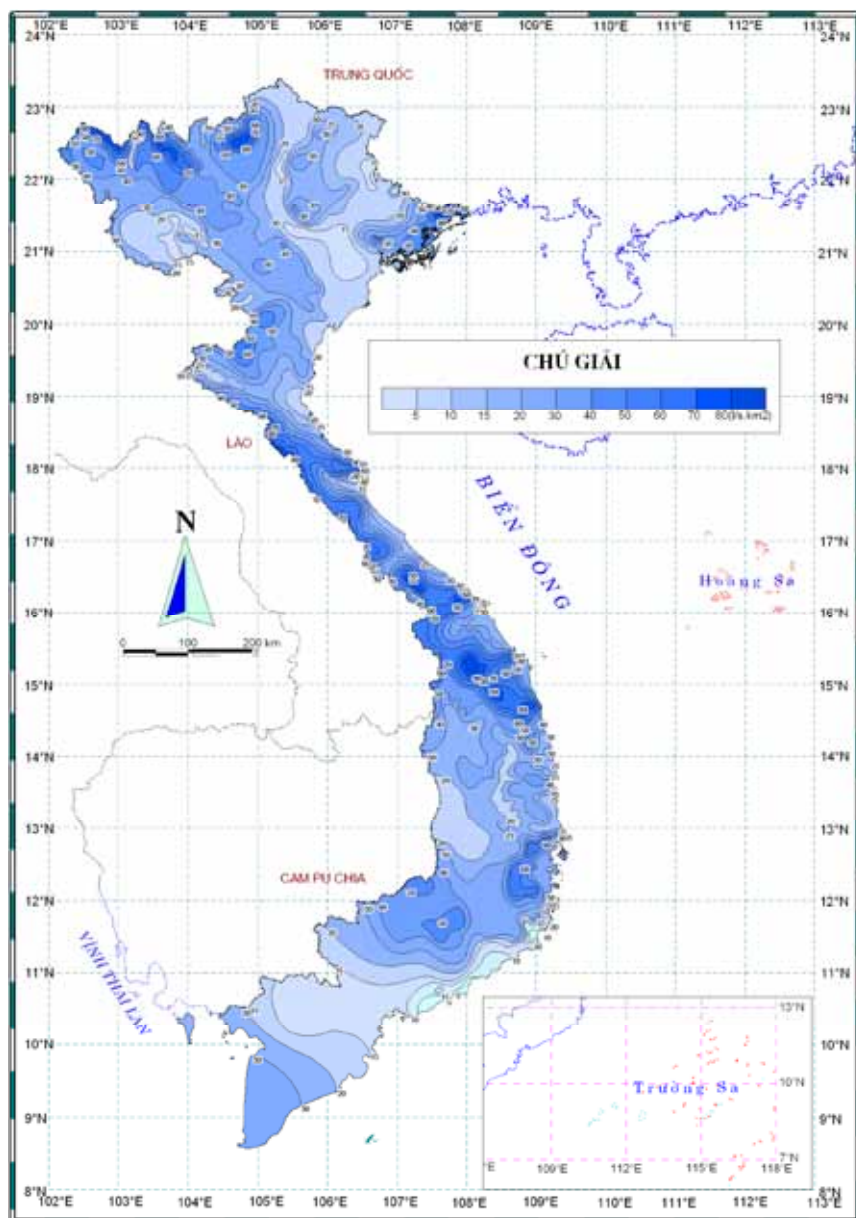
Hình 2.2a. Đường quá trình tích lũy chuẩn sai dòng chảy trung bình năm tại một số trạm thủy văn trên các sông lớn



Hình 2.2b. Đường quá trình tích lũy chuẩn sai dòng chảy trung bình năm tại một số trạm thủy văn trên các sông vựa



Hình 2.2c. Đường quá trình tích lũy chuẩn sai dòng chảy trung bình năm tại một số trạm thủy văn trên các sông vựa



Hình 2.3. Sơ đồ đường đẳng trị mô đun dòng chảy năm trung bình thời kỳ 1977 - 2008 trong lãnh thổ Việt Nam /26/

Đà ở huyện Mường Tè tỉnh Lai Châu, một số nơi ở sườn phía đông dãy Trường Sơn (dãy Rào Cỏ ở phía tây tỉnh Hà Tĩnh), đèo Hải Vân, Trà My - Ba Tơ ở phía tây nam hai tỉnh Quảng Nam và Quảng Ngãi và sườn tây nam dãy Ngọc Linh ở tỉnh Kon Tum. Ngoài ra, một số trung tâm dòng chảy tương đối lớn xuất hiện ở các dãy núi: Tam Đảo, Ba Vì, Bù Rinh (phía tây nam tỉnh Thanh Hóa), Phu Hoạt (phía tây bắc tỉnh Nghệ An), dãy Voi Mẹp (ở phía tây nam tỉnh Quảng Trị), dãy núi Hòn Chảo (ở phía đông nam tỉnh Phú Yên), dãy Chư Yang Sin ở phía đông Nam tỉnh Đắk Lắk và vùng đồi núi ở trung lưu sông Đồng Nai trên địa phận tỉnh Lâm Đồng và Bình Thuận.

Ở những sườn núi, thung lũng, cao nguyên và ven biển khuất gió mùa ẩm thường có mưa và dòng chảy nhỏ. Vùng ven biển Ninh Thuận (Cà Ná) và Bình Thuận (Phú Phong) là nơi có mưa và dòng chảy nhỏ nhất với M_0 dưới 5 l/s.km². Ngoài ra, $M_0 < 10-15$ l/s.km² xuất hiện ở thung lũng các sông Kỳ Cùng (tỉnh Lạng Sơn), Nậm Rốm (tỉnh Điện Biên), sông Mã (tỉnh Sơn La), sông Gâm (tỉnh Tuyên Quang), sông Cả (tỉnh Nghệ An), sông Ba (tỉnh Gia Lai), cao nguyên Sơn La - Yên Châu (tỉnh Sơn La), cao nguyên đá vôi Đồng Văn, Mèo Vạc (tỉnh Hà Giang) và một số nơi ở ven biển Bắc Trung Bộ (Thanh Hóa - Nghệ An) và Nam Trung Bộ (Quảng Ngãi - Khánh Hòa) và ở Đồng bằng sông Cửu Long (dải ven sông Tiền, sông Hậu ở các tỉnh Đồng Tháp, An Giang)...

Nhìn chung, sự biến đổi của M_0 trong các vùng như sau: (10-120) l/s.km² ở Bắc Bộ, (10-80) l/s.km² ở Bắc Trung Bộ, (5-80) l/s.km² ở Nam Trung Bộ, (15-80) l/s.km² ở Tây Nguyên, (10-50) l/s.km² ở Đông Nam Bộ và (10-30) l/s.km² ở Đồng bằng sông Cửu Long.

2.3. TỔNG LƯỢNG DÒNG CHẢY NĂM

Tổng lượng dòng chảy năm trung bình giai đoạn 1977-2008 của tất cả các sông trên lãnh thổ Việt Nam (W0) khoảng 837,7 km³, trong đó 514,6 km³ (61,4%) từ các nước lân cận chảy vào (W0,ng) và 323,1 km³ (38,6%) được hình thành trên lãnh thổ nước ta (được gọi là dòng chảy nội địa-W0,nd) /26/. Trong bảng 2.1, đưa ra tổng lượng dòng chảy năm trung bình giai đoạn 1977-2008 của các hệ thống sông và toàn lãnh thổ cả nước.

Tổng lượng dòng chảy năm phân bố rất không đồng đều trong lãnh thổ. Hệ thống sông Mê Công chiếm 59,7% (khoảng 500 km³), hệ thống sông Hồng: 15,0% (125,8 km³), hệ thống sông Đồng Nai: 4,40% (36,86 km³), các hệ thống sông Mã, Cả, Thu Bồn tương ứng chiếm 2,42% (20,25 km³), 2,33%(19,54 km³), 2,61% (21,88 km³), ba hệ thống sông Kỳ Cùng, Thái Bình và Ba tương ứng chiếm khoảng 1,14% (9,53 km³), 1,16% (9,55 km³) và 1,16% (9,75 km³), các sông độc lập chỉ chiếm 10,1% (84,6 km³).

Phần lớn nguồn nước từ nước ngoài chảy vào là của sông Mê Công, chiếm tới 87,6% (450,76 km³), rồi đến sông Hồng (9,7%, 49.8 km³), còn các hệ thống sông Kỳ Cùng, Mã, Cả và Đồng Nai tương ứng chiếm khoảng: 0,27%, 1,07%, 0,70% và 0,70%).

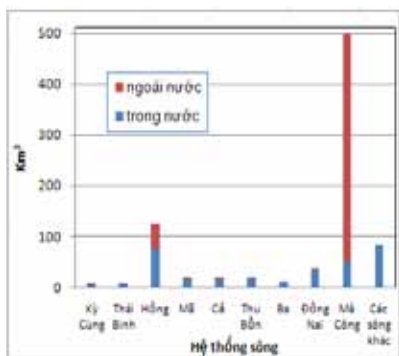
Nếu chỉ xét W0,nd, thì hệ thống sông Hồng chiếm tỷ lệ lớn nhất (23,52%, 76,0 km³), rồi đến hệ thống sông Mê Công (15,24%, 49,24 km³), hệ thống sông Đồng Nai (10,29%, 33,26 km³), các hệ thống sông Kỳ Cùng, Thái Bình, Mã, Cả, Thu Bồn và Ba tương ứng chiếm 2,52%, 2,96%, 4,57%, 4,93%, 6,77% và 3,02% và các sông độc lập chiếm 26,18%.

Hình 2.4 là sơ đồ phân bố của tổng lượng dòng chảy năm trung bình thời kỳ 1977 – 2008 giữa các hệ thống sông trong lãnh thổ Việt Nam. Hình 2.5 là sơ đồ phân phối của tổng lượng dòng chảy năm trung bình giai đoạn 1977-2008 trong các hệ thống sông.

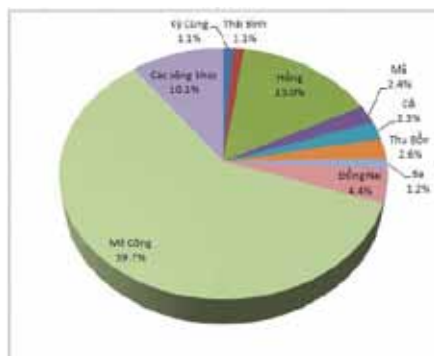
2.3. PHÂN PHỐI DÒNG CHẢY TRONG NĂM

Hàng năm, dòng chảy sông suối có hai mùa: mùa lũ và mùa cạn. Nhưng thời gian xuất hiện hai mùa dòng chảy này là không đồng thời trên lãnh thổ cả nước. Trong bảng 2.2 đưa ra lưu lượng trung bình tháng bình quân thời kỳ quan trắc tại một số trạm thủy văn trên các sông.

Mùa lũ hàng năm, trên các sông suối thường xuất hiện vào các tháng V, VI - IX, X ở Bắc Bộ và phần phía bắc của Bắc Trung Bộ, các tháng VI, VII - XI, XII ở Tây Nguyên, Nam Bộ và ven biển cực Nam Trung Bộ (Ninh Thuận- Bình Thuận). Mùa lũ trên các



Hình 2.4: Phân bố của tổng lượng dòng chảy năm trung bình thời kỳ 1977 – 2008 giữa các hệ thống sông trong lãnh thổ Việt Nam



Hình 2.5: Tỷ lệ % tổng lượng dòng chảy năm trung bình giai đoạn 1977-2008 của các hệ thống sông so với cả nước

Bảng 2.1: Tổng lượng dòng chảy năm trung bình giai đoạn 1977 - 2008 của các hệ thống sông trong lãnh thổ Việt Nam /26/

Thứ tự	Hệ thống sông/ sông	Diện tích lưu vực (km ²)			Tổng lượng dòng chảy năm (km ³)		
		Ngoài nước	Trong nước	Toàn bộ	Ngoài nước	Trong nước	Toàn bộ
1	Kỳ Cùng	1980	11280	13260	1,38	8,15	9,53
2	Thái Bình		15180	15180		9,55	9,55
3	Hồng	82300	72700	155000	49,80	76,0	125,80
4	Mã	10800	17600	28400	5,50	14,75	20,25
5	Cả	9470	17730	27200	3,60	15,94	19,54
6	Thu Bồn		10350	10350		20,88	21,88
7	Ba		13900	13900		9,75	9,75
8	Đồng Nai	6700	37400	44100	3,60	33,26	36,86
9	Mê Công	726176	68824	795000	450,76	49,24	500
10	Các sông khác		66248	66248		84,56	84,56
	Cả nước	837426	331212	1168638	514,6	323,1	837,7

sông suối ở ven biển Trung và Nam Trung Bộ có xu thế muộn và ngắn dần từ bắc vào nam, từ tháng VIII, IX đến tháng XI, XII.

Tỷ lệ lượng dòng chảy mùa lũ so với dòng chảy năm cũng biến đổi theo từng năm và từng vùng, từ (50-55)% đến (80-85)%, trung bình khoảng (70-80)% trên phần lớn các sông, nhưng chỉ khoảng (60-70)% trên các sông ở ven biển Trung Bộ

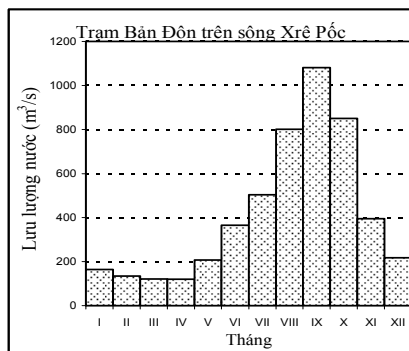
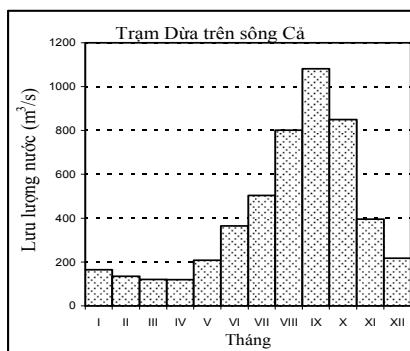
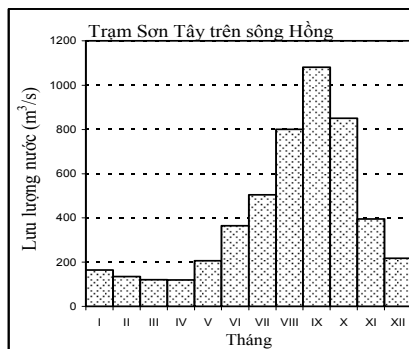
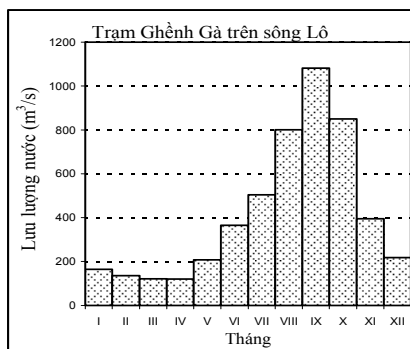
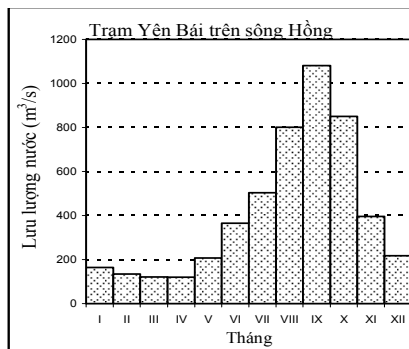
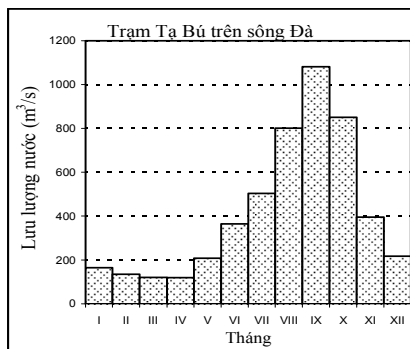
Trong bảng 2.3 là đặc trưng phân phối dòng chảy trong năm trong các hệ thống sông và hình 2.6 là sơ đồ phân phối dòng chảy trong năm tại một số trạm thủy văn trên các sông lớn và vừa.

Bảng 2.2: Lưu lượng trung bình thời kỳ quan trắc tại một số trạm thủy văn trên một số sông /26/

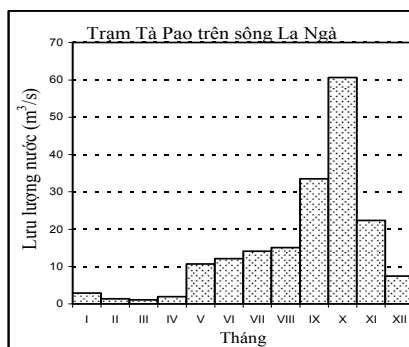
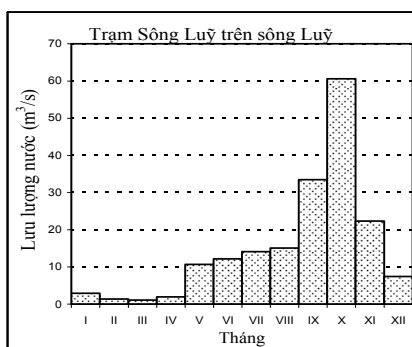
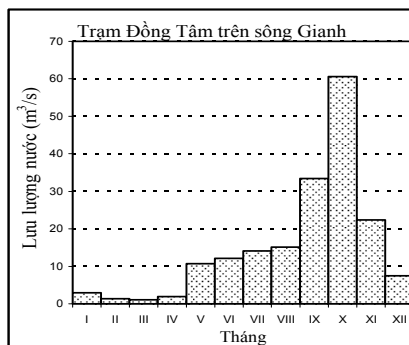
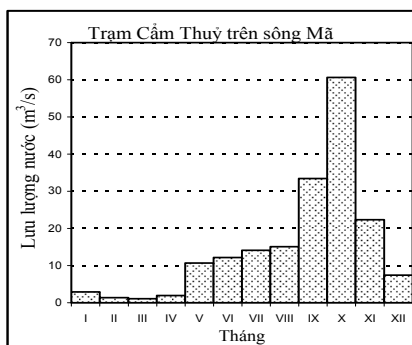
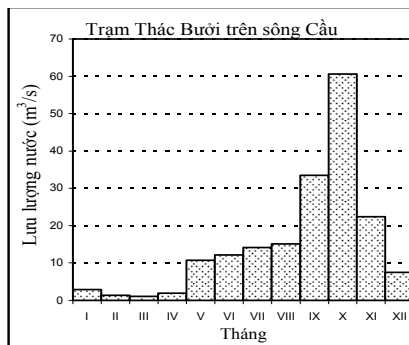
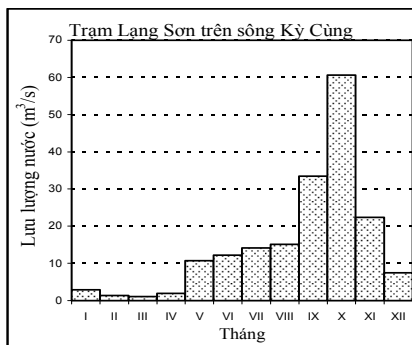
TT	Trạm	Sông	Diện tích (km ²)	Thời kỳ quan trắc	Lưu lượng trung bình tháng (m ³ /s)												Năm (m ³ /s)
					I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	Yên Bái	Hồng	48000	1957-2009	314	268	239	274	437	873	1370	1720	1360	988	661	405	742
2	Tà Bù	Đà	45900	1961-2009	515	405	338	375	745	2120	4080	3960	2440	1560	1110	677	1530
3	Giếng Gà	Lô	29600	1957-2009	248	223	219	271	569	1220	1880	1820	1210	741	498	298	766
4	Sơn Tây	Hồng	143600	1956-2009	1300	1140	1060	1230	2080	4700	8000	8320	5690	3790	2570	1570	3450
5	Nậm Mực	Nậm Mực	2680	1961-2009	29,8	25,4	23,6	26,8	42,4	110	213	242	144	74,3	52,3	36,9	85,0
6	Vĩnh Yên	Nghĩa Đô	138	1960-2009	3,54	3,41	3,47	4,16	5,46	8,82	13,2	16,6	12,8	9,20	6,22	4,17	7,59
7	Thác Bưởi	Cầu	2220	1960-2009	12,9	11,9	14,0	23,9	44,1	82,7	118	131	89,8	46,7	27,0	15,7	51,5
8	Lạng Sơn	Kỳ Cùng	1560	1958-2009	6,19	6,31	7,68	13,8	26,6	46,1	74,7	78,5	61,9	21,8	11,4	6,12	30,1
9	Xả Lả	Mã	6430	1961-2009	51,6	43,8	38,1	41,2	59,1	135	240	322	234	121	83,5	62,2	119
10	Cầm Thủy	Mã	17500	1957-1976, 1995-2008	140	119	106	114	164	356	602	878	818	424	249	169	345
11	Dừa	Cả	20800	1959-2009	164	135	120	120	207	365	504	800	1080	850	395	218	413
12	Đồng Tâm	Gianh	1150	1961-1981	27,7	19,3	17,5	16,7	28,5	36,7	40,6	58,4	185	178	94,1	43,7	62,2
13	Gia Vong	Bến Hải	267	1977-2008	8,60	4,97	3,32	3,12	5,24	3,82	2,17	4,17	21,2	54,7	54,8	26,9	16,1
14	Nông Sơn	Thu Bồn	3155	1977-2009	250	137	94,2	75,4	109	99,4	71,2	79,8	193	672	1000	610	282
15	Cùng Sơn	Ba	12800	1977-2009	156	87,8	55,3	49,5	93,6	137	135	236	384	696	800	480	276
16	Đồng Trăng	Cái	1244	1983-2006	60,3	34,1	29,3	25,2	36,3	39,5	34,0	30,2	55,6	120	179	180	68,6
17	Sông Luy	Luy	964	1981-2009	2,93	1,38	1,09	1,95	10,7	12,2	14,1	15,1	33,5	60,6	22,4	7,46	15,3
18	Tà Lài	Đồng Nai	10170	1989-2009	95,5	59,1	47,9	70,9	136	317	522	826	866	730	395	200	355
19	Bản Đôn	Xẻ Pốc	10700	1977-2009	148	90,3	66,9	71,1	125	207	250	388	494	563	441	330	264
20	Kon Tum	Đắc Bìla	3030	1978-2009	62,7	45,6	35,5	34,5	50,9	73,9	91,5	149	174	187	165	100	97,5

Bảng 2.3: Đặc trưng phân phối dòng chảy trong năm /26/

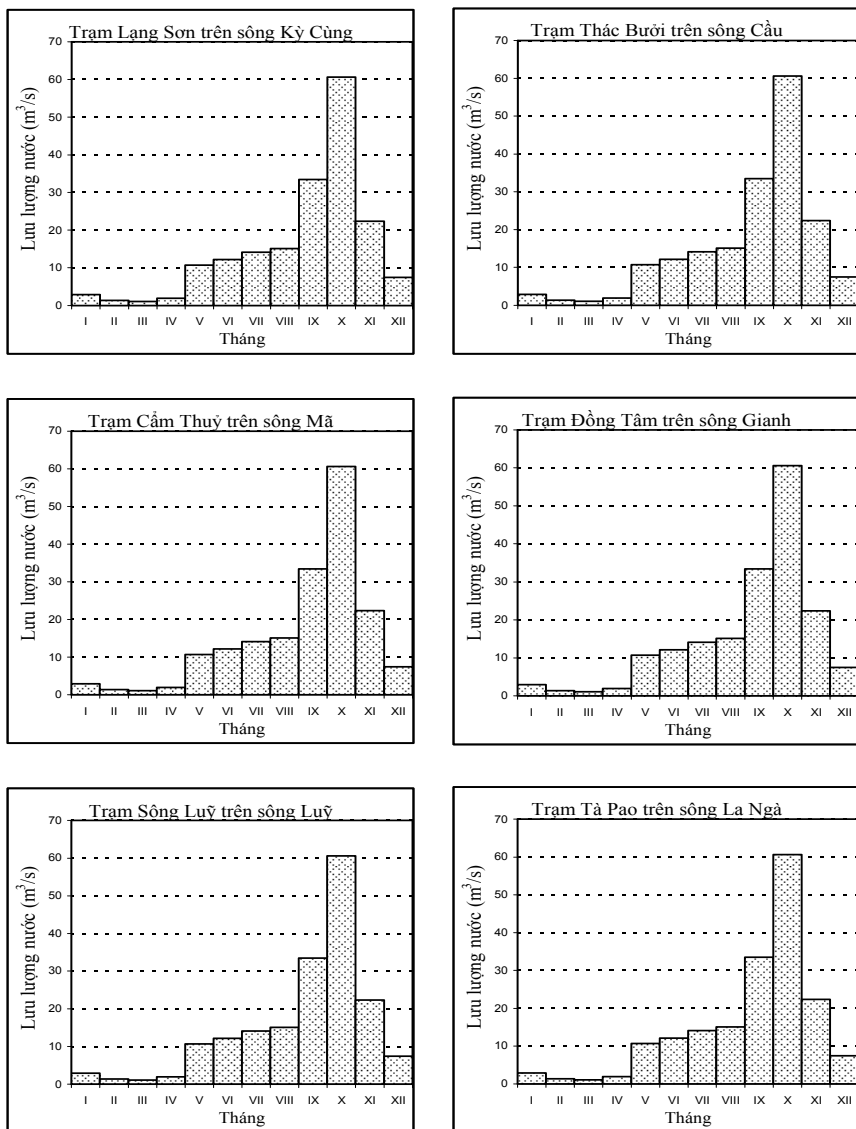
Thứ tự	Hệ thống sông	Số trạm thủy văn	Đặc trưng	Mùa lũ		Mùa cạn		Ba tháng lớn nhất		Tháng lớn nhất		Ba tháng nhỏ nhất		Tháng nhỏ nhất	
				% Tháng	% Tháng	% Tháng	% Tháng	% Tháng	% Tháng	% Tháng	% Tháng	% Tháng	% Tháng	% Tháng	% Tháng
1	Kỳ Cùng	12	Trung bình	76,64	V,VI-IX,X	23,36	X,XI-IV,V	58,31	VI-VIII, VII-IX	24,77	VIII	5,66	I-III	1,73	II,I,XII
			Lớn nhất	86,88		31,08		65,52		33,17		8,31		2,66	
			Nhỏ nhất	68,92		13,12		51,72		19,72		3,20		0,87	
2	Thái Bình	20	Trung bình	79,11	V,VI-IX,X	20,89	X,XI-IV,V	57,91	VII-IX, VI-VIII	23,74	VIII,VII	4,73	I-III	1,35	II, I,III
			Lớn nhất	86,68		30,67		67,80		36,77		7,84		2,46	
			Nhỏ nhất	69,33		13,32		47,50		18,02		1,80		0,54	
2	Thái Bình	20	Trung bình	79,11	V,VI-IX,X	20,89	X,XI-IV,V	57,91	VII-IX, VI-VIII	23,74	VIII,VII	4,73	I-III	1,35	II, I,III
			Lớn nhất	86,68		30,67		67,80		36,77		7,84		2,46	
			Nhỏ nhất	69,33		13,32		47,50		18,02		1,80		0,54	
3	Hồng	56	Trung bình	74,49	VI-IX, V, VI-X,XI	25,51	X,XI-IV,V	53,86	VII-IX	21,66	VII,VIII	8,22	I-III, II-IV	2,34	III,II
			Lớn nhất	82,49		33,47		67,39		31,26		20,97		4,18	
			Nhỏ nhất	66,53		17,51		39,49		13,56		3,85		1,12	
4	Mã	15	Trung bình	73,35	VI-X,XI-VII-XI	26,65	XI-V, XII-VI	56,95	VII-IX	23,77	VIII,IX	7,29	II-IV	2,19	III,II
			Lớn nhất	81,62		36,01		68,81		32,21		9,52		2,94	
			Nhỏ nhất	63,99		18,38		51,49		20,61		3,02		0,79	
5	Cả	15	Trung bình	66,56	VI-X, VII-XI, IX-XII	33,44	XI-V, XII-VI, I-VIII	55,68	VIII-X, IX-XI	24,11	IX,X	9,39	II-IV	2,85	III, IV
			Lớn nhất	80,65		48,15		79,13		45,95		13,51		3,98	
			Nhỏ nhất	51,85		19,35		47,13		18,42		3,82		1,18	
6	Thu Bồn	2	Trung bình	62,74	X-XII	37,26	I-IX	62,74	X-XII	26,14	XI	8,79	III-V	2,40	IV
			Lớn nhất	66,84		41,36		66,84		28,16		9,66		2,70	
			Nhỏ nhất	58,64		33,16		58,64		24,13		7,91		2,11	
7	Ba	6	Trung bình	71,58	IX-XII, VIII-XI, X-XII	28,42	I-VII, VIII	56,87	VIII-X, X-XII	24,57	XI	5,72	II-IV, VI-VIII	1,70	IV
			Lớn nhất	75,74		35,13		71,80		34,77		7,17		2,04	
			Nhỏ nhất	64,87		24,26		37,77		19,55		3,68		1,09	
8	Đồng Nai	10	Trung bình	78,46	VII-XI	21,54	XII,I-VI	57,99	VIII-X	21,63	VIII, IX, X	4,98	II-IV	1,41	III
			Lớn nhất	84,48		34,00		65,67		26,65		10,30		2,85	
			Nhỏ nhất	66,00		15,52		47,16		18,50		2,69		0,76	
9	Sê San -Xrê pốc	9	Trung bình	72,04	VIII-XII, VII-XI	27,96	I-VII, XII,I-VI	49,23	VII-X, IX-XII	18,93	X,XI	7,93	II-IV	2,32	III,IV
			Lớn nhất	77,41		33,34		53,49		21,69		11,40		3,32	
			Nhỏ nhất	66,66		22,59		45,40		15,93		5,65		1,48	



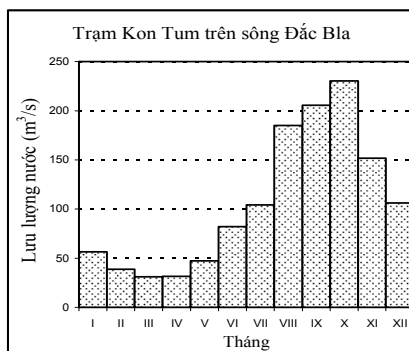
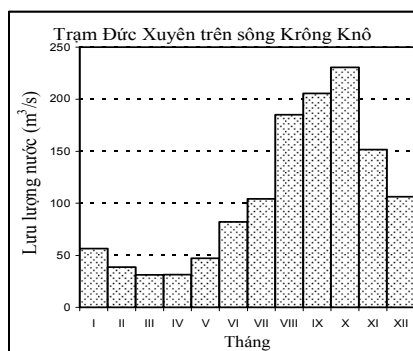
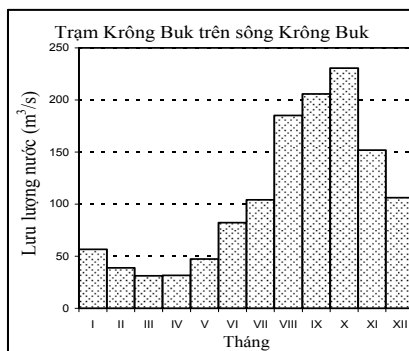
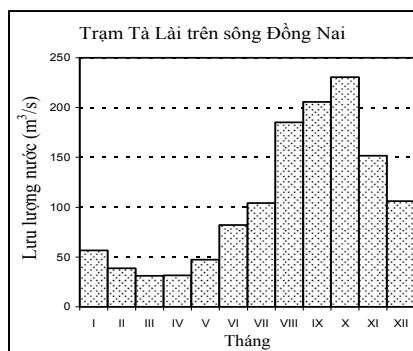
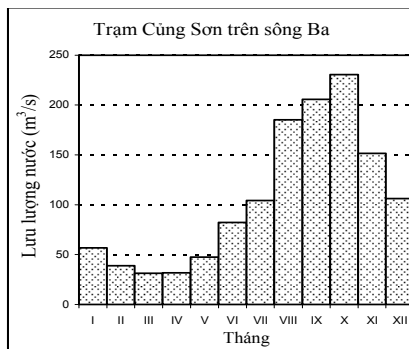
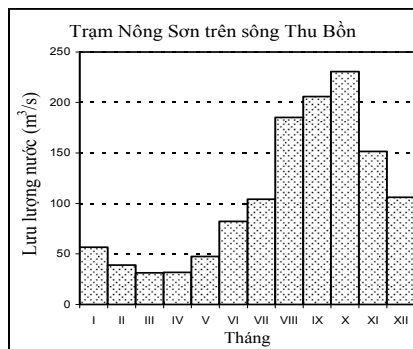
Hình 2.6a: Phân phối lưu lượng trung bình tháng trong năm một số trạm thủy văn trên một số sông lớn /26/



Hình 2.6b: Phân phối lưu lượng trung bình tháng trong năm tại một số trạm thủy văn trên một số sông vừa /26/



Hình 2.6b: Phân phối lưu lượng trung bình tháng trong năm tại một số trạm thủy văn trên một số sông vừa /26/



Hình 2.6c: Phân phối lưu lượng trung bình tháng trong năm tại một số trạm thủy văn trên một sông vừa /26/

Ba tháng liên tục có dòng chảy trung bình tháng lớn nhất xuất hiện vào các tháng VI-VIII hay VII-IX trên các sông ở Bắc Bộ và phần phía bắc của Bắc Trung Bộ (sông Mã); các tháng VIII-X ở sông Chu, thượng nguồn sông Cả và một số nhánh sông ở trung lưu sông Ba; các tháng IX-X trên các sông ở ven biển phía nam của Bắc Trung Bộ từ Hà Tĩnh đến Thừa Thiên Huế, Ninh Thuận và Bình Thuận, sông Đắc Bla và Xrê pốc; các tháng X-XII ở Nam Trung Bộ từ Đà Nẵng đến Khánh Hòa. Dòng chảy ba tháng này chiếm khoảng (40-75)% dòng chảy năm, trung bình khoảng (55-65)%, tương đối lớn ở Nam Trung Bộ, nơi mùa lũ chỉ kéo dài 3 tháng và nhỏ nhất ở các lưu vực sông có điều tiết lưu vực kém hay “mất nước” vào các hang động đá vôi như ngòi Đum tại trạm Cốc San.

Tháng có dòng chảy trung bình tháng lớn nhất xuất hiện vào các tháng VII hay VIII ở trên các sông ở Bắc Bộ và trên sông Mã; tháng VIII hay IX trên sông Cả, một số sông trong hệ thống sông Đồng Nai và sông Sê San; tháng X hay XI trên các sông ở ven biển Trung Bộ từ Hà Tĩnh đến Khánh Hòa, sông Đồng Nai (trừ một số sông có thể vào tháng VIII) và sông Xrê pốc. Dòng chảy tháng lớn nhất chiếm khoảng (13 -45)% dòng chảy năm, nhiều nhất ở sông Hinh tại trạm sông Hinh, nơi mùa lũ chỉ kéo dài có 3 tháng, từ tháng X đến tháng XII; nhỏ nhất ở ngòi Đum tại trạm Cốc San.

Mùa cạn trên các sông suối trong các vùng như sau: từ tháng X, XI đến tháng IV, V ở Bắc Bộ và phần phía bắc của Bắc Trung Bộ; từ tháng I đến tháng VIII, IX, ở phần phía nam của Bắc Trung Bộ và Nam Trung Bộ; từ tháng XII, I đến tháng V, VI ở Tây Nguyên và Nam Bộ, tỷ số dòng chảy mùa cạn chiếm khoảng (15-40)%,

trung bình khoảng (20-30)%, tương đối lớn ở Nam Trung Bộ, nơi mùa cạn kéo dài tới 8, 9 tháng và trong mùa cạn còn có thể xuất hiện lũ tiểu mãn vào tháng V, VII. Tỷ số dòng chảy mùa cạn chỉ khoảng (13-20)% dòng chảy năm. ở những lưu vực sông mà tính điều tiết của lưu vực kém do địa hình dốc, thảm phủ thực vật nghèo nàn, đặc biệt là các sông suối nhỏ, hay sông suối trong khu vực vùng đá vôi có các hang động karst.

Ba tháng liên tục có dòng chảy trung bình tháng nhỏ nhất xuất hiện vào các tháng I-III trên hầu hết các sông ở Bắc Bộ; các tháng II-IV trên một số sông phần phía bắc của Bắc Trung Bộ, thượng và trung lưu sông Ba, cực Nam Trung Bộ (Ninh Thuận-Bình Thuận), sông Đồng Nai và trên các sông ở Tây Nguyên; các tháng III-V trên các sông ở ven biển Trung Bộ từ Quảng Bình đến Khánh Hòa. Dòng chảy của ba tháng này chiếm khoảng (5-10)% dòng chảy năm, dao động trong phạm vi (2-21)%; tương đối lớn ở sông Cả, sông Hồng; nhỏ nhất ở sông Lũy tại trạm sông Lũy (2,3%) và lớn nhất (21%) ở sông Hồng tại trạm Sơn Tây do tác động điều tiết của các hồ chứa Hòa Bình, Thác Bà và Tuyên Quang.

Tháng có dòng chảy trung bình tháng nhỏ nhất xuất hiện vào tháng II trên phần lớn các sông ở Bắc Bộ (một số sông xuất hiện sớm vào tháng XII, I); tháng III trên sông Hồng, sông Đồng Nai các sông ở Tây Nguyên và cực Nam Trung Bộ; tháng IV trên sông Cả và các sông ở ven biển Trung Bộ, sông Ba và sông Đồng Nai. Dòng chảy của tháng này chiếm khoảng (0,5-4,5)% dòng chảy năm, trung bình khoảng (1,5-2,5)%, nhỏ nhất ở một số sông suối nhỏ (0,53% ở suối Thanh Lộc tại trạm Ngọc Thanh (diện tích lưu vực 19,5 km²) và sông Lũy tại trạm sông Lũy (0,58%).

Chế độ dòng chảy vùng hạ lưu các sông ven biển còn chịu ảnh hưởng của triều, đặc biệt là trong mùa cạn. Bờ biển nước ta dài khoảng 3.260 km, có đủ 4 kiểu thủy triều khác nhau trên thế giới, bao gồm nhật triều đều và không đều, bán nhật triều đều và không đều. Dưới đây nêu khái quát chế độ triều ở nước ta /25./.

Vùng biển từ Móng Cái đến Thanh Hóa: Hầu hết số ngày trong tháng xuất hiện nhật triều đều, trong đó khu vực Hồng Gai - Đồ Sơn có chế độ nhật triều đều nhất, trong một ngày có một lần triều lên và một lần triều xuống; càng về phía bắc cũng như về phía nam của khu vực này thì tính nhật triều càng kém. Ở nam Thanh Hóa, hàng tháng chỉ có khoảng (18–22) ngày nhật triều. Độ lớn của thủy triều đạt tới 480 cm tại Cửa Ông, 418 cm tại Hòn Dấu vào kỳ nước cường cực đại, nhưng chỉ đạt 50 cm vào kỳ nước kém.

Vùng từ Nghệ An đến bắc Quảng Bình: Chế độ nhật triều không đều, số ngày nhật triều chiếm trên 50% số ngày trong tháng; thời gian triều rút dài hơn thời gian triều lên. Độ lớn của thủy triều vào kỳ nước cường cực đại đạt 370 cm tại cửa Hội, 200 cm tại cửa Gianh. Biên độ trung bình tương ứng khoảng 220 cm và 130 cm.

Vùng nam Quảng Bình - Cửa Tùng: Bán nhật triều không đều; tính chất bán nhật triều nổi bật hơn với phần lớn số ngày trong tháng có hai lần triều lên và hai lần triều rút. Biên độ triều giảm dần từ bắc vào nam, tại cửa Tùng. Độ lớn của thủy triều vào thời kỳ nước cường khoảng: cực đại: 80 cm, trung bình: 50 cm, cực tiểu: 35 cm.

Vùng cửa Thuận An và lân cận: Bán nhật triều đều với hai lần triều lên và hai lần triều rút đều đặn hàng ngày. Biên độ triều vào

thời kỳ triều cực đại khoảng (60–80) cm, ít thay đổi theo các kỳ triều trong tháng, tăng dần về hai phía bắc và nam, đạt tới (55–100) cm tại cửa Tư Hiền, lớn nhất có thể tới 190 cm.

Vùng từ Nam Thuận An đến bắc Quảng Nam: Bán nhật triều không đều; trong tháng có khoảng (20–25) ngày bán nhật triều. Độ lớn của thủy triều kỳ nước cường tại Đà Nẵng như sau: cực đại 130 cm, trung bình 80 cm, cực tiểu 55 cm.

Vùng từ nam Quảng Nam đến bắc Bình Thuận: Chế độ thủy triều từ bán nhật triều chuyển dần thành nhật triều không đều; số ngày nhật triều tăng lên tới (18 – 22) ngày trong tháng. Biên độ triều cũng từ 120 cm tăng lên 200 cm; thời gian triều lên dài hơn thời gian triều rút. Độ lớn của thủy triều kỳ nước cường tại Quy Nhơn đạt tới: cực đại 201 cm, trung bình 110 cm, cực tiểu 75 cm và tại Nha Trang tương ứng bằng: 200 cm, 140 cm, 75 cm; độ lớn thủy triều vào kỳ nước kém chỉ đạt khoảng 50 cm.

Vùng từ nam Bình Thuận đến mũi Cà Mau: Từ Hàm Tân đến mũi Cà Mau, tính chất nhật triều trở lên thứ yếu, nên ở vùng này hàng ngày xuất hiện bán nhật triều không đều, hầu hết số ngày trong tháng có hai lần triều lên và hai lần triều rút. Tại Vũng Tàu, độ lớn của thủy triều kỳ nước cường như sau: cực đại 419 cm, trung bình 310 cm, cực tiểu 225 cm; tại Ghềnh Hào tương ứng bằng: 390 cm, 290 cm, 210 cm.

Vùng từ mũi Cà Mau đến Hà Tiên: Xuất hiện nhật triều không đều và nhật triều đều với tính chất bán nhật triều tăng lên về phía Hà Tiên. Tại Rạch Giá chế độ nhật triều giữ vai trò chủ yếu, nhưng các thành phần bán nhật triều là đáng kể, nên số ngày trong tháng có hai lần triều lên và hai lần triều rút là chủ yếu. Từ

khu vực này về phía Cà Mau và về phía Hà Tiên, tính chất nhật triều tăng lên và số ngày nhật triều trong tháng trở thành chủ yếu. Độ lớn cực đại, trung bình và cực tiểu của thủy triều kỳ nước cường tại một số vị trí tương ứng như sau: tại Cà Mau: 150 cm, 115 cm, 100 cm, tại Rạch Giá: 108 cm, 65 cm, 50 cm, tại Hà Tiên: 11 cm, 78 cm, 50 cm. Trong kỳ nước kém, độ lớn của thủy triều chỉ khoảng 50 cm.

2.4. CHẤT LƯỢNG NƯỚC SÔNG

Chất lượng nước nói chung và nước sông nói riêng thường được đánh giá theo các chỉ tiêu về lý hóa, thành phần sinh học và tùy thuộc vào mục đích sử dụng mà có những tiêu chí khác nhau. Dưới đây chỉ nêu một cách khái quát một số đặc điểm chính của chất lượng nước sông Việt Nam .

2.4.1. Dòng chảy cát bùn

Hàm lượng cát bùn của nước sông (hay còn gọi là độ đục cát bùn) cũng biến đổi theo mùa và khác nhau giữa các sông trong các vùng.

Hàm lượng cát bùn lơ lửng trung bình năm của các sông vừa và nhỏ biến đổi trong phạm vi từ khoảng 40 g/m³ đến gần 700 g/m³; nhỏ ở vùng đá vôi (sông Trung - một nhánh phía hữu ngạn sông Thương), lớn nhất ở sông Nậm Mực - một nhánh phía hữu ngạn của sông Đà /22/. Trong bảng 2.4 đưa ra hàm lượng cát bùn lơ lửng trung bình thời kỳ quan trắc tại một số trạm thủy văn trên một số sông.

Đối với các sông lớn, hàm lượng cát bùn lơ lửng cũng khác nhau rất lớn giữa các sông, từ khoảng 50 g/m³ (sông Xrêpốc) đến trên 2.500g/m³ (sông Thao), tương đối lớn ở hệ thống sông Hồng (700-1.600) g/m³ ở sông Đà, (2.000-30.00) g/m³ ở sông Thao, (350-700) g/m³ ở sông Lô, tương đối nhỏ trên các sông nhánh của sông Mê Công ở Tây Nguyên và sông Đồng Nai (50 g/m³ ở sông Xrêpốc, 106 g/m³ ở sông Đồng Nai, 150 g/m³ ở sông Đắc Bla), các sông lớn khác ở ven biển Trung Bộ khoảng (150-300) g/m³, sông Tiền và sông Hậu ở ĐBSCL khoảng (400-500) g/m³.

Hàm lượng cát bùn lơ lửng của nước sông cũng biến đổi theo mùa: đục trong mùa lũ và trong trong mùa cạn. Khoảng (80-90)% tổng lượng cát bùn lơ lửng được dòng nước chuyên tải trong mùa lũ (hình 2.7).

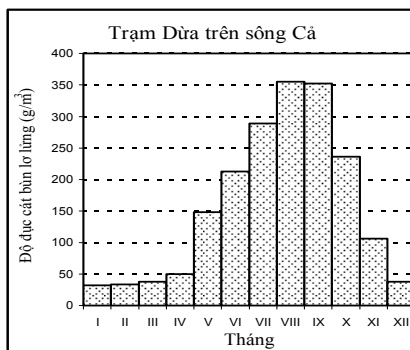
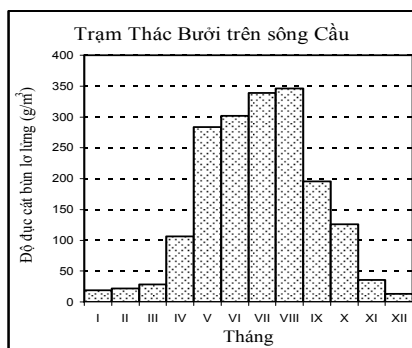
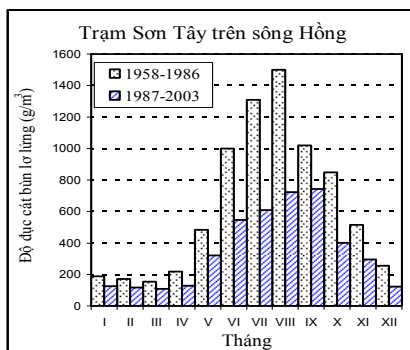
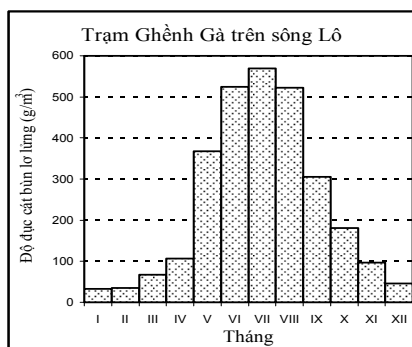
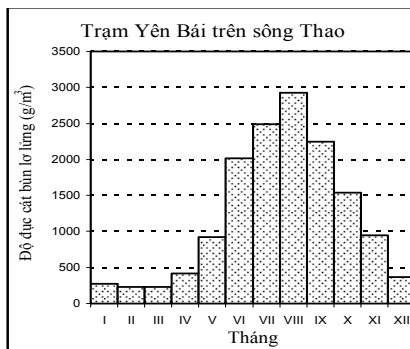
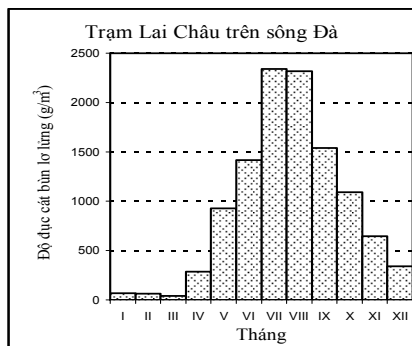
2.4.2. Hóa học nước sông

Độ khoáng hóa trung bình năm của nước sông ở nước ta thuộc loại thấp, biến đổi trong phạm vi từ dưới 50 mg/l đến 250 mg/l. Độ khoáng hóa trên 200 mg/l xuất hiện ở các sông Thao, Lô, Gâm và các sông vừa và nhỏ chảy qua vùng đá vôi; dưới 50 mg/l ở các sông vùng ven biển Nam Trung Bộ và hệ thống sông Đồng Nai.

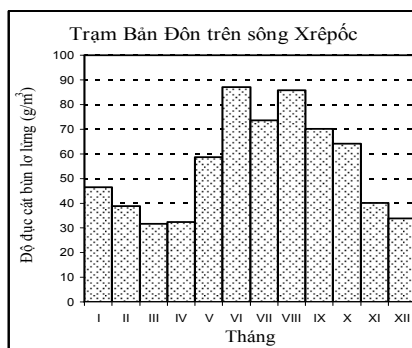
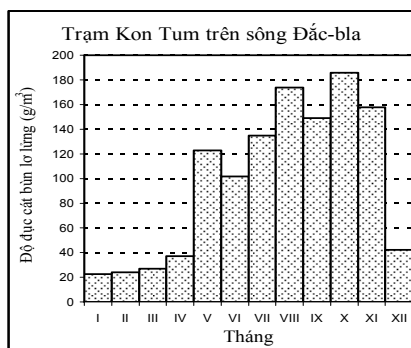
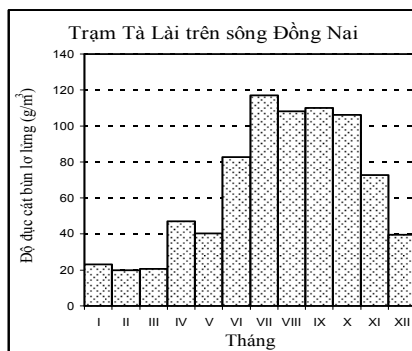
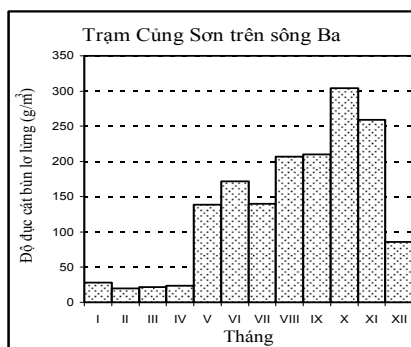
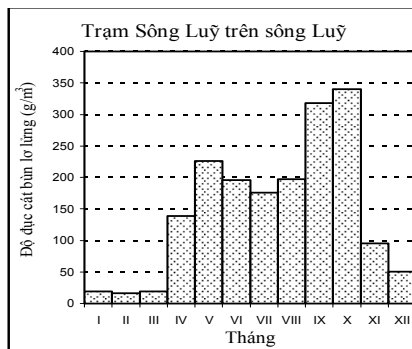
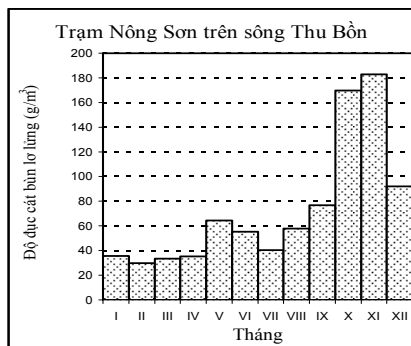
Chỉ số pH: Nước sông thường có phản ứng trung tính hay kiềm yếu với chỉ số pH khoảng 7-7,5, tương đối thấp ở hệ thống sông Đồng Nai; nước sông, kênh rạch và đồng ruộng ở một số nơi trong ĐBSCL vào giai đoạn đầu mùa mưa (tháng IV, V) thường bị nhiễm phèn nên độ chua lớn với pH dưới 5.

Bảng 2.4: Hàm lượng cát bùn lơ lửng trung bình thời kỳ quan trắc /22 /

TT	Trạm	Sông	Diện tích (km ²)	Thời kỳ quan trắc	Độ đục cát bùn lơ lửng trung bình tháng, g/m ³												Trung bình năm (g/m ³)
					I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	Lạng Sơn	Kỳ Cùng	1560	61-2003	42,2	48,4	90,2	202	456	478	467	462	297	167	36,4	22,4	565
2	Thác Bưởi	Cầu	2220	61-80	18,9	22,1	28,5	106	284	302	339	346	196	126	35,9	13,4	245
3	Bình Liêu	Tiên Yên	505	61-80	26,1	25,3	26,7	80,2	109	85,9	115	67,7	50,7	346	20,2	20,4	75,1
4	Lào Cai	Thao	41000	59-78	479	309	310	626	1270	3240	3600	4860	3460	2770	1980	1080	2730
5	Tà Bú	Đà	45900	61-2003	53,4	56,2	75,1	119	614	1420	2200	1940	1080	825	367	118	1420
6	Giếng Gà	Lô	29800	61-2003	32,5	35,2	67,9	107	368	525	569	523	305	181	96,9	46,0	397
7	Sơn Tây	Hồng	143600	58-2003	166	150	138	185	424	833	1050	1210	915	683	434	205	853
8	Cẩm Thủy	Mã	17500	59-76	16,0	14,4	18,5	33,4	91,3	351	461	735	607	151	50,6	22,4	402
9	Dừa	Cả	20800	61-2003	32,3	33,8	37,6	49,5	148	213	289	355	352	236	106	38,0	265
10	Đồng Tâm	Gianh	1150	61-81	14,6	13,4	23,9	28,0	83,3	72,5	109	202	141	105	46,1	14,8	97,8
11	Tám Lu	Đại Giang	1130	61-70	7,72	7,53	11,1	19,2	38,3	17,9	30,3	19,8	107	86,0	69,0	40,8	67,4
12	Nông Sơn	Thu Bồn	3155	78-2003	35,8	29,7	33,6	35,1	64,5	55,3	40,3	57,8	76,7	170	183	92,1	154
13	Sơn Giang	Trà Khúc	2440	82-2003	16,6	12,8	17,2	21,5	59,7	54,0	38,4	68,8	103	204	180	79,6	163
14	An Hoà	An Lão	383	89-2003	10,0	6,67	7,10	11,0	11,4	9,92	9,89	8,20	25,4	132	78,9	73,9	288
15	Cây Mương	Kôn	1510	80 - 2003	13,4	11,7	12,4	13,3	41,6	48,7	24,6	34,8	82,2	179	170	62,2	144
16	Cũng Sơn	Ba	12800	78 - 2003	28,2	19,9	21,6	23,3	139	172	140	207	210	304	259	85,9	244
17	Đồng Tráng	Cái	1244	92-2003	27,2	10,7	22,8	25,2	49,0	73,4	53,2	38,7	64,4	81,2	92,4	70,4	75,3
18	Sông Luỹ	Luỹ	964	97-2003	19,1	16,7	19,5	139	226	196	176	197	318	340	95,7	50,3	262
19	Tà Lại	Đồng Nai	10170	2000-2003	23,2	20,0	20,6	47,2	40,4	82,7	117	108	110	106	72,8	39,6	106
20	Bản Đôn	Xiếpốc	10700	78-2003	46,6	38,9	31,7	32,4	58,7	87,1	73,6	85,9	70,1	64,1	40,2	33,8	62,6
21	Kon Tum	Đắc-bla	3030	90-2003	22,6	24,1	26,9	37,0	123	102	135	174	149	186	158	42,3	143



Hình 2.7a: Biểu đồ hàm lượng cát bùn lơ lửng trung bình tháng trong năm tại một số trạm thủy văn /26/



Hình 2.7b: Biểu đồ hàm lượng cát bùn lơ lửng trung bình tháng trong năm tại một số trạm thủy văn /26/

Thành phần ion chính: Nước sông thuộc lớp bicábonnat với ion HCO_3^- chiếm tỷ lệ chủ yếu trong các anion

Độ cứng nước sông thường dưới 3 mg-e/l, thuộc loại mềm; nước sông Đồng Nai có độ cứng nhỏ nhất, dưới 0,15 mg-e/l; nước sông của các sông chảy qua vùng đá vôi có độ cứng khá lớn.

Nước sông vùng ven biển bị nhiễm mặn, nhất là vào mùa cạn. Mức độ nhiễm mặn cũng như khoảng cách từ biển mà mặn có thể xâm nhập vào trong sông ngòi, kênh rạch và đồng ruộng phụ thuộc vào độ lớn của triều và lượng nước từ thượng lưu chảy về. Chế độ mặn biến đổi theo chế độ triều. Ở ĐBSCL, vào mùa cạn, đặc biệt là vào tháng III, IV khi lượng nước thượng nguồn đổ vào đồng bằng nhỏ nhất, mặn có thể xâm nhập sâu tới (40-60) km kể từ cửa sông; hàng năm có khoảng hơn 2 triệu ha bị nhiễm mặn.

Nhìn chung, chất lượng nước sông Việt Nam còn tốt, có thể cung cấp cho các ngành sử dụng. Nhưng, nước sông ở không ít nơi đã và đang bị ô nhiễm rất nghiêm trọng do chất thải và nước thải từ các khu công nghiệp, nông nghiệp, đô thị và khu dân cư xả trực tiếp vào sông suối, ao hồ, hồ chứa không qua xử lý làm sạch. Ô nhiễm và cạn kiệt nguồn nước là vấn đề rất nghiêm trọng, làm giảm lượng nước có thể cung cấp cho các nhu cầu, ảnh hưởng đến sức khỏe con người và phát triển bền vững.

2.4.3. Tình hình ô nhiễm nguồn nước mặt

1) Tổng quát chung

Vào năm 2005, Việt Nam đứng thứ 127 trong bảng xếp hạng chỉ số môi trường và chỉ đứng thứ 8 trong các nước ASEAN. Chỉ số bền vững môi trường của Việt Nam thấp do môi trường bị ô

nhhiễm nghiêm trọng mà chưa có giải pháp hữu hiệu để khắc phục, đặc biệt nguồn nước mặt đang trong tình trạng báo động, nhiều dòng sông có nguy cơ bị “khai tử” như sông Nhuệ, sông Đáy, sông Cầu, sông Công, sông Đồng Nai...

Chất lượng nước mặt trên lãnh thổ Việt Nam nhìn chung là tương đối tốt, đảm bảo được các tiêu chuẩn và là nguồn nước cung cấp cho sinh hoạt (Tiêu chuẩn nước mặt loại A) và phục vụ cho các mục đích khác (TCNM loại B). Tuy nhiên, một số đoạn sông gần các khu đô thị lớn, khu công nghiệp, các làng nghề... thì chỉ tiêu hoá lý đã vượt chất lượng cho phép. Nguồn gây ô nhiễm chủ yếu là nước thải từ các hoạt động sinh hoạt, công nghiệp, thuỷ sản, nước thải y tế... chưa qua xử lý hoặc xử lý chưa triệt để và thải trực tiếp vào kênh dẫn rồi chảy ra sông /3/.

Hiện nay, các hồ và kênh mương ở các khu vực đô thị đang trở thành nơi chứa và dẫn nước thải. Mức độ ô nhiễm nguồn nước trong các kênh, sông, hồ ở các thành phố lớn, các khu tập trung dân cư là rất nghiêm trọng. Ở một số đoạn sông, nước sông bị ô nhiễm với mức độ cao và có xu hướng ngày càng tăng đã ảnh hưởng đến khả năng sử dụng nguồn nước sông để cấp nước sinh hoạt ở nhiều địa phương. Nhiều khu công nghiệp của một số tỉnh và thành phố như TP. Hồ Chí Minh, Đồng Nai, Bình Dương đang hàng ngày xả hàng triệu m³ nước thải không qua xử lý hoặc xử lý không đạt tiêu chuẩn ra sông, gây ô nhiễm nguồn nước. Nước sông Nhuệ, sông Đáy bị ô nhiễm nghiêm trọng, nước sông Cầu, sông Đồng Nai đang trong tình trạng báo động.

Tại Hà Nội, tổng lượng nước thải của thành phố khoảng (300-400) nghìn m³/ngày. Lượng nước thải chỉ được xử lý sơ bộ hoặc trong các bể tự hoại hoặc các bể lắng cặn trong các tuyến thoát

nước chung, nồng độ chất ô nhiễm ở một số điểm xả là rất cao: BOD5 từ 50-190mg/l, NH_4^+ từ 3-25mg/l, COD từ 90-495mg/l.

Tại thành phố Việt Trì, mỗi ngày thải vào sông Hồng 100 nghìn m³, trong đó nước thải công nghiệp chiếm 30%. Nước thải ra có chất dịch đen, gồm các chất thải rất nguy hiểm đối với môi sinh như lignin, sulfua hữu cơ, axit béo, các chất hữu cơ mạch vòng có chứa clo... Tại thành phố Hồ Chí Minh, lượng nước thải công



Hình 2.8: Xả nước thải vào sông

ngiệp xả ra môi trường là 400 nghìn m³/ngày; dự báo lượng nước thải công nghiệp đến năm 2010 sẽ tăng 1,35 lần và 1,46 lần vào năm 2020.

Một số ngành công nghiệp như hoá chất, phân bón, chế biến khai thác khoáng sản có lượng nước thải lớn chứa nhiều yếu tố độc hại được thải trực tiếp ra các sông, ao, hồ gây ô nhiễm nguồn nước.

Ngành thủy sản cũng thải ra một lượng nước thải lớn từ công nghiệp chế biến thủy sản như nước thải sản xuất, nước thải vệ sinh công nghiệp và nước thải sinh hoạt.

2) Tình hình ô nhiễm nguồn nước trên một số lưu vực sông

a) Lưu vực sông Nhuệ, sông Đáy

Quá trình phát triển kinh tế của 6 tỉnh (Hà Nội, Hoà Bình, Hà Tây, Hà Nam, Nam Định và Ninh Bình) thuộc lưu vực sông Nhuệ, sông Đáy đã gây ô nhiễm nghiêm trọng nguồn nước mặt trên lưu vực này. Có tới 700 nguồn thải từ công nghiệp, các làng nghề bệnh viện và sinh hoạt đổ vào lưu vực các sông này. Mỗi ngày hệ thống sông phải tiếp nhận 800 nghìn m³ nước thải sinh hoạt. Riêng nội thành TP. Hà Nội hàng ngày thải ra khoảng 500 nghìn m³, trong đó có khoảng 100 nghìn m³ là nước thải từ các cơ sở công nghiệp, dịch vụ, bệnh viện...; Hầu hết lượng nước thải này đổ vào 4 con sông thoát nước là sông Tô Lịch, Kim Ngưu, Lừ và Sét, rồi cuối cùng đổ ra sông Nhuệ qua đập Thanh Liệt. Nguồn nước thải từ nội thành Hà Nội xả vào sông Nhuệ được coi là một trong những nguồn gây ô nhiễm lớn nhất.

Theo thống kê gần đây, toàn bộ khu vực có khoảng 130 nghìn cơ sở công nghiệp, trong đó có 254 cơ sở có nguồn thải trực tiếp vào sông Nhuệ, sông Đáy, trong số đó có 152 cơ sở công nghiệp tại Hà Nội. Bên cạnh đó, nước thải từ các làng nghề truyền thống hai bên sông, nhất là tại tỉnh Hà Tây cũng là nguồn gây ô nhiễm như nước thải từ các làng nghề thơm tơ, dệt nhuộm có độ màu rất cao, hàm lượng COD trong nước lên tới 341mg/l; nước thải từ các làng nghề gia công kim khí chứa hàm lượng kim loại vượt tiêu chuẩn cho phép từ 2,5-9 lần.

Theo một số kết quả nghiên cứu chất lượng nguồn nước mặt sông Nhuệ và sông Đáy có thể thấy chất lượng nước mặt của hai sông trên bị ô nhiễm từ trung bình đến nặng.

Ô nhiễm nặng có thể kể đến là nước sông Nhuệ tại đoạn Cầu Diễn, cầu Hà Đông hay tại cầu Tó - Thanh Trì, nước sông Đáy tại Thanh Tân - Thanh Liêm, tại cầu Hồng Phú - Phủ Lý; nặng nhất là đoạn tại đập Thanh Liệt, nước sông Nhuệ đã bị ô nhiễm đến mức cực đại, hàm lượng các chỉ tiêu BOD, NO₂⁻, NH₄⁺, Coliform, As... đều vượt quá tiêu chuẩn cho phép loại B đến hàng chục lần BOD = 120mg/l; As = 0,15mg/l; DO = 0,5mg/l; NH₄⁺ = 25,4mg/l; NO₂⁻ = 0,37mg/l và Coliform là 20.000 MPN/100ml. Nước sông ở những khu vực này không đủ tiêu chuẩn làm nguồn cấp cho sinh hoạt và cho các mục đích khác.

b) Lưu vực sông Cầu, sông Công

Lưu vực sông Cầu tiếp nhận nước thải từ 6 tỉnh: Bắc Kạn, Thái Nguyên, Vĩnh Phúc, Bắc Ninh, Bắc Giang và một phần nước thải từ TP.Hà Nội. Kết quả phân tích của dự án “Đánh giá tổng quan tình hình xả nước thải tại một số khu vực trọng điểm Thái Nguyên, Đà Nẵng và Biên Hoà” do Cục Quản lý Tài nguyên nước thực hiện cho thấy, tổng lượng nước thải của các loại hình xả thải trên địa bàn tỉnh Thái Nguyên là 42 triệu m³/năm, tương đương với lưu lượng trung bình khoảng 115 nghìn m³/ngày. Về cơ bản, toàn bộ lượng nước thải này đều đổ vào sông Cầu và sông Công.

Nhìn chung, nhu cầu sử dụng nước cho sản xuất (không kể sản xuất nông nghiệp) và sinh hoạt tương đối ổn định và ít biến đổi theo thời gian trong năm. Do nước sông biến đổi mạnh mẽ theo mùa, nên nếu so sánh với lượng nước sông Cầu, sông Công vào tháng cạn nhất thì lượng nước thải phát sinh trên địa bàn toàn tỉnh trong thời gian tương ứng bằng khoảng 10% so với lượng nước tự nhiên trên hai sông này. Trong số đó, lượng nước thải đổ vào sông Cầu khoảng 88%, 12% còn lại đổ vào sông Công.

Chất lượng nước sông Cầu và sông Công đoạn chảy qua TP.Thái Nguyên có các đặc trưng sau: hàm lượng chất rắn lơ lửng TSS 53mg/l; NO₂- 0,11mg/l, gấp 11 lần; COD 20mg/l, gấp 2 lần; BOD₅- 17mg/l, gấp 4,4; Coliform 23 nghìn MPN/100ml, gấp 4,7 lần; DO là 5,1, gấp 5,3 lần so với giới hạn TCNM loại A.

Nhìn chung, chất lượng nước sông Cầu hiện nay đang trong tình trạng báo động; đặc biệt là ở vùng trung và hạ lưu sông Cầu, có nơi bị ô nhiễm nghiêm trọng, chất lượng diễn biến rất phức tạp và mức độ ô nhiễm ở từng đoạn sông rất khác nhau. Theo thống kê gần đây, toàn bộ lưu vực sông Cầu có hơn 2.000 doanh nghiệp sản xuất công nghiệp và các ngành nghề như luyện kim, chế biến thực phẩm, chế biến lâm sản, vật liệu xây dựng. Nước thải của nhiều doanh nghiệp trong số đó đã được thải trực tiếp ra sông Cầu. Các cơ sở luyện kim, cán thép, chế tạo thiết bị máy móc tập trung chủ yếu ở Thái Nguyên với tổng lượng nước thải hơn 16 nghìn m³/ngày cũng là một trong những thủ phạm khiến nước sông Cầu bị ô nhiễm. Riêng khu công nghiệp gang thép Thái Nguyên mỗi năm có hơn 1,3 triệu m³ nước thải được đổ vào sông Cầu. Điều đáng nói là nước thải phát sinh trong quá trình sản xuất gang thép có chứa nhiều chất gây ô nhiễm độc hại như dầu mỡ, phenol và xianua, giá trị các thông số SS, BOD₅, COD đều vượt tiêu chuẩn cho phép (TCNM loại A) từ 2-3 lần. Khu công nghiệp sông Công với các nhà máy sản xuất cơ khí, chế tạo máy động lực, hầu hết đều chưa có hệ thống xử lý nước thải, hoặc chỉ có hệ thống xử lý lắng cặn sơ bộ rồi thải thẳng ra sông Công đem theo nhiều dầu mỡ, kim loại nặng độc hại.

Bên cạnh đó, hoạt động sản xuất của hơn 200 làng nghề tập trung chủ yếu ở Bắc Ninh và một số ở Thái Nguyên, Vĩnh Phúc, Bắc

Giang, như sản xuất giấy, nấu rượu, mạ kim loại, tái chế phế thải, sản xuất đồ gốm... đã thải ra sông Cầu một lượng lớn nước thải chưa qua xử lý mà thải trực tiếp vào nguồn nước. Tại một số làng nghề tuy đã có các dự án đầu tư xây dựng hệ thống xử lý nước thải tập trung nhưng hoạt động không hiệu quả, một phần vì hệ thống thoát nước thải ít lại không được tu bổ làm cho nồng độ ô nhiễm tăng lên không ngừng và ngày càng nghiêm trọng.

c) Lưu vực sông Đồng Nai

Lưu vực hệ thống sông Đồng Nai trải rộng trên địa bàn nhiều tỉnh, do đó chịu ảnh hưởng của nhiều nguồn tác động trên toàn lưu vực. Đặc biệt là vùng hạ lưu, nhiều sông bị ô nhiễm nghiêm trọng, trong đó có đoạn sông đã “chết”.

Theo dự án “Điều tra tài nguyên nước, tình hình khai thác và xả nước thải vào nguồn nước ở vùng kinh tế trọng điểm phía Nam”, chất lượng nước sông Đồng Nai đã bị ô nhiễm một số chỉ tiêu đa lượng và vi sinh như NO_2 , COD, BOD5, Coliform,... một số chỉ tiêu vi lượng khác như Hg; As; CN;... mới chỉ có chỉ tiêu Hg vượt giới hạn cho phép, các chỉ tiêu khác chưa vượt giới hạn cho phép theo TCNM-loại A. Mức độ ô nhiễm các chỉ tiêu đa lượng, vi lượng nước sông Đồng Nai có xu hướng tăng dần từ Đồng Nai về TP. Hồ Chí Minh (từ thượng lưu về hạ lưu).

Nếu xét các chỉ tiêu phân tích so với TCNM cho thấy: phần lớn các chỉ tiêu được phân tích đều vượt giới hạn cho phép (TCNM loại A) không đạt tiêu chuẩn làm nguồn nước cho mục đích ăn uống sinh hoạt như: TSS biến đổi từ 2,4 mg/l đến 1.354mg/l, trung bình 99,3mg/l, vượt giới hạn cho phép theo TCNM loại B từ hơn 1 đến 16,9 lần; NO_2 0,44mg/l, vượt TCNM- loại B là 8,8 lần; COD

vượt giới hạn cho phép theo TCNM-loại B từ 1,2-1,8 lần; Hàm lượng dầu khoáng gấp gần 2,4 lần TCNM loại B; hàm lượng Coli-form vượt giới hạn cho phép theo TCNM-loại B từ 2-240 lần...

Hàng ngày, sông Đồng Nai còn phải tiếp nhận 992 nghìn m³ nước thải sinh hoạt. Đây là nguồn thải lớn, gây ô nhiễm môi trường lưu vực đặc biệt là ô nhiễm hữu cơ và vi sinh vật. Nước thải công nghiệp cũng là nguồn gây ô nhiễm đáng kể. Xét về tổng lượng, bình quân một ngày, lưu vực sông tiếp nhận khoảng 480 nghìn m³ nước thải từ hơn 9 nghìn doanh nghiệp sản xuất công nghiệp thuộc các khu công nghiệp và các cơ sở sản xuất công nghiệp phân tán trên lưu vực. Bên cạnh đó, việc sử dụng thuốc bảo vệ thực vật, phân bón hoá học cùng với những hạn chế trong việc đầu tư, xử lý nước thải từ các chuồng trại chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản cũng khiến môi trường của lưu vực sông ô nhiễm ngày càng trầm trọng.

2.5. HỒ CHỨA, HỒ VÀ ĐẦM PHÁ

2.5.1. Hồ chứa

Như trên đã nêu, tài nguyên nước sông của Việt Nam khá phong phú. Tuy nhiên, đặc điểm chủ yếu của dòng chảy sông suối trên lãnh thổ Việt Nam là biến đổi mạnh mẽ trong không gian và theo thời gian, đặc biệt là phân phối rất không đều trong năm, gây ra lũ lụt trong mùa mưa lũ và hạn hán trong mùa khô cạn. Ngoài ra, tiềm năng thủy điện cũng khá dồi dào với tiềm năng lý thuyết khoảng 300 tỷ kWh; tiềm năng kỹ thuật khoảng 123 tỷ kWh, tương đương với công suất lắp máy khoảng 32.000MW; tiềm năng kinh tế kỹ thuật khoảng 100 tỷ kWh, tương đương với công suất lắp máy khoảng 25.000MW.

Đề khai thác tài nguyên nước sông và tiềm năng thủy điện, nhằm phát điện, chống lũ và cấp nước cho hạ du, phát triển giao thông thủy và thủy sản và cải thiện môi trường, trong thời gian qua đã có hơn 10.000 hồ chứa các loại đã được xây dựng với tổng dung tích hữu ích khoảng 37.000 triệu km^3 , chiếm 4,4% tổng lượng dòng chảy năm trung bình giai đoạn 1977-2008 của các sông suối. Tổng dung tích hữu ích của các hồ chứa trong hệ thống sông Hồng-Thái Bình (thuộc lãnh thổ Việt Nam) chiếm trên 45%, hệ thống sông Đồng Nai chiếm khoảng 22%, mỗi hệ thống sông Cả, Ba và sông Sê San chiếm khoảng 7% tổng dung tích hữu ích của các hồ chứa trong cả nước.

Theo điều tra, thống kê gần đây nhất /17/, trên địa phận của 43 tỉnh, thành phố đã có trên 2.900 hồ chứa có dung tích từ 0,5 triệu m^3 trở lên đang vận hành và đang được xây dựng hoặc đã có quy hoạch với tổng dung tích khoảng 65 tỷ m^3 , tổng công suất lắp máy khoảng 21.000MW. Trong đó, có khoảng 2.100 hồ chứa đang vận hành với tổng dung tích 41 tỷ m^3 và công suất lắp máy gần 8.000MW; gần 240 hồ chứa đang được xây dựng với tổng dung tích hơn 21 tỷ m^3 và công suất lắp máy gần 9.000MW; hơn 500 hồ chứa đã được quy hoạch và sẽ được xây dựng trong thời gian tới với tổng dung tích gần 4 tỷ m^3 và công suất lắp máy hơn 4.200MW. Trong số các hồ chứa nêu trên có khoảng 2.100 hồ chứa thủy lợi với tổng dung tích hơn 9 tỷ m^3 , chỉ chiếm khoảng 14% tổng dung tích của toàn bộ hồ chứa, chủ yếu là loại hồ chứa loại nhỏ đang hoạt động, có nhiệm vụ chủ yếu là cấp nước và chống lũ; trong đó có 14 hồ chứa có dung tích từ 100 triệu m^3 trở lên, như các hồ chứa: Dầu Tiếng trên sông Sài Gòn có dung tích (Wt) 1.580 triệu m^3 , Phú Ninh trên sông Tam kỳ (Wt = 414 triệu m^3 ; một số hồ chứa đang được xây dựng, như

các hồ chứa: Ngàn Trươi trên sông Ngàn Trươi ($W_t=775$ triệu m^3), Cửa Đạt trên sông Chu ($W_t=1364$ triệu m^3), Tả Trách trên sông Tả Trách ($W_t=646$ triệu m^3). Khoảng 800 hồ với tổng dung tích trên 56 tỷ m^3 có nhiệm vụ phát điện là chính (được gọi là hồ chứa thủy điện) chiếm khoảng 86% tổng dung tích các hồ chứa, bao gồm 77 hồ chứa đang vận hành, 223 hồ đang được xây dựng và hơn 500 hồ đã được quy hoạch và sẽ được xây dựng trong thời gian tới. Hầu hết các hồ chứa lớn có nhiệm vụ khai thác tổng hợp tài nguyên nước và phát điện. Đó là các hồ chứa: Thác Bà trên sông Chảy ($W_t=2,9$ tỷ m^3), Hòa Bình trên sông Đà ($W_t=5,6$ tỷ m^3), Tuyên Quang trên sông Gâm ($W_t=2,26$ tỷ m^3), Trị An trên sông Đồng Nai ($W_t=2,765$ tỷ m^3) và hồ chứa Sơn La trên sông Đà với $W_t=9,26$ tỷ m^3 .

Số lượng các hồ chứa trong các hệ thống sông và một số sông độc lập được đưa ra trong bảng 2.5.

Bảng 2.5: Số lượng hồ chứa đã, đang và sẽ được xây dựng có dung tích từ 0,5 triệu m³ trở lên trong các hệ thống sông / 17 /

T.T	Hệ thống sông / sông	Toàn bộ hồ chứa			Trong đó hồ chứa có dung tích trên 100 triệu (m ³)		
		Số lượng	Tổng dung tích (109m ³)	Tổng công suất lắp máy (MW)	Số lượng	Tổng dung tích (109m ³)	Tổng công suất lắp máy (MW)
1	Kỳ Cùng - Bằng	55	135	152			
2	Thái Bình	104	786	22	3	538	14
3	Hồng	546	30705	9391	19	28845	7694
4	Mã	78	2590	754	5	2476	639
5	Cả	122	2918	760	4	2708	520
6	Hương	39	2210	210	3	2070	145
7	Thu Bồn	88	2587	1503	9	2395	1279
8	Tra Khúc	30	574	357	3	554	201
9	Kôn - Hà Thanh	31	569	200	4	371	146
10	Ba	254	1707	964	6	1461	527
11	Sê San	139	3736	2149	7	3505	1841
12	Xrêpốc	599	2337	1045	8	1907	736
13	Đồng Nai	280	10326	2941	16	9903	2563
14	Các sông khác	542	4661	528	10	1972	244
	Cả nước	2907	65842	20975	97	59804	16538

CHƯƠNG 3
TÀI NGUYÊN NƯỚC DƯỚI ĐẤT

3.1. TRỮ LƯỢNG NƯỚC DƯỚI ĐẤT

Việt Nam có tài nguyên nước dưới đất khá dồi dào. Theo kết quả điều tra khảo sát và tính toán, tổng trữ lượng động tự nhiên trên toàn lãnh thổ Việt Nam khoảng 112.239.142 m³/ngày hay 41,0 km³/năm, trữ lượng khai thác tiềm năng khoảng 132.873.900 m³/ngày hay 48,5 km³ /năm, bằng khoảng 15,1% tổng lượng dòng chảy năm của sông suối được hình thành trong lãnh thổ Việt Nam. Tài nguyên nước dưới đất phân bố rất không đều theo không gian. Trong bảng 3.1 đưa ra trữ lượng động tự nhiên và trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất trong các vùng và cả nước /6/. Trữ lượng khai thác tiềm năng trong một số vùng khá phong phú, như ở khu vực Đông Bắc Bộ tới 27.995.103 m³/ngày hay 10,22 km³/năm (chiếm 21,1%), Đồng bằng Nam Bộ đạt 23.843,7.103 m³/ngày hay 8,70 km³/năm (17,9%); trong khi đó, rất nhỏ ở một số vùng như vùng Đông Nam Bộ chỉ đạt 1.642,3.103 m³/ngày hay 0,60 km³/năm (1,2%), vùng Nam Trung Bộ 12.840.103 m³/ngày hay 4,69 km³/năm (9,7%). Hình 3.1 là sơ đồ phân bố trữ lượng nước dưới đất (trữ lượng động và trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất) trong các vùng và hình 3.2 là sơ đồ tỷ lệ % phân phối trữ lượng khai thác tiềm năng của các vùng so với cả nước.

Trên quan điểm sử dụng nước cho các mục đích khác nhau, nước ngầm được chia làm 3 loại theo tổng độ khoáng hoá (TDS). Trên lãnh thổ nước ta, nước ngầm nhạt (TDS ≤ 1g/l) chiếm tới 92% diện tích lãnh thổ cả nước; vùng không có nước ngầm nhạt chỉ chiếm 8% diện tích lãnh thổ, phân bố ở các đồng bằng châu thổ, các sông lớn nhỏ và vùng ven biển. Nước ngầm nhạt phân bố trên toàn bộ diện tích vùng núi và cao nguyên, các đồng bằng có độ cao trên 10m và phần đỉnh các đồng bằng châu thổ, các sông lớn nhỏ và

vùng ven biển. Ở các vùng này toàn bộ mặt cắt đến chiều sâu nghiên cứu đều chứa nước nhạt. Phần lớn diện tích còn lại của đồng bằng châu thổ cũng có ít nhất 1 tầng chứa nước nhạt ở các độ sâu khác nhau (bảng 3.2).

Nước ngầm lơ phân bố chủ yếu ở các đồng bằng châu thổ, vùng ven biển, hải đảo và thềm lục địa. Diện tích lãnh thổ phần đất liền có toàn bộ mặt cắt là nước lơ và mặn chiếm diện tích không lớn, chỉ khoảng 25 nghìn km², nhưng diện tích nước ngầm lơ và mặn nằm xen kẽ với nước nhạt lại khá phổ biến ở đồng bằng.

Nước ngầm mặn phân bố tương đối hạn chế ở các đồng bằng ở phần dưới mặt cắt nhưng ở thềm lục địa và các đảo lại rất phổ biến. Trong bảng 3.2 đưa ra kết quả đánh giá trữ lượng nước nhạt dưới đất trong các thành tạo chứa nước tính đến năm 1993.

Bảng 3.1: Trữ lượng nước dưới đất trong lãnh thổ Việt Nam / 6 /

TT	Vùng	Trữ lượng động (nghìn m ³ /ngày)	Trữ lượng khai thác tiềm năng (nghìn m ³ /ngày)
	Toàn quốc	112.239,1	132.874,0
1	Tây Bắc	15.516,3	15.521,3
2	Đông Bắc Bộ	27.952,6	27.995,4
3	Đồng bằng Bắc bộ	6.795,6	17.191,2
4	Bắc Trung Bộ	18.161	15.830,8
5	Nam Trung Bộ	12.283,1	12.839,9
6	Tây Nguyên	18.009,4	18.009,4
7	Đông Nam Bộ	1.615,6	1.642,3
8	Đồng bằng Nam Bộ	11.905,6	23.843,7

Nguồn: Đề tài độc lập “Đánh giá tính bền vững của việc khai thác, sử dụng tài nguyên nước ngầm lãnh thổ Việt Nam. Định hướng chiến lược khai thác sử dụng hợp lý và bảo vệ tài nguyên nước ngầm đến năm 2020”

Bảng 3.2: Trữ lượng nước nhạt dưới đất trong các thành tạo chứa nước tính đến năm 1993 đã được đánh giá .

Vùng	Các thành tạo chứa nước	Trữ lượng cấp (m3/ngày)			
		A	B	C1	C2
Tổng		506.861	714.046	2.100.188	8.721.653
Đồng Bắc Bộ	Bở rời	15.047	19.150	166.298	31.812
	Cacbonat	35.284	27.861	190.935	466.031
	Các thành tạo khác	30.592	35.050	102.842	8.496
Đồng bằng Bắc bộ	Bở rời	353.800	380.726	773.585	1.723.893
	Cacbonat	24.377	22.591	110.958	573.965
	Các thành tạo khác	1.200	26.452	119.917	222.285
Ven biển Trung bộ	Bở rời	4.000	4.400	107.982	1.503.960
	Cacbonat	22.280	19.020	133.230	176.464
	Các thành tạo khác	0	1.176	24.988	64.654
Đồng bằng Nam Bộ	Bở rời	12.000	150.800	232.211	1.417.830
Tây Nguyên	Bở rời	0	0	10.068	339.138
	Cacbonat	8.281	26.820	125.244	2.114.663
	Các thành tạo khác	0	0	1.930	78.462

Nguồn: Đề tài độc lập “Đánh giá tính bền vững của việc khai thác, sử dụng tài nguyên nước ngầm lãnh thổ Việt Nam. Định hướng chiến lược khai thác sử dụng hợp lý và bảo vệ tài nguyên nước ngầm đến năm 2020”

3.2. CHẤT LƯỢNG NƯỚC DƯỚI ĐẤT

Chất lượng nước dưới đất trên lãnh thổ Việt Nam nhìn chung là tốt, đảm bảo yêu cầu cấp nước ăn uống và sinh hoạt theo tiêu chuẩn 1329/BYT/QĐ của Bộ Y tế ban hành ngày 18/4/2002.

Độ pH của nước ngầm trên lãnh thổ nằm trong giới hạn 4,5-8,5, chủ yếu trong khoảng 6,5-7,5. Các vùng có độ cao pH < 6,5

chiếm diện tích khá rộng từ Quảng Nam trở vào đến miền Đông Nam Bộ, chủ yếu là nước ngầm không áp do hàm lượng Cacbonat trong đất đá chứa nước và bụi trong không khí cũng như trong lớp thổ nhưỡng nhỏ. Vài vùng mỏ khai thác ở miền Bắc như than Phấn Mễ, Na Dương, một số mỏ than ở Quảng Ninh và một số mỏ khác, nước có hoạt tính mạnh phân bố từ Đà Nẵng vào phía Nam, pH cũng xuống đến 0,4, có nơi thấp hơn. Hiện tượng này chủ yếu được gây ra bởi quá trình oxi hoá một số sunphua kim loại có trong đất đá của các mỏ và bãi thải.

Tổng hàm lượng muối hoặc tổng độ khoáng hóa (TDS) của nước dưới đất: Với giới hạn cho phép sử dụng bằng hay nhỏ hơn 1,0 g/l, các thành phần hóa học đa lượng hầu hết đều nằm trong giới hạn cho phép, riêng hàm lượng Clo ở các vùng đồng bằng thường cao hơn giới hạn cho phép với TDS lớn hơn 0,8 g/l

Hàm lượng các thành phần nguyên tố vi lượng (Cu, Pb, As, Hg...) đều nhỏ hơn giới hạn cho phép sử dụng nước cho ăn uống, sinh hoạt. Nhưng một số kết quả phân tích nước tại một số nơi thuộc đồng bằng Bắc Bộ (Hà Nội, Hải Phòng, Bắc Giang, Nam Định) cho thấy, hàm lượng Hg, As trong nước vượt quá giới hạn cho phép đối với nước ăn uống, sinh hoạt. Các thành phần khác như Cu, Pb, Zn nhìn chung có hàm lượng nằm dưới mức tiêu chuẩn cho phép.

Tuy nhiên, ở một số lỗ khoan đang khai thác nước ở các đồng bằng cũng gặp nước có hàm lượng cao các chất có nguồn gốc hữu cơ (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+), hàm lượng sắt, mangan cao hơn quy định đối với nước làm nguồn sản xuất nước sạch.

Thành phần các vi khuẩn trong nước ngầm đều nhỏ hơn giới hạn cho phép. Các chất độc hại nguồn gốc tự nhiên có hàm lượng

trong nước ngầm dưới mức quy định. Như vậy, về cơ bản nước ngầm nhạt có chất lượng phù hợp với tiêu chuẩn nước dùng cho ăn uống và sinh hoạt.

Trong bảng 3.3 đưa ra đặc điểm chất lượng nước dưới đất trong các vùng trên lãnh thổ Việt Nam

Dưới đây nêu lên tình hình chất lượng nước dưới đất của một số vùng / 6/:

- Vùng Đông Bắc Bộ
 - Khu vực Cao Bằng – Quảng Ninh: Nước dưới đất ở ven biển Quảng Ninh thường bị mặn với M lớn hơn 1,0 g/l, đặc biệt là nước trong các thành tạo cacbonat dọc ven biển. Ở các nơi khác có $M = (0,1-0,5)$ g/l; $pH = (6,5-8,0)$; nước thuộc loại mềm với độ cứng nhỏ hơn 1,5 mgđl/l; hàm lượng sắt không lớn. Nhìn chung, trừ ven biển ra, nước dưới đất ở các nơi khác đều tốt, có thể cung cấp cho các nhu cầu.
 - Khu vực Hà Giang – Tuyên Quang: Nước dưới đất có $M = (0,1-0,5)$ g/l, thuộc loại nước nhạt; loại hình hóa học thuộc loại bicacbonat canxi; pH thường khoảng (6-7), nhưng có thể nhỏ hơn đối với nước dưới đất trong các thành tạo macma xâm nhập; nước thuộc loại mềm với độ cứng dưới 1,5 mgđl/l; hàm lượng sắt biến đổi không có quy luật, có thể nhỏ nhưng khá cao ở xung quanh một số mỏ sunphua; hàm lượng các chất hữu cơ nhỏ; hàm lượng CO_2 ăn mòn cao, thường trên 10 mg/l. Nhìn chung, chất lượng nước dưới đất ở khu vực này tốt, nhưng một số nơi

có hàm lượng sắt cao và hàm lượng vi nguyên tố quá nhỏ không có lợi cho ăn uống.

- Vùng Tây Bắc

- Khu vực Lào Cai – Yên Bái: Trừ các mạch nước khoáng ra, nước dưới đất ở phần lớn các nơi thuộc nước nhạt với M dưới 0,5 g/l; pH=(6-8); thuộc loại nước mềm; hàm lượng sắt nhỏ, trừ các thành tạo bờ rời ở các thung lũng sông; hàm lượng iod thấp, không có lợi cho ăn uống do dễ mắc bệnh bướu cổ. Nhìn chung, chất lượng nước dưới đất tốt.
- Khu vực Phong Thổ - Tân Lạc: Nước dưới đất thuộc loại nước nhạt với M dưới 1 g/l, nhưng càng về phía Đông Nam thì tổng độ khoáng hóa càng tăng, nước trong các thành tạo cacbonat có $M=(0,3-0,6)$ g/l, tăng lên 3g/l ở vùng sát biển; pH=(6,5-8,0); nước thường thuộc loại axit yếu đến kiềm yếu; độ cứng thường (1,5-3,0) mgđl/l, tăng lên tới (3-6) mgđl/l ở các tầng tạo cacbonat; hàm lượng sắt dưới 1,0 mg/l. Nhìn chung, chất lượng nước dưới đất ở khu vực này tốt, có thể cung cấp cho các nhu cầu ăn uống, sinh hoạt, nhưng không thuận lợi cho nhu cầu công nghiệp do độ cứng cao.

- Vùng đồng bằng Bắc Bộ

Nhìn tổng quát, trên phạm vi đồng bằng, trong các thành phần tạo bờ rời tồn tại hai tầng chứa nước chính:

- Tầng chứa nước trên cùng (Qc): Nước trong tầng này đang được khai thác từ các giếng khơi, các lỗ khoan nhỏ

kiểu UNICEF phục vụ nước nông thôn. Kết quả phân tích thành phần hoá học, sinh học của nước trong tầng chứa nước này cho thấy, ở phần Tây Bắc đồng bằng có nước dưới đất có $M < 1\text{g/l}$, loại hình hoá học từ Bicacbonat chuyển dần sang Bicacbonat - Clorua và Clorua - Bicacbonat. Các thành phần vi nguyên tố đều nhỏ hơn giới hạn cho phép; độ pH của nước khoảng (6,5 - 7,5); đáp ứng yêu cầu sử dụng nước cho ăn uống sinh hoạt. Tuy vậy, nước ở tầng này nằm không sâu và do nước mưa, nước mặt ngấm xuống qua đới thông khí mỏng nên dễ bị nhiễm bẩn. Chất lượng nước biến đổi mạnh, hàm lượng sắt khá cao. Khi sử dụng cho ăn uống sinh hoạt cần tiến hành xử lý hàm lượng sắt và diệt vi khuẩn.

Phần Nam của đồng bằng, nước của tầng này có độ tổng khoáng hoá vượt quá giới hạn cho phép ($M > 1\text{g/l}$); pH ở một số nơi thấp, nước thường thuộc loại clorua- natri, hàm lượng sắt cao nên không phải nơi nào cũng có thể sử dụng cho ăn uống sinh hoạt được.

- Tầng chứa nước sâu (Qa): do nằm sâu nên thành phần hoá học của nước ổn định hơn. Ở phần Bắc và trung tâm nước có $M < 1\text{g/l}$, các thành phần khác thấp hơn giới hạn quy định. Song hàm lượng Fe nhìn chung cao nên phải xử lý trước khi dùng cho ăn uống sinh hoạt.

• Vùng Bắc Trung Bộ

Nước dưới đất ở vùng này có độ tổng khoáng hóa thay đổi trong phạm vi rộng, tuy nhiên, chỉ biến đổi mạnh mẽ ở đồng bằng ven biển Thanh Hoá, còn các vùng đồng bằng khác phổ biến nước có

$M < 0,5$ g/l. Các thành phần khác như pH biến đổi (6-8); độ cứng nhỏ; hàm lượng sắt nhỏ chất lượng nước đáp ứng các yêu cầu sử dụng nước cho ăn uống sinh hoạt.

Riêng khu vực đồng bằng và ven biển Thanh Hoá, chất lượng nước biến đổi phức tạp. Nước trong các thành tạo bờ rời có M biến đổi từ (0,1- 0,3) g/l. Theo hướng Tây Bắc- Đông Nam, nhìn chung tổng khoáng hoá của nước tăng lên. Khu vực có $M < 1$ g/l phân bố ở các rìa đồng bằng, đến TP. Thanh Hoá, và ở phần trên của các cồn cát và dải cát ven biển Sầm Sơn, Tĩnh Gia, Hoàng Hoá.

Nhìn chung, chất lượng nước dưới đất trong vùng Bắc Trung Bộ tốt, đáp ứng các yêu cầu cấp nước.

- Vùng Ven biển Trung Bộ

Nước dưới đất trong các thành tạo bờ rời ven biển Trung Bộ có độ tổng khoáng hoá biến đổi phức tạp, song nhìn chung có quy luật.

Ở các dải cát, cồn cát ven biển độ tổng khoáng hoá của nước ở phần nhỏ thuộc loại nước nhạt, càng xuống sâu tổng độ khoáng hoá càng tăng. Nước nhạt ($M < 1$ g/l) tạo thành thấu kính “nổi” trên nước mặn. Nước có thành phần hỗn hợp Clorua Bicacbonat, thuộc phản ứng trung tính $pH = (6,5-7,5)$, hàm lượng sắt nhỏ. Nhìn chung, nước dưới đất ở vùng này có chất lượng đáp ứng các yêu cầu cấp nước cho ăn uống sinh hoạt.

- Vùng Tây Nguyên

Nước dưới đất ở Tây Nguyên chủ yếu tồn tại, vận động trong các thành tạo Bazan Kainozoi (N_2 - qp1 và qp2- qh) và các đất

đá trầm tích biến chất, các magma xâm nhập. Các kết quả phân tích thành phần hoá học của nước dưới đất ở Tây Nguyên cũng như kết quả tìm kiếm thăm dò cho thấy, nước trong các thành tạo bazan có chất lượng tốt, đảm bảo cấp nước lâu dài.

- Vùng Đông Nam Bộ

Nước dưới đất ở vùng Đông Nam Bộ nhìn chung có độ tổng khoáng hoá nhỏ, thành phần khác như hợp chất của nitơ, thành phần vi sinh đều nằm trong giới hạn cho phép. Tuy nhiên, độ pH của nước dưới đất ở Đông Nam Bộ nhìn chung thấp, nước có phản ứng axit yếu ($\text{pH}=5-6,5$). Vì vậy, khi sử dụng nước dưới đất làm nguồn cung cấp cho ăn uống sinh hoạt cần phải chú ý có biện pháp xử lý để nâng cao độ pH của nước.

- Vùng đồng bằng Sông Cửu Long

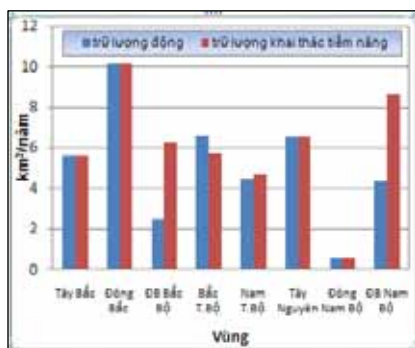
Trong các thành tạo bờ rời ở vùng ĐBSCL có nhiều tầng chứa nước khác nhau. Thành phần hoá học, và độ tổng khoáng hoá của nước trong các tầng chứa nước biến đổi phức tạp. Vùng có $M < 1\text{g/l}$ là đối tượng khai thác phục vụ cho ăn uống sinh hoạt. Nước dưới đất có $M=1-1.5\text{ g/l}$ thậm chí $M < 2\text{g/l}$ cũng được sử dụng để phục vụ ăn uống sinh hoạt. Vùng có $M > 1-2\text{ g/l}$ có thể sử dụng để tưới.

Hàm lượng sắt trong nước dưới đất ở ĐBSCL cũng vượt quá giới hạn tiêu chuẩn quy định. Tuy nhiên hầu hết các tầng chứa nước nhạt ở ĐBSCL đều nằm sâu nên nhìn chung các vi khuẩn trong nước không có, sự có mặt của chúng chủ yếu do các quá trình khai thác không đảm bảo kỹ thuật. Song điều đáng lưu ý về chất lượng nước là sự xâm nhập của nước mặn vào các lỗ khoan khai thác nước.

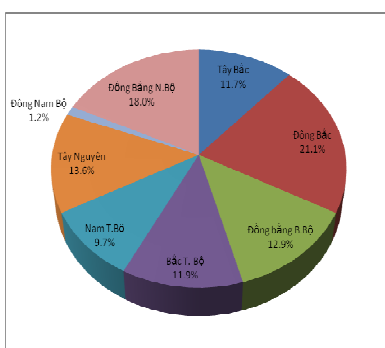
Bảng 3.3: Chất lượng nước ngầm các vùng lãnh thổ Việt Nam /6/

Vùng	Độ tổng khoáng hoá (TDS, g/l) Từ - đến thường gặp	PH Từ - đến thường gặp	Loại hình hoá học thường gặp
Đông Bắc Bắc Bộ	0,1 – 35 < 0,7	4 – 8 7	Cl - Na HCO ₃
Tây Bắc Bắc Bộ	0,1 – 5 < 0,5	6 – 8 7	Cl - Na HCO ₃ - Ca
Vùng Bắc Trung Bộ	0,1 – 10 < 1	6 – 8 7	Cl - Na HCO ₃ - Ca
Vùng ven biển Trung Bộ	0,1 – 10 < 1	6 – 8 7	Cl - Na HCO ₃ - (Na, Ca)
Vùng Tây Nguyên	0,1 – 10 < 0,5	4 – 8 6	Cl - Na, HCO ₃ - (Ca, Na)
Vùng Đông Nam Bộ	0,1 – 28 < 1	4 – 8 6	Cl - Na, HCO ₃ - (Ca, Na)
Vùng đồng bằng Bắc Bộ	0,1 – 35 < 1	6 - 8,5 7	Cl - Na, HCO ₃ - (Ca, Na)
Vùng đồng bằng sông Cửu Long	0,1 – 35 < 1	3 - 8,5 6	Cl - Na, HCO ₃ - (Ca, Na)

Nguồn: Để tài độc lập “Đánh giá tính bền vững của việc khai thác, sử dụng tài nguyên nước ngầm lãnh thổ Việt Nam. Định hướng chiến lược khai thác sử dụng hợp lý và bảo vệ tài nguyên nước ngầm đến năm 2020”



Hình 3.1: Phân bố trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất trong các vùng



Hình 3.2: Tỷ lệ % trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất trong các vùng so với cả nước

CHƯƠNG 4

TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN TÀI NGUYÊN NƯỚC

4.1. TỔNG QUAN VỀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ TÁC ĐỘNG CỦA NÓ ĐẾN TÀI NGUYÊN NƯỚC

4.1.1. Khái quát về biến đổi khí hậu

Trái Đất của chúng ta đang nóng dần lên do chịu ảnh hưởng của hiệu ứng nhà kính. Nguyên nhân gây ra hiệu ứng nhà kính là do nồng độ các khí tự nhiên có trong bầu khí quyển và các khí do các hoạt động sinh hoạt, sản xuất của con người thải vào khí quyển đang có xu hướng tăng lên.

Khác với xu thế biến đổi tự nhiên của hệ thống khí hậu và thời tiết trên Trái Đất, hiện tượng nóng lên của Trái Đất do hoạt động của con người gây ra được gọi là biến đổi khí hậu (Climate Change). Vậy, biến đổi khí hậu (BĐKH) là do các hoạt động trực tiếp và gián tiếp của con người gây ra, nó làm thay đổi các thành phần trong khí quyển toàn cầu. Biến đổi khí hậu đã và đang gây ra những ảnh hưởng tiêu cực đến cuộc sống của con người trên mọi lĩnh vực: cả về môi trường và kinh tế-xã hội. Trong 150 năm qua, nhiệt độ bình quân bề mặt Trái Đất giai đoạn 1900-2005 tăng khoảng 0,80C; nhiệt độ đại dương tăng 0,50C, nhiệt độ bình quân bề mặt toàn cầu đã tăng 0,760C (IPCC,2007.) Sự nóng lên toàn cầu đã gây nên khí hậu thay đổi nhiều hơn, như những biến đổi của mưa và gia tăng tần suất, cường độ, tính biến động và tính cực đoan của các hiện tượng thời tiết nguy hiểm như bão, lốc, các thiên tai liên quan đến nhiệt độ và mưa như thời tiết khô nóng, lũ, ngập lụt, hạn hán, rét hại, xâm nhập mặn, dịch bệnh và dẫn đến mực nước biển bình quân toàn cầu dâng cao. Biến đổi khí hậu đã và đang tác động đến nhiều vùng trên Trái đất về môi trường và kinh tế xã hội. Thế giới đang phải đối mặt với nhiều thiên tai do BĐKH gây ra như việc xuất

hiện ngày càng nhiều các trận xoáy lốc nhiệt đới tại vùng Tây Thái Bình Dương; tần suất xuất hiện lũ lụt, hạn hán ngày càng gia tăng; bệnh dịch bùng phát ở nhiều nơi trên thế giới; tính đa dạng sinh học bị suy giảm nghiêm trọng; an ninh lương thực, an ninh về nước bị đe dọa... Tại các vùng thuộc Châu Á Thái Bình Dương, BĐKH đã gây ra nhiều biến động, đặc biệt là sự gia tăng của các thảm họa thiên nhiên và dịch bệnh. Khu vực Đông Nam Á, đặc biệt là Việt Nam, sẽ là khu vực có nguy cơ chịu tác động nhiều nhất từ BĐKH. Nguyên nhân là do các vùng này thuộc khu vực dễ bị tổn thương, và bản thân các khu vực này có khả năng thích ứng chưa cao với sự BĐKH. Tác động lớn nhất mà các nước này phải gánh chịu phần lớn liên quan đến sự tăng mực nước biển. Tần suất của các trận lũ, các đợt hạn ngày càng tăng, và thời gian xuất hiện các thiên tai lại rất khó dự báo. Đi kèm với các thiên tai này là sự gia tăng các dịch bệnh truyền nhiễm, an ninh lương thực và đời sống của người dân bị đe dọa. BĐKH không chỉ là vấn đề môi trường mà còn là vấn đề kinh tế xã hội - vấn đề phát triển bền vững. Chính vì vậy, biến đổi khí hậu là vấn đề kinh tế và địa lý chính trị trọng tâm của thế kỷ XXI.

Đứng trước những nguy cơ bị tác động do BĐKH, thế giới đã có nỗ lực trong các hành động thích ứng như: Công ước khung của Liên Hợp Quốc về BĐKH (UNFCCC); Nghị định thư Kyoto (KP), Hội nghị lần thứ 15 các bên tham gia Công ước khung của Liên Hiệp quốc về biến đổi khí hậu (COP 15) và Hội nghị lần thứ 5 các bên tham gia Nghị định thư Kyoto (CMP5) tại Copenhagen, Đan Mạch, Hội nghị của Liên Hiệp Quốc về biến đổi khí hậu lần thứ 16 (COP-16) tại Cancun, Mexico và hàng loạt các tài liệu về việc giảm phát thải KNK, về bảo vệ môi trường... liên quan đến BĐKH toàn cầu.

Trong những năm gần đây, Việt Nam đã tích cực tham gia vào các thỏa thuận và công ước Quốc tế có liên quan đến BĐKH. Tuy không phải là quốc gia thuộc danh sách phải giảm phát thải KNK nhưng Việt Nam cũng tăng cường áp dụng cơ chế phát triển sạch. Ngân sách dành cho các hoạt động thích ứng với BĐKH cũng tăng đáng kể. Việt Nam đã ban hành kịp thời các văn bản pháp luật liên quan đến việc thích ứng và giảm nhẹ tác động của BĐKH; tăng cường các dự án về BĐKH và đã hoàn thành thông báo quốc gia đầu tiên cho ban thư ký Công ước vào năm 2003 và đã xây dựng Chương trình Mục tiêu quốc gia về ứng phó với Biến đổi khí hậu.

Trong thời gian qua, nhận thức về nguyên nhân và tác hại của BĐKH cũng như các hoạt động thích ứng của thế giới đã có những bước tiến đáng kể. Tuy nhiên BĐKH hiện vẫn diễn biến phức tạp và trong tương lai, hành tinh của chúng ta sẽ phải đối mặt với nhiều thách thức mà vấn đề BĐKH đặt ra. Do đó, bên cạnh những nỗ lực trong việc dự báo diễn biến và các tác động của BĐKH cũng như việc tăng năng lực thích ứng với BĐKH, một nỗ lực thiết thực nhất cho mọi người là cần nâng cao nhận thức của cộng đồng về biến đổi khí hậu – đó cũng là một trọng tâm của Chương trình Mục tiêu quốc gia về biến đổi khí hậu của Việt Nam..

4.1.2. Khoa học về biến đổi khí hậu

Sự biến đổi của khí hậu là hiện tượng tự nhiên, thể hiện bằng sự thay đổi của hệ thống khí hậu và thời tiết trên Trái Đất. Thuật ngữ BĐKH được hiểu là sự biến đổi trạng thái của khí hậu so với trung bình và/ hoặc dao động của khí hậu duy trì trong một khoảng thời gian dài, thường là vài thập kỷ hoặc dài hơn. Tuy nhiên, hiện biến đổi khí hậu thường được xác định là sự nóng lên của Trái Đất do

ảnh hưởng của hiệu ứng nhà kính gây ra bởi các hoạt động kinh tế xã hội của con người, đặc biệt là sử dụng nhiên liệu hóa thạch và trong khai thác sử dụng đất làm thay đổi thành phần của khí quyển.

Hình 4.1 mô tả sự hình thành hiệu ứng nhà kính trong điều kiện tự nhiên trước khi có tác động mạnh bởi các hoạt động của con người. Trái Đất của chúng ta luôn được sưởi ấm nhờ sự có mặt của các thành phần (được gọi là các khí nhà kính - KNK) như hơi nước, CO_2 , CH_4 , N_2O , ozôn. Hiệu ứng nhà kính là quá trình nóng lên một cách tự nhiên do sự có mặt của các KNK trong khí quyển. Các khí này gây ra một hiệu ứng giống như hiện tượng ấm lên bên trong các nhà kính nên được gọi là hiệu ứng nhà kính (green house effect). Cơ chế của hiện tượng hiệu ứng nhà kính như sau: các ánh sáng nhìn thấy có thể đi qua bầu khí quyển mà không bị hấp thụ. Một phần lượng ánh sáng này đến được Trái Đất (1), bị hấp thụ và được chuyển hóa thành nhiệt làm cho bề mặt Trái Đất nóng lên. Bề mặt Trái Đất (2) lại tỏa nhiệt vào khí quyển; một phần lượng nhiệt này (3) được các KNK hấp thụ, một phần quay trở lại Trái Đất (4) và một phần được giải phóng vào vũ trụ (5). Tuy nhiên,



Hình 4.1. Hiệu ứng nhà kính (Nguồn: The National Academy of Sciences, USA)

từ khi có cách mạng công nghiệp, các hoạt động của con người đã thải nhiều KNK hơn và do đó gây ra hiện tượng “hiệu ứng nhà kính gia tăng” (Enhanced green house effect) hay còn được gọi là hiện tượng nóng lên toàn cầu (Global warming). Đó là do ở quy trình (3), các KNK có nồng độ tăng lên nhiều so với trước đó (6) đã hấp thụ nhiều nhiệt hơn.

Ngoài một số khí đã nói ở trên, các khí SF₆, HFCs, CFCs, HCFCs, PFCs được thải ra từ sau thời kỳ công nghiệp hóa cũng góp phần gây nên hiệu ứng nhà kính.

Lượng phát thải KNK do đốt nhiên liệu hóa thạch hàng năm từ 6,4 tỷ tấn Carbon mỗi năm trong thập niên 90 của thế kỷ trước đã lên tới 7,2 tỷ tấn trong giai đoạn 1960 - 2005.

Trong số các khí chính gây hiệu ứng nhà kính, CO₂ được coi là khí có ảnh hưởng nhiều nhất. Theo Báo cáo khoa học lần thứ 4 (2007) của Ban Liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC) cho thấy, nồng độ CO₂ trong khí quyển từ 280ppm (phần triệu thể tích) vào những năm trước thời kỳ công nghiệp hóa đã tăng lên 379 ppm vào năm 2005, trung bình mỗi năm tăng 1,4 ppm vào giai đoạn 1960 - 2005 và 1,9 ppm vào 10 năm giai đoạn 1995 - 2005. Ngoài ra, nồng độ CH₄ và N₂O tương ứng từ 715 ppb (phần tỷ thể tích) vào thời kỳ tiền công nghiệp đã tăng lên 1774 ppb vào năm 2005.

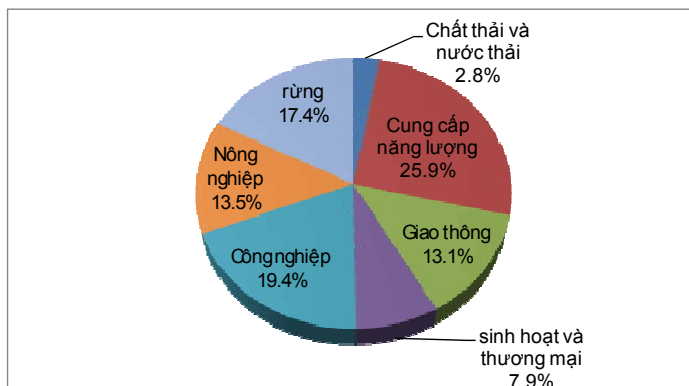
Các nhu cầu về sinh hoạt, sản xuất của con người là nhân tố chủ đạo điều chỉnh mối quan hệ giữa các nhân tố còn lại trong sơ đồ trên. Nông nghiệp là nguồn phát sinh Nito chính; công nghiệp là nguồn chính phát sinh khí CO₂ và một số KNK khác. Sự phát triển ngành nông nghiệp và công nghiệp đáp ứng các nhu cầu của

con người sẽ làm thay đổi hiện trạng sử dụng đất và các nhân tố nói trên đều có tác động đến BĐKH toàn cầu.

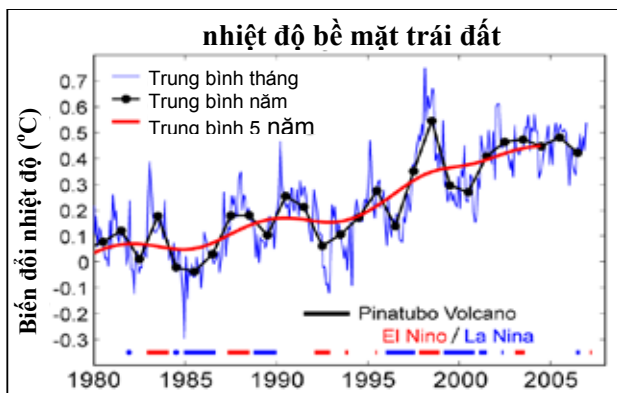
Nguồn chủ đạo gây ra sự tăng nồng độ các KNK là quá trình đốt các nhiên liệu hóa thạch trong quá trình sản xuất. Theo thống kê thì lĩnh vực cung cấp năng lượng là nguồn phát sinh nhiều KNK nhất, chiếm tới 25,9% tổng lượng KNK được thải ra từ các hoạt động của con người. Công nghiệp phát sinh 19,4% lượng KNK chủ yếu do sử dụng các nhiên liệu hóa thạch. Suy thoái rừng (bao gồm giảm diện tích rừng, cháy rừng...) phát sinh khoảng 17,4% lượng KNK. Nông nghiệp và giao thông ở mức tương đương, mỗi ngành phát sinh khoảng 13% lượng KNK. Ở các nước đang phát triển thì nông nghiệp và giao thông là nguồn phát KNK đáng kể. Đối với ngành nông nghiệp, việc sử dụng đất chưa hợp lý đi đôi với việc sử dụng phân bón và thuốc bảo vệ thực vật quá mức là các nguyên nhân chủ yếu dẫn tới tăng lượng khí Nito₂ thải vào không khí (thông qua quá trình tách Nito các hợp chất có trong phân bón và thuốc bảo vệ thực vật tồn dư trong đất ở điều kiện nóng và ẩm của vùng nhiệt đới). Cơ cấu phát sinh KNK từ các loại nguồn thải được thể hiện trong hình 4.2.

Một số biểu hiện của biến đổi khí hậu: trong thời gian qua như sau:

- Theo số liệu quan trắc khí hậu ở các nước cho thấy, Trái đất đang nóng lên với sự gia tăng của nhiệt độ bình quân toàn cầu và nhiệt độ nước biển; băng và tuyết đã và đang tan trên phạm vi rộng làm cho diện tích băng ở Bắc cực và Nam cực thu hẹp đáng kể, dẫn đến mực nước biển đang cao. Theo đánh giá đáng tin cậy nhất thì trong khoảng thời gian từ năm 1906 đến năm 2005, nhiệt độ trên toàn cầu đã tăng trong phạm vi (0,58-0,92)0C, trung bình 0,740C, tăng nhanh trong vòng 50



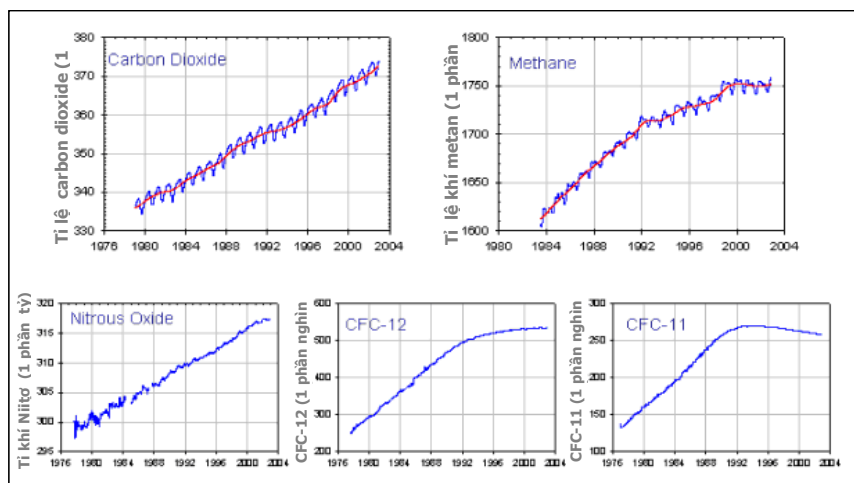
Hình 4.2: Tỷ lệ thải khí nhà kính từ các hoạt động của con người theo từng ngành, lĩnh vực năm 2004 (Nguồn: Olivier và nnk, 2005-2006)



Hình 4.3: Biến đổi của nhiệt độ bề mặt Trái Đất theo thời gian (Nguồn: IPCC, 2007)

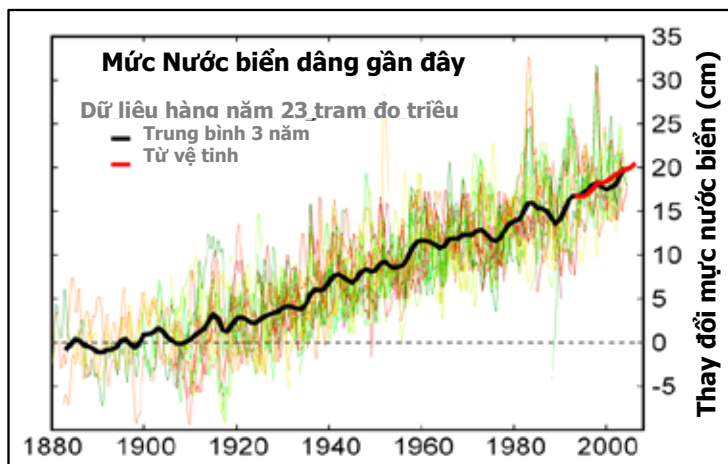
năm gần đây (hình 4.3). Sự nóng lên toàn cầu từ giữa thế kỷ 20 là do sự gia tăng của hàm lượng KNK do con người gây ra.

- Sự thay đổi thành phần và chất lượng khí quyển có hại cho môi trường sống của con người và các sinh vật trên Trái Đất: nồng độ các khí trong khí quyển thay đổi theo chiều hướng tăng nồng độ các khí gây hiệu ứng nhà kính. Nồng độ CO₂ tăng khoảng 31%; nồng độ N₂O tăng khoảng 151%; nồng độ CH₄ tăng 248%; các khí khác cũng có nồng độ tăng đáng kể so với thời kỳ trước công nghiệp hóa; một số khí như các dạng khác nhau của khí HFC, PFC, SF là những khí chỉ mới xuất hiện sau cuộc cách mạng công nghiệp (hình 4.4).-
- Kết quả phân tích cho thấy, nói chung, trong phạm vi 300-850 vĩ bắc, mưa trên đất liền tăng trong thế kỷ 20, nhưng trong phạm vi 100 vĩ nam đến 300 vĩ bắc thì mưa giảm đáng kể trong 40 năm qua. Trong phạm vi 100-300 vĩ bắc, có dấu hiệu mưa tăng trong thời gian từ năm 1900 đến năm 1950, nhưng giảm từ khoảng sau năm 1970. Những trận mưa lớn sẽ xuất hiện thường xuyên hơn. Cường độ những trận mưa cũng sẽ tăng lên, đặc biệt là ở các vùng nhiệt đới và vĩ độ cao, nơi lượng mưa bình quân tăng; nhưng có xu thế khô hạn ở các khu vực giữa các lục địa, dẫn đến nguy cơ hạn hán ở các khu vực này tăng lên. Trên phần lớn các khu vực nhiệt đới và vĩ độ cao, mưa dữ dội sẽ tăng nhiều hơn so với mưa trung bình.
- Bốc thoát hơi tiềm năng sẽ tăng lên ở hầu hết các nơi. Do đó, từ sau năm 1970, hạn hán xuất hiện thường xuyên hơn ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới.



Hình 4.4: Xu hướng biến đổi một số khí nhà kính đến 1/2003 (Nguồn: IPCC, 2007)

- Hoạt động của xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ), đặc biệt là các cơn bão mạnh, gia tăng từ năm 1970 và ngày càng xuất hiện nhiều hơn các cơn bão có quỹ đạo bất thường.
- Biến đổi trong chế độ hoàn lưu quy mô lớn trên các lục địa và đại dương, dẫn đến sự gia tăng về số lượng và cường độ hiện tượng El Niño.
- Từ số liệu quan trắc cũng cho thấy, các thành phần của chu trình thủy văn đã có sự biến đổi trong vài thập niên qua, như gia tăng hàm lượng hơi nước trong khí quyển; mưa thay đổi cả về lượng mưa, dạng mưa, cường độ và các cực trị mưa; giảm băng tuyết che phủ trên diện rộng; độ ẩm đất và dòng chảy thay đổi.



Hình 4.5: Biến đổi mực nước biển theo thời gian (Nguồn: IPCC, 2007)

- Tài nguyên nước bị tổn thương và bị tác động mạnh bởi biến đổi khí hậu và do đó gây nên những hậu quả bất lợi đối với loài người và các hệ sinh thái. Dự báo rằng, vào giữa thế kỷ này, do biến đổi khí hậu nên dòng chảy năm trung bình của sông suối sẽ tăng lên ở các khu vực vĩ độ cao và một vài khu vực nhiệt đới ẩm, nhưng giảm ở một số khu vực nằm ở vĩ độ vừa và khu vực nhiệt đới khô. Nhiều bằng chứng cho thấy, dòng chảy năm đã có những thay đổi trên phạm vi toàn cầu với sự gia tăng dòng chảy ở một số vùng (vĩ độ cao và phần nhiều các nơi ở Mỹ), nhưng lại giảm ở các vùng khác (như một số nơi ở Tây châu Phi, Nam châu Âu và cực nam của Nam Mỹ (Milly et al., 2005 và nhiều nghiên cứu khác trên phạm vi lưu vực). Sự dao động giữa các năm của dòng chảy còn chịu ảnh hưởng bởi sự biến đổi của chế độ hoàn

lưu trên quy mô lớn như các hiện tượng: ENSO (El Nino - Sourthern Oscillation), NAO (North Atlantic Oscillation) và PNA (Pacific - North American). Một nghiên cứu cho rằng, trong thế kỷ 20, tổng lượng dòng chảy toàn cầu đã tăng lên cùng với sự gia tăng của nhiệt độ với mức tăng 4% / 10C (Labat et al, 2004).

- Mức nước biển trung bình toàn cầu đã tăng lên với mức tăng trung bình khoảng $1,7 \pm 0,5$ mm/năm trong thời kỳ từ giữa thế kỷ 19 đến giữa thế kỷ 20, $1,8 \pm 0,5$ mm/năm trong giai đoạn từ năm 1961 đến năm 2003 và đặc biệt tăng nhanh trong giai đoạn từ năm 1993 đến năm 2003 với mức $3,1 \pm 0,7$ mm/năm (theo IPCC). Sự dâng cao mực nước biển do tan băng dẫn tới sự ngập úng của các vùng đất thấp, các đảo nhỏ trên biển (hình 4.5).
- Sự di chuyển của các đới khí hậu tồn tại hàng nghìn năm trên các vùng khác nhau của Trái Đất dẫn tới nguy cơ đe dọa sự sống của các loài sinh vật, các hệ sinh thái và hoạt động của con người: biến đổi khí hậu gây hiện tượng di cư của các loài lên vùng có vĩ độ cao; gây nguy cơ diệt vong cho 1/3 số loài hiện có trên Trái Đất. Theo cảnh báo của Quỹ Động vật hoang dã Thế giới, tình trạng nóng lên của khí hậu Trái Đất nếu không được kiểm soát có thể đẩy 72% số loài chim trên hành tinh tới bờ vực của sự tuyệt chủng;
- Sự thay đổi cường độ hoạt động của quá trình hoàn lưu khí quyển, chu trình tuần hoàn nước trong tự nhiên và các chu trình sinh địa hóa khác. Đặc biệt, sự biến đổi trong chế độ hoàn lưu quy mô lớn trên các lục địa và đại dương, dẫn đến sự gia tăng về số lượng và cường độ hiện tượng El Niño.

- Sự thay đổi năng suất sinh học của các hệ sinh thái, chất lượng và thành phần của thủy quyển, sinh quyển, các địa quyển...

Biến đổi khí hậu là vấn đề có liên quan tới cả lĩnh vực môi trường và kinh tế-xã hội. Các nhân tố chịu ảnh hưởng của sự biến đổi khí hậu bao gồm:

- Kinh tế toàn cầu: theo tài liệu nghiên cứu của Ngân hàng Thế giới, BĐKH có thể làm giảm tới (20-30)% GDP trên toàn cầu. Các trận bão, lũ lịch sử xảy ra trong thời gian gần đây đã gây thiệt hại kinh tế trầm trọng cho nhiều Quốc gia. Chẳng hạn như bão Katrina đổ bộ vào miền Nam nước Mỹ ngày 29/8/2005 với sức gió mạnh nhất trên 260 km/h (siêu cấp) làm thiệt mạng 1.300 người, thiệt hại ước tính trên 125 tỷ USD. Ngoài ra, BĐKH với các ảnh hưởng của nó là nguyên nhân dẫn tới giảm năng suất trong sản xuất nông nghiệp; tăng chi phí cho các dịch vụ xã hội...
- Đời sống và sức khỏe của con người: BĐKH có thể là tác nhân làm tăng tần suất xuất hiện các hiện tượng lũ lụt, hạn hán không những chỉ gây thiệt hại về kinh tế mà còn làm mất đi sinh mạng hàng triệu người trên thế giới; nhiệt độ Trái Đất tăng đã làm hàng trăm nghìn người chết vì nóng, đồng thời cũng là nguyên nhân làm tăng các bệnh truyền nhiễm;
- Hệ sinh thái: BĐKH làm thay đổi một số yếu tố quan trọng của hệ sinh thái như thay đổi sử dụng đất, chất ô nhiễm, thay đổi khí hậu tự nhiên. Những thay đổi của hệ sinh thái sẽ dẫn tới thay đổi môi trường sống cũng như sự phân bố của động vật hoang dã và làm giảm đa dạng sinh học.

4.1.3. Biến đổi khí hậu trên thế giới, khu vực Châu Á và Việt Nam

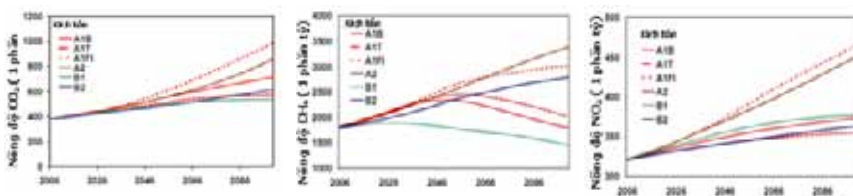
1) Biến đổi khí hậu trên thế giới

Theo báo cáo đánh giá của IPCC, BĐKH toàn cầu sẽ tiếp tục diễn biến phức tạp trong thế kỷ 21 do lượng phát thải các KNK đang tiếp tục tăng:

- Nồng độ CO₂ tăng khoảng 60% vào năm 2050 và đạt (535–983) ppm vào năm 2100 (tăng 41-158% so với năm 2006);
- Nồng độ CH₄ đạt (1.46-3.39) ppm vào năm 2100 (giảm 18% hoặc tăng 91% so với năm 2006);
- Nồng độ N₂O đạt (0.36-0.46) ppm vào năm 2100 (tăng 11-45% so với năm 2006);
- Các khí có chứa Flo như HFCs, PFCs, SF₆ cũng sẽ tăng đáng kể;
- Nồng độ ozôn trong khí quyển sẽ tăng (40-60)% theo kịch bản phát thải cao. Nếu tính theo các phương án phát thải thay đổi từ thấp-trung bình-cao thì nồng độ ozôn tăng từ (12-62)% vào năm 2100 (hình 4.6).

Do ảnh hưởng của các khí gây hiệu ứng nhà kính, nhiệt độ Trái đất tiếp tục tăng và đạt từ (1.4-5.8)^oC vào năm 2100. Hình 4.7 biểu hiện sự biến đổi của nhiệt độ Trái đất được dự báo theo các mô hình khác nhau.

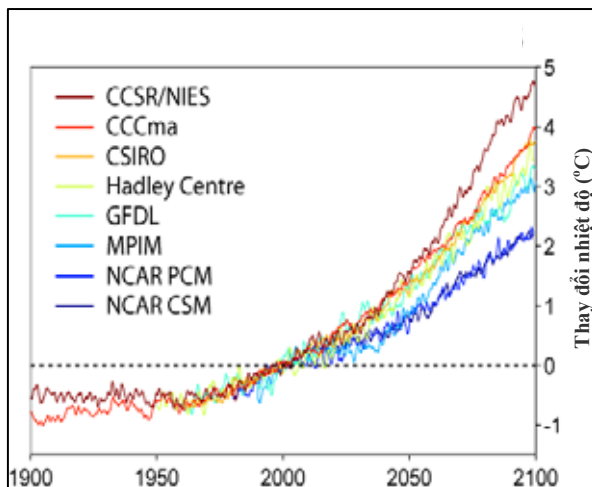
Nhiệt độ nước biển tăng khoảng (1,5-4,5)^oC sẽ làm cho mực nước biển dâng cao (15-90)cm. Theo dự đoán, nếu mực nước biển dâng



Hình 4.6: Dự báo biến đổi nồng độ một số khí gây hiệu ứng nhà kính đến năm 2100 (Nguồn: IPCC, 2007)

cao 1m, Bangladesh sẽ mất 17,5% diện tích, đe dọa đến những loài động thực vật ven biển và nguồn nước sạch. Hà Lan cũng sẽ hứng chịu một hậu quả tương tự với sự biến mất khoảng 6% diện tích. Ấn Độ và Trung Quốc cũng phải đối mặt với nguy cơ này trong 50 năm tới. Đáng lo ngại, theo thông báo của Liên Hợp Quốc, Việt Nam là một trong những nước chịu ảnh hưởng nặng nề nhất khi nước biển dâng cao. Cũng theo tổ chức này, 12,3% diện tích đất trồng trọt và kèm theo đó gần 1/5 dân số sẽ mất nhà cửa nếu mực nước biển dâng cao 1 mét; 80% diện tích của đảo Majuro Atoll ở Thái Bình Dương bị ngập chìm dưới nước nếu mực nước biển dâng cao 0,5 mét. Ngoài ra, rất nhiều hòn đảo ở Nam Thái Bình Dương và Ấn Độ Dương như Maldives và French Polynesia có nguy cơ biến mất nếu mực nước biển tiếp tục dâng cao.

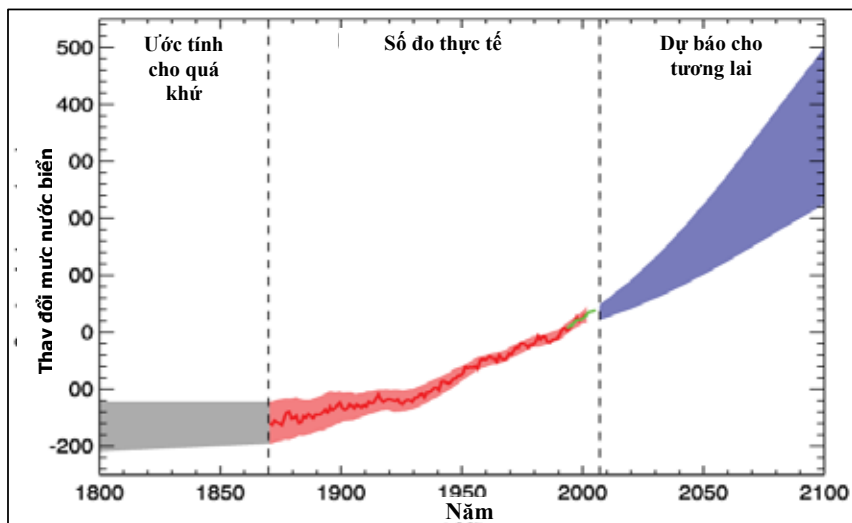
Có khoảng 13 trong số 15 thành phố lớn nhất thế giới như New York, Tokyo... và rất nhiều thành phố nhỏ khác nằm dọc bờ biển có nguy cơ ngập lụt khi nước biển dâng. Hơn một thế kỷ qua, xấp xỉ 70% diện tích đất ven biển bị xâm thực do mực nước biển dâng cao và xói lở.



Hình 4.7: Dự báo sự thay đổi nhiệt độ Trái đất đến năm 2100 (Nguồn: IPCC, 2007)

Các từ viết tắt trong hình 4.8:

- CCSR/NIES: Trung tâm nghiên cứu hệ thống khí hậu và Viện nghiên cứu môi trường Quốc gia; Sử dụng mô hình CCSR/NIES AGCM + CCSR OGCM Models 1890-2100.
- CCCma: Trung tâm phân tích và xây dựng mô hình khí hậu Canada. Sử dụng mô hình CGCM2 Model 1900-2100
- CSIRO: Tổ chức nghiên cứu công nghiệp và khoa học về sức khỏe. Sử dụng mô hình CSIRO-Mk2 model 1961-2100.
- Hadley Centre: Trung tâm nghiên cứu và dự báo khí hậu Hadley. Sử dụng mô hình HADCM3 model 1950-2099.
- GFDL: Phòng nghiên cứu biến động các chất lỏng theo địa vật lý. Sử dụng mô hình R30 Model 1961-2100.
- MPI-M: Viện khí tượng Max Planck. Sử dụng mô hình ECHAM4/OPYC coupled model 1990-2100.
- NCAR PCM: Trung tâm nghiên cứu khí quyển Quốc gia. Sử dụng mô hình PCM model 1980-2099.
- NCAR CSM: Trung tâm nghiên cứu khí quyển Quốc gia. Sử dụng mô hình CSM Model 2000-2099.



Hình 4.8: Dự báo sự thay đổi của mực nước biển đến năm 2100 (Nguồn: IPCC, 2007)

Trong bảng 4.1 đưa ra dự báo mức gia tăng trung bình toàn cầu của nhiệt độ không khí và mực nước biển theo các kịch bản biến đổi khí hậu khác nhau.

Ứng phó với BĐKH toàn cầu đã được thực hiện trên phạm vi khu vực cũng như trên toàn thế giới. Nguyên tắc then chốt để tồn tại cùng với sự BĐKH đang diễn ra là: tìm phương cách ứng phó hợp lý và kịp thời trước các diễn biến phức tạp của BĐKH.

Công ước khung của Liên hiệp quốc về Biến đổi khí hậu (UN-FCCC) ra đời năm 1992 là một trong những điều ước quốc tế quan trọng để các nước cùng chung sức đối phó với thách thức này.

Nghị định thư Kyoto (KP) đưa ra 3 cơ chế mềm dẻo cho phép các nước phát triển thực hiện cam kết giảm phát thải khí nhà kính của

Bảng 4.1: Dự báo mức gia tăng trung bình toàn cầu của nhiệt độ không khí và mực nước biển theo các kịch bản biến đổi khí hậu khác nhau (Nguồn: IPCC 2007).

Trường hợp	Biến đổi của nhiệt độ (0C) (Giai đoạn 2090 - 2099 so với giai đoạn 1980-1999) ^a		Mức dâng cao của mực nước biển (m) (Giai đoạn 2090 - 2099 so với giai đoạn 1980 - 1999)
	Đánh giá tốt nhất	Phạm vi có thể xảy ra	Phạm vi mô hình cơ sở ngoại trừ sự biến đổi động lực của dòng chảy băng trong tương lai
Hàm lượng KNK không đổi ở mức năm 2000 ^b	0,6	0,3 - 0,9	-
Kịch bản B1	1,8	1,1 - 2,9	0,18 - 0,38
Kịch bản A1T	2,4	1,4 - 3,8	0,20 - 0,45
Kịch bản B2	2,4	1,4 - 3,8	0,20 - 0,43
Kịch bản A1B	2,8	1,7 - 4,4	0,21 - 0,48
Kịch bản A2	3,4	2,0 - 5,4	0,23 - 0,51
Kịch bản A1FI	4,0	2,4 - 6,4	0,26 - 0,59

Ghi chú: - Không có số liệu

- a: Sự đánh giá này được đánh giá từ một hệ thống mô hình, bao gồm một mô hình khí hậu đơn giản, một số mô hình Trái đất có mức phức tạp vừa phải và số lớn mô hình hoàn lưu toàn cầu khí quyển - đại dương (AOGCMs).
- b: Hàm lượng khí nhà kính (KNK) cố định năm 2000 được lấy từ AOGCMs.

họ. Cụ thể là cơ chế đồng thực hiện, cơ chế buôn bán quyền phát thải và cơ chế phát triển sạch.

Một trong 3 cơ chế mềm dẻo của Nghị định thư là Cơ chế phát triển sạch (CDM). Đây là cơ chế đối tác giữa những nước phát triển và những nước đang phát triển với mục tiêu giúp các nước đang phát triển đạt được sự phát triển bền vững, góp phần ổn định nồng độ khí nhà kính trong khí quyển ở mức độ có thể ngăn ngừa được sự can thiệp nguy hiểm của con người đối với hệ thống khí hậu. Đồng thời, giúp các nước phát triển thực hiện cam kết về hạn chế và giảm phát thải định lượng khí nhà kính.

Nghị định thư Kyoto đưa ra cam kết đối với các nước phát triển về giảm tổng lượng phát thải khí nhà kính thấp hơn với tỷ lệ trung bình 5,2% trong giai đoạn cam kết đầu tiên (2008-2012) theo các nước cắt giảm cụ thể. Trong đó, các nước Cộng đồng châu Âu (EU) là 8%; Hoa Kỳ 7%; Nhật Bản 6%. Một mục tiêu nữa của Nghị định thư Kyoto là kiểm soát các khí nhà kính CO₂, CH₄, N₂O, HFCS và SF₆.

2) Biến đổi khí hậu ở khu vực Châu Á

Trong vài thập niên gần đây trên khắp châu Á đã quan trắc thấy lượng mưa biến đổi trong không gian và theo thời gian (giữa các mùa và giữa các năm). Lượng mưa năm trung bình có xu thế giảm ở Nga, Đông Bắc và Bắc Trung Quốc, dải ven biển thuộc các đồng bằng châu thổ ở Pakistan, một vài khu vực ở Ấn Độ, Indonesia, Philippines và một số khu vực ở Nhật; nhưng lại tăng ở một số vùng ở Trung Quốc (Tây Nam Trung Quốc, lưu vực Trường Giang và vùng ven biển Đông Nam), bán đảo A Rập, Bangladesh và dọc bờ biển phía Tây của Philippines. Nói chung, tần suất các trận

mưa dữ dội đã tăng lên ở nhiều vùng châu Á, đặc biệt là ở Đông Nam châu Á do có liên quan với hiện tượng El Niño, gây nên lũ lụt, trượt lở đất và lũ quét rất nghiêm trọng/28/.

- + Hạn hán xảy ra thường xuyên và khắc nghiệt hơn ở nhiều nơi do nhiệt độ không khí tăng lên, đặc biệt là trong mùa hè và các tháng khô hạn điển hình và trong giai đoạn xuất hiện các hiện tượng ENSO.
- + Nhìn chung, băng tan với tốc độ không đổi từ những năm 60 của thế kỷ trước.
- + Dòng chảy sông suối biến đổi mạnh cả về lượng, chất và chế độ nước do tác động của biến đổi khí hậu. Dòng chảy biến đổi đáng kể ở một số vùng thuộc Nga, như dòng chảy kiệt cực đoạn xuất hiện thường xuyên hơn trong mùa vụ sản xuất. Dòng chảy của một số sông chính như các sông Euphrates và Tigris có thể bị giảm. Ví dụ, ở Libanon, dòng chảy năm có thể sử dụng sẽ giảm khoảng 15% khi nhiệt độ tăng 1,20C với kịch bản khí hậu tăng gấp đôi CO₂, trong khi đó có thể tăng dòng chảy mùa đông và mùa xuân (Bou - Zeid và El-Fadel, 2002). So với giai đoạn 1961-1990, dự báo dòng chảy tháng lớn nhất của sông Mê Công tăng tương ứng khoảng (35-41)% đối với toàn lưu vực và (16-19)% ở đồng bằng châu thổ với giá trị dưới ứng với giai đoạn các năm 2010-2039 và giới hạn trên ứng với giai đoạn các năm 2070-2099 so với giai đoạn các năm 1961-1990. Ngược lại, dòng chảy tháng nhỏ nhất có thể giảm (17-24)% đối với toàn lưu vực và (26-29)% đối với đồng bằng châu thổ (Hoanh et al., 2004). Hậu quả là nguy cơ lũ lụt sẽ gia tăng trong mùa mưa lũ và khan hiếm nước trong mùa khô hạn.

- + Tài nguyên nước phân bố không đều ở châu Á và xuất hiện căng thẳng nước trong nhiều khu vực. Theo FAO (2004), trong số 43 nước ở châu Á, mức bảo đảm tài nguyên nước cho một đầu người trong một năm như sau: 20 nước có mức bảo đảm trên 3.000 m³, 11 nước có mức bảo đảm khoảng (1.000–3.000) m³ và 6 nước có mức bảo đảm dưới 1.000 m³ (không xét 6 quốc gia không có số liệu). Mức bảo đảm nước dưới 1.000m³/năm/người được coi là bị căng thẳng về nước. Biến đổi khí hậu sẽ càng làm cho tình trạng khan hiếm, thiếu nước và căng thẳng về nước trầm trọng hơn. Ở Nam Á và Đông Nam châu Á, sẽ gia tăng số người sinh sống trong các khu vực căng thẳng về nước. Kết quả đánh giá theo các kịch bản trong Báo cáo đặc biệt về các kịch bản phát thải (Special Report on Emissions Scenarios – SRES) năm 2000 của IPCC, số người bị căng thẳng về nước ở châu Á khoảng từ 120 triệu đến 1,2 tỷ người vào thập niên 2020 và từ 185 triệu đến 981 triệu người vào thập niên 2050 (Amell, 2004).
- + Những biến đổi của dòng chảy sông, suối sẽ ảnh hưởng đáng kể đến sản lượng thủy điện của nhiều quốc gia.
- + Hệ sinh thái: BĐKH gây nên hiện tượng các hệ sinh thái có xu hướng di chuyển về các vùng cực. Điều này có nghĩa là các quần xã sinh vật ôn đới như các thảo nguyên và rừng ôn đới sẽ thay thế cho phần lớn các rừng taiga Siberian. Ở các vùng Trung và Đông Á, các trảng cỏ khô có nguy cơ bị sa mạc hóa do lượng mưa ở các vùng này giảm đi.
- + Chế độ gió mùa: Trái đất nóng lên làm tăng cường hệ thống ENSO, gây ra nhiều biến đổi dị thường của chế độ gió mùa ở cả lục địa, dẫn đến hạn hán và thất thoát mùa màng.

- + ENSO: hiện tượng El Niño tăng lên sẽ gây hạn hán và cháy rừng tự nhiên ở Đông Nam Châu Á.
- + Nông nghiệp: phần lớn các cây trồng ở Châu Á rất nhạy cảm với nhiệt độ và độ ẩm. Bởi vậy, sự nóng lên của toàn cầu sẽ làm thay đổi cân bằng trong hệ sinh thái nông nghiệp, gây giảm năng suất cây trồng. Nhu cầu nước cho nông nghiệp trong các vùng khô và bán khô hạn sẽ tăng lên ít nhất khoảng 10% khi nhiệt độ tăng 10C.
- + Xói lở vùng ven biển: cũng như các nước khác trên thế giới, mực nước biển tăng lên sẽ là thách thức lớn đối với Châu Á. Tuy nhiên, một số nước Đông Nam Á sẽ bị ảnh hưởng nghiêm trọng hơn, trong đó Bangladesh và Việt Nam sẽ dễ bị ảnh hưởng nhất.
- + Xoáy lốc nhiệt đới: Tây Thái Bình Dương là vùng điển hình có nhiều bão so với các vùng khác trên thế giới và theo dự báo của một số nhà khoa học thì bão sẽ càng tăng cường cả về số lượng và cường độ do ảnh hưởng của sự tăng nhiệt độ toàn cầu.

Bên cạnh đó, dự báo từ các trung tâm khí tượng thủy văn trên thế giới cho biết, băng tan ở đỉnh Himalaya làm gia tăng lũ lụt, lở đá ở các sườn núi và tác động đến nguồn nước trong hai đến ba thế kỷ tới. Tiếp sau sẽ là giai đoạn dòng chảy của sông suối suy giảm và các sông băng bị thu hẹp.

Nước ngọt chứa trong các lưu vực sông lớn thuộc Đông Á, Nam Á, Trung Á và Đông Nam Á sẽ bị suy giảm do BĐKH và sự gia tăng dân số, gia tăng nhu cầu sử dụng nước phục vụ cuộc sống.

Điều này sẽ tác động tiêu cực tới hơn một tỷ người vào năm 2050.

Các khu vực duyên hải, đặc biệt các đồng bằng lớn, đông dân ở Nam Á, Đông Á và Đông Nam Á sẽ đối mặt với những rủi ro lớn nhất do nước biển dâng và một số châu thổ rộng lớn bị ngập lụt do nước sông.

Biến đổi khí hậu sẽ tác động đến sự phát triển bền vững của hầu hết các nước đang phát triển tại Châu Á do nó tạo áp lực đối với môi trường và tài nguyên thiên nhiên cùng với quá trình đô thị hoá, công nghiệp hoá và phát triển kinh tế. Người ta ước tính rằng, vào giữa thế kỷ 21, sản lượng mùa màng có thể tăng 20% ở khu vực Đông và Đông Nam Á, nhưng ở khu vực Trung và Nam Á, sản lượng sẽ sụt giảm 30%. Tác động của việc tăng trưởng dân số và quá trình đô thị hoá nhanh chóng kèm theo sẽ tạo nên nguy cơ cao về thiếu lương thực ở một số nước đang phát triển. Ở khu vực Đông Á, Nam Á và Đông Nam Á, biến đổi khí hậu gây nên sự biến đổi của chu trình thủy văn khiến hạn hán và ngập lụt gia tăng, dẫn đến dịch bệnh và tử vong do tiêu chảy. Sự gia tăng nhiệt độ nước ở các vùng duyên hải sẽ làm trầm trọng thêm bệnh dịch tả tại khu vực Nam Á.

3) Biến đổi khí hậu ở Đông Nam Á

Ở các quốc gia Đông Nam Á, ngày càng nhiều khí thải nhà kính thải vào khí quyển. Trong tương lai, vấn đề này có thể tác động xấu đến điều kiện môi trường và cảnh quan khí hậu khu vực. Theo dự báo của Trung tâm nghiên cứu năng lượng Châu Á-Thái Bình Dương (APEREC, cơ quan do Diễn đàn APEC bảo trợ), từ năm 2002 tới 2030, lượng khí thải nhà kính tại Đông Nam Á có khả năng sẽ tăng gấp 4 lần - gấp đôi Nhật Bản và bằng khoảng 1/3 của Mỹ, 1/4 của Trung Quốc /27/.

Nghiêm trọng hơn, mức độ hấp thụ tự nhiên các loại khí thải nhà kính tại Đông Nam Á đang có chiều hướng giảm do nạn phá rừng, đặc biệt tại các khu vực vốn có thảm thực vật bao phủ như đảo Kalimantan (Indonesia), bang Sarawak và Sabah trên đảo Borneo (Malaysia) và khu vực miền núi dọc theo sông Mê Công trên địa phận các nước Việt Nam, Lào, Campuchia, một số khu vực của Myanmar, Thái Lan.

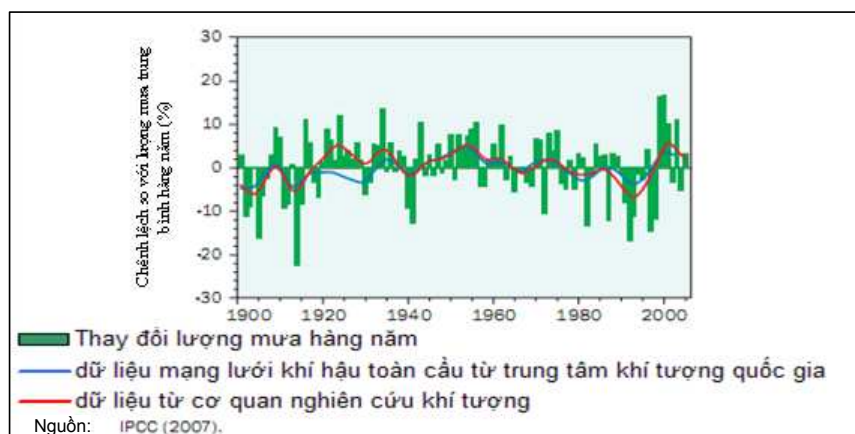
Theo Báo cáo của APERC, dự tính đến năm 2030, bình quân mỗi người dân Đông Nam Á sẽ thải 4,2 tấn khí CO₂, thấp hơn mức bình quân tại Trung Quốc (6,7 tấn), Nhật Bản (10,8 tấn) và Mỹ (23 tấn). Thế nhưng, nếu so sánh các trung tâm đô thị lớn của Đông Nam Á như: Bangkok, Jakarta, kể cả Singapo với các thành phố lớn trong các nước đang phát triển thì có thể nhận thấy tình trạng ô nhiễm môi trường tại Đông Nam Á cũng rất nghiêm trọng. Singapore -thành phố được đánh giá là xanh, sạch nhất Đông Nam Á, nhưng năm 2002, lượng khí CO₂ bình quân đầu người thải vào khí quyển cũng đạt tới 12,2 tấn, có thể tăng tới 18,8 tấn vào năm 2030, khá cao so với nhiều nước.

Vì thế, Đông Nam Á được dự báo là một trong những khu vực dễ bị tác động nhất trước tình trạng biến đổi khí hậu Trái đất, do phần lớn trong số 500 triệu dân của vùng Đông Nam Á sống trong các khu vực đồng bằng châu thổ hoặc các quần đảo có độ cao tương đối thấp so với mực nước biển. Những khu vực này rất dễ bị ngập nếu mực nước biển dâng lên do hiện tượng Trái đất nóng lên. Tuy nhiên, vấn đề này chưa nhận được sự quan tâm đúng mức của dư luận và chính quyền các nước. Những biến đổi chính của khí hậu trong vùng Đông Nam Á như sau /27/:

Bảng 4.2: Tóm tắt tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước đã quan trắc được trong vùng Đông Nam Á /27 /

Biến đổi khí hậu	Tác động của biến đổi khí hậu đã xảy ra
1. Nhiệt độ tăng	Tăng bốc thoát hơi trong lưu vực sông và trên bề mặt hồ chứa và các thủy vực khác, dẫn đến giảm nguồn nước cung cấp cho sinh hoạt, tưới và phát điện;
2. Mưa biến đổi	- Giảm lượng dòng chảy trong sông và mực nước trong các hồ, hồ chứa, đặc biệt là trong những năm xuất hiện El Niño, dẫn đến giảm nguồn nước sẵn có, tăng căng thẳng về nước; - Tăng dòng chảy sông, đặc biệt là trong các năm xuất hiện La Nina, dẫn đến tăng nguồn nước có sẵn trong một số vùng; - Tăng dòng chảy, xói mòn và ngập lụt, ảnh hưởng đến chất lượng của nước mặt và nước ngầm.
3. Mực nước biển dâng	Nước mặn xâm nhập sâu hơn vào trong sông và tầng chứa nước ngọt, dẫn đến nguồn nước ngọt bị giảm.

Nguồn: The Economics of Climate Change in Southeast Asia: A Regional Review (2009).



Hình 4.9: Biến đổi của lượng mưa năm trong vùng Đông Nam Á (1901 - 2005)

- Trong 50 năm gần đây, nhiệt độ không khí bề mặt bình quân vùng Đông Nam Á đã tăng khoảng $(0,1-0,3)0C$ / thập niên.. Dự báo trong thế kỷ 21 sẽ nóng hơn. Theo IPCC (2000), với kịch bản A1FI, vào cuối thế kỷ 21, nhiệt độ có thể tăng trong phạm vi $(2,5 - 6)0C$, bình quân $40C$ so với giai đoạn 1980 - 1999. Cũng theo IPCC (2007), nhiệt độ không khí bề mặt bình quân vùng Đông Nam Á có thể tăng thêm $(0,75 - 0,87)0C$ vào năm 2039, $(1,32 - 2,01)0C$ vào năm 2069 và $(1,96 - 3,77)0C$ vào năm 2100. Phần lớn vùng Đông Nam Á sẽ ẩm hơn trong suốt cả năm, đặc biệt là các tháng XII, I-II. Dự báo nhiệt độ bình quân khu vực vào cuối thế kỷ 21, so với năm 1990, tăng $2,50C$ đối với kịch bản B2, $4,80C$ đối với kịch bản A1FI. Trường hợp không có các giải pháp giảm thiểu toàn cầu, vào năm 2100, nhiệt độ tăng $(2,41 - 2,62)0C$ đối với kịch bản B2, $(4,61 - 5,0)0C$ đối với kịch bản A1FI; nhiệt độ ở phần phía tây Đông Nam Á sẽ cao hơn so với phần phía đông. Với trường hợp phát thải ổn định, theo kịch bản bi quan nhất, vào năm 2100, nhiệt độ bình quân vùng Đông Nam Á có thể tăng thấp hơn ở mức $2,30C$ với kịch bản phát thải S550ppm và chỉ $1,80C$ với kịch bản phát thải S450ppm so với năm 1990. Đối với kịch bản S550, nhiệt độ bình quân vùng Đông Nam Á vào năm 2100 tăng khoảng $(1,85 - 2,0)0C$ đối với kịch bản B2 và $(2,18 - 2,36)0C$ đối với kịch bản A1FI. Đối với kịch bản S450ppm, nhiệt độ bình quân tăng khoảng $(1,36- 1,45)0C$ đối với kịch bản B2 và $(1,69 - 1,82)0C$ đối với kịch bản A1FI.
- Lượng mưa có xu thế giảm trong giai đoạn từ năm 1960 đến năm 2000 (hình 4.9). Kết quả dự báo theo kịch bản A1FI cho thấy, lượng mưa giảm trong nửa đầu thế kỷ 21, nhưng tăng

vào cuối thế kỷ 21 với sự dao động mạnh trong giai đoạn từ tháng III đến tháng V. Vào năm 2050, lượng mưa sẽ tăng khoảng 1% theo kịch bản A1FI và 2,5% theo kịch bản B1 với sự tăng mạnh từ tháng XII và kết thúc vào tháng V. Khí hậu biến đổi mạnh giữa các vùng do ảnh hưởng của địa hình và biển. Lượng mưa tăng mạnh ở dải nội chí tuyến, có thể xảy ra trong giai đoạn từ tháng XII đến tháng V ở một vài nơi.

- Trong vài thập niên vừa qua, các hiện tượng thời tiết cực đoan đã xảy ra nhiều hơn, như từ năm 1950 gia tăng số ngày nắng nóng vào ban ngày và lạnh vào ban đêm; giảm số ngày lạnh về ban ngày và nóng về ban đêm; gia tăng số trận mưa dữ dội từ năm 1900 đến năm 2005; tăng số cơn XTNĐ trong mùa hè (tháng VII- VIII) và mùa thu (tháng IX-X) vào những năm xuất hiện ENSO mạnh.
- Trong vài thập niên vừa qua, mực nước biển đã dâng cao với tốc độ trung bình khoảng (1-3)mm/năm, đặc biệt dâng nhanh trong thập niên gần đây với tốc độ 3,1mm/năm so với (1,7-2,4)mm/năm trong suốt thế kỷ 20, với sự khác nhau giữa các nơi. Vào năm 2100, dự báo mực nước dâng thêm 40cm và có sự khác nhau giữa các kịch bản: với kịch bản phát thải không ổn định, mực nước biển tăng 0,5m đối với kịch bản B2 và 0,78 m đối với kịch bản A1FI; với S550, tăng 0,43 m đối với kịch bản B2 và 0,47m đối với kịch bản A1FI; với S450, tăng 0,36 m đối với kịch bản B2 và 0,40 m đối với kịch bản A1FI.
- Biến đổi khí hậu tác động mạnh mẽ đến tài nguyên nước trong vùng Đông Nam Á, là vùng có các hệ thống sông lớn. Những hệ thống sông này có vai trò rất quan trọng đối với sự phát triển kinh tế xã hội, đặc biệt là đối với sản xuất nông

nghiệp và công nghiệp. Trong lưu vực ba hệ thống sông lớn Mê Công, Hồng, Chaophraya có nhiều khu vực sản xuất lúa. Khoảng 60 triệu dân ở hạ lưu vực Mê Công sinh sống nhờ các nguồn tài nguyên thiên nhiên. Cá trong các sông là nguồn cung cấp phần lớn chất đạm cho người dân.

Bốc hơi và thoát hơi tiềm năng tăng lên cùng với sự gia tăng của nhiệt độ không khí và do đó ảnh hưởng đến lượng và chất lượng nước cung cấp cho sản xuất nông nghiệp và các nhu cầu khác. Tính thất thường của mưa gây nên sự biến đổi của dòng chảy sông và sự biến đổi này sẽ ảnh hưởng đến lượng nước và chất lượng nước được trữ trong các hồ, hồ chứa, sản lượng thủy điện và tưới; gây nên giảm dòng chảy sông vào các năm El Niño nhưng lại tăng vào những năm La Nina do có nhiều các trận mưa lớn cả về lượng và cường độ; dòng chảy do mưa sinh ra sẽ gây nên xói mòn trên bề mặt lưu vực và trong lòng sông, bờ sông; cát bùn lắng đọng trong các hồ chứa. Mực nước biển dâng làm cho nước mặn xâm nhập vào sâu trong sông và tầng chứa nước ngọt ở dưới mặt đất; làm cho tình trạng thiếu nước ở một số khu vực càng trầm trọng. Trong bảng 4.2 đưa ra tóm tắt tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước đã quan trắc được trong vùng Đông Nam Á.

Sự căng thẳng về nước tăng lên trong một số vùng ở Đông Nam Á, đặc biệt là vào trong những năm El Niño, gây thiệt hại mùa màng, thiếu nước uống và giảm sản lượng thủy điện.

Những năm gần đây, tài nguyên nước trong vùng Đông Nam Á trở nên căng thẳng không chỉ do sự gia tăng dân số và phát triển kinh tế dẫn đến nhu cầu nước tăng lên mạnh mẽ mà còn do mưa giảm, nhiệt độ tăng cùng với sự gia tăng của hiện tượng ENSO.

Ở Việt Nam, cũng như ở các nước khác trong vùng, bốc thoát hơi tăng lên do nhiệt độ tăng, dẫn đến giảm lượng nước có thể cung cấp cho tưới và các nhu cầu khác.

Hiện tượng La Nina (liên quan với mưa lớn) và xoáy thuận nhiệt đới đã gây nên ngập lụt nghiêm trọng ở các lưu vực sông trong vùng Đông Nam Á, gây thiệt hại lớn về người và của cải. Ở Việt Nam, thiệt hại do lũ lụt ở đồng bằng sông Hồng và đồng bằng sông Cửu Long và ven biển Trung Bộ trong giai đoạn 1996 - 2001 đã làm ngập hàng triệu ngôi nhà, hàng ngàn trường học, hàng ngàn bệnh viện, 1.684 người chết, diện tích lúa bị ngập (20.690-401.342) ha; hàng ngàn trang trại, ao hồ nuôi trồng thủy sản bị phá; thiệt hại về kinh tế lên tới 680 triệu đô la. Trong thập niên gần đây, lũ lụt và trượt lở đất ở các khu vực ở miền núi ở Việt Nam trở nên thường xuyên hơn; số người chết do thiên tai về khí hậu bình quân hàng năm khoảng 9,3 người/ triệu người.

Biến đổi khí hậu cũng tác động đến dòng chảy lớn nhất và nhỏ nhất trên các sông chính ở Đông Nam Á. Theo đánh giá của Ủy hội sông Mê Công quốc tế, so với giai đoạn 1960-1990, dự báo dòng chảy tháng lớn nhất của sông Mê Công tăng tương ứng khoảng (35-41)% đối với toàn lưu vực, (16-19)% ở đồng bằng châu thổ với giá trị dưới ứng với giai đoạn các năm 2010-2039 và giới hạn trên ứng với giai đoạn các năm 2070-2099 (IPCC, 2007). Trái lại, dòng chảy tháng nhỏ nhất có thể giảm (17-24)% đối với toàn lưu vực và (26-29)% đối với đồng bằng châu thổ. Hậu quả là nguy cơ lũ lụt sẽ gia tăng trong mùa mưa lũ và khan hiếm nước trong mùa khô cạn. (Hoanh et al, 2004).

Theo /37/, biến đổi khí hậu sẽ tác động đến chế độ dòng chảy của sông Mê Công. Ở hạ lưu vực Mê Công (từ hạ lưu Chiang Sean),

so với giai đoạn 1985-2000, dòng chảy mùa lũ và mùa cạn vào giai đoạn 2010-2050 đều tăng đối với cả hai kịch bản B2 và A2. Với kịch bản A2, mức tăng của dòng chảy mùa lũ và mùa cạn tương ứng khoảng (5,8-11,2)% và (12,8-30)%; kịch bản B2 cho mức tăng ít hơn, khoảng (1,9-5,3)% đối với dòng chảy mùa lũ và (10,6-26,2)% đối với dòng chảy mùa cạn. Do đó; dòng chảy năm cũng tăng lên: (7,6-13,5)% đối với kịch bản A2 và (4,1-9,9)% đối với kịch bản B2. Mức tăng của dòng chảy năm cũng như hai mùa lũ và cạn tương đối ít hơn ở hạ lưu. Tại Tân Châu trên sông Tiền, mức tăng của dòng chảy năm, dòng chảy mùa lũ và dòng chảy mùa cạn tương ứng là 7,6%, 5,8% và 12,8% đối với kịch bản A2 và 4,1%, 1,9% và 10,6% đối với kịch bản B2. Nếu xét đến tác động kết hợp của biến đổi khí hậu với khai thác sử dụng nước trên lưu vực trong tương lai, thì mức biến đổi của các đặc trưng dòng chảy là khác nhau trên các phần của hạ lưu lưu vực sông Mê Công. Đối với kịch bản A2, do tác động điều tiết của các hồ chứa, dòng chảy mùa lũ từ Kong Pong Châm trở lên phía thượng lưu sẽ giảm khoảng (2,1-8,4)%, nhưng Pakse trở xuống lại tăng (1,1-3,2)%; còn dòng chảy mùa cạn tăng đáng kể: (40-76)% từ Phnom Penh trở lên phía thượng lưu, nhưng chỉ khoảng 20,1% tại Tân Châu; dòng chảy năm tăng khoảng (6-12)%. Đối với kịch bản B2, dòng chảy mùa lũ giảm (2,7-13,2)%, nhưng dòng chảy mùa cạn tăng (17,1-73,5)%, dẫn đến dòng chảy năm cũng tăng (0,2 - ,9)%.

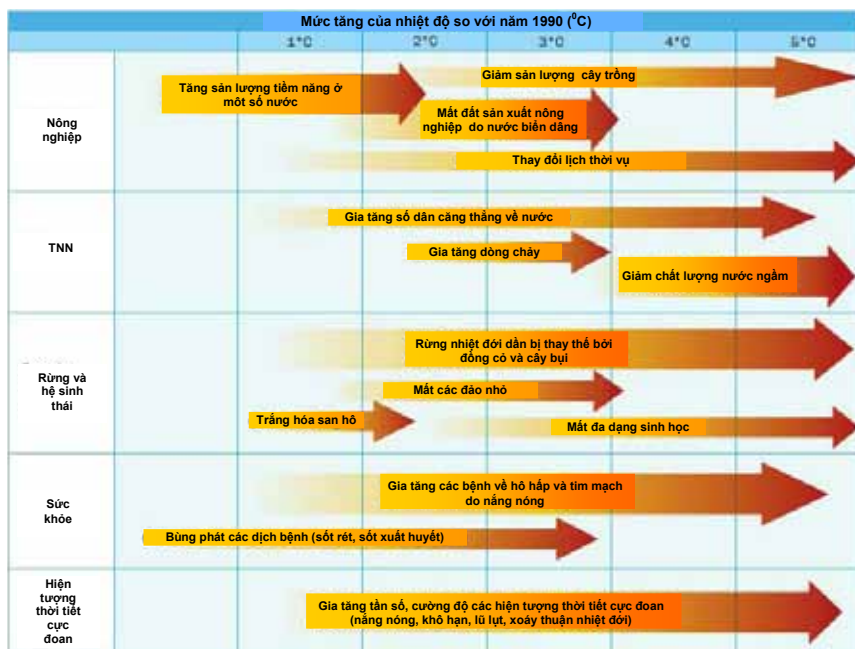
Tác động của biến đổi khí hậu đến nông nghiệp: Nông nghiệp vẫn là ngành kinh tế chính ở vùng Đông Nam Á. Khoảng 115 triệu người sinh sống bằng nghề nông. Trong những năm gần đây, biến đổi khí hậu cùng với sự gia tăng dân số và phát triển công nghiệp, ngành nông nghiệp trong vùng đã gây áp lực đáng

kể đến môi trường. Nhiệt độ không khí tăng dẫn đến bốc thoát hơi tiềm năng cũng tăng lên và do đó càng gây căng thẳng đối với mùa màng, đặc biệt là ở những nơi nguồn cấp nước bị hạn chế. Tác động kết hợp nắng nóng và hạn hán làm giảm sản lượng cây trồng. Mưa thất thường ảnh hưởng đến công việc làm đất, thời điểm gieo trồng và thay đổi chu trình cuộc đời sâu bọ và do đó tác động đến nông nghiệp. Hạn hán trong những năm xảy ra hiện tượng El Niño gây nên khan hiếm, thiếu nước cho cây trồng và tăng sâu bệnh có hại. Mưa lớn trong những năm xảy ra hiện tượng La Nina có thể gây nên lũ lụt, xói lở, trượt lở đất, lũ quét rất nghiêm trọng, ảnh hưởng lớn đến sản xuất nông nghiệp. Mực nước biển dâng sẽ làm cho mặn từ biển xâm nhập sâu vào trong hệ thống sông ngòi, kênh rạch và đồng ruộng và đặc biệt là làm ngập những vùng đất trũng thấp ở đồng bằng ven biển. Bảng 4.3 đưa ra khả năng tác động của biến đổi khí hậu đến nông nghiệp và các lĩnh vực ở Đông Nam Á.

Từ những trình bày trên có thể rút ra một số nhận định chung về tác động của biến đổi khí hậu ở vùng Đông Nam Á như sau:

- Biến đổi khí hậu đã, đang và sẽ tác động đến các điều kiện tự nhiên và nhiều lĩnh vực kinh tế xã hội trong vùng Đông Nam Á, trong đó có tài nguyên nước, cả về lượng và chất. Các hiện tượng thời tiết và thủy văn cực đoan như: mưa lớn, nắng nóng, hạn hán, lũ lụt, xoáy thuận nhiệt đới... đang gia tăng cả tần số và cường độ. Những tác động này làm giảm sản xuất nông nghiệp (các cây trồng lương thực và cây công nghiệp), thủy sản (cá), lâm nghiệp. Vùng Đông Nam Á đang cố gắng chống đỡ những thiệt hại về đất canh tác và vùng bờ

Bảng 4.3: Khả năng tác động của biến đổi khí hậu đến các lĩnh vực ở Đông Nam Á /27/



Nguồn: The Economics of Climate Change in Southeast Asia: A Regional Review (2009)

biển do nước biển dâng; số cơn bão ngày càng nhiều hơn và xói lở bờ biển, xâm nhập mặn càng nghiêm trọng.

- Một lượng lớn người dân chịu ảnh hưởng của các đợt bùng nổ bệnh sốt rét và sốt xuất huyết, ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khỏe và sản xuất. Những ảnh hưởng này được dự báo sẽ gia tăng do nhiệt độ trái đất nóng lên, mưa biến đổi và nước biển dâng.

- Do nằm ở vùng nhiệt đới, nên Đông Nam Á là vùng khí hậu gió mùa nền nhiệt độ cao, chịu ảnh hưởng của xoáy thuận nhiệt đới, El Niño và La Nina, những cực trị mưa biến động lớn và nhiệt độ cao hơn. Biến đổi khí hậu trong tương lai sẽ làm cho các hiện tượng tự nhiên này trở nên gay gắt và biến đổi thất thường, tác động mạnh mẽ đến con người, gia cầm gia súc và môi trường nói chung. Theo dự báo của IPCC (2007), vùng Đông Nam Á sẽ phải hứng chịu các hiện tượng cực đoan, như cháy rừng, đông tố, bão, lũ, lụt, trượt lở đất, hạn hán, sóng biển cao và các bệnh tật liên quan với nước. Nắng nóng và căng thẳng về nước do biến đổi khí hậu có thể xảy ra sự tranh chấp hệ sinh thái núi cao và cao nguyên. Mực nước biển dâng sẽ làm ngập trên phạm vi rộng dọc bờ biển và do đó làm giảm các bãi cát; tính bền vững của các hệ sinh thái cây ngập mặn và san hô sẽ chịu tác động mạnh.
- Theo Wassmann et al.(2004) và the Stern Report (Stern 2007), nước biển dâng sẽ ảnh hưởng đến hàng triệu người sinh sống ở các khu vực thấp trũng ở Trung Quốc, Bangladesh. Ấn Độ và Việt Nam. Vào cuối thế kỷ này, với mức nước biển dâng trung bình toàn cầu 40cm, số người hàng năm trên Thế giới sinh sống ở các khu vực ven biển bị ảnh hưởng bởi ngập lụt sẽ tăng lên, từ 13 triệu đến 90 triệu người, khoảng 20% trong số đó là ở vùng Đông Nam Á, đặc biệt là ở các quốc gia Indônêsia, Philippines, Thái Lan và Việt Nam /27/.
- Vùng Đông Nam Á là vùng chịu tác động trực tiếp của biến đổi khí hậu, nền kinh tế phụ thuộc vào tài nguyên thiên nhiên, đặc biệt là nông nghiệp, lâm nghiệp và tài nguyên bờ

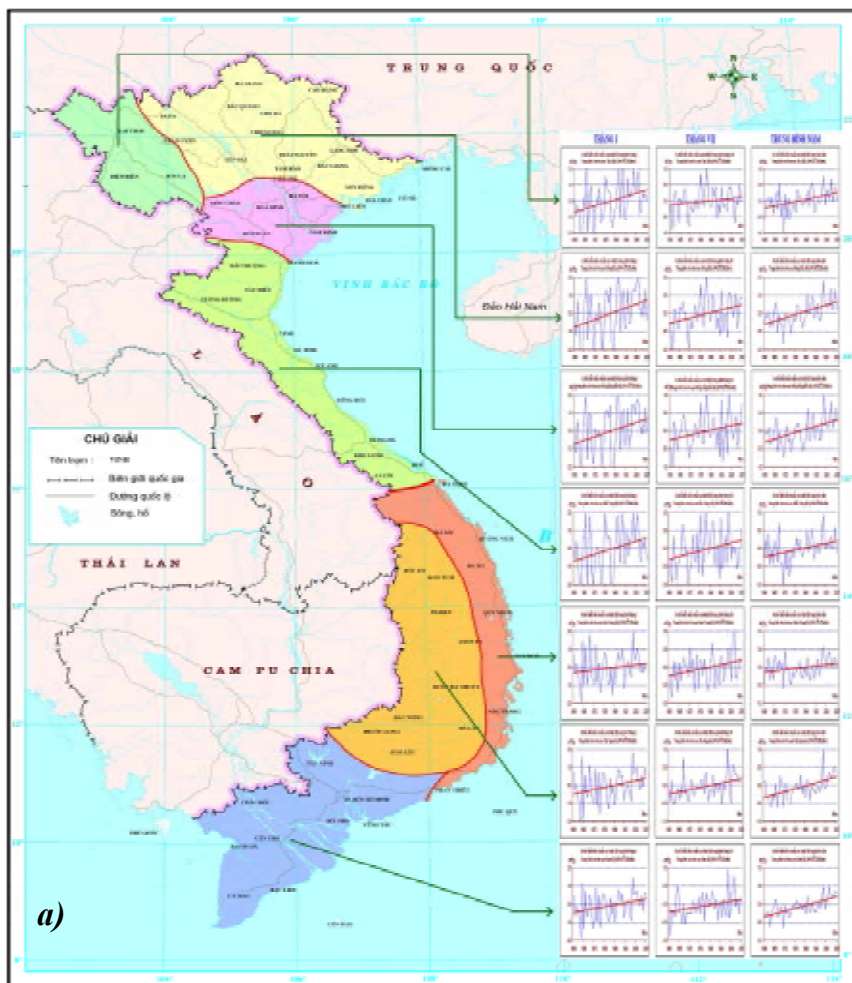
biển và biển (bao gồm du lịch). Dân số đông và tăng nhanh, phần lớn người dân sinh sống bằng nghề nông, dân cư và hoạt động kinh tế tập trung ở dọc bờ biển, có nhiều người sống dưới mức giới hạn nghèo. Những yếu tố này càng làm cho những khu vực nghèo ở Đông Nam Á dễ chịu tác động của biến đổi khí hậu và nghèo đói có thể trầm trọng hơn, đặc biệt là về thu nhập, sinh kế của người nghèo và cơ hội để nâng cao sức khỏe. Vùng Đông Nam Á đang chịu thách thức rất lớn là làm thế nào ứng phó với những tác động của biến đổi khí hậu trong tương lai.

4) Biến đổi khí hậu ở Việt Nam

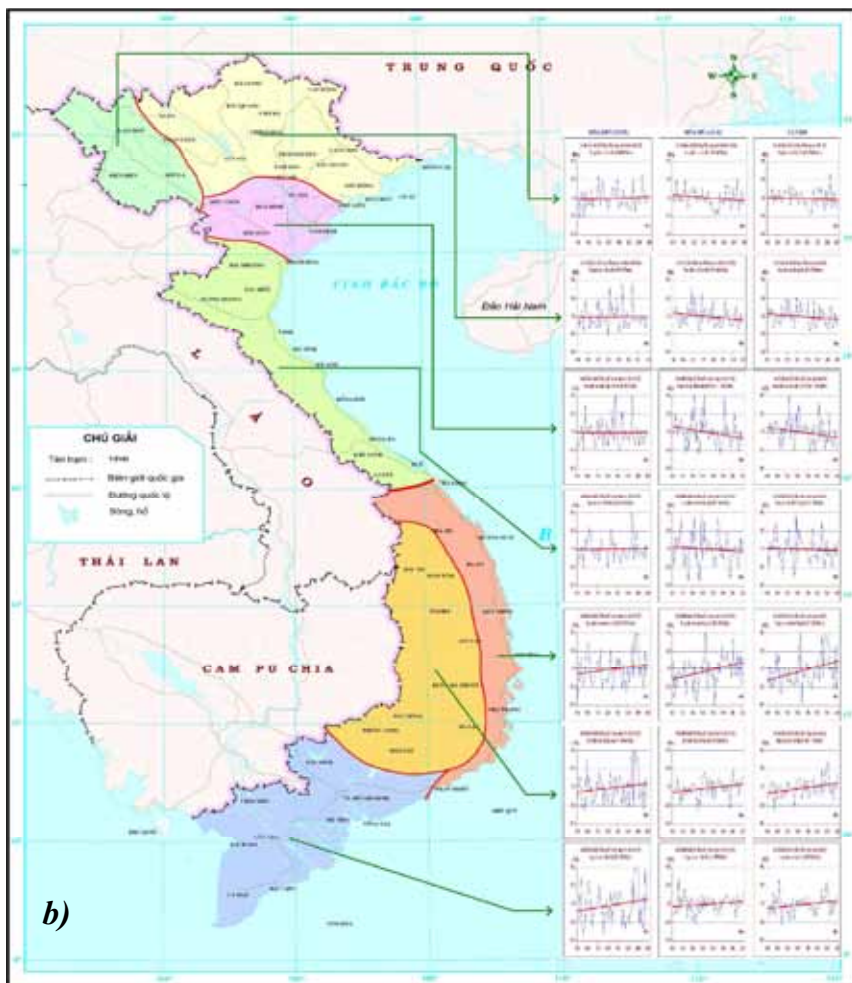
Cũng như các nước khác trên thế giới, khí hậu đã, đang và sẽ biến đổi trên lãnh thổ Việt Nam. Kết quả phân tích các số liệu khí hậu cho thấy, những biến đổi chủ yếu của các yếu tố khí hậu và mực nước biển như sau /2/:

- Nhiệt độ: Trong 50 năm qua (1958–2007), nhiệt độ trung bình năm ở Việt Nam tăng lên khoảng từ 0,50C đến 0,70C. Nhiệt độ mùa đông tăng nhanh hơn nhiệt độ mùa hè và nhiệt độ ở các vùng khí hậu phía Bắc tăng nhanh hơn ở các vùng khí hậu phía Nam. Nhiệt độ trung bình năm của 4 thập niên gần đây (1961–2000) cao hơn trung bình năm của 3 thập niên trước đó (1931–1960). Nhiệt độ trung bình năm của thập niên (1991–2000) ở Hà Nội, Đà Nẵng và TP. Hồ Chí Minh đều cao hơn trung bình của thập niên (1931–1940) tương ứng là 0,8; 0,4 và 0,60C. Năm 2007, nhiệt độ trung bình năm ở cả 3 nơi nói trên đều cao hơn trung bình của thập niên (1931–1940) khoảng (0,8–1,3)0C và cao hơn thập niên (1991–2000) khoảng (0,4–0,5)0C (hình 4.10a).

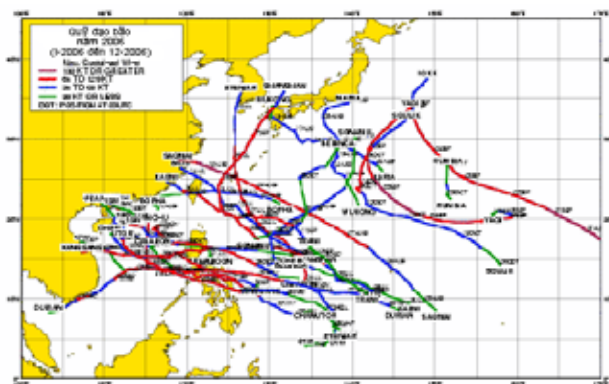
- Lượng mưa: Trên từng địa điểm, xu thế biến đổi của lượng mưa trung bình năm trong 9 thập niên vừa qua (1911 - 2000) không rõ rệt theo các thời kỳ và trên các vùng khác nhau: có giai đoạn tăng lên và có giai đoạn giảm xuống. Lượng mưa năm giảm ở các vùng khí hậu phía Bắc và tăng ở các vùng khí hậu phía Nam (hình 4.10b). Tính trung bình trong cả nước, lượng mưa năm trong 50 năm qua (1958 - 2007) đã giảm khoảng 2%.
- Không khí lạnh: Số đợt không khí lạnh ảnh hưởng tới Việt Nam giảm đi rõ rệt trong hai thập niên vừa qua. Tuy nhiên, các hiện tượng thời tiết dị thường lại thường xuất hiện mà gần đây nhất là đợt không khí lạnh gây rét đậm, rét hại kéo dài 38 ngày trong tháng 1 và tháng 2 năm 2008 và đợt rét kéo dài nhiều ngày vào cuối năm 2010 đầu năm 2011 ở Bắc Bộ.
- Bão: Trung bình hàng năm có khoảng (4 – 6) cơn bão đổ bộ vào Việt Nam. Những năm gần đây, mùa bão kéo dài hơn và kết thúc muộn hơn; đường đi của bão có xu thế dịch dần về phía Nam và bão có cường độ mạnh xuất hiện nhiều hơn; nhiều cơn bão có đường đi dị thường (hình 4.11).
- Mưa phùn: Số ngày mưa phùn trung bình năm ở Hà Nội giảm dần từ thập niên (1981–1990) và chỉ còn gần một nửa (15 ngày/năm) trong 10 năm gần đây.
- Biến đổi khí hậu không chỉ là sự thay đổi các đặc trưng của khí hậu mà còn gây nên sự thay đổi của những hiện tượng thời tiết cực đoan với xu hướng tăng lên cả về tần số và cường độ:
 - Các trận mưa dữ dội tăng lên;



Hình 4.10 (a) : Biến trình của nhiệt độ và ở các vùng của Việt Nam trong 50 năm

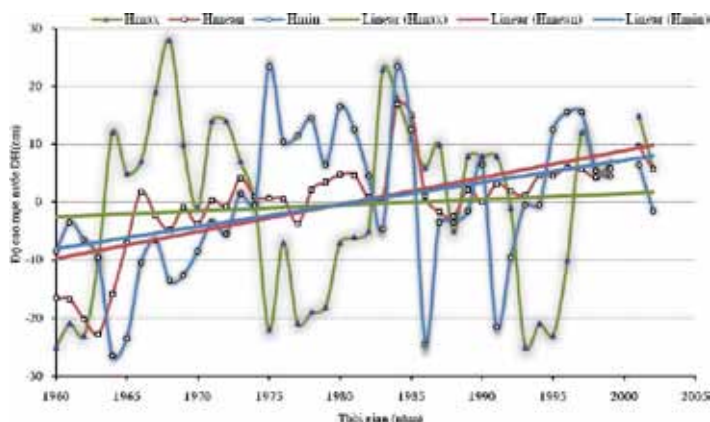


Hình 4.10 (b) : Biến trình của lượng mưa ở các vùng của Việt Nam trong 50 năm



Hình 4.11: Quỹ đạo của bão ở Tây Bắc Thái Bình Dương và Biển Đông

- Hạn hán xuất hiện thường xuyên và khắc nghiệt hơn. Trong mùa khô, ở Tây Nguyên và Nam Bộ hầu như năm nào cũng xuất hiện hạn gay gắt.
- Tần suất và cường độ El Niño tăng lên rõ rệt trong những thập niên gần đây. Trong 5 thập niên gần đây, tác động của hiện tượng ENSO ngày càng mạnh mẽ đối với chế độ thời tiết và khí hậu trên nhiều khu vực ở Việt Nam. Biến đổi của ENSO và tác động của nó đến sự biến đổi của gió mùa sẽ ảnh hưởng mạnh hơn đối với sự biến đổi của mưa. Hiện tượng ENSO cũng ảnh hưởng đến sự thay đổi sự xuất hiện, cường độ và các đặc trưng của XTND và sự biến đổi của nó giữa các năm.
- Ở ven biển miền Trung và Nam Bộ, trong những thập niên gần đây, lũ lụt lớn và đặc biệt lớn xảy ra nhiều hơn và nghiêm trọng hơn. Ở ven biển miền Trung, lũ đặc biệt lớn, lũ lịch sử



Hình 4.12: Diễn biến của mực nước biển tại trạm hải văn Hòn Dấu

đã xảy ra trên các sông vào những năm 1996, 1998, 1999, 2000, 2003, 2008, 2009; còn ở Đồng bằng sông Cửu Long đã xảy ra vào các năm: 1996, 2000, 2001... Ngoài ra, lũ quét và trượt lở đất xảy ra nhiều hơn, khốc liệt hơn ở vùng núi Bắc Bộ, ven biển miền Trung và Tây Nguyên. Lũ lụt, lũ quét đã ảnh hưởng lớn đến môi trường và kinh tế, xã hội.

- Mực nước biển: Số liệu quan trắc tại các trạm hải văn dọc ven biển Việt Nam cho thấy tốc độ dâng lên của mực nước biển trung bình ở Việt Nam trong giai đoạn 1993 – 2008 là khoảng 3mm/năm, tương đương với tốc độ tăng trung bình trên thế giới. Trong khoảng 50 năm qua, mực nước biển tại trạm hải văn Hòn Dấu dâng lên khoảng 20 cm (hình 4.12).
- Biến đổi khí hậu như nhiệt độ gia tăng, biến đổi của mưa, bao gồm cả ENSO và mực nước biển dâng, cũng đã và đang

ảnh hưởng đến tài nguyên nước cả về lượng, lượng nước và chế độ dòng chảy của các sông:

- Nhiệt độ không khí tăng lên đã và sẽ làm cho tăng lượng bốc hơi từ các thủy vực (sông suối, ao hồ, hồ chứa, đầm lầy), dẫn đến giảm nguồn nước có thể cung cấp cho các nhu cầu sinh hoạt, tưới, công nghiệp, thủy điện và cấp nước cho sản xuất. Tác động của biến đổi khí hậu là một trong những nguyên nhân gây nên tình trạng khan hiếm và thiếu nước, đặc biệt nghiêm trọng trong mùa khô vào những năm gần đây ở hạ lưu sông Hồng, ĐBSCL và ven biển miền Trung.
- Sự biến đổi thất thường của mưa gây nên suy giảm lượng dòng chảy sông suối và lượng nước được chứa trong các hồ chứa và ao hồ, đặc biệt là vào những năm xuất hiện hiện tượng El Niño mạnh; dẫn đến giảm nguồn nước có thể khai thác, sử dụng; gia tăng tình trạng căng thẳng về nước. Trong những năm xuất hiện La Nina, mưa nhiều và lớn có thể làm tăng dòng chảy mùa lũ và do đó gia tăng nguồn nước có thể khai thác, sử dụng ở một số khu vực. Gia tăng dòng chảy, xói mòn, ngập lụt và lũ quét đã, đang và sẽ ảnh hưởng nghiêm trọng đến chất lượng nước mặt và nước dưới đất.
- Mực nước biển dâng cao dẫn đến mặn xâm nhập sâu vào hệ thống sông ngòi, kênh rạch và tầng chứa nước ngầm ở đồng bằng châu thổ sông Hồng - Thái Bình, ĐBSCL và các đồng bằng ven biển miền Trung, làm cho nước nhạt (nước ngọt) bị nhiễm mặn và do đó làm giảm lượng nước nhạt có thể khai thác, sử dụng. Theo kết quả các kịch bản

biến đổi khí hậu đã được đưa ra, nếu mực nước biển dâng cao (0,75–1) m so với giai đoạn (1980 – 1999), thì có thêm khoảng 28% diện tích ĐBSCL và đồng bằng sông Hồng-là hai vùng sản xuất lúa chính của Việt Nam bị ngập; và do đó ảnh hưởng nghiêm trọng đến sản xuất lương thực để cung cấp cho hơn 86 triệu dân Việt Nam và gần 100 triệu dân trên thế giới. Việt Nam có bờ biển dài khoảng 3.260 km, hơn một triệu km² lãnh hải và trên 3.000 hòn đảo gần bờ và hai quần đảo xa bờ là Hoàng Sa và Trường Sa, cùng với nhiều vùng đất thấp ven biển. Nước biển dâng kết hợp với nước dâng do bão, sóng lớn, triều cường ảnh hưởng lớn đến hạ tầng cơ sở (hệ thống đê biển, bờ bao, giao thông, du lịch, công trình dân sinh và quốc phòng...) vùng ven bờ biển và những vùng đất thấp nằm dọc theo bờ biển. Nước biển dâng cũng sẽ tác động đến các đầm phá, vũng vịnh, đảo nhỏ, các cồn cát và bãi tắm, các bãi phũ sa, đánh bắt và nuôi trồng thủy sản.

Việt Nam là một trong những nước trên thế giới chịu nhiều thiên tai, như dông bão, lũ lụt, lũ quét, trượt lở đất, nắng nóng, hạn hán... Phần lớn những thiên tai này liên quan đến các điều kiện thời tiết khắc nghiệt, tần số và cường độ của những thiên tai này phụ thuộc vào thời tiết và khí hậu trong từng mùa. Do đó, biến đổi khí hậu sẽ làm cho các loại thiên tai nêu trên nguy hiểm hơn.

Những tác động nêu trên của biến đổi khí hậu đã, đang và sẽ tác động mạnh mẽ đến môi trường và sự phát triển bền vững của Việt Nam. Mưa lớn, bão, ATNĐ, lũ lụt, nắng nóng, hạn hán đã gây thiệt hại nặng cho kinh tế và ảnh hưởng đến an ninh lương thực và an sinh xã hội do mùa màng bị thiệt hại. Biến đổi khí hậu

cũng tác động mạnh mẽ đến môi trường tự nhiên. Môi trường sống của của nhiều loại sinh vật, thực vật và động vật thay đổi, đặc biệt là một số loài động vật hoang dã (có tới 355 loài thực vật và 365 loài động vật đang có nguy cơ bị đe dọa); làm cho đa dạng sinh học bị suy giảm.

Việt Nam là một trong các quốc gia trên thế giới được đánh giá là sẽ chịu ảnh hưởng nghiêm trọng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng. Trong đó, đồng bằng châu thổ sông Hồng và ĐBSCL là hai vùng chịu tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng nhiều nhất. Đây là hai vùng sản xuất nông nghiệp chính nhưng địa hình thấp, phần lớn chỉ cao hơn 1 m so với mực nước biển, thậm chí có nơi thấp dưới mực nước biển. Ngoài ra, theo các chuyên gia Việt Nam, trước mắt có 3 khu vực chịu tác động rõ nhất của biến đổi khí hậu, đó là vùng núi Tây Bắc Việt Nam, cực Nam Trung Bộ (tỉnh Ninh Thuận) và ven biển ĐBSCL. Ở vùng núi Tây Bắc sẽ có một số loài thực - động vật bị tuyệt chủng do nhiệt độ tăng. Ở tỉnh Ninh Thuận, diện tích bị hoang mạc hóa tăng nhanh, hạn hán khốc liệt và kéo dài dẫn đến nguy cơ không thể tồn tại một số loài động thực vật. Vùng ven biển ĐBSCL, đặc biệt là tỉnh Bến Tre, do địa hình thấp nhất, có nhiều cửa sông, cù lao có địa hình thấp, nên có thể bị hiểm họa của biến đổi khí hậu do xâm nhập mặn và mực nước biển dâng.

4.2. KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

4.2.1. Cơ sở xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng trên thế giới

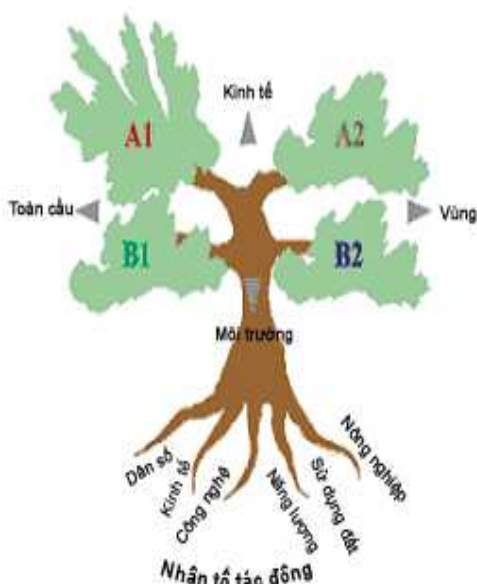
Biến đổi khí hậu đã, đang và sẽ gây ra những hậu quả nghiêm

trọng đối với thể giới tự nhiên, kinh tế xã hội (KTXH.) và môi trường ở tất cả các vùng trên thế giới với mức độ khác nhau. Do đó, biến đổi khí hậu là vấn đề toàn cầu và cần có sự giải quyết trên phạm vi toàn thế giới.

Sự biến đổi khí hậu trong tương lai đã được dự báo theo các kịch bản khác nhau.

Kịch bản biến đổi khí hậu là giả định có cơ sở khoa học về sự tiến triển trong tương lai của các mối quan hệ giữa kinh tế - xã hội, phát thải KNK, BĐKH và mực nước biển dâng.

Trong các nghiên cứu của IPCC, Nhóm công tác 1 đã tổng quan và đề xuất các kịch bản cho thế kỷ 21. Các kịch bản này là cơ sở cho việc đánh giá những tác động của biến đổi khí hậu đến các



Hình 4.13: Sơ đồ biểu thị 4 kịch bản gốc về phát thải khí nhà kính. Nguồn: IPCC

đối tượng khác nhau của tự nhiên, kinh tế - xã hội do Nhóm công tác 2 thực hiện và xây dựng các chiến lược ứng phó và giảm nhẹ biến đổi khí hậu trên phạm vi toàn cầu do Nhóm công tác 3 thực hiện.

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.

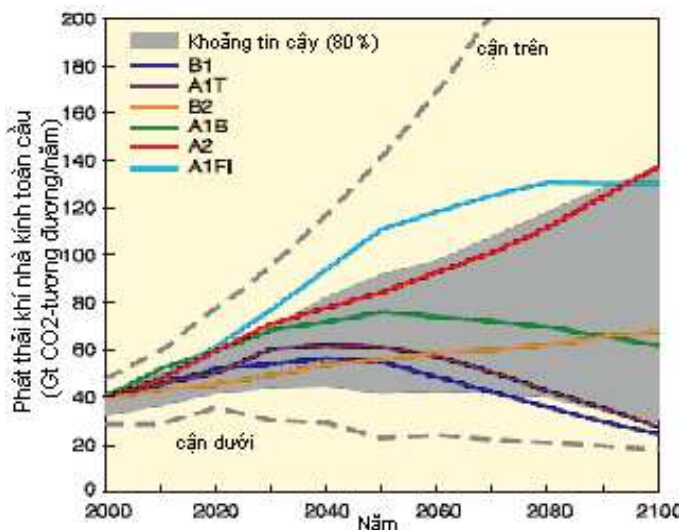
Như trên đã nêu, con người đã phát thải quá mức khí nhà kính vào khí quyển từ các hoạt động khác nhau như công nghiệp, nông nghiệp, giao thông vận tải, phá rừng... Do đó, cơ sở để xác định các kịch bản phát thải khí nhà kính là: (1) Sự phát triển kinh tế ở quy mô toàn cầu; (2) Dân số thế giới và mức 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 (hình 4.13) với các đặc điểm chính dưới đây (bảng 4.4):

- Kịch bản gốc A1: Kinh tế thế giới phát triển nhanh; dân số thế giới tăng, đạt nhiều nhất 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. Căn cứ vào mức độ phát triển công nghệ, kịch bản A1 được chia thành 3 nhóm dưới đây:

- + A1FI: Tiếp tục sử dụng quá nhiều 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 ứng với 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 nhiều nhất vào năm 2050 rồi 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).



Hình 4.15: Lượng phát thải CO₂ tương đương trong thế kỷ 21 của các kịch bản. Nguồn: IPCC

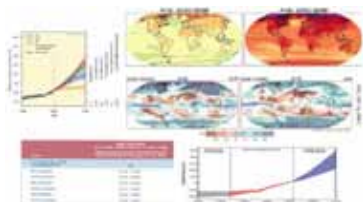
Khái quát đặc điểm của bốn kịch bản trong Báo cáo các kịch bản phát thải khí nhà kính – SRES được trình bày trong hình 4.14 (trên cơ sở của Nakicenovic và Swarr, 2000). / 28/

IPCC khuyến cáo sử dụng các kịch bản phát thải được sắp xếp từ thấp đến cao (hình 4.15) là B1, A1T (kịch bản thấp), B2, A1B (kịch bản trung bình), A2, A1FI (kịch bản cao). Tuy nhiên, IPCC cũng khuyến cáo rằng, tùy thuộc vào nhu cầu thực tiễn và khả năng tính toán của từng nước mà lựa chọn các kịch bản phát thải phù hợp trong số đó để xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu...

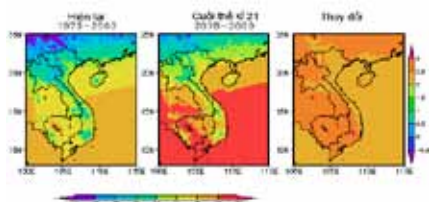
Các nghiên cứu trong và ngoài nước về kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng đã được phân tích và tham khảo để xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam, cụ thể như sau:

Bảng 4.4: Khái quát đặc điểm của bốn kịch bản trong “ Báo cáo các kịch bản phát thải khí nhà kính - SRES: (trên cơ sở của Nakiocenovic và Swarr, 2000) /28/.

Kịch bản A1	Kịch bản A2
Thể giới: Theo định hướng thị trường Kinh tế: Tốc độ tăng trưởng kinh tế theo đầu người nhanh nhất Dân số: Nhiều nhất vào năm 2050, sau đó giảm dần Quản lý: Tương tác mạnh giữa các khu vực; tương đồng về thu nhập Công nghệ: Chia ra 3 nhóm kịch bản : - A1F1: Sử dụng quá nhiều nhiên liệu hóa thạch (kịch bản phát thải cao); - A1T: Không có các nguồn năng lượng hóa thạch; - A1B: Cân bằng giữa các nguồn năng lượng.	Thể giới: Không đồng nhất; Kinh tế: Phát triển theo định hướng khu vực, tốc độ tăng trưởng kinh tế theo đầu người chậm nhất; Dân số: Tiếp tục tăng ; Quản lý: Bảo tồn tính đồng nhất của khu vực Công nghệ: Chậm nhất và phát triển không nguyên vẹn.
Kịch bản B1	Kịch bản B2
Thể giới: Đồng nhất; Kinh tế: Dựa trên cơ sở dịch vụ và thông tin, tốc độ tăng trưởng chậm hơn kịch bản A1; Dân số: Như kịch bản A1; Quản lý: Các giải pháp toàn cầu đối với tính bền vững về kinh tế, xã hội và môi trường; Công nghệ: Sạch và hiệu quả.	Thể giới: Chú trọng các giải pháp địa phương; Kinh tế: Tăng trưởng trung bình; Dân số: Tiếp tục tăng nhưng chậm hơn kịch bản A2; Quản lý: Chú trọng các giải pháp địa phương và vùng để bảo vệ môi trường và công bằng xã hội; Công nghệ: Nhanh hơn kịch bản A2; chậm hơn và mạnh mẽ hơn so với kịch bản A1 và B1.



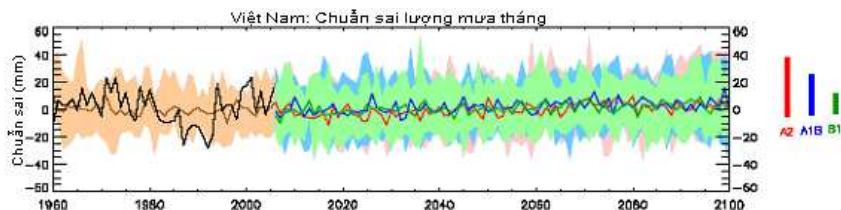
Hình 4.15: Các kịch bản biến đổi khí hậu ở quy mô toàn cầu của AR4/IPCC



Hình 4.16: Sản phẩm mô phỏng nhiệt độ của mô hình MRI - AGCM cho khu vực Việt Nam

1) Ngoài nước:

- Báo cáo đánh giá lần thứ hai (1995), lần thứ ba (2001) và lần thứ tư (2007) của IPCC;
- Sản phẩm của mô hình khí hậu toàn cầu (MRI - AGCM) với độ phân giải 20 km của Viện Nghiên cứu Khí tượng thuộc Cục Khí tượng Nhật Bản. Trong hình 4.16 đưa ra trích dẫn một sản phẩm của mô hình MRI - AGCM đối với nhiệt độ cho khu vực Việt Nam theo kịch bản phát thải khí nhà kính ở mức trung bình.
- Báo cáo về kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam của nhóm nghiên cứu thuộc trường Đại học Oxford, Vương quốc Anh (Ví dụ đối với lượng mưa trên hình 4.17);
- Số liệu của vệ tinh TOPEX/POSEIDON và JASON1 từ năm 1993;
- Các nghiên cứu gần đây về nước biển dâng của thế giới: Trung tâm Thủy triều Quốc gia Australia (www.cmar.csiro.au); Ủy ban Mực nước biển thuộc Hội đồng Nghiên cứu Môi trường tự nhiên, Vương quốc Anh; Hệ thống quan trắc mực



Hình 4.17: Diễn biến chuẩn sai lượng mưa của Việt Nam

Nguồn: Nhóm nghiên cứu thuộc Đại học Oxford

nước biển toàn cầu; Trung tâm mực nước biển của trường đại học Hawai.

- Tổng hợp của IPCC về các kịch bản nước biển dâng trong thế kỷ 21 ở các báo cáo đánh giá năm 2001 và năm 2007;
- Các báo cáo về nước biển dâng của Tổ chức Tiempo thuộc Đại học Đông Anh (<http://www.cru.uea.ac.uk/tiempo>).

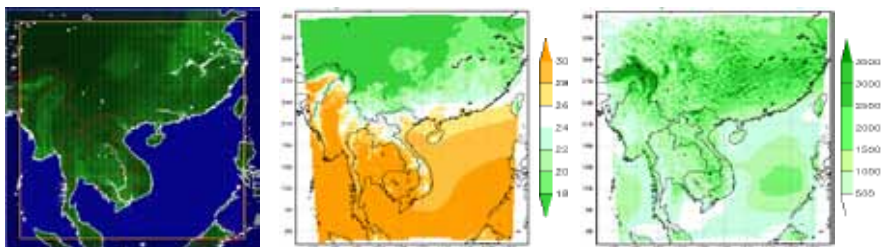
2) Trong nước:

- Kịch bản biến đổi khí hậu được xây dựng năm 1994 trong Báo cáo về biến đổi khí hậu ở châu Á do Ngân hàng phát triển châu Á tài trợ;
- Kịch bản biến đổi khí hậu trong Thông báo đầu tiên của Việt Nam cho Công ước khung của Liên Hợp Quốc về biến đổi khí hậu, (Viện KH KTTVMT, 2003);
- Kịch bản biến đổi khí hậu được xây dựng bằng phương pháp tổ hợp (phần mềm MAGICC/SCENGEN 4.1) và phương pháp chi tiết hóa (Downscaling) thống kê cho Việt Nam và các khu vực nhỏ hơn (Viện KH KTTVMT, 2006);

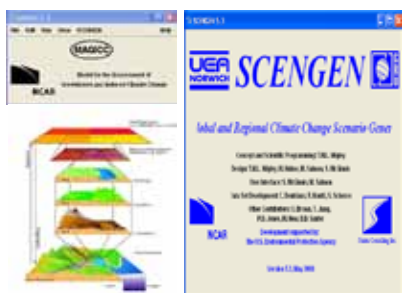
- Kịch bản biến đổi khí hậu được xây dựng cho dự thảo Thông báo lần hai của Việt Nam cho Công ước khung của Liên Hợp Quốc về biến đổi khí hậu (Viện KH KTTVMT, 2007);
- Kịch bản biến đổi khí hậu xây dựng bằng phương pháp tổ hợp (phần mềm MAGICC/SCENGEN 5.3) và phương pháp chi tiết hóa thống kê (Viện KH KTTVMT, 2008);
- Kịch bản biến đổi khí hậu cho khu vực Việt Nam (hình 4.18) được xây dựng bằng phương pháp động lực (Viện KH KT-TVMT, SEA START, Trung tâm Hadley, 2008);
- Số liệu quan trắc mực nước biển tại các trạm của Việt Nam;
- Các nghiên cứu của Việt Nam về nước biển dâng như công trình Thủy triều biển Đông và sự dâng lên của mực nước ven bờ Việt Nam; Đánh giá sự huỷ hoại do mực nước biển dâng;... của Trung tâm Hải văn (Tổng cục Biển và Hải đảo Việt Nam - Bộ TNMT);

4.2.2. Kịch bản biến đổi khí hậu nước biển dâng cho Việt Nam.

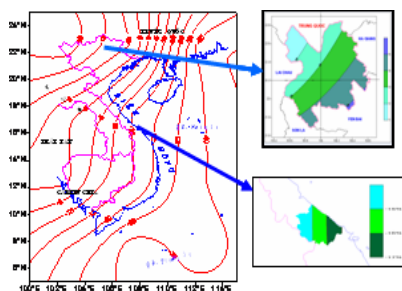
Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng trong thế kỷ 21 cho Việt Nam đã được Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường xây dựng trên cơ sở các tiêu chí lựa chọn phương pháp tính toán các kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng bằng phương pháp tổ hợp (MAGICC/SCENGEN 5.3) và phương pháp chi tiết hóa thống kê đã được lựa chọn để xây dựng (hình 4.19). Các tiêu chí lựa chọn phương pháp tính bao gồm: (1) Mức độ tin cậy của kịch bản biến đổi khí hậu toàn cầu; (2) Độ chi tiết của kịch bản biến đổi khí hậu; (3) Tính kế thừa; (4) Tính thời sự của kịch



Hình 4.18: Miền tính và sản phẩm mô phỏng nhiệt độ trung bình năm (oC), lượng mưa năm (mm) của mô hình PRECIS cho khu vực Việt Nam vào cuối thế kỷ 21



Hình 4.19: Phần mềm MAGICC/SCENGEN 5.3 và phương pháp chi tiết hóa thống kê



Hình 4.20: Kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam và các khu vực nhỏ hơn

bản; (5) Tính phù hợp địa phương; (6) Tính đầy đủ của các kịch bản; và (7) Khả năng chủ động cập nhật /2/.

1) Kịch bản biến đổi khí hậu

Các kịch bản phát thải khí nhà kính được chọn để tính toán xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam là kịch bản phát thải thấp (kịch bản B1), kịch bản phát thải trung bình của nhóm các kịch bản phát thải trung bình (kịch bản B2) và kịch bản phát thải

Bảng 4.5: Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (0C) so với giai đoạn 1980 - 1999 theo kịch bản phát thải thấp (B1)/ 2 /

Vùng	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Tây Bắc	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,6	1,6	1,7	1,7
Đông Bắc	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7
Đồng bằng Bắc Bộ	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6
Bắc Trung Bộ	0,6	0,8	1,1	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9
Nam Trung Bộ	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,2	1,2	1,2
Tây Nguyên	0,3	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1
Nam Bộ	0,4	0,6	0,8	1,0	1,1	1,3	1,3	1,4	1,4

trung bình của nhóm các kịch bản phát thải cao (kịch bản A2).

Các kịch bản biến đổi khí hậu đối với nhiệt độ và lượng mưa được xây dựng cho 7 vùng khí hậu của Việt Nam: Tây Bắc, Đông Bắc, Đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ. Giai đoạn được lựa chọn để làm cơ sở (giai đoạn nền hay thời kỳ nền) để so sánh là 1980 - 1999 (cũng là giai đoạn được chọn trong Báo cáo đánh giá lần thứ 4 của IPCC).

Dưới đây đưa ra sự biến đổi của các yếu tố khí hậu chính trong thế kỷ 21 trên lãnh thổ Việt Nam.

a) Về nhiệt độ

Nhiệt độ mùa đông có thể tăng nhanh hơn so với nhiệt độ mùa hè ở tất cả các vùng khí hậu trên lãnh thổ Việt Nam. Nhiệt độ ở các vùng khí hậu phía Bắc có thể tăng nhanh hơn so với các vùng khí hậu phía Nam.

Bảng 4.6: Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (0C) so với giai đoạn 1980 - 1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2) / 2 /

Vùng	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Tây Bắc	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6
Đông Bắc	0,5	0,7	1,0	1,2	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5
Đồng bằng Bắc Bộ	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4
Bắc Trung Bộ	0,5	0,8	1,1	1,5	1,8	2,1	2,4	2,6	2,8
Nam Trung Bộ	0,4	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6	1,8	1,9
Tây Nguyên	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,5	1,6
Nam Bộ	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6	1,8	1,9	2,0

- Theo kịch bản phát thải thấp (B1): Vào cuối thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình năm ở các vùng khí hậu phía Bắc có thể tăng so với trung bình giai đoạn 1980-1999 khoảng từ 1,6 đến 1,90C, nhưng ở các vùng khí hậu phía Nam tăng ít hơn, chỉ khoảng (1,1 - 1,4)0C (bảng 4.5).
- Theo kịch bản phát thải trung bình (B2): Vào cuối thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình năm có thể tăng lên 2,60C ở Tây Bắc, 2,50C ở Đông Bắc, 2,40C ở Đồng bằng Bắc Bộ, 2,80C ở Bắc Trung Bộ, 1,90C ở Nam Trung Bộ, 1,60C ở Tây Nguyên và 2,00C ở Nam Bộ so với trung bình giai đoạn 1980 - 1999 (bảng 4.6).
- Theo kịch bản phát thải cao (A2): Vào cuối thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình năm ở các vùng khí hậu phía Bắc có thể tăng so với trung bình giai đoạn 1980 - 1999 khoảng 3,1 đến 3,60C, trong đó Tây Bắc là 3,30C, Đông Bắc là 3,20C, Đồng bằng Bắc Bộ là 3,10C và Bắc Trung Bộ là 3,60C. Mức tăng nhiệt

Bảng 4.7: Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (0C) so với giai đoạn 1980 - 1999 theo kịch bản phát thải cao (A2) /2 /

Vùng	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Tây Bắc	0,5	0,8	1,0	1,3	1,7	2,0	2,4	2,8	3,3
Đông Bắc	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,2
Đồng bằng Bắc Bộ	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,3	2,6	3,1
Bắc Trung Bộ	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,2	2,6	3,1	3,6
Nam Trung Bộ	0,4	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4
Tây Nguyên	0,3	0,5	0,7	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,1
Nam Bộ	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6	1,9	2,3	2,6

độ trung bình năm của các vùng khí hậu phía Nam là 2,40C ở Nam Trung Bộ, 2,10C ở Tây Nguyên và 2,60C ở Nam Bộ (bảng 4.7).

b) Về lượng mưa

Lượng mưa mùa khô có thể giảm ở hầu hết các vùng khí hậu trên lãnh Việt Nam, đặc biệt là các vùng khí hậu phía Nam. Lượng mưa mùa mưa và tổng lượng mưa năm có thể tăng ở tất cả các vùng khí hậu.

- Theo kịch bản phát thải thấp (B1): Vào cuối thế kỷ 21, lượng mưa năm có thể tăng khoảng 5% ở Tây Bắc, Đông Bắc, Đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ và khoảng (1-2)% ở Nam Trung Bộ, Tây Nguyên, Nam Bộ so với trung bình giai đoạn 1980-1999 (bảng 4.8). Lượng mưa trong các tháng từ tháng III đến tháng V sẽ giảm từ (3-6)% ở các vùng khí hậu phía Bắc; lượng mưa vào giữa mùa khô ở các vùng khí hậu phía Nam

Bảng 4.8: Mức biến đổi của lượng mưa năm (%) so với giai đoạn 1980 - 1999 theo kịch bản phát thải thấp (B1) / 2 /

Vùng	Các mốc thời gian của thế kỷ 21									
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	
Tây Bắc	1,4	2,1	3,0	3,6	4,1	4,4	4,6	4,8	4,8	
Đông Bắc	1,4	2,1	3,0	3,6	4,1	4,5	4,7	4,8	4,8	
Đồng bằng Bắc Bộ	1,6	2,3	3,2	3,9	4,5	4,8	5,1	5,2	5,2	
Bắc Trung Bộ	1,5	2,2	3,1	3,8	4,3	4,7	4,9	5,0	5,0	
Nam Trung Bộ	0,7	1,0	1,3	1,6	1,8	2,0	2,1	2,2	2,2	
Tây Nguyên	0,3	0,4	0,5	0,7	0,7	0,9	0,9	1,0	1,0	
Nam Bộ	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	

có thể giảm tới (7-10)% so với giai đoạn 1980-1999. Lượng mưa trong các tháng cao điểm của mùa mưa sẽ tăng (6-10)% ở cả bốn vùng khí hậu phía Bắc và Nam Trung Bộ, còn ở Tây Nguyên và Nam Bộ chỉ tăng khoảng 1% so với giai đoạn 1980-1999.

- Theo kịch bản phát thải trung bình (B2): Vào cuối thế kỷ 21, lượng mưa năm có thể tăng khoảng (7-8)% ở Tây Bắc, Đông Bắc, Đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ và từ (2-3)% ở Nam Trung Bộ, Tây Nguyên, Nam Bộ so với trung bình giai đoạn 1980-1999 (bảng 4.9). Lượng mưa trong các tháng từ tháng III đến tháng V sẽ giảm (4-7)% ở Tây Bắc, Đông Bắc và Đồng bằng Bắc Bộ, khoảng 10% ở Bắc Trung Bộ, lượng mưa vào giữa mùa khô ở các vùng khí hậu phía Nam có thể giảm tới (10-15)% so với giai đoạn 1980-1999. Lượng mưa các tháng cao điểm của mùa mưa sẽ tăng từ 10% đến 15% ở cả bốn vùng khí hậu phía Bắc và Nam Trung Bộ, còn ở Tây Nguyên và Nam Bộ chỉ tăng trên dưới 1%.

Bảng 4.9: Mức thay đổi lượng mưa (%) so với giai đoạn 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2) / 2 /

Vùng	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Tây Bắc	1,4	2,1	3,0	3,8	4,6	5,4	6,1	6,7	7,4
Đông Bắc	1,4	2,1	3,0	3,8	4,7	5,4	6,1	6,8	7,3
Đồng bằng Bắc Bộ	1,6	2,3	3,2	4,1	5,0	5,9	6,6	7,3	7,9
Bắc Trung Bộ	1,5	2,2	3,1	4,0	4,9	5,7	6,4	7,1	7,7
Nam Trung Bộ	0,7	1,0	1,3	1,7	2,1	2,4	2,7	3,0	3,2
Tây Nguyên	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4
Nam Bộ	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5

- Theo kịch bản phát thải cao (A2): Vào cuối thế kỷ 21, lượng mưa năm có thể tăng so với trung bình giai đoạn 1980-1999, khoảng (9-10)% ở Tây Bắc, Đông Bắc, 10% ở Đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, (4-5)% ở Nam Trung Bộ và khoảng 2% ở Tây Nguyên, Nam Bộ (bảng 4.10). Lượng mưa trong giai đoạn từ tháng III đến tháng V sẽ giảm từ (6-9)% ở Tây Bắc, Đông Bắc và Đồng bằng Bắc Bộ, khoảng 13% ở Bắc Trung Bộ, lượng mưa vào giữa mùa khô ở Nam Trung Bộ, Tây Nguyên, Nam Bộ có thể giảm tới (13-22)% so với giai đoạn 1980-1999. Lượng mưa các tháng cao điểm của mùa mưa sẽ tăng từ 12% đến 19% ở cả bốn vùng khí hậu phía Bắc và Nam Trung Bộ, còn ở Tây Nguyên và Nam Bộ chỉ vào khoảng (1-2)%.

2) Kịch bản nước biển dâng

Thuật ngữ nước biển dâng được hiểu là sự dâng mực nước của các

Bảng 4.10: Mức thay đổi lượng mưa năm (%) so với giai đoạn 1980 - 1999 theo kịch bản phát thải cao (A2) / 2 /

Vùng	Các mốc thời gian của thế kỷ 21									
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	
Tây Bắc	1,6	2,1	2,8	3,7	4,5	5,6	6,8	8,0	9,3	
Đông Bắc	1,7	2,2	2,8	2,8	4,6	5,7	6,8	8,0	9,3	
Đồng bằng Bắc Bộ	1,6	2,3	3,0	3,8	5,0	6,1	7,4	8,7	10,1	
Bắc Trung Bộ	1,8	2,3	3,0	3,7	4,8	5,9	7,1	8,4	9,7	
Nam Trung Bộ	0,7	1,0	1,2	1,7	2,1	2,5	3,0	3,6	4,1	
Tây Nguyên	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	
Nam Bộ	0,3	0,4	0,6	0,7	1,0	1,2	1,4	1,6	1,9	

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.

Báo cáo lần thứ tư của IPCC ước tính mực nước biển dâng khoảng (26-59) cm vào năm 2100, tuy nhiên không loại trừ khả năng mức tăng còn cao hơn.

Nhiều nhà khoa học đã đánh giá rằng, các tính toán của IPCC về thay đổi nhiệt độ toàn cầu là tương đối phù hợp với số liệu nhiệt độ thực đo. Tuy nhiên, tính toán của IPCC về nước biển dâng là thiên thấp so với số liệu quan trắc tại các trạm và bằng vệ tinh. Nguyên nhân chính dẫn đến sự thiên thấp này có thể là do các mô hình tính toán mà IPCC sử dụng để phân tích đã chưa đánh giá đầy đủ các quá trình tan băng.

Một số nghiên cứu gần đây cho rằng, mực nước biển toàn cầu có thể tăng (50 - 140) cm vào năm 2100.

Cũng như kịch bản biến đổi khí hậu, kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam được tính toán theo các kịch bản phát thải thấp nhất (B1), kịch bản phát thải trung bình (B2) và kịch bản phát thải cao nhất (A1FI).

Kết quả tính toán theo các kịch bản phát thải thấp, trung bình và cao cho thấy, vào giữa thế kỷ 21, mực nước biển có thể dâng thêm 28 cm đến 33cm và đến cuối thế kỷ 21 mực nước biển dâng thêm từ 65 cm đến 100cm so với giai đoạn 1980-1999 (bảng 4.11).

Bảng 4.11: Mực nước biển dâng (cm) so với giai đoạn 1980 - 1999 / 2 /

Kịch bản	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Thấp (B1)	11	17	23	28	35	42	50	57	65
Trung bình (B2)	12	17	23	30	37	46	54	64	75
Cao (A1FI)	12	17	24	33	44	57	71	86	100

3) Khuyến nghị kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam

Các kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam đã được xây dựng theo các kịch bản phát thải khí nhà kính khác nhau là: thấp (B1), trung bình (B2) và cao (A2, A1FI).

Kịch bản phát thải thấp (B1) mô tả một thế giới phát triển tương đối hoàn hảo theo hướng ít phát thải khí nhà kính nhất, tốc độ tăng dân số rất thấp, cơ cấu kinh tế thay đổi nhanh theo hướng dịch vụ và thông tin, các thỏa thuận quốc tế nhằm giảm thiểu

phát thải khí nhà kính được thực hiện đầy đủ và nghiêm túc trên phạm vi toàn cầu. Tuy nhiên, với cơ cấu kinh tế không đồng nhất giữa các khu vực trên thế giới như hiện nay cùng với nhận thức về biến đổi khí hậu và quan điểm còn rất khác nhau giữa các nước phát triển và các nước đang phát triển, đàm phán quốc tế về biến đổi khí hậu nhằm ổn định nồng độ khí nhà kính để hạn chế mức độ gia tăng nhiệt độ ở mức dưới 20C gặp rất nhiều trở ngại; cho nên kịch bản phát thải thấp (B1) có rất ít khả năng trở thành hiện thực trong thế kỷ 21.

Các kịch bản phát thải cao (A2, A1FI) mô tả một thế giới không đồng nhất ở quy mô toàn cầu, có tốc độ tăng dân số rất cao, chậm đổi mới công nghệ (A2) hoặc sử dụng tối đa năng lượng hóa thạch (A1FI). Đây là các kịch bản xấu nhất mà nhân loại cần phải nghĩ đến. Với những nỗ lực trong phát triển công nghệ thân thiện với khí hậu, đàm phán giảm phát thải khí nhà kính và sự chung tay, chung sức của toàn nhân loại trong “liên kết chống lại biến đổi khí hậu”, có thể hy vọng rằng những kịch bản phát thải cao sẽ có rất ít khả năng xảy ra.

Hơn nữa, vẫn còn nhiều điểm chưa chắc chắn trong việc xác định các kịch bản phát triển kinh tế - xã hội và kèm theo đó là lượng phát thải khí nhà kính trong tương lai. Với sự tồn tại các điểm chưa chắc chắn thì các kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng ứng với các kịch bản phát thải khí nhà kính ở cận trên hoặc cận dưới đều có mức độ tin cậy thấp hơn so với kịch bản ở mức trung bình.

Vì những lý do nêu trên, kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng đối với Việt Nam được khuyến nghị sử dụng trong thời điểm hiện nay là kịch bản ứng với mức phát thải trung bình (B2). :

Tính phức tạp của biến đổi khí hậu và những hiểu biết chưa thật đầy đủ về biến đổi khí hậu ở Việt Nam cũng như trên thế giới cùng với yếu tố tâm lý, kinh tế, xã hội, tính chưa chắc chắn về các kịch bản phát thải khí nhà kính, tính chưa chắc chắn của kết quả mô hình tính toán xây dựng kịch bản..., nên kịch bản hài hòa nhất là kịch bản trung bình 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.

Do vậy, sự biến đổi của nhiệt độ không khí, mưa và nước biển dâng như sau:

- 1) Vào cuối thế kỷ 21, nhiệt độ trên lãnh thổ Việt Nam có thể tăng 2,30C so với trung bình giai đoạn 1980-1999. Mức tăng nhiệt độ dao động từ 1,6 0C đến 2,80C ở các vùng khí hậu khác nhau. Nhiệt độ ở các vùng khí hậu phía Bắc và Bắc Trung Bộ tăng nhanh hơn so với nhiệt độ ở các vùng khí hậu phía Nam. Trong mỗi vùng, nhiệt độ mùa đông tăng nhanh hơn nhiệt độ mùa hè.
- 2) Tổng lượng mưa năm và lượng mưa mùa mưa ở tất cả các vùng khí hậu trong lãnh thổ Việt Nam đều tăng, trong khi đó lượng mưa mùa khô có xu hướng giảm, đặc biệt là ở các vùng khí hậu phía Nam. Tính chung cho cả nước, lượng mưa năm vào cuối thế kỷ 21 tăng khoảng 5% so với giai đoạn 1980-1999. Mức tăng lượng mưa ở các vùng khí hậu phía Bắc nhiều hơn so với các vùng khí hậu phía Nam.
- 3) Vào giữa thế kỷ 21, mực nước biển có thể dâng thêm khoảng 30cm và đến cuối thế kỷ 21 mực nước biển có thể dâng thêm

khoảng 75cm so với giai đoạn 1980 - 1999.

Các kết quả trên đây còn chứa đựng tính chưa chắc chắn cao. Nguyên nhân có thể là: (i) Mức độ khẳng định thấp của các kịch bản phát thải khí nhà kính; (ii) Tính toán mô phỏng khí hậu cho thời kỳ dài luôn có sai số; (iii) Sai số trong phương pháp chi tiết hóa thống kê số liệu toàn cầu và khu vực; (iv) Tính phân hóa sâu sắc của các yếu tố khí hậu theo địa phương.

Để khắc phục những nhược điểm trên, IPCC khuyến cáo sử dụng dung sai cho các kịch bản. Ví dụ dung sai tối đa đối với nhiệt độ cuối thế kỷ 21 là $(0,4 - 0,6)^\circ\text{C}$, đối với lượng mưa năm là $(1 - 2)\%$ và khoảng 5% đối với lượng mưa tháng.

4.3. TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN CÁC YẾU TỐ NHIỆT ĐỘ KHÔNG KHÍ, BỐC THOÁT HƠI TIỀM NĂNG VÀ MƯA TRONG CÁC HỆ THỐNG SÔNG

4.3.1. Phương pháp tính lượng mưa và bốc thoát hơi tiềm năng tương ứng với các kịch bản biến đổi khí hậu trong các thời kỳ tương lai .

4.3.1.1. Phương pháp tính lượng mưa tháng trung bình các thời kỳ trong tương lai

1). Xác định giá trị chuẩn sai tương đối lượng mưa tháng tại các trạm khí tượng tương ứng với các kịch bản biến đổi khí hậu trong tương lai

Các kịch bản biến đổi khí hậu do Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường xây dựng chỉ cho giá trị lượng mưa thời đoạn tháng hàng năm tương ứng với các kịch bản B1, B2 và A2 trong

thời kỳ nền (1980 -1999) và các thời kỳ tương lai từ năm 2000 đến năm 2100 tại các điểm nút của các ô lưới có kích thước $2,50 \times 2,50$ km hay 300×300 km. Lượng mưa tháng hàng năm tương ứng với các kịch bản biến đổi khí hậu tại các trạm khí tượng được xác định theo phương pháp dưới đây. trên cơ sở số liệu lượng mưa tháng (X_{th}) tại các ô lưới / 24,34,37/.

a) Tính chuẩn sai tương đối lượng mưa tháng tại trạm khí tượng trong thời kỳ nền

Chuẩn sai tương đối lượng mưa tháng được tính theo công thức dưới đây:

$$\delta_i = 100 * \frac{(X_i - X_{tb,i})}{X_{tb,i}}, \quad (4.1)$$

trong đó:

- δ_i là chuẩn sai tương đối của lượng mưa tháng thứ i trong thời kỳ nền (%);
- X_i là lượng mưa của tháng thứ i trong thời kỳ nền (dmm);
- $X_{tb,i}$ là lượng mưa tháng trung bình thời kỳ nền của tháng thứ i (mm).

Giá trị chuẩn sai tương đối lượng mưa tháng trong thời kỳ nền ($\delta_{tr,tkn}$) hay thời kỳ quan trắc ($\delta_{tr,tkqt}$) tại các trạm khí tượng được tính theo công thức (4.1).

b) Tính chuẩn sai tương đối lượng mưa tháng mô phỏng tại các ô lưới

Lượng mưa tháng mô phỏng tại các ô lưới tương ứng với các kịch bản biến đổi khí hậu là giá trị trung bình lượng mưa tháng

mô phỏng của 17 mô hình hoàn lưu tổng quát (GCMs) thu được bằng phương pháp chi tiết hóa (Downscaling) thống kê từ từng mô hình khí hậu. Cũng theo công thức (4.1) có thể tính được chuẩn sai tương đối lượng mưa tháng mô phỏng trong thời kỳ nền ($\delta_{l,tkn}$) và các các thời kỳ tương lai (2020 - 2039, 2040 - 2059, 2060 - 2079, 2080 - 2099) ($\delta_{l,tkl}$) của từng ô lưới.

c) Tính chuẩn sai tương đối lượng mưa tháng mô phỏng trong các thời kỳ tương lai tại các trạm khí tượng

Xây dựng quan hệ giữa chuẩn sai tương đối lượng mưa tháng thực đo tại các trạm khí tượng trong thời kỳ nền với chuẩn sai tương đối lượng mưa tháng mô phỏng tại ô lưới được lựa chọn trong thời kỳ nền $\delta_{tr,tkn} = f(\delta_{l,tkn})$ và các các thời kỳ tương lai $\delta_{tr,tkl} = f(\delta_{l,tkl})$. Trong trường hợp chuỗi số liệu lượng mưa thực đo tại trạm khí tượng trong thời kỳ nền ngắn thì xây dựng chuẩn sai tương đối lượng mưa tháng giữa các trạm khí tượng với ô lưới trong thời kỳ quan trắc.

Giá trị chuẩn sai tương đối lượng mưa tháng mô phỏng trong các thời kỳ tương lai tại các trạm khí tượng được tính từ giá trị $\delta_{l,tkl}$ của ô lưới theo phương trình quan hệ $\delta_{tr,tkl} = f(\delta_{l,tkl})$.

2). Tính lượng mưa tháng và năm trong các thời kỳ tương lai (2020 - 2100) tại các trạm khí tượng

Lượng mưa tháng hàng năm trong các thời kỳ tương lai (2020 - 2100) tại các trạm khí tượng được tính từ giá trị lượng mưa tháng trung bình giai đoạn nền và giá trị chuẩn sai tương đối lượng mưa tháng tương ứng trong các thời kỳ tương lai của ô lưới theo công thức dưới đây:

$$X_{tr,th,i,j} = X_{tb,th,i,tkn} (1 + \delta_{l,i,j,tl}), \quad (4.2)$$

trong đó:

- $X_{tr,th,i,j}$ là lượng mưa tháng mô phỏng của tháng thứ i trong năm thứ j tại trạm khí tượng (mm);
- $X_{tb,th,i,tkn}$ là giá trị trung bình thời kỳ nền của lượng mưa tháng thứ i tại trạm khí tượng (mm);
- $\delta_{l,i,j,tl}$ là chuẩn sai tương đối lượng mưa tháng mô phỏng của tháng thứ i của năm thứ j tại trạm khí tượng trong các thời kỳ tương lai tương ứng.

Lượng mưa năm trong các thời kỳ tương lai tương ứng với các kịch bản biến đổi khí hậu B1, B2, và A2 được tính trên cơ sở kết quả tính lượng mưa tháng trong các thời kỳ tương lai (lượng mưa năm bằng tổng lượng mưa của 12 tháng trong năm).

3). Tính lượng mưa tháng trong thời kỳ tương lai tại các trạm đo mưa khác

Khi tính dòng chảy từ mưa theo mô hình toán thủy văn, lượng mưa đầu vào của mô hình là lượng mưa tại một số trạm mưa đại biểu trong lưu vực. Trong trường hợp trạm mưa đại biểu không phải là trạm khí tượng có số liệu lượng mưa tương ứng với các kịch bản biến đổi khí hậu thì lượng mưa tháng tương ứng với các kịch bản biến đổi khí hậu trong các thời kỳ tương lai tại các trạm đo mưa này có thể được tính theo một số phương pháp dưới đây:

- Lượng mưa năm tương ứng với các kịch bản BĐKH trong các thời kỳ tương lai tại các trạm mưa đại biểu được tính từ lượng mưa năm tại trạm khí tượng ở lân cận theo phương

trình quan hệ lượng mưa năm giữa trạm mưa đại biểu với trạm khí tượng (có số liệu lượng mưa tháng trong các thời kỳ tương lai). Phương trình quan hệ này được xây dựng theo số liệu lượng mưa năm thực đo trong thời kỳ nền.

- Lượng mưa tháng tương ứng với các kịch bản trong các thời kỳ tương lai tại các trạm mưa đại biểu được tính theo công thức dưới đây:

$$X_{db,th,tl,i,j} = K_{db,th,j,i} \times X_{db,n,tl,j}, \quad (4.3)$$

trong đó:

- $X_{db,th,tl,i,j}$ là lượng mưa tháng của tháng thứ i trong năm thứ j tại trạm mưa đại biểu trong thời kỳ tương lai (mm);
- $K_{db,th,j,i}$ là tỷ số % lượng mưa tháng của tháng i trong năm j tại trạm mưa đại biểu trong thời kỳ nền ;
- $X_{db,n,tl,j}$ là lượng mưa năm thứ j trong các thời kỳ tương lai nào đó) tại trạm mưa đại biểu (mm).

Tỷ số $K_{db,th,i,j}$ được tính từ số liệu lượng mưa tháng và năm thực đo trong thời kỳ nền theo công thức dưới đây:

$$K_{db,th,i,j} = \frac{X_{db,th,td,i,j}}{X_{db,n,td,j}} \times 100\%, \quad (4.4)$$

trong đó:

- $X_{db,th,td,i,j}$ là lượng mưa tháng thực đo của tháng thứ i , năm j trong thời kỳ nền (mm);
- $X_{db,n,td,j}$ là lượng mưa năm thực đo của năm thứ j trong thời kỳ nền (mm).

Ngoài phương pháp nêu trên, lượng mưa tháng trong các thời kỳ tương lai tại các trạm mưa đại biểu cũng được tính theo công thức (4.2), trong đó, giá trị chuẩn sai tương đối lượng mưa tháng mô phỏng của tháng thứ i trong năm thứ j trong các thời kỳ tương lai được lấy bằng giá trị chuẩn sai tương đối lượng mưa tháng mô phỏng của tháng thứ i của năm j tại trạm khí tượng ở lân cận hay lấy bằng giá trị trung bình chuẩn sai tương đối lượng mưa tháng trong các thời kỳ tương lai tại hai hay ba trạm khí tượng ở lân cận.

4.3.1.2. Tính lượng mưa ngày

Lượng mưa ngày trong các thời kỳ tương lai tại các trạm mưa đại biểu được tính theo phương pháp dưới đây.

a) Tính tỷ số lượng mưa ngày so với lượng mưa tháng của các tháng hàng năm trong thời kỳ nền tại trạm mưa đại biểu trong lưu vực theo công thức dưới đây:

$$K_{ng,tkn}(d,m,y) = X_{ng,td,db}(d,m,y) / X_{thg,td,db}(m,y), \quad (4.5)$$

trong đó:

- $K_{ng,tkn}(d,m,y)$ là tỷ số lượng mưa ngày của ngày d , tháng m , năm y trong thời kỳ nền tại trạm đo mưa đại biểu;
- $X_{ng,td,db}(d,m,y)$ là lượng mưa ngày thực đo của ngày d , tháng m , năm y trong thời kỳ nền tại trạm đo mưa đại biểu (mm);
- $X_{thg,td,db}(m,y)$ là lượng mưa tháng thực đo của tháng m , năm y tại trạm đo mưa đại biểu trong thời kỳ nền (mm), bằng tổng của lượng mưa ngày của các ngày trong tháng.

b) Tính lượng mưa ngày trung bình lưu vực mô phỏng được điều chỉnh của các ngày trong các tháng hàng năm trong thời kỳ nền và các thời kỳ tương lai: Giả thiết rằng, dạng phân phối lượng mưa ngày trong tháng tại trạm đo mưa đại biểu có thể đại diện cho dạng phân phối trung bình của lượng mưa ngày trong tháng trên lưu vực bộ phận và dạng phân phối của lượng mưa ngày trong các tháng trong thời kỳ nền không thay đổi trong tương lai, tức là dạng phân phối mưa ngày trong tháng m , năm y trong thời kỳ tương lai tương tự dạng phân phối lượng mưa ngày trong tháng và năm tương ứng (tháng m , năm y) trong thời kỳ nền. Do vậy, chuỗi lượng mưa ngày được tính như sau:

- Thời kỳ nền:

$$X_{ng,tkn}(d,m,y) = K_{ng,tkn}(d,m,y) \times X_{thg,dc,tkn,lv}(d,m,y), \quad (4.6)$$

- Các thời kỳ tương lai:

$$X_{ng,dc,tktl,lv}(d,m,y) = K_{ng,tkn}(d,m,y) * X_{thg,dc,tktl,lv} \quad (4.7)$$

trong đó:

- $X_{ng,tkn}(d,m,y)$ và $X_{ng,dc,tktl,lv}(d,m,y)$ tương ứng là lượng mưa ngày trung bình lưu vực của ngày d , tháng m , năm y trong thời kỳ nền và các thời kỳ tương lai (mm);

- $X_{thg,dc,tkn,lv}(d,m,y)$, $X_{thg,dc,tktl,lv}$ tương ứng là lượng mưa tháng được điều chỉnh trung bình lưu vực trong thời kỳ nền và các thời kỳ tương lai (mm).

Giá trị nhiệt độ không khí trung bình tháng trong các thời kỳ tương lai tại các trạm khí tượng cũng được xác định theo phương pháp xác định lượng mưa tháng.

4.3.1.3. Tính bốc thoát hơi tiềm năng

Bốc thoát hơi tiềm năng là một trong những yếu tố đầu vào của mô hình toán thủy văn để tính dòng chảy. Như trên đã nêu, các kịch bản biến đổi khí hậu chỉ cho số liệu lượng mưa tháng và nhiệt độ không khí hàng năm tại các ô lưới. Do mô hình dự báo khí hậu dự tính các yếu tố khí hậu khác trong tương lai, như bức xạ mặt trời, độ ẩm tương đối của không khí và tốc độ gió chưa đạt độ chính xác cao, cần kiểm chứng nên bốc thoát hơi tiềm năng thời đoạn ngày trong các thời kỳ tương lai tại các trạm khí tượng được tính theo công thức giản hóa dưới đây :

$$PET = 0,0023 (T_{mean} + 17,8) (T_{max} - T_{min})^{0,5} R_a, \quad (4.8)$$

trong đó:

- T_{mean} , T_{max} , T_{min} tương ứng là nhiệt độ trung bình, cao nhất và thấp nhất ngày ($^{\circ}\text{C}$);
- R_a là bức xạ mặt trời hàng ngày có thể được tính theo công thức dưới đây:

$$Ra = \frac{24(60)}{\pi} G_{sc} d_r [\omega_s \sin(\varphi) \sin(\gamma) + \cos(\varphi) \cos(\gamma)] \quad (4.9)$$

trong đó:

- R_a là bức xạ mặt trời ($\text{MJm}^{-2}\text{day}^{-1}$);
- G_{sc} là hằng số mặt trời, bằng $0,0820 \text{ MJ m}^{-2} \text{ min}^{-1}$;
- d_r là nghịch đảo tương đối khoảng cách trái đất, được tính theo công thức (4.10);
- ω_s là góc nghiêng giờ mặt trời lặn, được tính theo công thức (4.12);

- φ là vĩ độ (rad);
- δ là hệ số giảm của mặt trời (solar decimation) (rad), được tính theo công thức (4.11).

Giá trị d_r được tính theo công thức dưới đây:

$$d_r = 1 + 0,033 \cos \left(\frac{2\pi}{365} \right), \quad (4.10)$$

Giá trị δ được tính theo công thức dưới đây:

$$\delta = 0,409 \sin \left(\frac{2\pi}{365} J - 1,39 \right), \quad (4.11)$$

Giá trị ω_s được tính công thức (4.12) hay (4.13) dưới đây:

$$\omega_s = a \operatorname{rccos} [-\tan(\varphi) \tan(\delta)], \quad (4.12)$$

Do hàm rccos không có sẵn trong ngôn ngữ máy tính, nên ω_s được tính theo công thức dưới đây:

$$\omega_s = \frac{2\pi}{2} - \arctan \left[\frac{-\tan(\varphi) \tan(\delta)}{X^{0,5}} \right] \quad (4.13)$$

trong đó: $X = 1 -$ và $X = 0,00001$ nếu X

4.3.2. Sự biến đổi trong tương lai của các yếu tố khí tượng chính trong các hệ thống sông

Giá trị ngày của các yếu tố nhiệt độ không khí, lượng mưa và bốc thoát hơi tại các trạm khí tượng trên phạm vi toàn quốc tương ứng với các kịch bản B1, B2 và A2 trong các thời kỳ tương lai đã được tính toán theo các phương pháp nêu trên. Dưới đây nêu lên sự biến đổi trong các thời kỳ tương lai tương ứng với hai kịch bản B2 và A2 của nhiệt độ không khí, lượng mưa và bốc thoát hơi tiềm năng trong các hệ thống sông: Hồng - Thái Bình, Cả, Thu Bồn, Ba,

Đồng Nai và ĐBSCL / 19 /

4.3.2.1 Sự biến đổi của nhiệt độ không khí trong các hệ thống sông

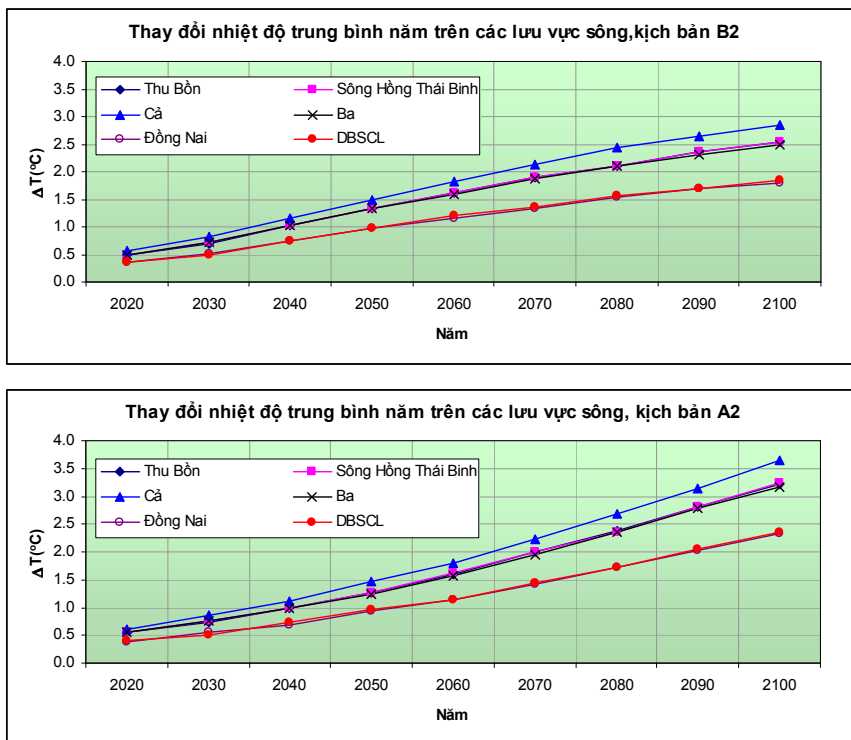
Trong tất cả các hệ thống sông, các kịch bản biến đổi khí hậu đều cho nhiệt độ tăng trong thế kỷ 21. Với kịch bản B2, nhiệt độ trung bình năm tăng khoảng $(0.9 \div 1.5)^{\circ}\text{C}$ trong những năm giữa thế kỷ 21 và lên đến $(1,8 \div 2,85)^{\circ}\text{C}$ vào cuối thế kỷ 21 (hình 4.21). Với kịch bản A2, mức tăng có sự khác biệt hơn. Nhiệt độ trung bình năm tăng khoảng $(1.0 \div 1.5)^{\circ}\text{C}$ trong những năm giữa thế kỷ 21 và lên đến $(2,3 \div 3,65)^{\circ}\text{C}$ vào cuối thế kỷ 21. Từ sau năm 2050, sự khác nhau về mức độ thay đổi nhiệt độ giữa các kịch bản mới thể hiện rõ (hình 4.21).

Nhiệt độ tăng cao nhất trên lưu vực sông Cả, tiếp theo là lưu vực sông Hồng - sông Thái Bình. Mức tăng của nhiệt độ trong hai lưu vực sông Thu Bồn, sông Ba tương tự, nằm ở mức trung bình. Lưu vực sông Đồng Nai và sông Cửu Long có mức độ tăng của nhiệt độ ít hơn, riêng lưu vực sông Đồng Nai có mức tăng nhiệt độ ít nhất.

Nhìn chung, trên các lưu vực từ sông Hồng - sông Thái Bình đến sông Ba, nhiệt độ trung bình mùa mưa tăng ít hơn so với mùa khô, nhưng trên lưu vực sông Đồng Nai và ĐBSCL lại có xu thế ngược lại.

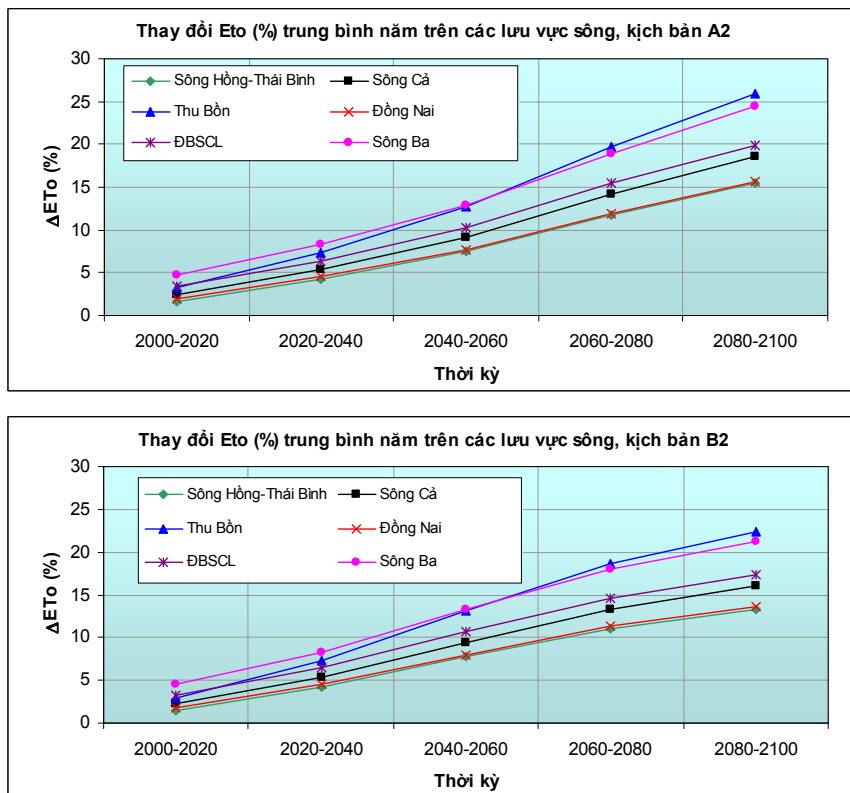
4.3.2.2. Bốc thoát hơi tiềm năng

Hệ quả của biến đổi khí hậu thể hiện qua sự thay đổi nhiệt độ không khí, dẫn đến làm thay đổi lượng bốc thoát hơi trên lưu vực. Bốc thoát hơi là một nhân tố quan trọng tham gia trực tiếp vào chu trình thủy văn và do đó gây ra sự thay đổi của dòng chảy trên lưu vực sông. Lượng bốc thoát hơi tiềm năng (ET_o) thể



Hình 4.21: Biến đổi của nhiệt độ không khí trung bình năm tương ứng kịch bản A2, B2 trong các hệ thống sông

hiện khả năng bốc hơi lớn nhất, chỉ phụ thuộc vào điều kiện khí tượng. Vì vậy, nó phản ánh trung thực tác động của BĐKH lên thành phần cân cân nước trên lưu vực. ETo được xác định theo các kịch bản khác nhau để đánh giá sự thay đổi của khả năng bốc thoát hơi trên lưu vực sông. Hình 4.22 thể hiện sự biến đổi của ETo trong các hệ thống sông tương ứng với hai kịch bản B2 và A2 trong các thời kỳ tương lai đến năm 2100.

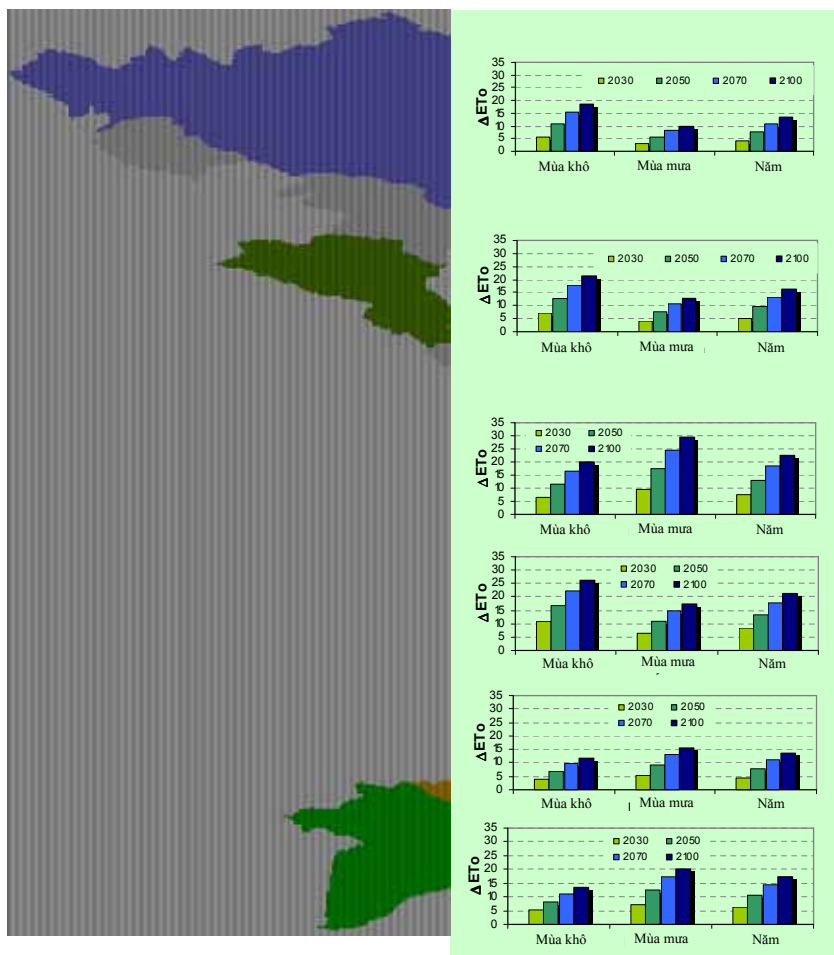


Hình 4.22: Biến đổi của bốc thoát hơi tiềm năng trung bình năm so với thời kỳ 1980-1999 trong các hệ thống sông tương ứng với hai kịch bản B2 và A2 (%)

Từ hình 4.22 cho thấy, tương tự như sự biến đổi của nhiệt độ và mưa, sau năm 2050, mức biến đổi của ETo mới có sự khác biệt lớn giữa các kịch bản.

Sự biến đổi lượng bốc hơi tiềm năng phụ thuộc rõ rệt vào mức độ gia tăng của nhiệt độ. Hai lưu vực sông Ba và Thu Bồn có mức độ gia tăng ETo lớn nhất, lưu vực sông Hồng - Thái Bình thay đổi

nhỏ hơn. Điều này hoàn toàn phù hợp với nền nhiệt cao quanh năm và điều kiện không khí khô nóng ở khu vực miền Trung. Trung bình trên các lưu vực nêu trên, trong mùa khô, ETo tăng từ (8-10)% vào giữa thế kỷ 21 lên đến khoảng 25% vào năm 2100.



Hình 4.23: Biến đổi của bốc thoát hơi tiềm năng theo các mùa (%) so với thời kỳ nền 1980-1999 tương ứng với kịch bản B2

Sự gia tăng của bốc hơi sẽ làm tăng lượng ẩm tổn thất trên lưu vực, trong khi lượng mưa trong các tháng mùa khô nhìn chung giảm, hệ quả là dòng chảy mùa cạn suy giảm, kèm theo đó là nhu cầu nước tưới tăng lên, tình trạng khan hiếm và thiếu nước sẽ gay gắt hơn (hình 4.23).

Trong bảng 4.12 đưa ra mức biến đổi của ETo trong hai thời kỳ 2040-2059 và 2080-2099 tương ứng với hai kịch bản B2 và A2 so với thời kỳ nền 1980-1999 trong các hệ thống sông.

4.3.2.3. Sự biến đổi của lượng mưa trong tương lai

1). Lượng mưa năm

Kết quả đánh giá cho thấy, so với thời kỳ nền (1980-1999), lượng mưa năm trên phạm vi cả nước đều sẽ tăng lên trong thế kỷ 21. Với kịch bản B2, mức tăng trung bình trên phạm vi cả nước khoảng (2,65- 2,73)% đối với cả hai kịch bản B2 và A2 vào thời kỳ 2040-2059 và tăng lên (4,84-5, 83)% vào thời kỳ 2080-2099, trong đó kịch bản A2 cho mức tăng nhiều hơn (bảng 4.13).

Tuy nhiên, mức tăng của lượng mưa năm là khác nhau giữa các lưu vực sông. Trong tương lai, mức tăng của lượng mưa năm nhiều nhất ở lưu vực sông Hồng - Thái Bình và các lưu vực sông ở ven biển Trung Bộ, ít nhất ở lưu vực sông Đồng Nai và các lưu vực sông nhánh của sông Mê Công ở Tây Nguyên. Với kịch bản B2, mức tăng trung bình trong thời kỳ 2040-2059 ở lưu vực sông Hồng - Thái Bình khoảng 2,92% (sông Thái Bình 2,86%, sông Hồng 2,94%) và tăng lên 5,2% (sông Thái Bình 5,68%, sông Hồng 5,19%) vào thời kỳ 2080-2099; với kịch bản A2, mức tăng tương ứng sẽ là 2,77% ở lưu vực sông Hồng và 2,94% ở lưu vực

Bảng 4.12: Mức biến đổi của bốc thoát hơi tiềm năng vào hai thời kỳ 2040-2059 và 2080-2099 tương ứng với hai kịch bản B2 và A2 so với thời kỳ nền 1980-1999 trong các hệ thống sông

Hệ thống Sông	Kịch bản	Mức biến đổi so với thời kỳ 1980-1999 (%)						
		Năm	Mùa mưa	Mùa khô	Các tháng			
					XII-II	III-V	VI-VIII	I X-XI
Thời kỳ 2040-2059								
Hồng-T.Bình	B2	9,06	8,69	11,05	14,14	7,97	5,30	8,85
Cả		11,01	9,66	12,67	16,39	8,95	7,33	11,39
Thu Bồn		14,80	11,99	12,55	22,01	12,95	7,45	16,81
Ba		12,30	10,66	12,35	15,19	10,13	11,05	12,83
Đồng Nai		7,96	8,91	6,47	7,14	6,00	9,71	8,97
DBSCL		10,06	8,97	7,56	9,04	6,98	11,14	13,07
Hồng-T.Bình	A2	8,78	5,99	11,67	13,77	7,72	5,11	8,53
Cả		10,71	9,02	12,40	15,92	8,88	7,05	10,99
Thu Bồn		14,40	18,82	18,10	21,68	12,41	7,35	16,15
Ba		11,77	10,53	11,76	14,76	9,75	10,43	12,14
Đồng Nai		7,56	8,56	6,15	6,73	5,81	9,19	8,49
DBSCL		9,68	11,07	7,25	8,58	6,82	10,75	12,60
Thời kỳ 2080-2099								
Hồng-T.Bình	B2	15,49	10,57	20,57	24,33	13,49	9,00	15,15
Cả		18,81	15,59	23,33	27,87	15,39	12,55	19,45
Thu Bồn		25,25	32,85	21,44	37,91	22,05	12,64	28,38
Ba		20,96	20,82	21,10	26,42	17,20	18,70	21,51
Đồng Nai		13,49	15,27	10,98	12,06	10,20	16,53	15,16
DBSCL		17,17	19,59	12,92	15,27	12,04	19,06	22,29
Hồng-T.Bình	A2	17,79	12,22	23,52	27,67	15,63	10,42	17,43
Cả		21,66	17,99	26,80	31,85	17,89	14,48	22,43
Thu Bồn		29,34	38,35	24,84	44,32	25,44	14,80	32,81
Ba		24,31	24,23	24,40	30,74	19,89	21,65	24,96
Đồng Nai		15,63	17,67	12,79	14,12	11,80	19,20	17,39
DBSCL		19,83	22,53	15,08	17,99	13,80	21,88	25,66

sông Thái Bình vào giai đoạn 2040-2059 và 5,97% ở lưu vực sông Hồng và 6,18% ở lưu vực sông Thái Bình. Đối với lưu vực sông Đồng Nai, mức tăng sẽ là (1,3-2,4)% và (1,35-2,95)% tương ứng với hai kịch bản B2 và A2 với giới hạn dưới là đối với thời kỳ 2040-2059 và giới hạn trên là đối với giai đoạn 2080-2099. Mức tăng của lượng mưa năm ở lưu vực sông Thu Bồn và ĐBSCL cũng tương đối ít, khoảng (2,1-3,7)% đối với kịch bản B2 và (2,0 - 4,45)% đối với kịch bản A2 trong lưu vực sông Thu Bồn và (2,8-5,0)% và (3,53-5,94)% đối với ĐBSCL, giới hạn dưới tương ứng với mức tăng trung bình của thời kỳ 2040-2059 và giới hạn trên tương ứng với thời kỳ 2080-2099. Sự biến đổi của lượng mưa năm trong tương lai tương ứng với hai kịch bản B2 và A2 tại một số trạm khí tượng được thể hiện như trong hình 4.24.

2). Sự biến đổi của lượng mưa mùa mưa

Lượng mưa mùa mưa ở tất cả các nơi trong lãnh thổ Việt Nam đều tăng so với giai đoạn 1980-1999, nhưng mức tăng cũng khác nhau giữa các nơi (bảng 4.13).

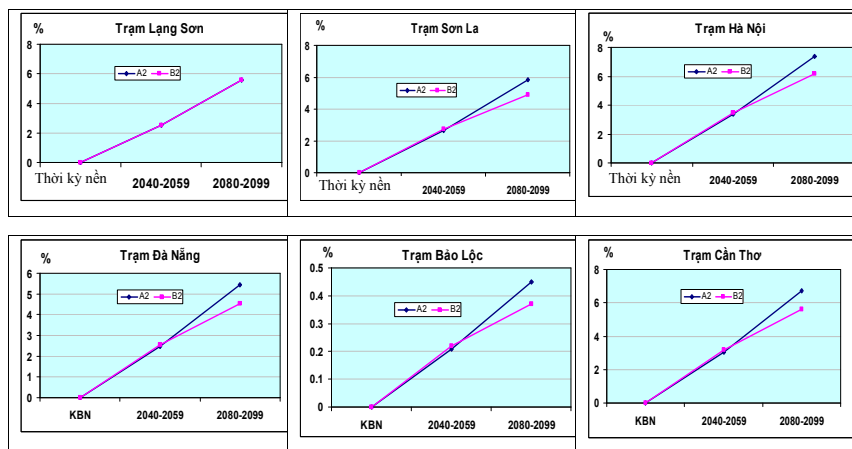
Mức tăng trung bình trong hai thời kỳ 2040-2059 và 2080-2099 trên phạm vi cả nước tương ứng khoảng 3.52% và 6,26% đối với kịch bản B2 và 3,43% và 7,52% đối với kịch bản A2. Mức tăng tương đối nhiều trên một số lưu vực sông ở ven biển Trung Bộ và tương đối ít ở lưu vực sông Đồng Nai. Với kịch bản B2, mức tăng trung bình toàn lưu vực của lượng mưa mùa mưa trong lưu vực sông Ba từ 4.5% vào thời kỳ 2040-2059 tăng lên 7,9% vào thời kỳ 2080-2099; đối với kịch bản A2, mức tăng tương ứng với hai thời kỳ nêu trên là 4,35% và 9,43%; ở lưu vực sông Đồng Nai, mức tăng khoảng (1,97-3,52)% đối với kịch bản B2 và (2,08 - 4,51)% đối với kịch bản A2 , giới hạn dưới là mức tăng trung bình của

Bảng 4.13: Mức biến đổi trung bình của lượng mưa trong tương lai so với thời kỳ nền trong các hệ thống sông chính ở Việt Nam

Hệ thống sông	Mức biến đổi của lượng mưa tương ứng với kịch bản B2 (%)						Mức biến đổi của lượng mưa tương ứng với kịch bản A2 (%)					
	Thời kỳ 2040-59			Thời kỳ 2080-99			Thời kỳ 2040-59			Thời kỳ 2080-99		
	Mưa năm	Mưa mùa mưa	Mưa mùa khô	Mưa năm	Mưa mùa mưa	Mưa mùa khô	Mưa năm	Mưa mùa mưa	Mưa mùa khô	Mưa năm	Mưa mùa mưa	Mưa mùa khô
Kỳ Cùng - Bằng	2,52	3,95	-1,64	4,90	7,73	-3,26	2,47	3,88	-1,61	5,40	8,47	-3,50
Thái Bình	2,86	3,47	0	5,68	6,80	0,22	2,94	3,55	0,02	6,32	7,60	0,14
Hồng	2,94	3,56	-1,35	5,19	6,10	-2,35	2,77	3,35	-0,73	6,18	7,46	-1,47
Mã	2,69	3,43	-1,27	3,69	4,72	-1,78	2,73	3,47	-1,25	5,97	7,61	-2,80
Cả	2,73	3,51	-1,78	4,86	6,23	-3,16	2,64	3,39	-1,73	5,80	7,44	-3,76
Thu Bồn	2,10	3,20	-1,27	3,72	5,68	-2,23	2,03	3,10	-1,23	4,45	6,77	-2,66
Ba	3,09	4,50	-4,19	5,42	7,87	-7,24	3,00	4,35	-4,03	6,50	9,43	-8,70
Đồng Nai	1,33	1,97	-7,59	2,39	3,52	-13,5	1,35	2,08	-7,69	2,95	4,51	-16,7
Mê Tây Nguyên	1,45	2,32	-7,48	2,54	-13,1	-13,1	1,43	2,33	-7,41	3,09	5,02	-16,0
Công ĐBSCL	2,81	3,66	-8,29	4,97	6,49	-14,8	2,71	3,53	-7,97	5,94	7,74	-17,6
Cả nước	2,73	3,52	-2,54	4,84	6,26	-4,54	2,65	3,43	-2,31	5,83	7,52	-5,00

thời kỳ 2040-2059, giới hạn trên là mức trung bình của thời kỳ 2080-2099.

Ở các lưu vực sông Hồng- Thái Bình, Cả và ĐBSCL, với kịch bản B2, mức tăng trung bình toàn lưu vực khoảng (3,5-3,7)% vào thời kỳ 2040-2059, tăng lên (6,2-6,8)% vào thời kỳ 2080-2099 và đối với kịch bản A2 tương ứng với hai thời kỳ này là (3,4-3,6)% vào thời kỳ 2040-2059 và (7,4-7,7)% vào thời kỳ 2080-2099 (hình 4.25).



Hình 4.24: Sự biến đổi của lượng mưa năm trong tương lai tương ứng với hai kịch bản biến đổi khí hậu B2 và A2 tại một số trạm khí tượng trong các lưu vực sông

3). Sự biến đổi của lượng mưa mùa khô

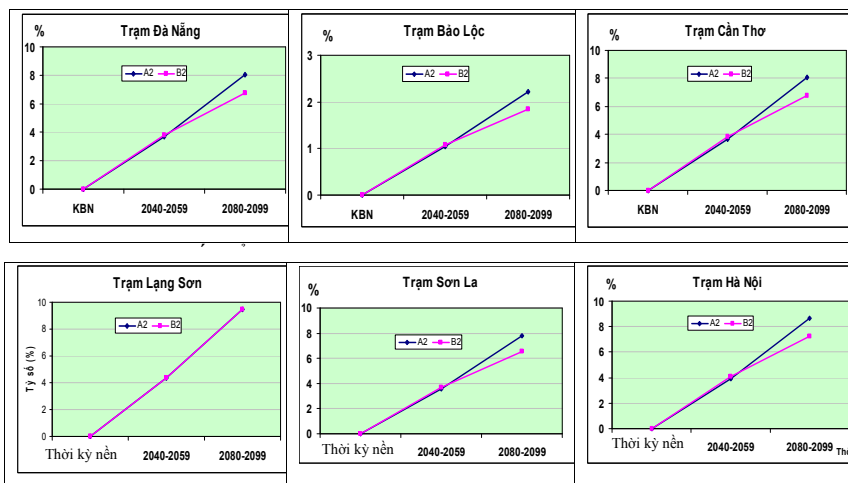
Các kịch bản biến đổi khí hậu đều dự báo lượng mưa mùa khô trong tương lai ở hầu hết các nơi đều giảm (bảng 4.13).

Vào thời kỳ 2040-2059, mức giảm của lượng mưa mùa khô trung bình trên phạm vi cả nước khoảng (2,31-2,54)% vào thời kỳ 2040-2059 và (4,5-5,0)% vào thời kỳ 2080-2099 đối với cả hai kịch bản B2 và A2. Nhưng mức giảm là khác nhau giữa các nơi; giảm nhiều nhất ở Tây Nguyên và ĐBSCL, sau đó đến lưu vực sông Đồng Nai, giảm ít nhất ở lưu vực sông Hồng - Thái Bình (trừ một vài nơi trong lưu vực sông Thái Bình có xu thế tăng vào thời kỳ 2080-2099), sau đó đến lưu vực sông Cả. Với kịch bản B2, mức giảm trung bình của lượng mưa mùa khô ở ĐBSCL khoảng 8,29% vào thời kỳ 2040-2059, 14,86% vào thời kỳ 2080-2099; với kịch bản A2, mức giảm tương ứng sẽ là 8,0% và 16,7%.

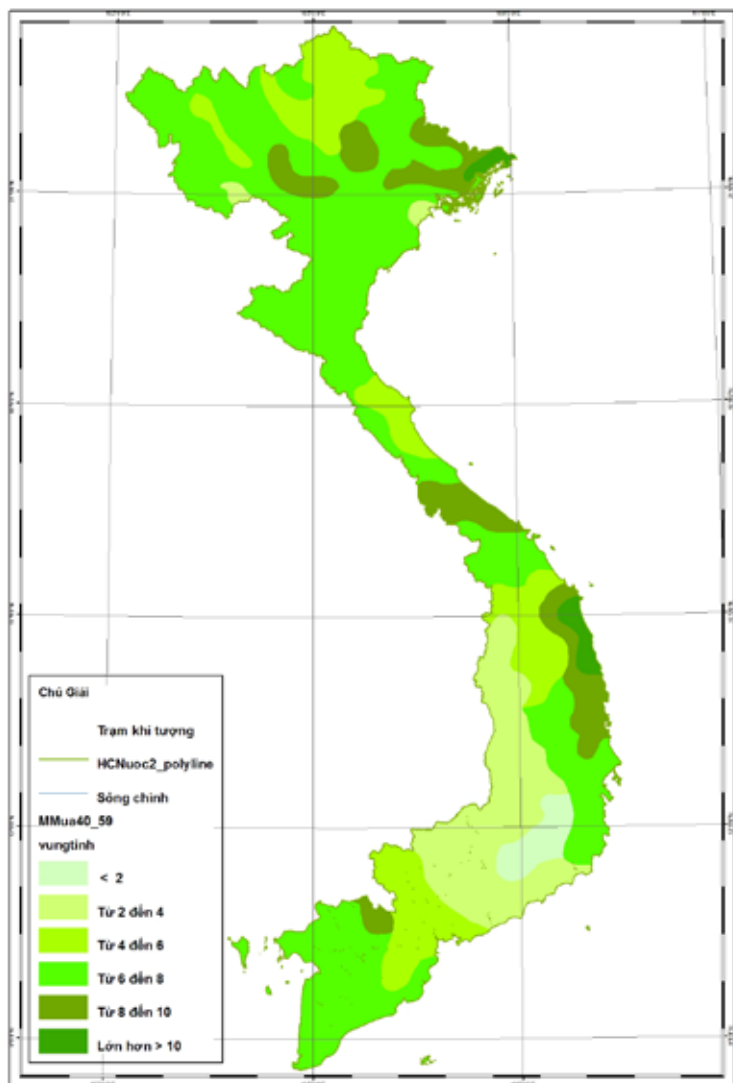
Đối với sông Hồng - Thái Bình, mức giảm chỉ khoảng (1,0-1,25)% vào thời kỳ 2040-2059 và (1,72-2,8)% vào thời kỳ 2080-2099 đối với hai kịch bản B2 và A2, mức giảm của kịch bản A2 nhiều hơn so với kịch bản B2 (hình 4.26 và hình 4.27).

4). Sự biến đổi của lượng mưa quý

- Các tháng XII,I-II: Trong tương lai, xu thế biến đổi của tổng lượng mưa các tháng XII-II phân hóa thành hai miền với đèo Hải Vân làm ranh giới: tăng ở phía bắc đèo Hải Vân (trừ lưu vực hệ thống sông Kỳ Cùng - Bằng Giang) và giảm ở phía nam đèo Hải Vân. So với thời kỳ 1980-1999, mức tăng của lượng mưa trong 3 tháng XII, I, II thường



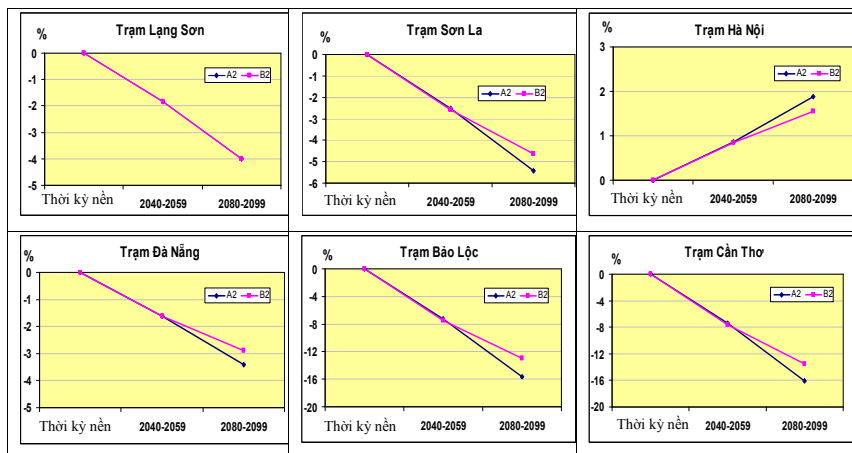
Hình 4.25: Sự biến đổi của lượng mưa mùa mưa trong tương lai tương ứng với hai kịch bản biến đổi khí hậu B2 và A2 tại một số trạm khí tượng trong các lưu vực sông



Hình 4.26: Sơ đồ phân vùng mức độ biến đổi của lượng mưa mùa khô tương ứng với kịch bản B2 vào thời kỳ 2040-2059 trên phạm vi cả nước

dưới 3,0% vào thời kỳ 2040-2059 và dưới 5,0% vào thời kỳ 2080-2099, có nơi trên 10,0%; giảm mạnh ở thượng nguồn sông Đồng Nai vào thời kỳ 2040-2059 và ở phần phía nam của Nam Trung Bộ (từ Quảng Ngãi trở vào); Tây Nguyên và ĐBSCL (15-20%) vào thời kỳ 2080-2099. Mức tăng trong lưu vực sông Hồng - Thái Bình khoảng từ 2,13% vào thời kỳ 2040-2-59 tăng lên 3,51% vào thời kỳ 2080-2099 đối với kịch bản B2, và đối với kịch bản A2 mức tăng tương ứng trong hai thời kỳ này là 2,15% và 4,74%. Mức giảm nhiều nhất ở ĐBSCL khoảng (5,9-6,1)% vào thời kỳ 2040-2059 và (10,9-12,9)% vào thời kỳ 2080-2099 đối với hai kịch bản B2 và A2 (bảng 4.14 và bảng 4.15).

- Các tháng III-V: Tổng lượng mưa các tháng III-V đều giảm nhưng mức giảm là khác nhau giữa các thời kỳ trong thế kỷ 21. Mức giảm khoảng dưới 6,0% vào thời kỳ 2040-2059 và dưới 10,0% vào thời kỳ 2080-2099; giảm tương đối nhiều ở Bắc Trung Bộ. Với kịch bản B2, mức giảm của lượng mưa thường lớn hơn so với kịch bản A2 vào thời kỳ 2040-2059, nhưng lại nhỏ hơn vào thời kỳ 2080-2099 (bảng 4.14 và bảng 4.15).
- Các tháng VI-VIII: Tổng lượng mưa của các tháng VI-VIII đều có xu thế tăng trên phạm vi cả nước. Với kịch bản A2, vào thời kỳ 2040-2059, mức tăng của tổng lượng mưa các tháng VI-VIII dưới 5%, nhưng tăng đáng kể vào thời kỳ 2080-2099, khoảng 5-10% ở Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ và dưới 5% ở Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ. Với kịch bản B2, mức tăng của lượng mưa thường ít hơn so với kịch



Hình 4.27: Sự biến đổi của lượng mưa mùa khô trong tương lai tương ứng với hai kịch bản biến đổi khí hậu B2 và A2 tại một số trạm khí tượng trong các lưu vực sông.

bản A2 (bảng 4.14 và bảng 4.15) .

- Các tháng IX-XI: Tổng lượng mưa các tháng IX-XI đều tăng trên phạm vi cả nước với xu thế tăng ít hơn ở Bắc Bộ và tăng nhiều hơn ở Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ. Với kịch bản A2, vào thời kỳ 2040-2059, mức tăng dưới 2% ở Bắc Bộ và 5-10% ở Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ; vào thời kỳ 2080-2099, mức tăng dưới 5% ở Bắc Bộ và phần phía bắc của Bắc Trung Bộ (Thanh Hóa), 10-20 % ở các vùng khác. Mức tăng của lượng mưa trong kịch bản B2 thường ít hơn so với kịch bản A2 (bảng 4.14 và bảng 4.15).

Tóm lại, trên phạm vi cả nước, lượng mưa sẽ giảm ở tất cả các nơi trong các tháng I, III, IV và tăng trong các tháng VI, VII, IX và XI; trong khi đó xu thế biến đổi lượng mưa các tháng còn lại

Bảng 4.14: Mức biến đổi trung bình của lượng mưa các quý trong tương lai so với thời kỳ nền tương ứng với kịch bản B2 trong các hệ thống sông chính ở Việt Nam

Hệ thống sông	Mức biến đổi của lượng mưa các tháng trong thời kỳ 2040-2059 (%)				Mức biến đổi của lượng mưa các tháng trong thời kỳ 2080-2099 (%)			
	XII-II	III-V	VI-VIII	I X-XI	XII-II	III-V	VI-VIII	I X-XI
Kỳ Cùng -Bằng Giang	-0,23	-1,19	5,0	1,37	-0,53	-2,28	9,74	2,70
Thái Bình	0,81	-1,04	5,34	1,48	1,66	-1,97	10,6	2,81
Hồng	2,56	-1,31	5,38	1,28	4,11	-2,25	9,33	2,25
Mã	1,97	-2,07	4,95	2,13	2,91	-2,67	6,73	2,85
Cả	2,05	-3,45	4,92	3,60	3,62	-6,11	8,70	6,42
Thu Bồn	-3,37	-4,59	1,99	4,42	-5,99	-8,12	3,52	7,85
Ba	-6,27	-4,80	2,07	6,82	-11,0	-8,38	3,58	11,9
Đồng Nai	-8,35	-4,69	1,58	5,10	-14,8	-8,27	2,85	9,03
Mê Tây Nguyên	-8,06	-5,16	1,09	5,94	-14,1	-8,98	1,93	10,4
Công ĐBSCL	-6,13	-3,53	2,07	6,43	-10,9	-6,28	3,67	11,4
Cả nước	-0,7	-2,54	4,27	3,09	-1,39	-4,44	7,58	5,46

trái ngược nhau giữa hai miền bắc và nam: tăng từ đèo Hải Vân trở ra phía bắc (Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ) và giảm từ đèo Hải Vân trở vào trong các tháng II, XII; còn tháng V và X thì tăng từ bắc Thanh Hóa trở ra, tháng VII thì tăng từ Phú Yên trở ra phía bắc. Mức độ biến đổi của lượng mưa trong tương lai là khác nhau giữa các tháng, dẫn đến sự biến đổi của lượng mưa trong các quý và mùa cũng khác nhau giữa các lưu vực sông.

Từ những phân tích trên có thể nhận thấy, tác động của biến đổi khí hậu đến lượng mưa và chế độ mưa là khác nhau giữa các nơi trên lãnh thổ Việt Nam. Với các kịch bản biến đổi khí hậu, lượng mưa mùa mưa sẽ tăng lên trong khi lượng mưa mùa khô lại giảm

Bảng 4.15: Mức biến đổi trung bình của lượng mưa các quý trong tương lai so với thời kỳ nền tương ứng với kịch bản A2 trong các hệ thống sông chính ở Việt Nam

Hệ thống sông	Mức biến đổi của lượng mưa các tháng trong thời kỳ 2040-2059 (%)				Mức biến đổi của lượng mưa các tháng trong thời kỳ 2080-2099 (%)			
	XII-II	III-V	VI-VIII	I X-XI	XII-II	III-V	VI-VIII	I X-XI
Kỳ Cùng -Bằng Giang	-0,23	-1,17	4,91	1,35	-0,50	-2,52	10,7	2,95
Thái Bình	0,90	-1,09	5,57	1,62	3,79	-0,67	14,1	3,96
Hồng	2,56	-1,29	5,27	1,26	5,05	-2,79	11,7	2,88
Mã	2,02	-2,09	5,01	2,16	4,21	-4,57	11,0	4,74
Cả	1,96	-3,33	4,73	3,49	4,35	-7,31	10,4	7,67
Thu Bồn	-3,21	-4,44	1,91	4,27	-7,12	-9,71	4,21	9,37
Ba	-6,08	-4,63	1,99	6,61	-13,1	-10,0	4,27	14,3
Đồng Nai	-8,69	-4,85	1,73	5,26	-19,2	-6,01	9,68	12,2
Mê Tây Nguyên	-8,10	-5,15	1,15	5,91	-17,7	-8,84	5,45	13,1
Công ĐBSCL	-5,92	-3,39	1,99	6,20	-12,9	-7,49	4,38	13,6
Cả nước	-0,59	-2,78	3,94	2,99	-1,36	-5,25	9,56	6,74

ở hầu hết các nơi. Do lượng mưa mùa mưa chiếm tỷ lệ lớn (60-90%) lượng mưa năm, nên lượng mưa năm trong tương lai cũng sẽ tăng lên, nhưng mức tăng ít hơn so với lượng mưa mùa mưa. Vào nửa đầu thế kỷ 21, hai kịch bản B2 và A2 cho mức biến đổi của lượng mưa xấp xỉ nhau; nhưng từ giữa thế kỷ 21, mức biến đổi của lượng mưa lớn hơn so với thời kỳ đầu của thế kỷ 21 và kịch bản A2 thường cho mức biến đổi nhiều hơn so với kịch bản B2. Mức tăng của lượng mưa năm và mùa mưa tương đối nhiều ở lưu vực sông Hồng - Thái Bình và các lưu vực sông ở ven biển Trung Bộ. Lượng mưa mùa khô, trong đó có lượng mưa các tháng XII-II, giảm mạnh ở lưu vực sông Đồng Nai và Tây Nguyên.

Trong tương lai, sự biến đổi của lượng mưa các mùa và các quý trong năm có thể sẽ làm trầm trọng hơn mức độ lũ lụt vào mùa mưa lũ, nhất là ở ven biển Trung Bộ, nhưng lại khan hiếm nguồn nước trong mùa khô, nhất là ở lưu vực sông Đồng Nai và các sông nhánh của sông Mê Công ở Tây Nguyên.

4.4. BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG

Dưới tác động của BĐKH, các yếu tố khí hậu trong tương lai sẽ biến đổi và dẫn đến nước biển dâng. Theo số liệu quan trắc tại các trạm hải văn dọc ven biển Việt Nam, tốc độ dâng lên của mực nước biển trung bình ở Việt Nam hiện nay là khoảng 3 mm/năm (giai đoạn 1993-2008), tương đương với tốc độ tăng trung bình trên thế giới. Trong khoảng 50 năm qua, mực nước biển tại Trạm hải văn Hòn Dấu đã dâng lên khoảng 20 cm.

Với bờ biển dài cùng với hai đồng bằng rộng lớn, nhưng địa hình thấp, nằm ở hai đầu đất nước, nước biển dâng sẽ đe dọa đến những vùng đất trù phú, màu mỡ nhất của đất Việt Nam.

Mực nước biển dâng ở nước ta cũng được dự tính theo ba kịch bản: phát thải thấp nhất (B1), phát thải trung bình (B2) và phát thải cao nhất (A2).

Kết quả tính toán theo các ba kịch bản phát thải nêu trên cho thấy, so với thời kỳ 1980-1999, mực nước biển có thể dâng thêm từ 28 cm đến 33 cm vào giữa thế kỷ 21 và từ 65 cm đến 100 cm vào cuối thế kỷ 21 (bảng 4.16).

Bảng 4.16: Mức nước biển dâng (cm) so với thời kỳ 1980-1999 /19/

Kịch bản	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Thấp (B1)	11	17	23	28	35	42	50	57	65
Trung bình (B2)	12	17	23	30	37	46	54	64	75
Cao (A2)	12	17	24	33	44	57	71	86	100

(Nguồn: Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng của Việt Nam, Bộ TNMT)

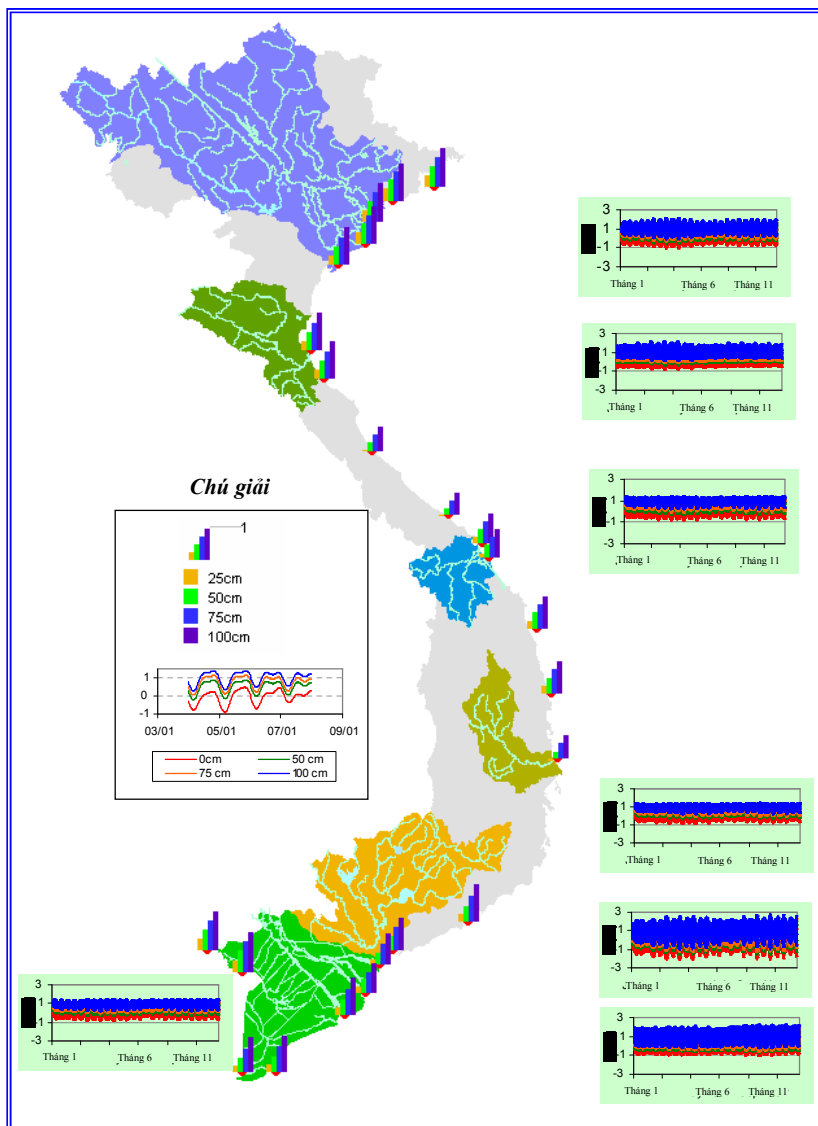
Tùy thuộc vào các yếu tố địa phương, chế độ triều và mức độ BĐKH trên toàn biển Đông, mức độ gia tăng của mực nước biển sẽ rất khác nhau trên dọc bờ biển. Mực nước biển có độ dâng cao nhất nằm ở vùng Gành Hào, cửa Bồ Đề thuộc tỉnh Cà Mau, rồi đến dọc bờ biển từ Quảng Ninh đến Hà Tĩnh. Mức độ tăng của mực nước biển thấp nhất nằm ở vùng bờ biển các tỉnh Thừa Thiên Huế, Quảng Nam, Quảng Ngãi, cực Nam Trung Bộ và Kiên Giang (hình 4.28).

Với mức nước biển dâng như trên, ở đồng bằng Bắc Bộ sẽ có nhiều vùng (với tổng diện tích khoảng nửa triệu ha) bị nước biển xâm nhập, nước biển sẽ lấn sâu vào đất liền hàng chục kilômét. Ở đồng bằng sông Cửu Long sẽ có khoảng 1,5 triệu ha (37,8% tổng diện tích) bị ngập khi nước biển dâng thêm 1 m. Các đồng bằng ven biển Trung Bộ cũng sẽ bị nước biển xâm chiếm dần, có nơi sát tới chân dãy Trường Sơn. Bên cạnh đó, chế độ thủy văn thủy lực trên các vùng ven biển sẽ có những thay đổi lớn, ngập lụt sâu hơn và kéo dài, xói lở bờ sông, biển, bồi lắng phù sa, nước mặn xâm nhập ngày càng sâu, làm giảm diện tích đất canh tác, hủy hoại nghiêm trọng hệ sinh thái và đa dạng sinh học.

4.5: TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU LÊN TÀI NGUYÊN NƯỚC

Sông ngòi là sản phẩm của khí hậu. Mọi sự thay đổi của khí hậu đều tác động mạnh mẽ lên nguồn nước sông. Dưới đây giới thiệu kết quả bước đầu đánh giá tác động của biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước trong các hệ thống sông nêu trên (Hồng - Thái Bình, Cà, Thu Bồn, Ba, Đồng Nai và ĐBSCL) trong các thời kỳ tương lai theo các kịch bản biến đổi khí hậu. Các đặc trưng dòng chảy chính được đánh giá bao gồm: dòng chảy năm, dòng chảy mùa lũ, dòng chảy mùa cạn, lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất và tình hình ngập lụt, xâm nhập mặn trong tương lai... Ngoài ra, còn xem xét đến tác động của biến đổi khí hậu lên thủy điện, nhu cầu nước của các ngành, đặc biệt là cấp nước cho tưới / 19 /.

Dưới tác động của biến đổi khí hậu, dòng chảy sông vào các giai đoạn tương lai được đánh giá bằng mô hình mưa - dòng chảy theo các kịch bản biến đổi khí hậu B2 và A2 do Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường xây dựng và đã được trình bày ở trên. Ở đây, chuỗi dòng chảy ngày của các giai đoạn trong tương lai tại các trạm thủy văn đại biểu trên các hệ thống sông là kết quả mô phỏng từ mưa và bốc thoát hơi tiềm năng tương ứng với các kịch bản biến đổi khí hậu theo mô hình Nam - là một mô hình mưa - dòng chảy, thuộc loại mô hình thủy văn tất định - nhận thức, do Khoa Thủy văn Kỹ thuật thủy động lực và thủy lực thuộc trường Đại học Kỹ thuật Đan Mạch xây dựng vào năm 1982. Mô hình này đã được sử dụng rộng rãi ở Đan Mạch và nhiều nước trên thế giới. Từ cuối thập niên 80 của thế kỷ 20, mô hình Nam bắt đầu được nghiên cứu áp dụng ở Việt Nam để tính dòng chảy từ mưa trong tính toán thủy văn phục vụ cho quy



Hình 4.28: Quá trình thủy triều tại một số vị trí cửa sông ứng với các mức nước biển dâng khác nhau /19/

hoạch, thiết kế các công trình thủy lợi, thủy điện và dự báo thủy văn.

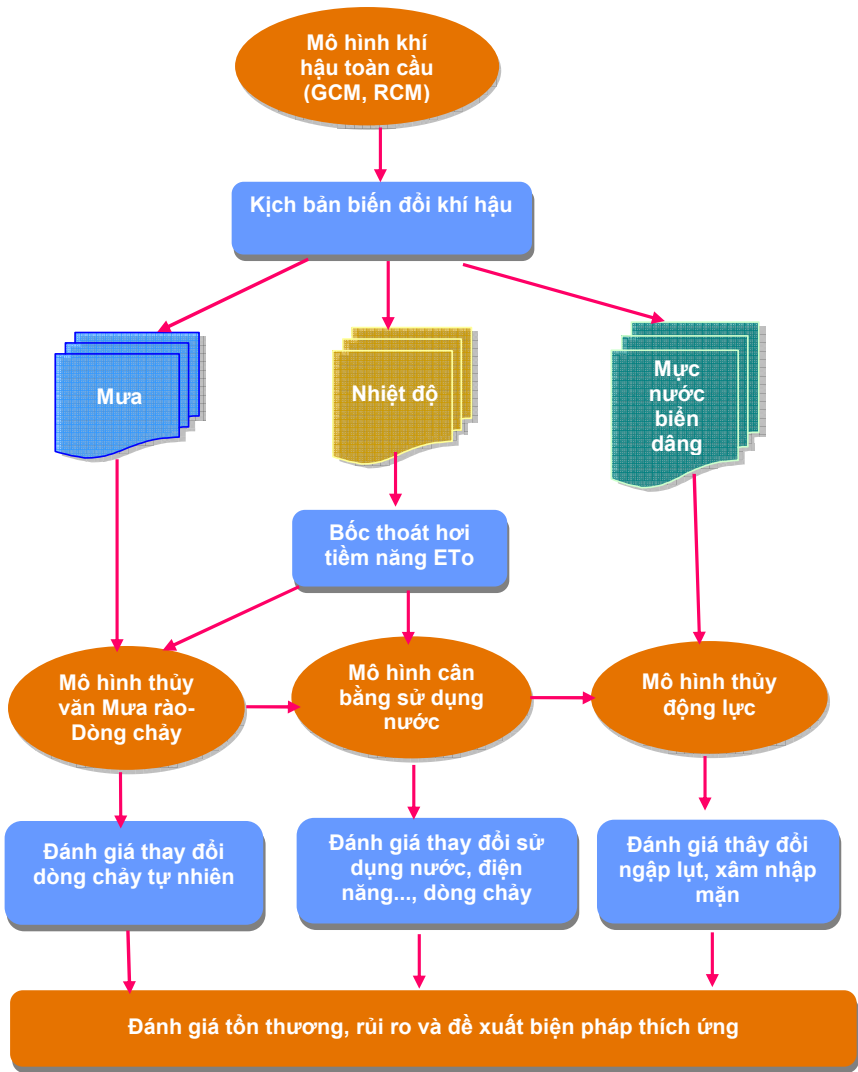
Các nội dung đánh giá tác động của BĐKH lên tài nguyên nước của lưu vực sông được chia thành các khối lớn trong mối liên kết chặt chẽ giữa các thành phần và được mô tả trong hình 4.29.

Từ kết quả tính các đặc trưng dòng chảy tương ứng với các kịch bản biến đổi khí hậu trong các thời kỳ tương lai (2000 - 2019, 2020 - 2039, 2040 - 2059, 2060 - 2079, 2080 - 2099) tại một số trạm thủy văn đại biểu trên các sông có thể rút ra một số nhận xét dưới đây về tác động của biến đổi khí hậu theo hai kịch bản A2 và B2 lên dòng chảy sông ở Việt Nam /19 /.

4.5.1. Tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy năm

Tác động của BĐKH đến dòng chảy năm là rất khác nhau giữa các vùng/hệ thống sông. Xu thế biến đổi của dòng chảy năm của các sông là trái ngược nhau giữa hai phần phía bắc (Bắc Bộ và phần phía bắc của Bắc Trung Bộ - Thanh Hóa và Nghệ An) và phần phía nam (phần phía nam của Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ). Dòng chảy năm trên các sông ở Bắc Bộ, phần phía bắc của Bắc Trung Bộ có xu thế tăng phổ biến dưới 2% vào thời kỳ 2040-2059 và lên đến (2-5)% vào thời kỳ 2080-2099; không có sự chênh lệch nhiều giữa hai kịch bản A2 và B2.

Trái lại, dòng chảy năm của các sông ở phần phía nam từ Hà Tĩnh trở vào lại có xu thế giảm. Với kịch bản B2, mức giảm của dòng chảy năm thường dưới 4,0 % vào thời kỳ 2040-2059 và dưới 7,0 % vào thời kỳ 2080-2099, giảm tương đối ít (dưới 2,0%) ở các lưu vực sông La, Thu Bồn và thượng nguồn sông Ba, giảm tương đối



Hình 4.29: Sơ đồ khối đánh giá tác động biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước /19/

nhiều ở lưu vực sông Đồng Nai, nhất là hạ lưu sông Bé, có thể tới 7,0% vào thời kỳ 2040-2059 và 10,0% vào thời kỳ 2080-2099 ở hạ lưu sông Bé tại trạm Phước Hòa (bảng 4.17 - 4.18, hình 4.30).

Tác động của biến đổi khí hậu cũng sẽ làm cho dòng chảy năm của sông Mê Công tăng lên. Theo kết quả tính toán của Ủy hội sông Mê Công quốc tế /37/, so với thời kỳ 1985 - 2000, mức tăng trung bình trong thời kỳ 2010-2050 của dòng chảy năm của sông Mê Công tại Kratie và Tân Châu tương ứng khoảng 7,0% và 4,0% đối với kịch bản B2; 12,5% và 7,6% đối với kịch bản A2. Nếu xét đến cả sự khai thác sử dụng nước trên lưu vực, thì dòng chảy năm của sông Mê Công tại Kratie và Tân Châu trung bình cả thời kỳ 2010-2050 vẫn tăng lên nhưng mức độ ít hơn, chỉ khoảng 3,7% và 2,2% ở kịch bản B2; 9% và 6% ứng với kịch bản A2 so với thời kỳ 1985 - 2000 (bảng 4.19).

Như đã biết, phương trình cân bằng nước thời đoạn năm trung bình thời kỳ nhiều năm của lưu vực sông khép kín (không có trao đổi nước với lưu vực sông lân cận) như sau:

$$X_o = Y_o + E_o, \quad (4.14)$$

$$\text{hoặc} \quad Y_o = X_o - E_o, \quad (4.15)$$

trong đó: X_o , Y_o , E_o tương ứng là giá trị trung bình lưu vực của lượng mưa năm, dòng chảy năm và lượng bốc hơi năm trung bình thời kỳ nhiều năm (mm).

Do bốc hơi phụ thuộc vào nhiều yếu tố mà các yếu tố này khó xác định được sự biến đổi của chúng trong tương lai do tác động của biến đổi khí hậu, cho nên ở đây tạm thay E_o bằng bốc thoát hơi tiềm năng (E_{To})

Bảng 4.17: Biến đổi của dòng chảy trung bình năm tại một số trạm thủy văn so với thời kỳ 1980-1999, lịch bản B2/19/

TT	Trạm	Sông	Diện tích lưu vực (km2)	Lưu lượng trung bình thời kỳ (m3/s)						Mức biến đổi so với thời kỳ 1980-1999							
				1980- 1999		2020- 2039		2040- 2059		2080- 2099		Thời kỳ 2020-2039		Thời kỳ 2040-2059		Thời kỳ 2080-2099	
				m3/s	%	m3/s	%	m3/s	%	m3/s	%	m3/s	%	m3/s	%	m3/s	%
1	Yên Bái	Thao	48.000	711	713	719	732	719	0,25	7,94	1,12	20,8	2,93				
2	Lai Châu	Đà	33.800	1.132	1.148	1.160	1.184	15,7	1,39	28,3	2,50	52,7	4,66				
3	Tà Bú	Đà	45.900	1.529	1.545	1.562	1.596	15,8	1,03	32,8	2,14	66,7	4,36				
4	Hà Giang	Lô	8.298	163	165	166	169	2,42	1,49	3,51	2,16	6,4	3,95				
5	Hàm Yên	Lô	11.900	375	375	378	386	-0,27	-0,07	3,14	0,84	10,9	2,89				
6	Giếng Gà	Lô	29.600	808	812	818	831	4,65	0,58	9,71	1,20	22,9	2,83				
7	Vụ Quang	Lô	36.790	1.086	1.091	1.098	1.114	5,1	0,47	11,3	1,04	28,0	2,57				
8	Chiêm Hóa	Gầm	16.500	388	393	394	400	5,09	1,31	6,80	1,76	12,0	3,10				
9	Bảo Yên	Chảy	4.960	139	140	140	142	0,44	0,31	1,04	0,75	2,79	2,00				
10	Thác Bưởi	Cầu	2.220	54,4	54,7	55,3	56,4	0,37	0,68	0,91	1,67	2,07	3,81				
11	Chũ	Lục Nam	2.090	42,6	42,7	43,0	43,9	0,05	0,11	0,42	0,98	1,25	2,93				
12	Dừa	Cả	20.800	423	427	431	439	4,24	1,00	7,50	1,77	16,2	3,83				
13	Nghĩa Dân	Hiếu	4.024	132	134	135	137	1,54	1,17	2,51	1,90	4,77	3,61				
14	Nông Sơn	Thu Bồn	3.155	282	279	277	276	-2,50	-0,89	-4,30	-1,53	-5,80	-2,06				
15	Thanh Mỹ	Cái	1.850	117	116,7	116,4	116,5	-0,30	-0,26	-0,60	-0,51	-0,50	-0,43				
16	An Khê	Ba	1.440	35,4	34,8	34,7	34,7	-0,59	-1,66	-0,70	-1,98	-0,69	-1,95				
17	Củng Sơn	Ba	12.800	291	286	283	284	-5,00	-1,72	-8,0	-2,75	-7,00	-2,41				
18	Trị An	Đồng Nai	14.800	505	490	484	468	-14,4	-2,85	-20,8	-4,12	-36,5	-7,23				
19	Tà Pao	La Ngà	2.010	93,1	91,1	90,0	87,8	-2,00	-2,15	-3,10	-3,33	-5,30	-5,69				
20	Phước Long	Bé	2.370	89,6	87,4	86,8	84,7	-2,20	-2,46	-2,80	-3,13	-4,90	-5,47				
21	Phước Hòa	Bé	5.240	281	268	265	260	-12,3	-4,38	-15,8	-5,63	-20,6	-7,34				

Bảng 4.18: Biến đổi của dòng chảy trung bình năm tại một số trạm thủy văn so với thời kỳ 1980-1999, kịch bản A2 /19/

TT	Trạm	Sông	Diện tích lưu vực (km2)	Lưu lượng trung bình thời kỳ (m3/s)				Mức biến đổi so với thời kỳ 1980-1999									
				1980- 1999		2020 - 2039		2040- 2059		2080- 2099		Thời kỳ 2020-2039		Thời kỳ 2040-2059		Thời kỳ 2080-2099	
												m3/s	%	m3/s	%	m3/s	%
1	Yên Bái	Thao	48.000	711	713	718	739	1,62	0,23	7,45	1,05	28,2	3,97				
2	Lai Châu	Đ	33.800	1.132	1.147	1.159	1.198	15,7	1,38	27,3	2,41	65,9	5,82				
3	Tà Bú	Đà	45.900	1.529	1.545	1.560	1.613	15,9	1,04	31,2	2,04	83,9	5,48				
4	Hà Giang	Lô	8.298	163	165	166	171	2,43	1,49	3,39	2,08	8,08	4,97				
5	Hàm Yên	Lô	11.900	375	374	376	386	-1,55	-0,41	0,67	0,18	10,4	2,78				
6	Giếng Gà	Lô	29.600	808	811	815	834	3,25	0,40	6,99	0,87	26,0	3,22				
7	Vụ Quang	Lô	36.790	1.086	1.090	1.095	1.119	3,5	0,33	8,4	0,77	33,1	3,04				
8	Chiêm Hóa	Gầm	16.500	388	393	394	403	5,02	1,29	6,63	1,71	15,4	3,98				
9	Bảo Yên	Chảy	4.960	139	140	140	143	0,43	0,31	0,99	0,71	3,90	2,80				
10	Thác Bưởi	Cầu	2.220	54,4	54,7	55,2	57,0	0,37	0,68	0,86	1,58	2,67	4,92				
11	Chũ	Lục Nam	2.090	42,6	42,7	43,0	44,4	0,03	0,07	0,39	0,91	1,73	4,05				
12	Dừa	Cà	20.800	423	427	430	445	4,00	0,95	7,00	1,65	22,0	5,20				
13	Nghĩa Dân	Hiếu	4.024	132	134	134	138	1,54	1,17	2,43	1,84	6,00	4,54				
14	Nông Sơn	Thu Bồn	3.155	282	279	277	276	-2,50	-0,89	-4,10	-1,46	-5,90	-2,10				
15	Thanh Mỹ	Cái	1.850	117	117	116	117	-0,30	-0,26	-0,60	-0,51	-0,20	-0,17				
16	An Khê	Ba	1.440	35,8	35,2	35,1	35,3	-0,60	-1,68	-0,70	-1,96	-0,50	-1,40				
17	Củng Sơn	Ba	12.800	291	286	284	286	-5,00	-1,72	-7,0	-2,41	-5,0	-1,72				
18	Trị An	Đồng Nai	14.800	505	490	484	475	-14,7	-2,91	-20,9	-4,14	-30,0	-5,95				
19	Tà Pao	La Ngà	2.010	93,1	91	90	88,4	-2,10	-2,26	-3,10	-3,33	-4,70	-5,05				
20	Phước Long	Bé	2.370	89,6	87,4	86,7	86	-2,20	-2,46	-2,90	-3,24	-4,10	-4,58				
21	Phước Hòa	Bé	5.240	281	268	265	261	-12,4	-4,42	-15,7	-5,60	-19,3	-6,88				

Bảng 4.19: Biến đổi của lưu lượng trung bình năm tại một số trạm thủy văn trên sông Mê Công so với thời kỳ 1985-2000 theo các kịch bản biến đổi khí hậu và phát triển khai thác sử dụng nước / 37 /

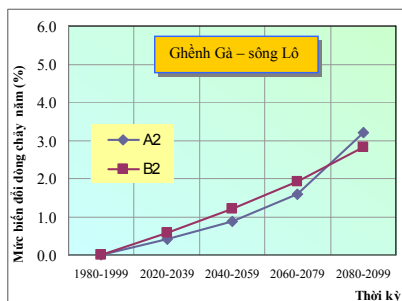
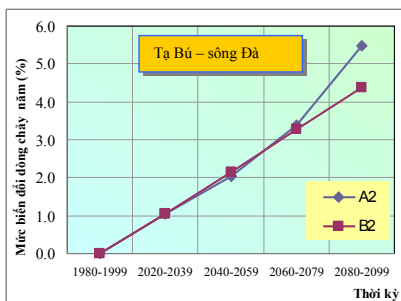
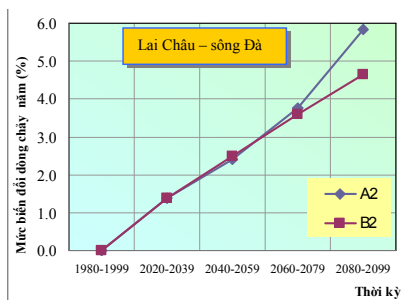
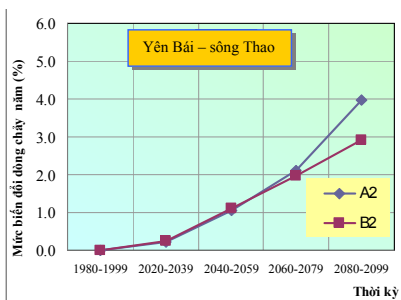
Kịch bản BĐKH	Trạm	Kịch bản phát triển nền, - Q trung bình năm (m3/s)		Kịch bản phát triển- Q trung bình năm (m3/s)	Thay đổi dòng chảy trung bình năm (m3/s)		Thay đổi dòng chảy trung bình năm (%)	
		1985-2000	2010-2050	2010-2050	Kịch bản phát triển nền	Kịch bản phát triển	Kịch bản phát triển nền	Kịch bản phát triển
A2	Kratie	12.585	14.155	13.717	1.570	1.132	12,5	9,0
	Kompong Cham	12.292	13.726	13.365	1.434	1.073	11,7	8,7
	Phnom Penh	11.967	13.102	12.887	1.135	920	9,5	7,7
	Tan Chau	9.743	10.483	10.328	740	585	7,6	6,0
B2	Kratie	12.585	13.455	13.045	870	460	6,9	3,7
	Kompong Cham	12.292	13.089	12.753	797	461	6,5	3,8
	Phnom Penh	11.967	12.573	12.370	606	403	5,1	3,4
	Tan Chau	9.743	10.146	9.957	403	214	4,1	2,2

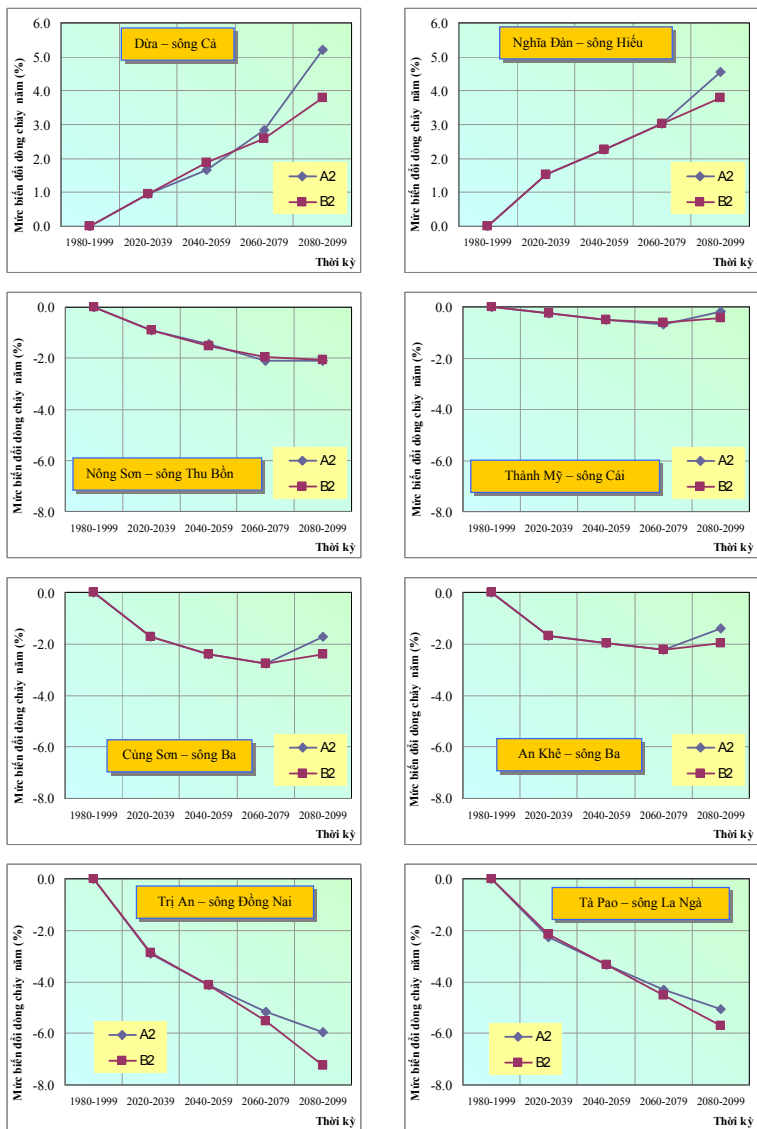
Từ phương trình cân bằng nước tự nhiên của lưu vực sông khép kín cho thấy, sự biến đổi của dòng chảy năm của các sông trong tương lai tùy thuộc vào sự biến đổi của lượng mưa và bốc hơi (được phản ánh qua bốc thoát hơi tiềm năng ETo). Do đó, tuy lượng mưa năm tăng nhưng do nhiệt độ tăng nên lượng nước tồn thất do bốc thoát hơi trên lưu vực tăng lên khá nhiều, dẫn đến lượng dòng chảy không tăng nhanh, thậm chí dòng chảy năm trên hầu hết sông suối ở khu vực miền Trung có xu thế giảm. Từ sự biến đổi của các thành phần của cân bằng nước tự nhiên, có thể

giải thích được sự biến đổi khác nhau của dòng chảy theo từng lưu vực (vùng) dưới tác động của biến đổi khí hậu (hình 4.31).

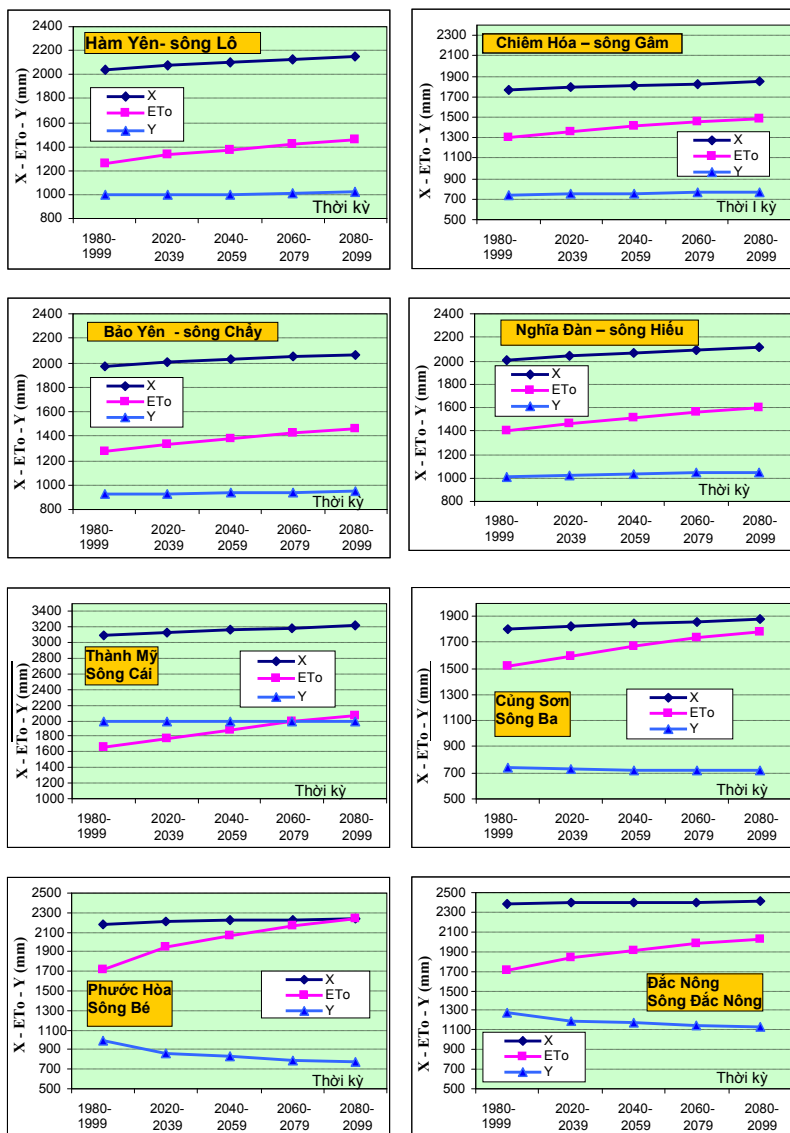
4.5.2. Tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy mùa lũ

Dưới tác động của biến đổi khí hậu, dòng chảy mùa lũ của phần lớn các sông, đều có xu thế tăng, chỉ riêng sông Đồng Nai giảm so với thời kỳ 1980-1999, và không có sự chênh lệch đáng kể giữa hai kịch bản B2 và A2 (bảng 4.20, 4.21 và hình 4.32). Với kịch bản B2, vào thời kỳ 2040-2059, dòng chảy trung bình mùa lũ tăng khoảng (2,0-4,0)% ở hai hệ thống sông Hồng - Thái Bình và Cả, nhưng chỉ khoảng (0,9-1,5)% ở hai hệ thống sông Thu Bồn và Ba; vào thời kỳ 2080-2099 có thể tăng (5,0-10,0)% ở sông Hồng và sông Cả và (2,0-4,0)% ở hai hệ thống sông Thu Bồn, Ba; riêng sông Thao tăng khá nhiều, vào khoảng 8,7% tại





Hình 4.30: Biến đổi của dòng chảy trung bình năm tại một số trạm thủy văn trên một số sông so với thời kỳ 1980-1999, kịch bản B2, A2 / 19 /



Hình 4.31: Biến đổi của các thành phần cân bằng nước tự nhiên của một số lưu vực, ứng với kịch bản B2 /19 /

Yên Bái. Trong khi đó, dòng chảy mùa lũ của các sông trong hệ thống sông Đồng Nai lại giảm khoảng (3,5-6,7)%, giảm nhiều nhất ở hạ lưu sông Bé tại trạm Phước Hòa.

Dòng chảy mùa lũ trên toàn lưu vực sông Mê Công cũng sẽ tăng lên. So với thời kỳ 1985-2000, dòng chảy mùa lũ trung bình thời kỳ 2010-2050 của sông Mê Công tại Kratie và Tân Châu tăng khoảng 5,0% và 2,0% đối với kịch bản B2 và 11,0% và 5,8% đối với kịch bản A2/37/.

Trong tương lai, do tác động điều tiết của hệ thống hồ chứa trên sông Mê Công đã và sẽ được xây dựng (kịch bản phát triển khai thác sử dụng nước), dòng chảy trung bình mùa lũ của sông Mê Công tại Kratie và Tân Châu trung bình thời kỳ 2010-2050 vẫn có xu thế tăng lên nhưng mức độ ít hơn, chỉ khoảng 3,2% và 1,1% ở kịch bản A2; nhưng lại giảm ở kịch bản B2 (bảng 4.22).

4.5.3. Tác động của biến đổi khí hậu đến lưu lượng đỉnh lũ

Nhìn chung, biến đổi khí hậu sẽ làm gia tăng mức độ nguy hiểm của lũ lụt thể hiện ở lưu lượng đỉnh lũ và tổng lượng lũ tăng lên. Trong hai bảng 4.23, 4.24 đưa ra mức biến đổi của lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất năm tương ứng với tần suất 1% và 5% và 2 kịch bản BĐKH A2 và B2 tại một số trạm thủy văn trên một sông.

Nhìn chung, giá trị lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất năm ($Q_{\max}$) tương ứng với các tần suất trên phần lớn các sông đều có xu thế tăng, mức tăng nhiều hơn ứng với các tần suất nhỏ, chỉ riêng một số nhánh sông của sông Đồng Nai, $Q_{\max}$ lại có xu thế giảm.

Với kịch bản B2, vào thời kỳ 2040-2059, giá trị $Q_{\max}$ tương ứng với tần suất 1% ($Q_{\max 1\%}$) trên phần lớn các sông đều tăng vào

Bảng 4.20: Biến đổi dòng chảy trung bình mùa lũ tại một số trạm thủy văn trên các sông ứng với kịch bản B2 so với thời kỳ 1980-1999/19/

TT	Trạm	Sông	Diện tích lưu vực (km2)	Lưu lượng trung bình thời kỳ (m3/s)				Mức biến đổi so với thời kỳ 1980-1999									
				1980- 1999		2020 - 2039		2040- 2059		2080- 2099		Thời kỳ 2020-2039		Thời kỳ 2040-2059		Thời kỳ 2080-2099	
												m3/s	%	m3/s	%	m3/s	%
1	Yên Bái	Thao	48.000	1.188	1.209	1.231	1.271	1.231	1.271	20,5	1,72	42,1	3,55	82,7	6,96		
2	Lai Châu	Đà	33.800	2.566	2.611	2.649	2.718	2.649	2.718	44,3	1,73	82,5	3,21	152	5,91		
3	Tà Bú	Đà	45.900	3.389	3.442	3.493	3.587	3.493	3.587	53,0	1,56	103,7	3,06	199	5,86		
4	Hà Giang	Lô	8.298	346	352	356	365	356	365	5,57	1,61	9,65	2,79	18,5	5,35		
5	Hàm Yên	Lô	11.900	769	780	792	816	792	816	10,15	1,32	22,3	2,90	46,2	6,01		
6	Giếng Gà	Lô	29.600	1.384	1.404	1.422	1.460	1.422	1.460	19,1	1,38	37,4	2,70	75,4	5,45		
7	Vụ Quang	Lô	36.790	2.098	2.125	2.152	2.208	2.152	2.208	27,1	1,29	53,9	2,57	109,9	5,24		
8	Chiêm Hóa	Gám	16.500	640	651	658	674	658	674	10,1	1,57	17,5	2,73	33,5	5,24		
9	Bảo Yên	Chảy	4.960	231	234	237	243	237	243	2,80	1,21	5,64	2,44	11,5	4,97		
10	Thác Bưởi	Cầu	2.220	114	116	118	121	118	121	1,60	1,40	3,40	2,98	6,97	6,11		
11	Chũ	Lục Nam	2.090	74,9	76,0	77,4	80,1	77,4	80,1	1,09	1,45	2,49	3,32	5,18	6,91		
12	Dừa	Cả	20.800	741	758	771	798	771	798	16,7	2,26	30,3	4,09	57,2	7,71		
13	Nghĩa Dân	Hiếu	4.024	216	220	223	229	223	229	4,24	1,96	7,30	3,38	13,4	6,20		
14	Nông Sơn	Thu Bồn	3.155	802	807	809	815	809	815	5,20	0,65	7,30	0,91	13,2	1,65		
15	Thanh Mỹ	Cái	1.850	319	320	321	324	321	324	1,60	0,50	2,20	0,69	4,70	1,473		
16	An Khê	Ba	1.440	105	105	106	108	106	108	0,27	0,26	1,05	1,00	3,08	2,94		
17	Củng Sơn	Ba	12.800	627	630	635	654	635	654	3,0	0,48	8,0	1,28	27,0	4,31		
18	Tri An	Đồng Nai	14.800	889	864	853	826	853	826	-24,6	-2,77	-35,2	-3,96	-63,0	-7,09		
19	Tà Pao	La Ngà	2.010	157	154	153	149	153	149	-2,90	-1,85	-4,20	-2,68	-7,40	-4,72		
20	Phước Long	Bé	2.370	158	154	153	149	153	149	-3,90	-2,47	-5,20	-3,30	-9,00	-5,70		
21	Phước Hòa	Bé	5.240	489	468	462	453	462	453	-21,8	-4,45	-27,8	-5,68	-36,4	-7,44		

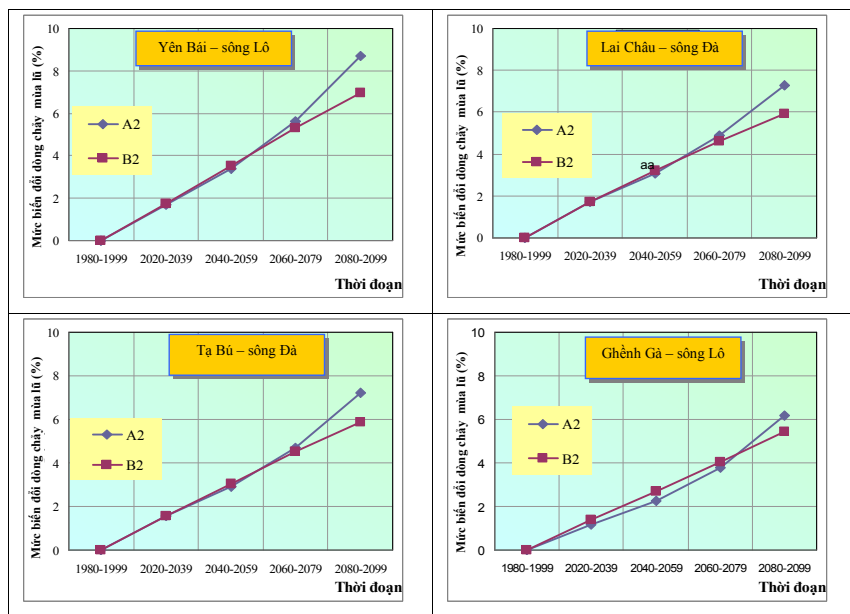
Bảng 4.21: Biến đổi của lưu lượng trung bình mùa lũ tại một số trạm thủy văn trên các sông so với thời kỳ 1980-1999 ứng với kịch bản A2/19/

TT	Trạm	Sông	Diện tích lưu vực (km2)	Lưu lượng trung bình thời kỳ (m3/s)						Mức biến đổi so với thời kỳ 1980-1999							
				1980- 1999		2020 -2039		2040- 2059		2080- 2099		Thời kỳ 2020-2039		Thời kỳ 2040-2059		Thời kỳ 2080-2099	
				m3/s	%	m3/s	%	m3/s	%	m3/s	%	m3/s	%	m3/s	%	m3/s	%
1	Yên Bái	Thao	48.000	1.188	1.209	1.209	1.229	1.229	1.292	20,3	1,70	40,44	3,40	103	8,71		
2	Lai Châu	Đà	33.800	2.566	2.611	2.646	2.754	44,2	1,72	79,3	3,09	187	7,29				
3	Tà Bú	Đà	45.900	3.389	3.442	3.488	3.633	53,1	1,57	99,3	2,93	245	7,22				
4	Hà Giang	Lô	8.298	346	352	355	369	5,60	1,62	9,25	2,67	23,0	6,64				
5	Hàm Yên	Lô	11.900	769	777	786	817	7,25	0,94	16,34	2,12	47,4	6,16				
6	Giếng Gà	Lô	29.600	1.384	1.401	1.416	1.470	16,43	1,19	31,45	2,27	85,6	6,18				
7	Vụ Quang	Lô	36.790	2.098	2.121	2.144	2.225	23,8	1,13	46,3	2,21	128	6,08				
8	Chiêm Hóa	Gâm	16.500	640	650	657	683	9,98	1,56	16,84	2,63	42,2	6,58				
9	Bảo Yên	Chảy	4.960	231	234	237	246	2,80	1,21	5,40	2,33	14,6	6,29				
10	Thác Bưởi	Cầu	2.220	114	116	117	123	1,60	1,40	3,25	2,85	8,70	7,62				
11	Chũ	Lục Nam	2.090	74,9	76,0	77,3	81,4	1,07	1,42	2,39	3,19	6,52	8,70				
12	Dừa	Cả	20.800	741	758	770	813	16,6	2,24	29,0	3,92	72,2	9,74				
13	Nghĩa Đàn	Hiếu	4.024	216	220	223	232	4,27	1,98	7,07	3,27	16,4	7,57				
14	Nông Sơn	Thu Bồn	3.155	802	807	809	819	5,20	0,65	7,20	0,90	16,8	2,09				
15	Thanh Mỹ	Cái	1.850	319	321	321	326	1,60	0,50	2,10	0,66	6,40	2,01				
16	An Khê	Ba	1.440	105	105	106	109	0,30	0,29	1,00	0,95	4,18	3,98				
17	Cũng Sơn	Ba	12.800	627	631	635	654	4,0	0,64	8,0	1,28	27,0	4,31				
18	Trị An	Đồng Nai	14.800	889	863	853	839	-25,3	-2,85	-35,6	-4,01	-49,9	-5,62				
19	Tà Pao	La Ngà	2.010	157	154	153	151	-3,00	-1,91	-4,20	-2,68	-5,80	-3,70				
20	Phước Long	Bé	2.370	158	154	153	151	-4,00	-2,53	-5,20	-3,30	-7,10	-4,50				
21	Phước Hòa	Bé	5.240	489	467	462	457	-22,0	-4,50	-27,3	-5,58	-32,6	-6,66				

Bảng 4.22: Biến đổi của lưu lượng trung bình mùa lũ tại một số trạm thủy văn trên sông Mê Công so với thời kỳ 1985-2000 theo các kịch bản biến đổi khí hậu và phát triển khai thác sử dụng nước / 37 /

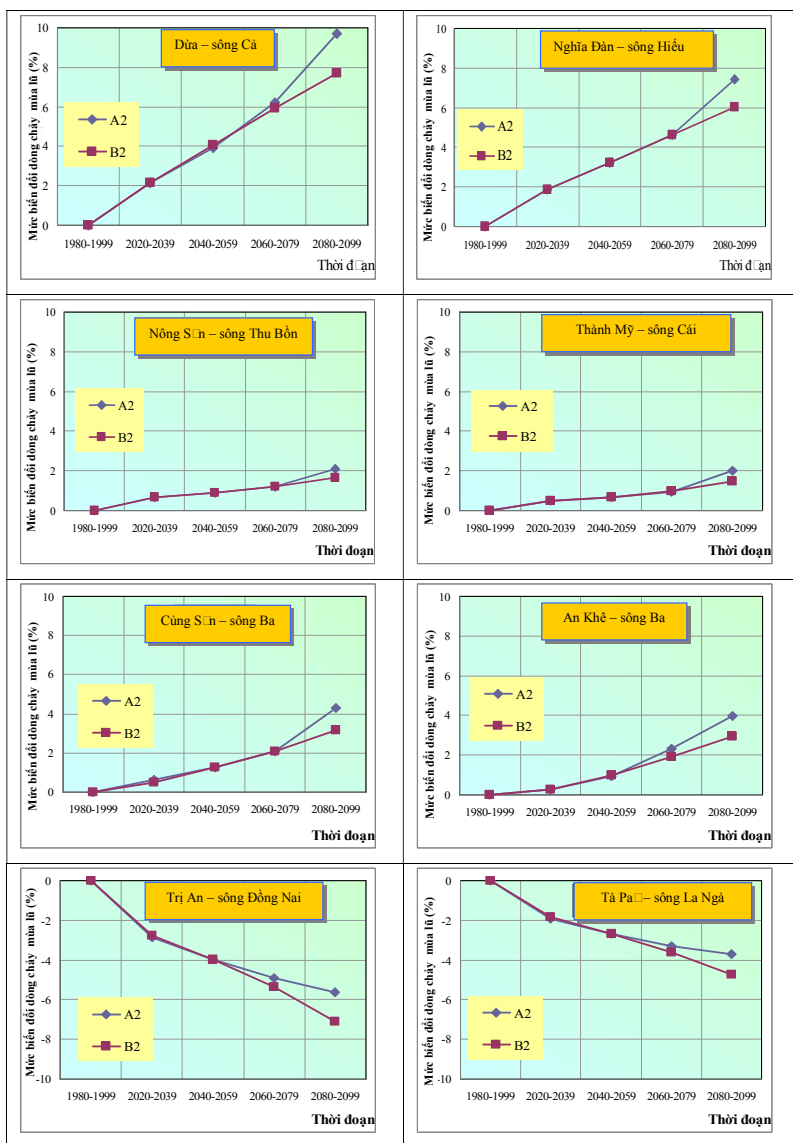
Kịch bản BĐKH	Trạm	Kịch bản phát triển nền- Q trung bình mùa lũ (m3/s)		Kịch bản phát triển- Q trung bình mùa lũ (m3/s)	Thay đổi dòng chảy trung bình mùa lũ (m3/s)		Thay đổi dòng chảy trung bình mùa lũ (%)	
		1985-2000	2010-2050	2010-2050	Kịch bản phát triển nền	Kịch bản phát triển	Kịch bản phát triển nền	Kịch bản phát triển
A2	Kratie	21.549	23.890	22.229	2.341	680	10,9	3,2
	Phnom Penh	20.217	21.711	20.495	1.494	278	7,4	1,4
	Tan Chau	14.435	15.266	14.589	831	154	5,8	1,1
B2	Kratie	21.549	22.609	20.940	1.060	-609	4,9	-2,8
	Phnom Penh	20.217	20.787	19.542	570	-675	2,8	-3,3
	Tan Chau	14.435	14.706	14.000	271	-435	1,9	-3,0

khoảng (1,0-5,0)% so với thời kỳ 1980-1999, tăng mạnh ở một số nhánh sông thuộc hệ thống sông Hồng (khoảng 10,0% ở sông Thao tại Yên Bái và sông Lô tại Vụ Quang), nhưng lại có xu thế giảm ở sông La Ngà (-0,29% tại Tà Pao) và thượng lưu sông Bé (-1,0% tại Phước Long). Vào thời kỳ 2080-2099, mức gia tăng của $Q_{\max 1\%}$ trên phần lớn các sông khoảng (0-15,0)%, tăng mạnh ở hạ lưu sông Ba (18,5% tại Củng Sơn), sông Thao (21,7% tại Yên Bái), sông Lô (19,0% tại Ghềnh Gà). Ở sông La Ngà và thượng lưu sông Bé, giá trị $Q_{\max 1\%}$ của hầu hết các sông vào thời kỳ 2080-2099 đều giảm khoảng (0,5-2,5)% .



Với kịch bản A2, giá trị $Q_{\max}$ tương ứng với các tần suất của hầu hết các sông đều có xu thế tăng so với thời kỳ 1980-1999, nhưng cũng lại giảm ở sông La Ngà và thượng lưu sông Bé; mức biến đổi của $Q_{\max}$ lớn hơn so với kịch bản B2. Ngoài ra, mức biến đổi của $Q_{\max}$ tương ứng tần suất 1% lớn hơn so với tần suất 5%. Từ đó có thể cho rằng, mức biến đổi của các trận lũ nhỏ ít hơn so với các trận lũ lớn và đặc biệt lớn (hình 4.33).

Trên sông Mê Công, lưu lượng trung bình ngày lớn nhất ($Q_{\max,ng}$) tại Kratie trong từng thời kỳ 10 năm từ 2010 đến 2050 đều tăng theo của các kịch bản biến đổi khí hậu. Tuy nhiên, tăng rõ rệt và tách bạch giữa 2 kịch bản A2, B2 chỉ sau năm 2030. Đến giữa thế kỷ 21, $Q_{\max,ng}$ có thể tăng khoảng (60-70)% so với đỉnh lũ năm 2000 (hình 4.34).



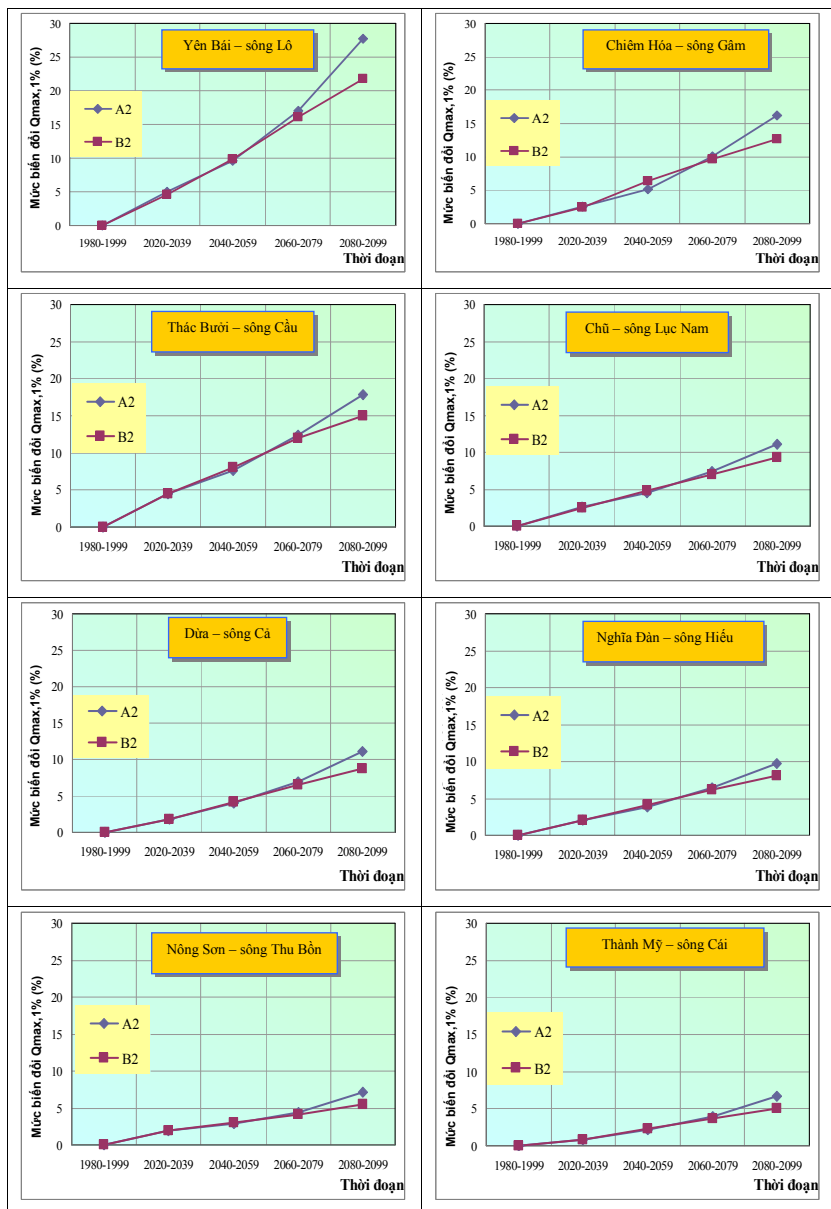
Hình 4.32: Biến đổi của dòng chảy trung bình mùa lũ (%) tại một số trạm thủy văn trên các sông so với thời kỳ 1980-1999, kịch bản A2, B2 /19/

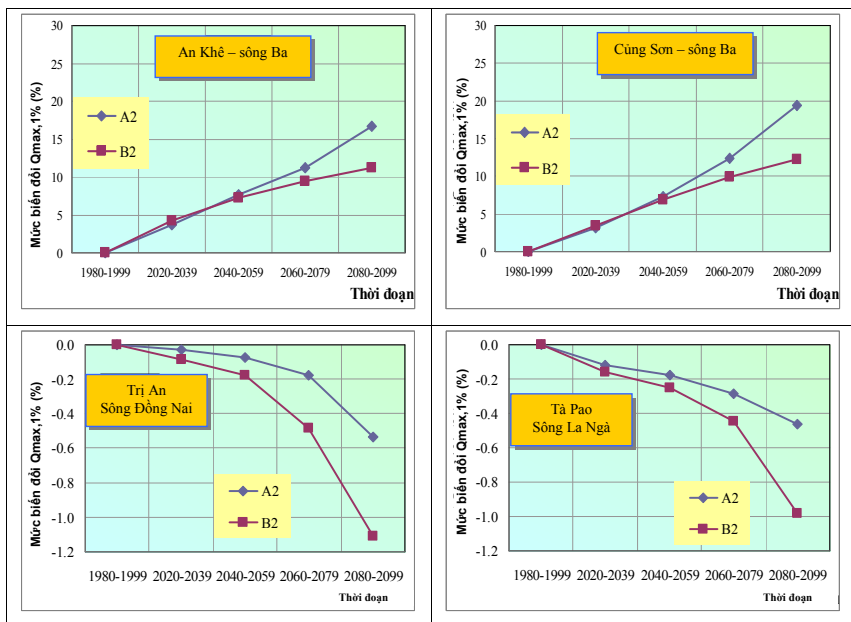
Bảng 4.24: Biến đổi của lưu lượng đỉnh lũ (Q_{max}) ứng với tần suất 1% và 5% tại một số trạm thủy văn trên các sông theo kịch bản B2/19/

Trạm	Sông	Diện tích lưu vực (km ²)	Q_{max} thực đo thời kỳ (m ³ /s)		Lưu lượng đỉnh lũ thời kỳ (m ³ /s)										Mức biến đổi so với thời kỳ 1980-1999 (%)									
					1989-1999		2020-2039		2040-2059		2080-2099		2020-2039		2040-2059		2080-2099							
			1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%
Yên Bái	Thao	48.000	10.418	8.611	10.902	8.915	11.448	9.300	12.682	10.133	4,65	3,53	9,89	8,0	21,7	17,7								
Lai Châu	Đà	33.800	14.130	12.230	14.638	12.640	15.068	12.991	15.925	13.714	3,6	3,35	6,64	6,22	12,7	12,1								
Tà Bú	Đà	45.900	21.837	17.515	22.524	18.138	23.110	18.639	24.129	19.550	3,15	3,56	5,83	6,42	10,5	11,6								
Hà Giang	Lò	8.298	2.979	2.502	3.099	2.578	3.223	2.658	3.466	2.818	4,03	3,04	8,19	6,24	16,4	12,6								
Hàm Yên	Lò	11.900	6.601	5.161	6.772	5.285	6.976	5.436	7.347	5.667	2,59	2,4	5,68	5,33	11,3	9,8								
Giếng Gà	Lò	29.600	9.359	8.146	9.743	8.439	10.198	8.721	11.136	9.357	4,10	3,59	8,96	7,05	19,0	14,9								
Vụ Quang	Lò	36.790	12.549	9.270	13.306	9.823	13.885	10.142	14.551	10.564	6,03	5,97	10,65	9,41	16,0	14								
Chiêm Hóa	Gâm	16.500	7.014	5.755	7.185	5.908	7.468	6.131	7.899	6.471	2,44	2,66	6,47	6,53	12,6	12,4								
Bảo Yên	Chảy	4.960	3.357	2.447	3.531	2.559	3.687	2.644	3.969	2.812	5,18	4,58	9,83	8,05	18,2	14,9								
Thác Bưởi	Cầu	2.220	3.371	2.611	3.524	2.723	3.641	2.817	3.876	3.009	4,54	4,28	8,01	7,89	15,0	15,2								
Chũ	Lục Nam	2.090	4.094	3.256	4.194	3.335	4.288	3.399	4.478	3.533	2,46	2,42	4,74	4,38	9,37	8,52								
Dừa	Cá	20.800	11.955	8.989	12.163	9.166	12.455	9.385	13.001	9.795	1,74	1,97	4,18	4,41	8,75	8,97								
Nghĩa Đàn	Hiếu	4.024	6.766	4.911	6.902	5.008	7.041	5.107	7.309	5.299	2,00	1,97	4,06	4,0	8,02	7,9								
Nông Sơn	Thu Bồn	3.155	9.347	7.460	9.546	7.585	9.656	7.672	9.912	7.875	2,13	1,68	3,31	2,84	6,04	5,56								
Thanh Mỹ	Cái	1.850	5.628	4.206	5.676	4.247	5.758	4.309	5.922	4.431	0,85	0,97	2,31	2,45	5,22	5,35								
An Khê	Ba	1.440	3.280	2.500	3.410	2.560	3.450	2.620	3.580	2.710	3,96	2,4	5,18	4,8	9,15	8,4								
Củng Sơn	Ba	12.800	23.400	16.460	24.140	16.830	25.130	17.400	27.730	19.050	3,16	2,25	7,39	5,71	18,5	15,7								
Tri An	Đồng Nai	14.800	3622,5	3295,9	3.619	3.289	3.616	3.276	3.581	3.235	-0,09	-0,21	-0,18	-0,62	-1,15	-1,86								
Tà Pao	La Ngà	2.010	1.112	932	1.110	931	1.109	930	1.099	926	-0,18	-0,15	-0,29	-0,23	-1,13	-0,71								
Phước Long	Bé	2.370	1.416	1.176	1.406	1.172	1.402	1.171	1.377	1.165	-0,68	-0,34	-1,0	-0,42	-2,74	-0,96								
Phước Hòa	Bé	5.240	2.070	1.682	2.069	1.679	2.065	1.678	2.045	1.663	-0,06	-0,21	-0,26	-0,23	-1,21	-1,12								

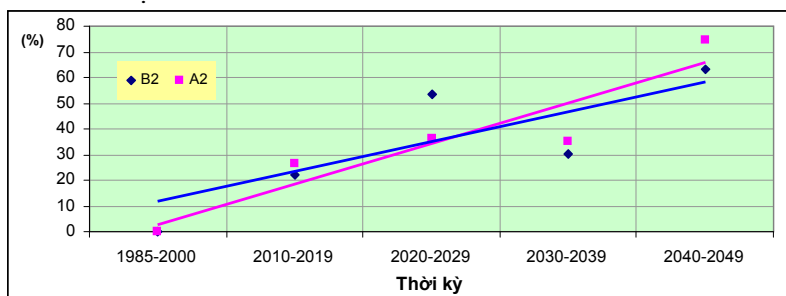
Bảng 4.23: Biến đổi của lưu lượng đỉnh lũ ($Q_{\max}$) ứng với tần suất 1% và 5% tại một số trạm thủy văn trên các sông theo kịch bản A2/19 /

Trạm	Sông	Diện tích lưu vực (km ²)	Q _{max} thực đo thời kỳ (m ³ /s)				Lưu lượng đỉnh lũ thời kỳ (m ³ /s)										Mức biến đổi so với thời kỳ 1980-1999 (%)					
			1989-1999		2020-2039		2040-2059		2080-2099		2020-2039		2040-2059		2080-2099		2020-2039		2040-2059		2080-2099	
			1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%
Yên Bái	Thao	48.000	10.418	8.611	10.932	8.937	11.423	9.285	13.298	10.573	4.93	3.79	9.65	7.83	27.6	22.8						
Lai Châu	Đà	33.800	14.130	12.230	14.653	12.645	15.025	12.958	16.274	14.010	3.70	3.39	6.33	5.95	15.2	14.6						
Tà Bù	Đà	45.900	21.837	17.515	22.502	18.134	23.056	18.597	24.758	20.012	3.05	3.53	5.58	6.18	13.4	14.3						
Hà Giang	Lô	8.298	2.979	2.502	3.103	2.579	3.216	2.654	3.544	2.872	4.19	3.08	7.98	6.05	19.0	14.8						
Hàm Yên	Lô	11.900	6.601	5.161	6.773	5.286	6.964	5.427	7.517	5.807	2.61	2.42	5.50	5.15	13.9	12.5						
Ghénh Gà	Lô	29.600	9.359	8.146	9.756	8.444	10.161	8.699	11.482	9.591	4.23	3.66	8.57	6.78	22.7	17.7						
Vụ Quang	Lô	36.790	12.549	9.270	13.211	9.762	13.864	10.144	15.989	11.508	5.28	5.31	10.48	9.43	27.4	24.1						
Chiêm Hóa	Gâm	16.500	7.014	5.755	7.193	5.912	7.379	6.066	8.153	6.676	2.55	2.73	5.20	5.40	16.2	16.0						
Bảo Yên	Chảy	4.960	3.357	2.447	3.536	2.559	3.674	2.639	4.081	2.897	5.33	4.58	9.44	7.85	21.6	18.4						
Thác Bưởi	Cầu	2.220	3.371	2.611	3.525	2.724	3.630	2.809	3.971	3.085	4.57	4.31	7.69	7.58	17.8	18.1						
Chũ	Lục Nam	2.090	4.094	3.256	4.200	3.337	4.277	3.392	4.549	3.586	2.59	2.47	4.47	4.18	11.1	10.1						
Dừa	Cả	20.800	11.955	8.989	12.163	9.166	12.429	9.366	13.281	10.005	1.74	1.97	3.96	4.19	11.1	11.3						
Nghĩa Đàn	Hiếu	4.024	6.766	4.911	6.905	5.010	7.030	5.100	7.426	5.383	2.06	2.03	3.90	3.84	9.8	9.6						
Nông Sơn	Thu Bồn	3.155	9.347	7.460	9.545	7.584	9.649	7.666	10.079	8.008	2.12	1.66	3.23	2.76	7.83	7.35						
Thanh Mỹ	Cái	1.850	5.628	4.206	5.676	4.247	5.753	4.304	6.011	4.498	0.85	0.97	2.22	2.33	6.81	6.94						
An Khê	Ba	1.440	3.280	25.00	3.510	2.590	3.590	2.650	3.810	2.850	7.01	3.60	9.45	6.00	16.2	14.0						
Củng Sơn	Ba	12.800	23.400	16.460	24.500	17.070	25.120	17.480	28.470	19.700	4.70	3.71	7.35	6.20	21.7	19.7						
Tri An	Đồng Nai	14.800	3.620	3.300	3.619	3.293	3.617	3.281	3.600	3.250	-0.03	-0.21	-0.08	-0.56	-0.56	-1.51						
Tà Pao	La Ngà	2.010	1.112	932	1.110	931	1.110	931	1.106	928	-0.14	-0.12	-0.20	-0.18	-0.53	-0.51						
Phước Long	Bé	2.370	1.416	1.176	1.407	1.173	1.404	1.173	1.385	1.170	-0.62	-0.26	-0.85	-0.29	-2.20	-0.56						
Phước Hòa	Bé	5.240	2070	1682	2069	1681	2067	1680	2051	1668	-0.04	-0.09	-0.15	-0.12	-0.93	-0.85						





Hình 4.33: Biến đổi của lưu lượng đỉnh lũ (Q_{max}) ứng với tần suất 1% tại một số trạm thủy văn trên các sông so với thời kỳ 1980-1999 theo hai kịch bản B2 và A2 /19 /



Hình 4.34: Biến đổi của lưu lượng ngày lớn nhất (%) của sông Mê Công tại Kratie so với trên lũ năm 2000 /37/

4.5.4. Tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy mùa cạn

Dưới tác động của biến đổi khí hậu, khác với dòng chảy năm và dòng chảy mùa lũ, dòng chảy mùa cạn trong tương lai của tất cả các sông trong lãnh thổ Việt Nam sẽ đều giảm, nhưng mức giảm là khác nhau khá lớn giữa các sông, thậm chí giữa thượng, trung và hạ lưu trên cùng triền sông và kịch bản B2 có mức giảm nhiều hơn so với kịch bản A2.

Vào thời kỳ 2040-2059, mức độ giảm của dòng chảy trung bình mùa cạn dao động trong phạm vi từ dưới 1,5% ở các sông: Đà, Gâm, Hiếu, đến trên 10% tại sông Ba; còn các sông khác thường giảm (3,0-10,0)% (bảng 4.25, 4.26 và hình 4.35).

Trên sông Mê Công, theo tính toán của Ủy Hội sông Mê Công Quốc tế - MRC /37/, biến đổi khí hậu (không xét đến ảnh hưởng của các hồ chứa) có thể sẽ làm cho dòng chảy trung bình mùa cạn tăng khoảng 20% tại Kratie trên sông Mê Công và trên dưới 10% tại Tân Châu trên sông Tiền vào những năm giữa thế kỷ 21. Dòng chảy 3 tháng cạn nhất trung bình thời kỳ 2010-2050 có xu thế tăng nhưng không quá 10% ở cả hai kịch bản A2 và B2 tại Tân Châu trên sông Tiền và Châu Đốc trên sông Hậu. Dòng chảy 1 tháng cạn nhất trung bình thời kỳ 2010-2050 giảm khoảng -5% đối với kịch bản B2 và tăng khoảng 3% ở kịch bản A2 tại trạm Tân Châu. Khi xét đến tác động điều tiết của hệ thống hồ chứa kết hợp với ảnh hưởng của biến đổi khí hậu trong tương lai, dòng chảy trung bình mùa cạn có thể tăng trên dưới 40% tại Kratie và khoảng dưới 20% tại Tân Châu (bảng 4.27).

Tóm lại, biến đổi khí hậu sẽ làm thay đổi các đặc trưng dòng chảy

của tất cả các sông trên lãnh thổ Việt Nam, xu thế biến đổi cũng như mức độ biến đổi là khác nhau giữa các hệ thống sông trong các vùng cũng như giữa các đặc trưng dòng chảy trên cùng dòng sông. Tổng hợp sự biến đổi của dòng chảy trung bình năm và các mùa tại một số trạm thủy văn đại diện trên một số sông vào giữa thế kỷ 21 được trình bày trong hình 4.36.

Bảng 4.27: Biến đổi của dòng chảy trung bình mùa cạn tại một số trạm thủy văn trên sông Mê Công so với thời kỳ 1985-2000 theo các kịch bản biến đổi khí hậu và phát triển khai thác sử dụng nước / 37 /

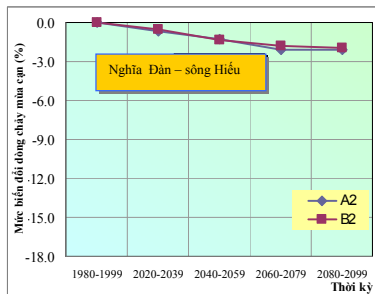
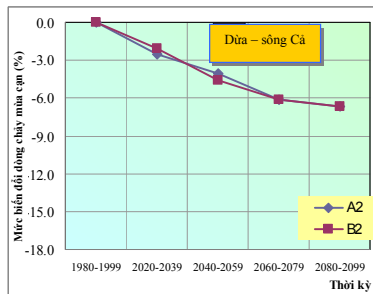
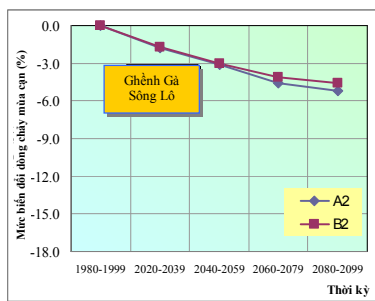
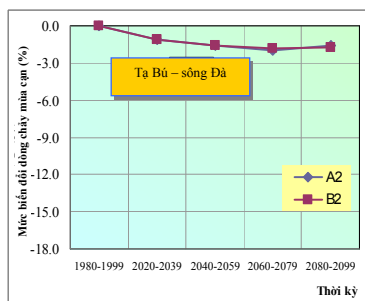
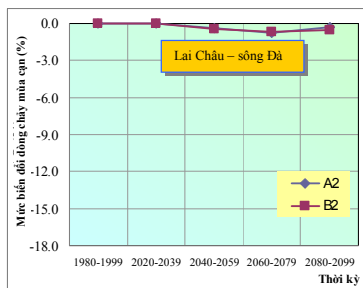
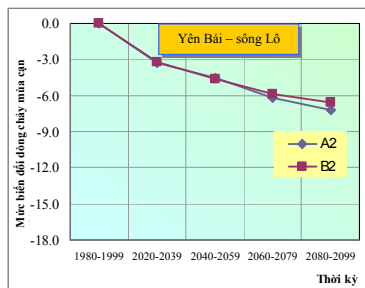
Kịch bản BĐKH	Trạm	Kịch bản phát triển nền - Q trung bình mùa cạn (m3/s)		Kịch bản phát triển - Q trung bình mùa cạn (m3/s)	Thay đổi dòng chảy trung bình mùa cạn (m3/s)		Thay đổi dòng chảy (%)			
		1985-2000	2010-2050	2010-2050	Kịch bản phát triển nền	Kịch bản phát triển	Dòng chảy trung bình mùa cạn, Kịch bản phát triển nền	Dòng chảy trung bình mùa cạn, Kịch bản phát triển	Dòng chảy 3 tháng min, Kịch bản phát triển nền	Dòng chảy 1 tháng min, Kịch bản phát triển nền
A2	Kratie	3.622	4.420	5.204	798	1.582	22,0	43,7	5,5	-0,1
	Phnom Penh	3.718	4.492	5.279	774	1.561	20,8	42,0	7,0	1,4
	Tan Chau	5.052	5.700	6.066	648	1.014	12,8	20,1	7,1	1,3
B2	Kratie	3.622	4.301	5.149	679	1.527	18,7	42,2	2,9	-4,6
	Phnom Penh	3.718	4.359	5.198	641	1.480	17,2	39,8	1,7	-4,4
	Tan Chau	5.052	5.586	5.914	534	862	10,6	17,1	1,4	-4,8

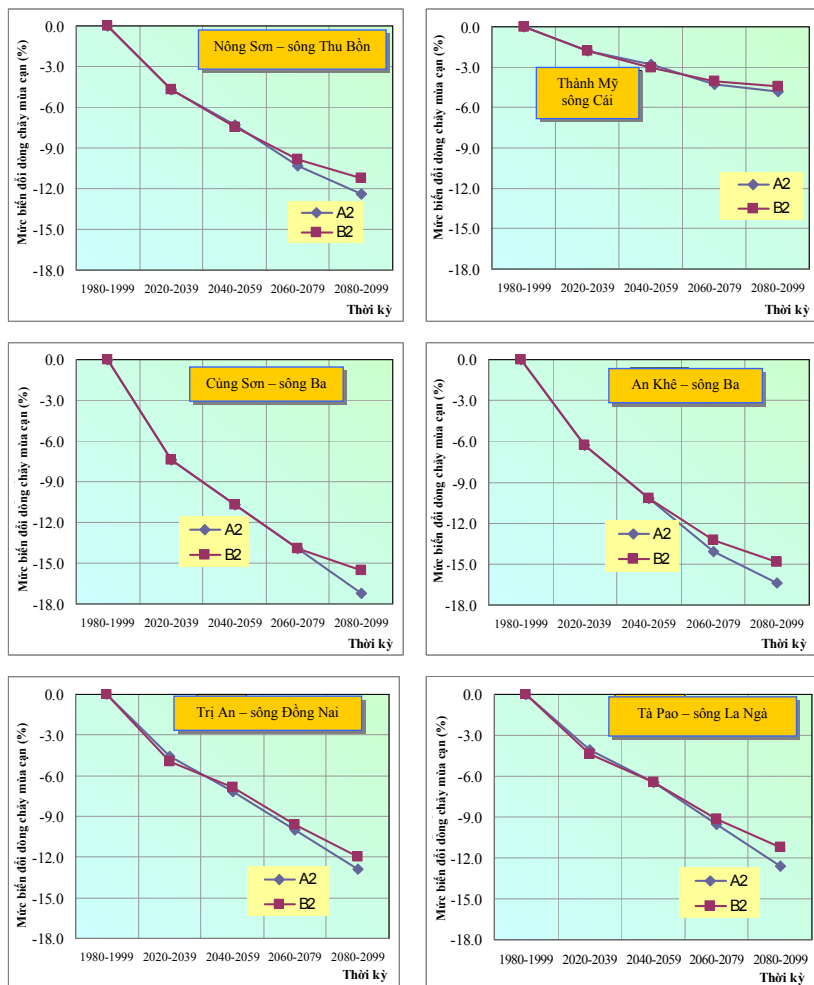
Bảng 4.26: Biến đổi của dòng chảy trung bình mùa cạn tại một số trạm thủy văn trên các sông theo kích bản B2 so với thời kỳ 1980-1999 /19/

TT	Trạm	Sông	Diện tích lưu vực (km2)	Lưu lượng trung bình thời kỳ (m3/s)						Mức biến đổi so với thời kỳ 1980-1999							
				1980-1999		2020-2039		2040-2059		2080-2099		Thời kỳ 2020-2039		Thời kỳ 2040-2059		Thời kỳ 2080-2099	
				m3/s	%	m3/s	%	m3/s	%	m3/s	%	m3/s	%	m3/s	%	m3/s	%
1	Yên Bái	Thao	48.000	364	352	347	340	340	340	-11,7	-3,23	-16,8	-4,62	-24,0	-6,58		
2	Lai Châu	Đà	33.800	361	361	360	359	359	359	-0,05	-0,01	-1,67	-0,46	-2,03	-0,56		
3	Tà Bú	Đà	45.900	498	492	490	489	489	489	-5,56	-1,12	-7,92	-1,59	-8,55	-1,72		
4	Hà Giang	Lô	8.298	62,8	63,5	62,9	62,4	62,4	62,4	0,69	1,10	0,08	0,13	-0,35	-0,56		
5	Hàm Yên	Lô	11.900	145	138	137	135	135	135	-6,72	-4,63	-8,58	-5,91	-10,6	-7,30		
6	Giếng Gà	Lô	29.600	366	360	355	350	350	350	-6,23	-1,70	-11,1	-3,03	-16,7	-4,56		
7	Vụ Quang	Lô	36.790	487	478	472	464	464	464	-8,49	-1,74	-14,8	-3,05	-22,2	-4,56		
8	Chiêm Hóa	Gâm	16.500	188	189	187	184	184	184	1,19	0,63	-1,44	-0,76	-4,62	-2,46		
9	Bảo Yên	Chảy	4.960	69,1	67,8	66,7	65,4	65,4	65,4	-1,33	-1,92	-2,38	-3,45	-3,72	-5,39		
10	Thác Bưởi	Cầu	2.220	20,4	20,1	19,9	19,6	19,6	19,6	-0,37	-1,79	-0,58	-2,84	-0,85	-4,14		
11	Chũ	Lục Nam	2.090	15,0	14,2	13,7	13,0	13,0	13,0	-0,79	-5,26	-1,25	-8,36	-1,94	-12,9		
12	Dừa	Cả	20.800	196	191	187	183	183	183	-4,68	-2,39	-8,79	-4,48	-13,0	-6,65		
13	Nghĩa Dân	Hiếu	4.024	72,6	72,2	71,7	71,2	71,2	71,2	-0,39	-0,53	-0,91	-1,26	-1,39	-1,91		
14	Nông Sơn	Thu Bồn	3.155	108	103	100	95,9	95,9	95,9	-5,10	-4,72	-8,10	-7,50	-12,1	-11,2		
15	Thanh Mỹ	Cái	1.850	49,6	48,7	48,1	47,4	47,4	47,4	-0,90	-1,81	-1,50	-3,02	-2,20	-4,44		
16	An Khê	Ba	1.440	12,8	12,0	11,5	10,9	10,9	10,9	-0,84	-6,58	-1,32	-10,3	-1,91	-15,0		
17	Cũng Sơn	Ba	12.800	122	113	109	103	103	103	-9,00	-7,38	-13,0	-10,7	-19,0	-15,6		
18	Trị An	Đồng Nai	14.800	121	117	114	111	111	111	-4,20	-3,48	-6,30	-5,22	-10,0	-8,29		
19	Tà Pao	La Ngà	2.010	29,4	28,2	27,5	26,2	26,2	26,2	-1,20	-4,08	-1,90	-6,46	-3,20	-10,9		
20	Phước Long	Bé	2.370	21,3	21,0	20,9	20,7	20,7	20,7	-0,30	-1,41	-0,40	-1,88	-0,60	-2,82		
21	Phước Hòa	Bé	5.240	71,9	69,0	68,0	67,0	67,0	67,0	-2,90	-4,03	-3,90	-5,42	-4,90	-6,82		

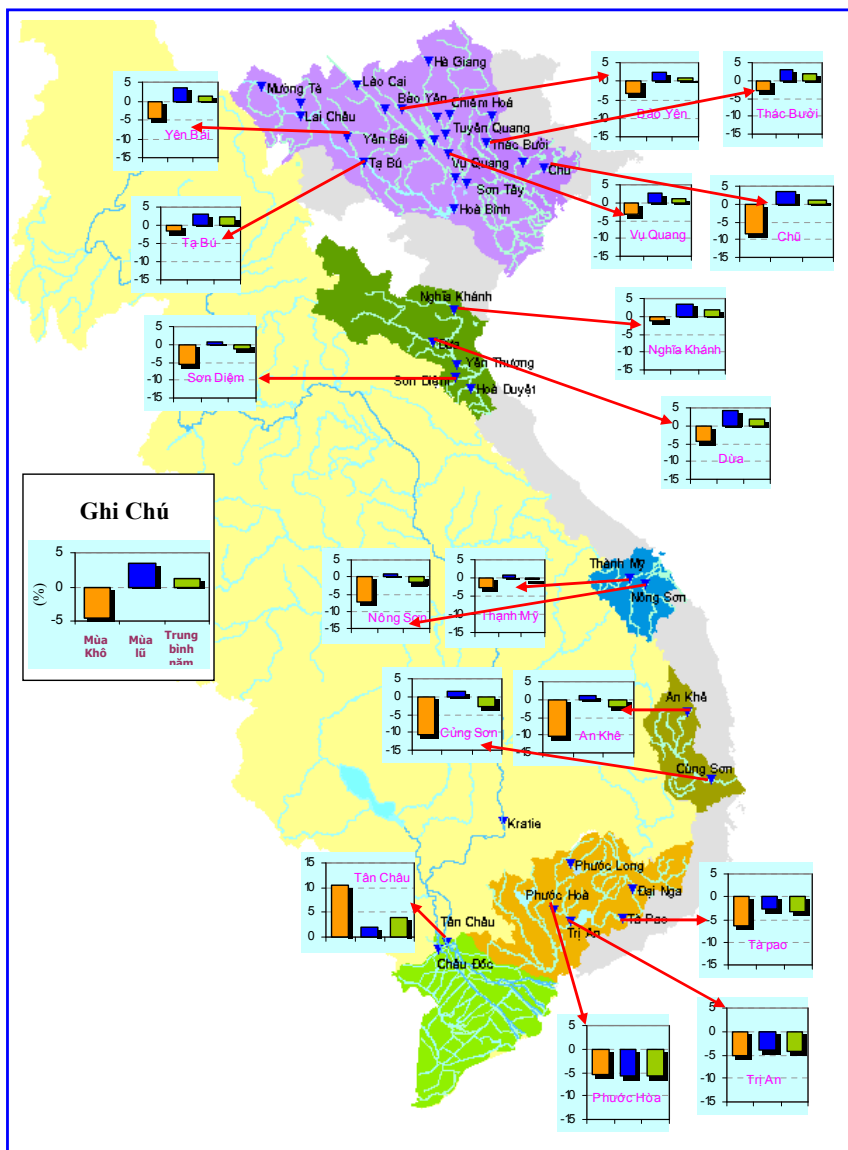
Bảng 4.25: Biến đổi của dòng chảy trung bình mùa cạn tại một số trạm thủy văn trên các sông theo kịch bản A2 so với thời kỳ 1980-1999 /19/

TT	Trạm	Sông	Diện tích lưu vực (km2)	Lưu lượng trung bình thời kỳ (m3/s)								Mức biến đổi so với thời kỳ 1980-1999							
				1980- 1999		2020 - 2039		2040- 2059		2080- 2099		Thời kỳ 2020-2039		Thời kỳ 2040-2059		Thời kỳ 2080-2099			
												m3/s	%	m3/s	%	m3/s	%		
1	Yên Bái	Thao	48.000	364	352	348	338	338	-11,9	-3,26	-16,4	-4,51	-26,3	-7,21					
2	Lai Châu	Đà	33.800	361	361	360	360	360	-0,10	-0,03	-1,5	-0,42	-1,03	-0,29					
3	Tà Bú	Đà	45.900	498	492	490	490	490	-5,6	-1,12	-7,8	-1,56	-7,86	-1,58					
4	Hà Giang	Lô	8.298	62,8	63,5	62,9	62,5	62,5	0,69	1,09	0,112	0,179	-0,27	-0,43					
5	Hàm Yên	Lô	11.900	145	138	136	133	133	-7,05	-4,85	-8,99	-6,19	-12,1	-8,31					
6	Ghềnh Gã	Lô	29.600	366	360	355	348	348	-6,64	-1,81	-11,4	-3,10	-18,9	-5,16					
7	Vụ Quang	Lô	36.790	487	478	472	462	462	-8,93	-1,84	-15,0	-3,08	-24,8	-5,09					
8	Chiêm Hóa	Gâm	16.500	188	189	187	183	183	1,15	0,61	-1,27	-0,67	-5,24	-2,78					
9	Bảo Yên	Chảy	4.960	69,1	67,8	66,8	65,1	65,1	-1,34	-1,93	-2,30	-3,33	-4,07	-5,89					
10	Thác Bưởi	Cầu	2.220	20,4	20,1	19,9	19,5	19,5	-0,37	-1,79	-0,57	-2,78	-0,90	-4,41					
11	Chũ	Lục Nam	2.090	15,0	14,2	13,8	12,8	12,8	-0,80	-5,32	-1,22	-8,14	-2,17	-14,5					
12	Dừa	Cả	20.800	196	191	187	183	183	-4,86	-2,48	-8,55	-4,36	-13,3	-6,79					
13	Nghĩa Đàn	Hiếu	4.024	72,6	72,1	71,7	71,1	71,1	-0,41	-0,56	-0,88	-1,22	-1,41	-1,94					
14	Nông Sơn	Thu Bồn	3.155	108	103	100	94,6	94,6	-5,10	-4,72	-7,90	-7,31	-13,4	-12,4					
15	Thanh Mỹ	Cái	1.850	49,6	48,7	48,2	47,2	47,2	-0,90	-1,81	-1,40	-2,82	-2,40	-4,84					
16	An Khê	Ba	1.440	12,8	12,0	11,5	10,7	10,7	-0,84	-6,58	-1,27	-9,92	-2,07	-16,2					
17	Cũng Sơn	Ba	12.800	122	113	109	101	101	-9,00	-7,38	-13,0	-10,7	-21,0	-17,2					
18	Trị An	Đồng Nai	14.800	121	117	114	110	110	-4,10	-3,40	-6,30	-5,22	-10,3	-8,53					
19	Tà Pao	La Ngà	2.010	29,4	28,2	27,5	25,9	25,9	-1,20	-4,08	-1,90	-6,46	-3,50	-11,9					
20	Phước Long	Bé	2.370	21,3	21	20,9	20,4	20,4	-0,30	-1,41	-0,40	-1,88	-0,90	-4,23					
21	Phước Hòa	Bé	5.240	71,9	69	67,8	65,9	65,9	-2,90	-4,03	-4,10	-5,70	-6,00	-8,34					





Hình 4.35: Biến đổi của dòng chảy trung bình mùa cạn tại một số trạm thủy văn trên một số sông theo hai kịch bản A2 và B2 với thời kỳ 1980-1999 /19/



4.5.5. Tác động của biến đổi khí hậu đến lũ lụt, ngập lụt

Như trên đã trình bày, dưới tác động của BĐKH, lượng dòng chảy lũ cùng với lưu lượng đỉnh lũ có xu thế gia tăng, dẫn đến khả năng xảy ra các trận lũ lớn hơn trong tương lai và do đó gia tăng mức độ nguy hiểm của lũ lụt, như đe dọa hệ thống đê sông và ngập lụt ở đồng bằng hạ lưu các sông.

Như đã biết, đồng bằng hạ lưu hai hệ thống sông Hồng - Thái Bình và sông Cả được các hồ chứa lớn cùng với hệ thống đê sông bảo vệ. Vì vậy, đối với hai hệ thống sông này không tính toán ngập lụt mà tính toán mực nước cao nhất trong sông tại một số vị trí quan trọng có thể xảy ra trong tương lai được mô phỏng theo trận lũ rất lớn/lũ lịch sử đã xảy ra trong thời kỳ nền 1980-1999. Trận lũ lịch sử sẽ được thu phóng theo tỉ lệ gia tăng của lưu lượng trung bình ngày lớn nhất và tổng lượng lũ ứng với các kịch bản biến đổi khí hậu theo các thời kỳ. Kết hợp với nước biển dâng, lũ thượng nguồn gia tăng sẽ dẫn đến mực nước dọc sông sẽ dâng cao hơn trong các trận lũ lớn, uy hiếp các hồ chứa và hệ thống đê.

Giả thiết các hồ chứa sẽ cắt lũ đầy dung tích phòng lũ của từng hồ chứa, lượng lũ còn lại không được trữ trong hồ chứa sẽ xả xuống hạ lưu và được diễn toán bằng mô hình thủy lực cho đến biển. Mực nước cao nhất tại một số vị trí dọc sông ở đồng bằng hạ lưu sông Hồng - Thái Bình và sông Cả được đưa ra trong bảng 4.28/19/.

Đối với hệ thống sông Hồng - Thái Bình, trận lũ lịch sử năm 1996 trên sông Đà được lựa chọn là lũ điển hình. Các hồ chứa tham gia cắt lũ bao gồm các hồ chứa Sơn La, Hòa Bình trên sông Đà, hồ chứa Thác Bà trên sông Chảy và hồ chứa Tuyên Quang trên sông

Bảng 4.28: Mức nước cao nhất tại một số vị trí trên hệ thống sông Hồng - Thái Bình và sông Cả của con lũ lịch sử có sự tham gia điều tiết của hệ thống hồ chứa /19/.

Hệ thống sông	Vị trí	Mức nước đỉnh lũ của con lũ lịch sử ứng với các thời kỳ (m)			
		Nền	2020 - 2039	2040 - 2059	2080 - 2099
Kịch bản A2					
Hồng Thái Bình	Việt Trì	15,85	15,99	16,06	16,36
	Trung Hà	17,28	17,44	17,51	17,85
	Sơn Tây	14,51	14,65	14,71	15,02
	Hà Nội	11,42	11,55	11,62	11,92
	Hưng Yên	7,26	7,35	7,4	7,62
	Thượng Cát	11,4	11,54	11,61	11,9
	Triều Dương	6,58	6,68	6,73	6,97
	Phả Lại	6,29	6,41	6,47	6,71
	Bến Bình	5,07	5,19	5,24	5,47
Sông Cả	Đô Lương	19,4	19,4	19,5	20,0
	Cửa sông Giăng	16,3	16,3	16,4	16,7
	Dùng	14,3	14,4	14,4	14,8
	Yên Thượng	11,4	11,4	11,4	11,7
	Cửa sông Gang	10,5	10,5	10,5	10,8
	Nam Đàn	9,59	9,62	9,62	9,83
	Cầu Yên Xuân	6,93	6,95	6,98	7,14
	Chợ Trảng	6,56	6,57	6,61	6,76
	Cảng Bến Thủy	5,24	5,26	5,29	5,48
	Hung Hoà	4,43	4,50	4,53	4,72
	Rào Đùng	3,08	3,12	3,15	3,50

Hệ thống sông	Vị trí	Mức nước đỉnh lũ của con lũ lịch sử ứng với các thời kỳ (m)			
		Nền	2020 - 2039	2040 - 2059	2080 - 2099
Kịch bản B2					
Hồng Thái Bình	Việt Trì	15,85	15,96	16,07	16,24
	Trung Hà	17,28	17,39	17,51	17,71
	Sơn Tây	14,51	14,62	14,72	14,9
	Hà Nội	11,42	11,52	11,63	11,8
	Hưng Yên	7,26	7,33	7,41	7,53
	Thượng Cát	11,4	11,51	11,61	11,79
	Triều Dương	6,58	6,66	6,74	6,88
	Phả Lại	6,29	6,4	6,48	6,62
	Bến Bình	5,07	5,17	5,24	5,38
Sông Cả	Đô Lương	19,4	19,5	19,5	19,8
	Cửa sông Giăng	16,3	16,3	16,4	16,6
	Dùng	14,3	14,4	14,4	14,7
	Yên Thượng	11,4	11,4	11,4	11,6
	Cửa sông Gang	10,5	10,5	10,5	10,7
	Nam Đàn	9,59	9,63	9,65	9,77
	Cầu Yên Xuân	6,93	6,96	6,97	7,07
	Chợ Chàng	6,56	6,56	6,59	6,69
	Cảng Bến Thủy	5,24	5,26	5,28	5,40
	Hưng Hoà	4,43	4,48	4,52	4,63
	Rào Dùng	3,08	3,09	3,13	3,37

Gâm. Đối với hệ thống sông Cả, trận lũ lịch sử năm 1988 được lựa chọn để tính toán, với sự tham gia cắt lũ của các hồ chứa Bản Vẽ, Bản Mòng, Ngàn Trươi và Thác Muối.

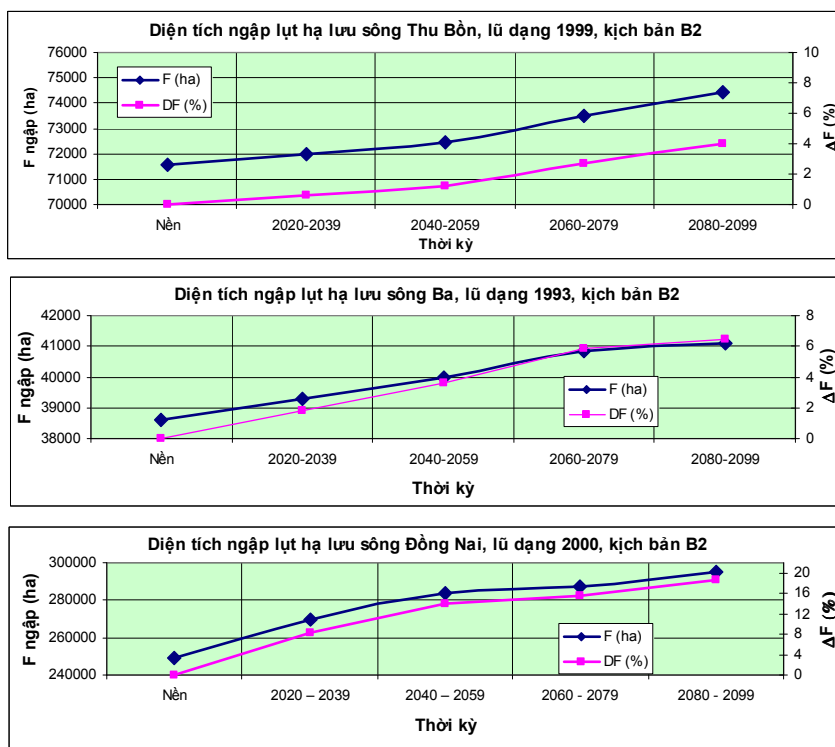
Mặc dầu đã có sự điều tiết cắt lũ của các hồ chứa, lũ lớn kết hợp nước biển dâng, vào cuối thế kỷ 21, mực nước lũ lớn nhất trên sông Hồng tại Hà Nội vẫn vượt báo động 3 (11,5 m) khoảng 0,5 m nếu xảy ra tình huống lũ như trận lũ năm 1996. Tương tự, trên sông Cả, xảy ra lũ có dạng lũ tương tự dạng của trận lũ lớn năm 1988, mực nước tại Nam Đàn vẫn vượt mức báo động 3 khoảng 1,8m.

Đối với các lưu vực sông Thu Bồn, sông Ba, Đồng Nai và ĐBSCL, sự gia tăng dòng chảy lũ cùng với nước biển dâng sẽ làm cho tình hình ngập lụt càng thêm nghiêm trọng ở vùng đồng bằng hạ lưu. Mô phỏng trận lũ lịch sử xảy ra trên lưu vực dưới tác động của BĐKH kết hợp với nước biển dâng cho thấy, thời gian ngập kéo dài, độ sâu ngập lụt, diện tích ngập tăng lên rõ rệt (hình 4.37).

Đối với sông Thu Bồn, vào năm 2050 và 2100 nếu xảy ra trận lũ đặc biệt lớn có dạng lũ tương tự dạng trận lũ lịch sử đã xảy ra vào năm 1999, mặc dầu có sự tham gia cắt lũ của các hồ chứa thủy điện nhưng diện tích ngập lụt tăng từ 1,5 % đến 4 % so với hiện trạng (các bảng 4.29 - 4.30).

Đối với sông Ba, có thể xảy ra trận lũ đặc biệt lớn có dạng lũ tương tự dạng của trận lũ lịch sử năm 1993, sau khi có sự tham gia cắt lũ của các hồ chứa lớn trên sông, diện tích ngập lụt có thể tăng 3,5 % vào năm 2050 và 6,5% vào năm 2100 đối với kịch bản B2 và từ 3,6 % đến 8,2% đối với kịch bản A2 (bảng 4.31 - 4.32).

Đối với sông Đồng Nai, diện tích ngập của trận lũ lớn theo dạng trận lũ năm 2000 có thể sẽ tăng từ 13% vào năm 2050 lên đến 18% vào năm 2100. Mặc dù hồ Trị An và hồ Dầu Tiếng tham gia cắt giảm lũ nhưng sự ảnh hưởng tổng hợp của nước biển dâng cùng với lũ thượng nguồn sẽ làm ngập lụt hạ du sông Đồng Nai ngày càng trầm trọng (bảng 4.33 - 4.34).



Hình 4.37: Biến đổi của diện tích ngập lụt ở hạ lưu một số lưu vực sông khi xảy ra các trận lũ lớn, ứng với kịch bản B2 /19/

Bảng 4.29: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Thu Bồn với dạng trận lũ năm 1999 có xét đến điều tiết lũ các hồ chứa, kịch bản A2/19 /

Thời kỳ	Độ sâu ngập (m)	Diện tích đất bị ngập (ha)					Số dân bị ảnh hưởng (người)	Mức biến đổi tổng diện tích ngập so với thời kỳ nền (%)
		Tổng	Đất ở và công nghiệp	Đất nông nghiệp	Đất thủy sản	Đất khác		
1980 – 1999	<0,5	13.950	4.539	7.405	0	2.006	3.374	
	0,5 – 1	13.880	4.387	7.745	0	1.748	8.147	
	1-2	30.710	10.064	16.892	0	3.754	20.193	
	2-3	10.680	2.989	6.191	0	1.501	22.042	
	3-4	981	261	604	0	116	17.211	
	>4	1.375	376	654	0	345	78.498	
	Tổng	71.576	22.615	39.491	0	9.470	149.465	0
2020 – 2039	<0,5	14.360	4.673	7.621	0	2.066	3.155	
	0,5 - 1	13.690	4.325	7.641	0	1.724	7.032	
	1-2	30.870	10.118	16.980	0	3.772	20.284	
	2-3	10.840	3.034	6.283	0	1.524	22.027	
	3-4	1.026	273	632	0	121	16.745	
	>4	1.430	391	680	0	359	81.632	
	Tổng	72.216	22.813	39.836	0	9.567	150.877	0,89
2040 – 2059	<0,5	14.570	4.741	7.733	0	2.096	3.239	
	0,5 - 1	13.860	4.378	7.736	0	1.746	6.390	
	1-2	30.990	10.155	17.046	0	3.789	20.745	
	2-3	11.330	3.171	6.567	0	1.593	22.997	
	3-4	1.057	281	650	0	125	18.525	
	>4	1.478	404	703	0	371	79.647	
	Tổng	73.285	23.129	40.436	0	9.720	151.544	2.39

Bảng 4.29: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Thu Bồn với dạng trận lũ năm 1999 có xét đến điều tiết lũ các hồ chứa, kịch bản A2/19 / (tiếp theo)

Thời kỳ	Độ sâu ngập (m)	Diện tích đất bị ngập (ha)					Số dân bị ảnh hưởng (người)	Mức biến đổi tổng diện tích ngập so với thời kỳ nền (%)
		Tổng	Đất ở và công nghiệp	Đất nông nghiệp	Đất thủy sản	Đất khác		
2060 – 2079	<0,5	14.840	4.826	7.877	0	2.137	3.059	
	0,5 - 1	14.050	4.438	7.842	0	1.770	5.724	
	1-2	31.180	10.213	17.152	0	3.815	20.562	
	2-3	11.450	3.204	6.636	0	1.609	22.788	
	3-4	1.107	295	681	0	131	18.474	
	>4	1.552	424	738	0	390	82.546	
	Tổng	74.179	23.401	40.926	0	9.852	153.151	3,64
2080 – 2099	<0,5	15.030	4.888	7.980	0	2.162	2.987	
	0,5 - 1	14.250	4.502	7.953	0	1.796	5.197	
	1-2	31.600	10.349	17.384	0	3.868	23.707	
	2-3	11.670	3.267	6.763	0	1.640	21.561	
	3-4	1.208	322	743	0	142	18.330	
	>4	1.664	455	791	0	418	86.766	
	Tổng	75.422	23.782	41.614	0	10.026	158.548	5,37

Bảng 4.30: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Thu Bồn với dạng trận lũ năm 1999 và xét đến điều tiết lũ các hồ chứa theo kịch bản B2/19/

Thời kỳ	Độ sâu ngập (m)	Diện tích đất bị ngập (ha)					Số dân bị ảnh hưởng (người)	Mức biến đổi tổng diện tích ngập so với thời kỳ nền (%)
		Tổng	Đất ở và công nghiệp	Đất nông nghiệp	Đất thủy sản	Đất khác		
1980 – 1999	<0,5	13.950	4.539	7.405	0	2.006	3.374	
	0,5 – 1	13.880	4.387	7.745	0	1.748	8.147	
	1-2	30.710	10.064	16.892	0	3.754	20.193	
	2-3	10.680	2.989	6.191	0	1.501	22.042	
	3-4	981	261	604	0	116	17.211	
	>4	1.375	376	654	0	345	78.498	
	Tổng	71.576	22.615	39.491	0	9.470	149.465	0
2020 – 2039	<0,5	14.040	4.568	7.453	0	2.020	3.143	
	0,5 - 1	13.870	4.382	7.741	0	1.746	7.067	
	1-2	30.870	10.118	16.979	0	3.773	20.253	
	2-3	10.820	3.028	6.272	0	1.520	22.008	
	3-4	1.001	267	616	0	118	16.799	
	>4	1.399	382	665	0	351	81.650	
	Tổng	72.000	22.744	39.726	0	9.530	150.921	0,59
2040 – 2059	<0,5	14.250	4.637	7.563	0	2.050	3.234	
	0,5 - 1	13.940	4.403	7.781	0	1.756	6.364	
	1-2	30.830	10.102	16.959	0	3.769	20.760	
	2-3	11.010	3.081	6.381	0	1.548	22.987	
	3-4	1.006	268	619	0	119	18.496	
	>4	1.420	388	675	0	356	79.747	
	Tổng	72.456	22.880	39.978	0	9.599	151.588	1,23

Bảng 4.30: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Thu Bồn với dạng trận lũ năm 1999 và xét đến điều tiết lũ các hồ chứa theo kịch bản B2/19/ (tiếp theo)

Thời kỳ	Độ sâu ngập (m)	Diện tích đất bị ngập (ha)					Số dân bị ảnh hưởng (người)	Mức biến đổi tổng diện tích ngập so với thời kỳ nền (%)
		Tổng	Đất ở và công nghiệp	Đất nông nghiệp	Đất thủy sản	Đất khác		
2060 – 2079	<0,5	14.420	4.692	7.654	0	2.075	3.142	
	0,5 - 1	14.130	4.463	7.887	0	1.780	5.827	
	1-2	30.980	10.149	17.041	0	3.791	20.626	
	2-3	11.330	3.170	6.567	0	1.593	22.541	
	3-4	1.107	295	681	0	131	18.919	
	>4	1.534	419	729	0	385	81.870	
	Tổng	73.501	23.188	40.559	0	9.754	152.923	2,69
2080 – 2099	<0,5	14.610	4.752	7.756	0	2.103	3.043	
	0,5 - 1	14.230	4.495	7.942	0	1.792	5.403	
	1-2	31.280	10.244	17.207	0	3.829	21.128	
	2-3	11.450	3.205	6.636	0	1.609	22.383	
	3-4	1.208	322	743	0	143	18.537	
	>4	1.651	452	785	0	415	82.900	
	Tổng	74.429	23.469	41.070	0	9.891	153.395	3,99

Bảng 4.31: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Ba với dạng trận lũ năm 1993 và xét đến điều tiết lũ các hồ chứa trong theo kịch bản A2/19/

Thời kỳ	Độ sâu ngập (m)	Diện tích đất bị ngập (ha)					Số dân bị ảnh hưởng (người)	Mức biến đổi tổng diện tích ngập so với thời kỳ nền (%)
		Tổng	Đất ở và công nghiệp	Đất nông nghiệp	Đất thủy sản	Đất khác		
1980 – 1999	<0,5	1.355	197	955	0	204	5.946	
	0,5 – 1	2.550	376	1.831	0	342	12.062	
	1-2	5.480	677	3.830	0	973	25.418	
	2-3	5.747	552	3.827	0	1.368	26.611	
	3-4	4.866	459	2.517	0	1.890	16.661	
	>4	18.583	1.021	9.760	0	7.802	57.946	
	Tổng	38.582	3.282	22.720	0	12.579	144.646	0
2020 – 2039	<0,5	1.196	184	789	0	222	5.355	
	0,5 - 1	2.556	370	1.783	0	403	11.704	
	1-2	5.210	648	3.592	0	970	23.883	
	2-3	5.991	531	3.965	0	1.495	28.345	
	3-4	4.602	459	2.340	0	1.803	16.146	
	>4	19.723	1.106	10.193	0	8.424	61.413	
	Tổng	39.279	3.299	22.663	0	13.317	146.847	1,81
2040 – 2059	<0,5	1.050	164	690	0	195	4.654	
	0,5 - 1	2.404	351	1.656	0	396	10.543	
	1-2	5.104	697	3.461	0	945	23.687	
	2-3	5.944	576	3.906	0	1.462	28.284	
	3-4	4.511	449	2.440	0	1.622	16.459	
	>4	20.895	1.199	10.740	0	8.957	65.154	
	Tổng	39.908	3.437	22.893	0	13.578	148.781	3,44

Bảng 4.31: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Ba với dạng trận lũ năm 1993 và xét đến điều tiết lũ các hồ chứa trong theo kịch bản A2/19/ (tiếp theo)

Thời kỳ	Độ sâu ngập (m)	Diện tích đất bị ngập (ha)					Số dân bị ảnh hưởng (người)	Mức biến đổi tổng diện tích ngập so với thời kỳ nền (%)
		Tổng	Đất ở và công nghiệp	Đất nông nghiệp	Đất thủy sản	Đất khác		
2060 – 2079	<0,5	932	143	594	0	195	4.200	
	0,5 - 1	2.146	313	1.485	0	347	9.168	
	1-2	5.120	716	3.436	0	968	23.319	
	2-3	5.601	596	3.741	0	1.264	26.834	
	3-4	4.638	442	2.537	0	1.659	18.264	
	>4	22.320	1.323	11.454	0	9.542	69.470	
	Tổng	40.756	3.533	23.247	0	13.976	151.255	5,63
2080 – 2099	<0,5	857	157	499	0	200	3.681	
	0,5 - 1	1.830	292	1.175	0	363	8.234	
	1-2	5.104	720	3.426	0	957	22.344	
	2-3	5.415	564	3.633	0	1.217	24.289	
	3-4	4.793	414	2.742	0	1.636	19.994	
	>4	23.744	1.453	12.134	0	10.157	76.255	
	Tổng	41.742	3.601	23.611	0	14.531	154.799	8,19

Bảng 4.32: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Ba với dạng trận lũ năm 1993 và xét đến điều tiết lũ các hồ chứa theo kịch bản B2/19/

Thời kỳ	Độ sâu ngập (m)	Diện tích đất bị ngập (ha)					Số dân bị ảnh hưởng (người)	Mức biến đổi tổng diện tích ngập so với thời kỳ nền (%)
		Tổng	Đất ở và công nghiệp	Đất nông nghiệp	Đất thủy sản	Đất khác		
1980 – 1999	<0,5	1.355	197	955	0	204	5.946	
	0,5 – 1	2.550	376	1.831	0	342	12.062	
	1-2	5.480	677	3.830	0	973	25.418	
	2-3	5.747	552	3.827	0	1.368	26.611	
	3-4	4.866	459	2.517	0	1.890	16.661	
	>4	18.583	1.021	9.760	0	7.802	57.946	
	Tổng	38.582	3.282	22.720	0	12.579	144.646	0
2020 – 2039	<0,5	1.198	186	790	0	222	5.368	
	0,5 - 1	2.560	370	1.786	0	404	11.741	
	1-2	5.208	647	3.590	0	970	23.866	
	2-3	5.990	531	3.964	0	1.495	28.327	
	3-4	4.598	459	2.339	0	1.800	16.127	
	>4	19.727	1.106	10.194	0	8.427	61.421	
	Tổng	39.281	3.300	22.664	0	13.318	146.850	1,81
2040 – 2059	<0,5	1.082	166	691	0	225	4.670	
	0,5 - 1	2.406	349	1.660	0	396	10.553	
	1-2	5.118	698	3.466	0	954	23.693	
	2-3	5.949	576	3.911	0	1.462	28.298	
	3-4	4.516	448	2.448	0	1.620	16.437	
	>4	20.900	1.201	10.730	0	8.968	65.143	
	Tổng	39.971	3.439	22.907	0	13.625	148.794	3,60

Bảng 4.32: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Ba với dạng trận lũ năm 1993 và xét đến điều tiết lũ các hồ chứa theo kịch bản B2/19/ (tiếp theo)

Thời kỳ	Độ sâu ngập (m)	Diện tích đất bị ngập (ha)					Số dân bị ảnh hưởng (người)	Mức biến đổi tổng diện tích ngập so với thời kỳ nền (%)
		Tổng	Đất ở và công nghiệp	Đất nông nghiệp	Đất thủy sản	Đất khác		
2060 – 2079	<0,5	1.086	176	703	0	207	4.788	
	0,5 - 1	2.252	333	1.524	0	395	9.774	
	1-2	5.236	692	3.528	0	1.016	23.546	
	2-3	5.810	570	3.938	0	1.302	28.043	
	3-4	4.632	439	2.469	0	1.724	17.444	
	>4	21.823	1.271	11.125	0	9.428	68.055	
	Tổng	40.839	3.482	23.286	0	14.071	151.650	5,85
2080 – 2099	<0,5	883	142	538	0	203	3.937	
	0,5 - 1	2.002	302	1.339	0	361	8.358	
	1-2	5.220	742	3.508	0	970	23.473	
	2-3	5.664	579	3.752	0	1.333	26.567	
	3-4	4.862	414	2.749	0	1.699	19.833	
	>4	22.450	1.384	11.469	0	9.597	70.063	
	Tổng	41.081	3.564	23.354	0	14.162	152.233	6,48

Bảng 4.33: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai với dạng trận lũ năm 2000 và xét đến điều tiết lũ các hồ chứa theo kịch bản A2/19/

Thời kỳ	Độ sâu ngập (m)	Diện tích đất bị ngập (ha)					Số dân bị ảnh hưởng (người)	Mức biến đổi tổng diện tích ngập so với thời kỳ nền (%)
		Tổng	Đất ở và công nghiệp	Đất nông nghiệp	Đất thủy sản	Đất khác		
1980 – 1999	<0,5	181.922	28.289	107.989	410	45.234	2.820.000	
	0,5 – 1	64.936	9.394	29.199	0	26.343	800.000	
	1-2	2.038	267	1.462	0	309	250.000	
	2-3	0	0	0	0	0	0	
	3-4	0	0	0	0	0	0	
	>4	99	78	0	0	21	0	
	Tổng	248.995	38.028	138.650	410	71.907	3.870.000	0
2020 – 2039	<0,5	115.338	20.448	82.795	111	11.984	1.530.000	
	0,5 - 1	83.313	16.943	41.063	411	24.896	2.290.000	
	1-2	69.614	6.097	28.156	0	35.361	510.000	
	2-3	3.305	1.559	1.104	0	642	0	
	3-4	0	0	0	0	0	0	
	>4	102	80	0	0	22	0	
	Tổng	271.672	45.127	153.118	522	72.905	4.340.000	9,11
2040 – 2059	<0,5	121.415	21.410	90.055	92	9.857	1.520.000	
	0,5 - 1	83.095	16.523	47.408	361	18.803	2.310.000	
	1-2	77.490	9.024	24.834	69	43.563	790.000	
	2-3	3.514	1.621	1.110	0	783	0	
	3-4	0	0	0	0	0	0	
	>4	102	80	0	0	22	0	
	Tổng	285.616	48.658	163.408	522	73.028	4.630.000	14,7

Bảng 4.33: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai với dạng trận lũ năm 2000 và xét đến điều tiết lũ các hồ chứa theo kịch bản A2/19/ (tiếp theo)

Thời kỳ	Độ sâu ngập (m)	Diện tích đất bị ngập (ha)					Số dân bị ảnh hưởng (người)	Mức biến đổi tổng diện tích ngập so với thời kỳ nền (%)
		Tổng	Đất ở và công nghiệp	Đất nông nghiệp	Đất thủy sản	Đất khác		
2060 – 2079	<0,5	57.317	12.181	40.663	92	4.380	880.000	
	0,5 - 1	106.958	21.473	76.722	0	8.764	2.450.000	
	1-2	123.601	15.292	48.310	430	59.570	1.480.000	
	2-3	3.844	1.877	1.120	0	847	0	
	3-4	0	0	0	0	0	0	
	>4	102	80	0	0	22	0	
	Tổng	291.822	50.902	166.815	522	73.582	4.800.000	17,2
2080 – 2099	<0,5	30.176	4.419	17.503	92	8.162	1.510.000	
	0,5 - 1	119.844	22.037	92.001	0	5.805	810.000	
	1-2	162.210	26.541	74.201	430	61.038	2.970.000	
	2-3	5.662	3.142	2.271	0	249	110.000	
	3-4	0	0	0	0	0	0	
	>4	268	221	0	0	47	0	
	Tổng	318.160	56.360	185.976	522	75.302	5.400.000	27,8

Bảng 4.34: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai với dạng trận lũ năm 2000 và xét đến điều tiết lũ các hồ chứa theo kịch bản B2 /19/

Thời kỳ	Độ sâu ngập (m)	Diện tích đất bị ngập (ha)					Số dân bị ảnh hưởng (người)	Mức biến đổi tổng diện tích ngập so với thời kỳ nền (%)
		Tổng	Đất ở và công nghiệp	Đất nông nghiệp	Đất thủy sản	Đất khác		
1980 – 1999	<0,5	181.922	28.289	107.989	410	45.234	2.820.000	
	0,5 – 1	64.936	9.394	29.199	0	26.343	800.000	
	1-2	2.038	267	1.462	0	309	250.000	
	2-3	0	0	0	0	0	0	
	3-4	0	0	0	0	0	0	
	>4	99	78	0	0	21	0	
	Tổng	248.995	38.028	138.650	410	71.907	3.870.000	0
2020 – 2039	<0,5	112.018	16.583	82.277	19	13.139	1.390.000	
	0,5 - 1	84.687	17.288	41.483	411	25.504	2.050.000	
	1-2	70.198	9.488	27.479	0	33.232	470.000	
	2-3	2.715	1.169	1.000	0	546	0	
	3-4	0	0	0	0	0	0	
	>4	102	81	0	0	21	0	
	Tổng	269.720	44.610	152.239	430	72.441	3.910.000	8,32
2040 – 2059	<0,5	117.975	24.742	88.161	92	4.980	1.460.000	
	0,5 - 1	85.745	12.015	48.422	361	24.946	2.260.000	
	1-2	76.920	10.063	24.544	69	42.244	790.000	
	2-3	2.834	1.264	1.000	0	570	0	
	3-4	0	0	0	0	0	0	
	>4	102	81	0	0	21	0	
	Tổng	283.576	48.166	162.128	522	72.760	4.520.000	13,9

Bảng 4.34: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai với dạng trận lũ năm 2000 và xét đến điều tiết lũ các hồ chứa theo kịch bản B2 /19/

Thời kỳ	Độ sâu ngập (m)	Diện tích đất bị ngập (ha)					Số dân bị ảnh hưởng (người)	Mức biến đổi tổng diện tích ngập so với thời kỳ nền (%)
		Tổng	Đất ở và công nghiệp	Đất nông nghiệp	Đất thủy sản	Đất khác		
2060 – 2079	<0,5	56.755	12.325	40.529	92	3.809	890.000	
	0,5 - 1	114.995	22.200	79.380	19	13.397	2.470.000	
	1-2	112.000	13.466	42.563	411	55.560	1.330.000	
	2-3	3.675	1.800	1.336	0	539	0	
	3-4	0	0	0	0	0	0	
	>4	102	81	0	0	21	0	
	Tổng	287.527	49.872	163.808	522	73.325	4.680.000	15,8
2080 – 2099	<0,5	20.894	6.720	10.930	92	3.152	780.000	
	0,5 – 1	145.476	27.545	104.814	0	13.116	1.370.000	
	1-2	123.820	14.478	51.886	430	57.027	2.570.000	
	2-3	4.785	2.297	1.885	0	603	40.000	
	3-4	0	0	0	0	0	0	
	>4	102	81	0	0	21	0	
	Tổng	295.077	51.121	169.516	522	73.918	4.760.000	18,5

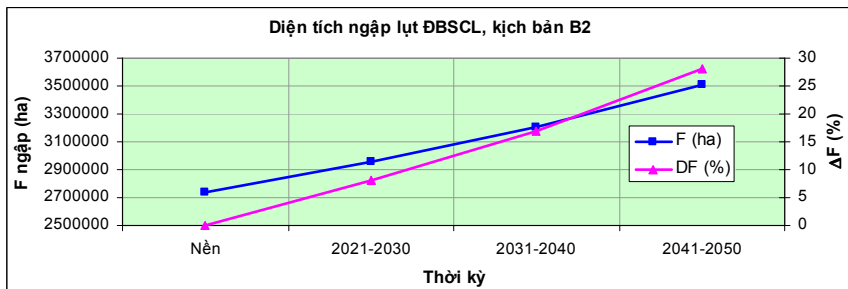
Ở ĐBSCL, vào những năm lũ sông Mê Công lớn, diện tích ngập lụt gần 2 triệu ha, kéo dài 3-5 tháng, gây nhiều thiệt hại về người và tài sản. Tuy nhiên, lũ cũng mang lại nguồn phù sa bồi bổ cho đất, nguồn thủy sản phong phú và có tác dụng tốt trong việc vệ sinh đồng ruộng. Các trận lũ lớn xảy ra trong tương lai vào những năm giữa thế kỷ 21 kết hợp với nước biển dâng khoảng 30 cm sẽ làm cho diện tích bị ngập lụt tăng trên 25% so với diện tích ngập lụt trong trận lũ lịch sử năm 2000. Diện tích ngập chiếm gần 90% toàn bộ diện tích tự nhiên toàn ĐBSCL. Diện tích ngập lụt với độ ngập trên 0,5 m có thể tới 2.666.750 ha (chiếm 68,3% diện tích toàn ĐBSCL), tăng so với hiện trạng lũ năm 2000 là 1.160.653 ha (tương ứng 29,5% diện tích tự nhiên). Diện tích ngập lụt với độ ngập trên 1,0 m lớn nhất lên đến 1.522.700 ha (chiếm 40% diện tích toàn ĐBSCL), tăng so với hiện trạng lũ năm 2000 khoảng 503.100 ha (tương ứng 14% diện tích tự nhiên).

Lũ gây ngập lụt các vùng Đồng Tháp Mười (ĐTM) và Tứ Giác Long Xuyên (TGLX), đặc biệt vùng kẹp giữa 2 sông Tiền và sông Hậu có thể bị ngập lụt nghiêm trọng hơn. Ngoài các thành phố/thị xã hiện nay thường bị ngập lũ như Châu Đốc, Long Xuyên, Cao Lãnh, sẽ có thêm Sa Đéc, Vĩnh Long, Tân An, Mỹ Tho, Cần Thơ, Vị Thanh, Sóc Trăng, Rạch Giá và Hà Tiên cũng có thể sẽ bị ngập trên 1,0 m, trong đó nghiêm trọng nhất là TP.Cần Thơ và TX.Vĩnh Long.

Nước biển dâng làm cho tiêu thoát nước các thành phố/thị xã Mỹ Tho, Bến Tre, Trà Vinh, Bạc Liêu và Cà Mau khó khăn hơn.

Lũ thượng nguồn ngày càng có xu thế tăng, nước biển dâng cao đã hạn chế khả năng tiêu thoát lũ trên hệ thống sông trong ĐBSCL, gây nên ngập lụt trầm trọng hơn. Điều này dẫn đến thời gian lũ

lên sớm hơn và rút cũng muộn hơn, dẫn đến khó khăn hơn trong tiêu thoát nước và bố trí mùa vụ. Theo quy hoạch sử dụng đất đến năm 2010, thì diện tích đất sản xuất nông nghiệp bị ngập lớn nhất có thể đạt 2.086.420 ha chiếm 53% đất tự nhiên ĐBSCL, đất sản xuất công nghiệp và dân cư lớn nhất có thể đạt 494.350 ha 12,6% đất tự nhiên ĐBSCL và đất thủy sản có thể đạt 248.840 ha 6,3% đất tự nhiên ĐBSCL.(bảng 4.35 và 4.36 và hình 4.38). Hình 4.39 là sơ đồ ngập lụt tương ứng hai kịch bản B2 và A2 ở hạ lưu các hệ thống sông Thu Bồn, Ba, Đồng Nai và đồng bằng sông Cửu Long.



Hình 4.38: Biến đổi của diện tích ngập lụt ở ĐBSCL khi xảy ra các trận lũ lớn ứng với kịch bản B2 /37/

Bảng 4.35: Diện tích và số dân ảnh hưởng ngập lụt của trận lũ lớn ở Đồng bằng sông Cửu Long tương ứng với kịch bản A2 /19 /

Thời kỳ	Độ sâu ngập (m)	Diện tích đất bị ngập (ha)						Số dân bị ảnh hưởng (người)	Mức biến đổi tổng diện tích ngập so với thời kỳ nền (%)
		Tổng	Đất ở và công nghiệp	Đất nông nghiệp	Đất thủy sản	Đất nông nghiệp - thủy sản kết hợp	Đất khác		
2000	<0,5	1.210.551	474.885	197.069	218.073	248.239	735.666	4.010.000	
	0,5 – 1	510.763	242.175	69.921	45.263	108.118	268.588	2.710.000	
	1-2	534.572	337.642	69.122	17.269	40.451	196.930	2.160.000	
	2-3	365.145	250.420	41.219	5.249	21.589	114.725	1.480.000	
	3-4	112.044	82.832	8.697	1.052	2.850	29.212	432.000	
	>4	7.843	3.551	1.167	0	0	4.292	44.000	
	Tổng	2.740.919	1.391.506	387.196	286.906	421.247	1.349.413	10.800.000	0
2020-2029	<0,5	1.247.594	307.553	210.746	265.668	237.702	940.042	5.520.000	
	0,5 – 1	707.179	426.101	122.735	93.787	163.257	281.078	3.480.000	
	1-2	570.869	361.445	69.908	13.531	38.713	209.424	2.180.000	
	2-3	353.942	23.512	17.485	2.087	9.881	330.431	1.460.000	
	3-4	124.390	2.598	2.116	1.549	228	121.792	435.000	
	>4	7.894	435	7	0	0	7.459	45.000	
	Tổng	3.011.868	1.121.644	422.997	376.620	449.782	1.890.224	13.100.000	9,89

Bảng 4.35: Diện tích và số dân ảnh hưởng ngập lụt của trận lũ lớn ở Đồng bằng sông Cửu Long tương ứng với kịch bản A2 /19 / (tiếp theo)

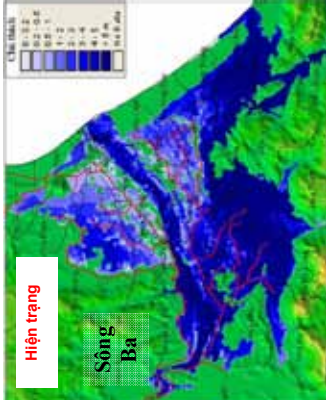
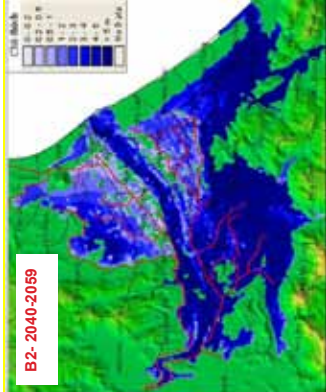
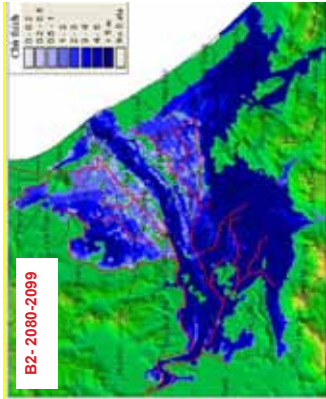
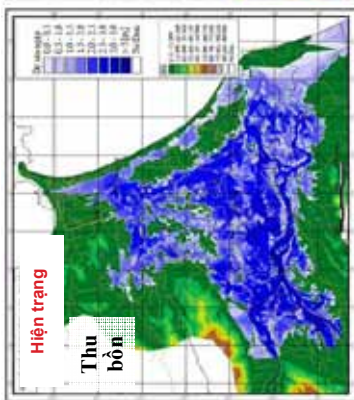
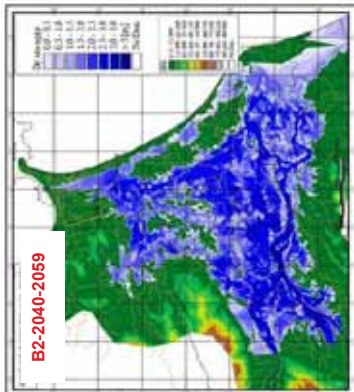
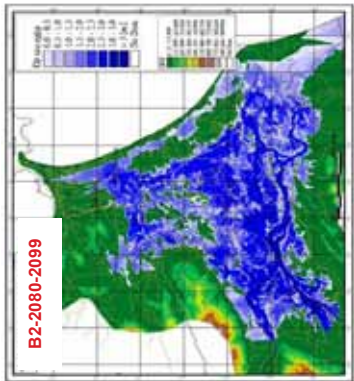
Thời kỳ	Độ sâu ngập (m)	Diện tích đất bị ngập (ha)						Số dân bị ảnh hưởng (người)	Mức biến đổi tổng diện tích ngập so với thời kỳ nền (%)
		Tổng	Đất ở và công nghiệp	Đất nông nghiệp	Đất thủy sản	Đất nông nghiệp - thủy sản kết hợp	Đất khác		
2030-2039	<0,5	1.028.156	357.500	171.174	267.076	165.109	670.656	4.300.000	
	0,5 – 1	901.002	372.096	143.246	111.642	217.766	528.907	4.350.000	
	1-2	692.562	422.611	86.964	36.141	72.639	269.951	3.040.000	
	2-3	388.906	261.692	49.334	7.772	22.719	127.214	1.660.000	
	3-4	197.562	144.462	16.013	1.482	6.714	53.100	677.000	
	>4	11.219	5.415	1.673	0	1	5.804	61.000	
	Tổng	3.219.407	1.563.775	468.404	424.113	484.947	1.655.632	14.100.000	17,5
2040-2049	<0,5	847.654	260.893	133.946	248.593	118.967	586.761	3.220.000	
	0,5 – 1	1.144.046	413.549	178.983	211.373	232.520	730.497	4.900.000	
	1-2	923.021	574.444	135.748	72.610	139.739	348.577	4.650.000	
	2-3	387.695	257.632	48.894	4.455	25.494	130.062	1.680.000	
	3-4	200.696	132.985	15.728	1.947	5.508	67.712	710.000	
	>4	11.290	4.746	1.759	0	43	6.544	63.000	
	Tổng	3.514.403	1.644.250	515.058	538.978	522.272	1.870.153	15.200.000	28,2

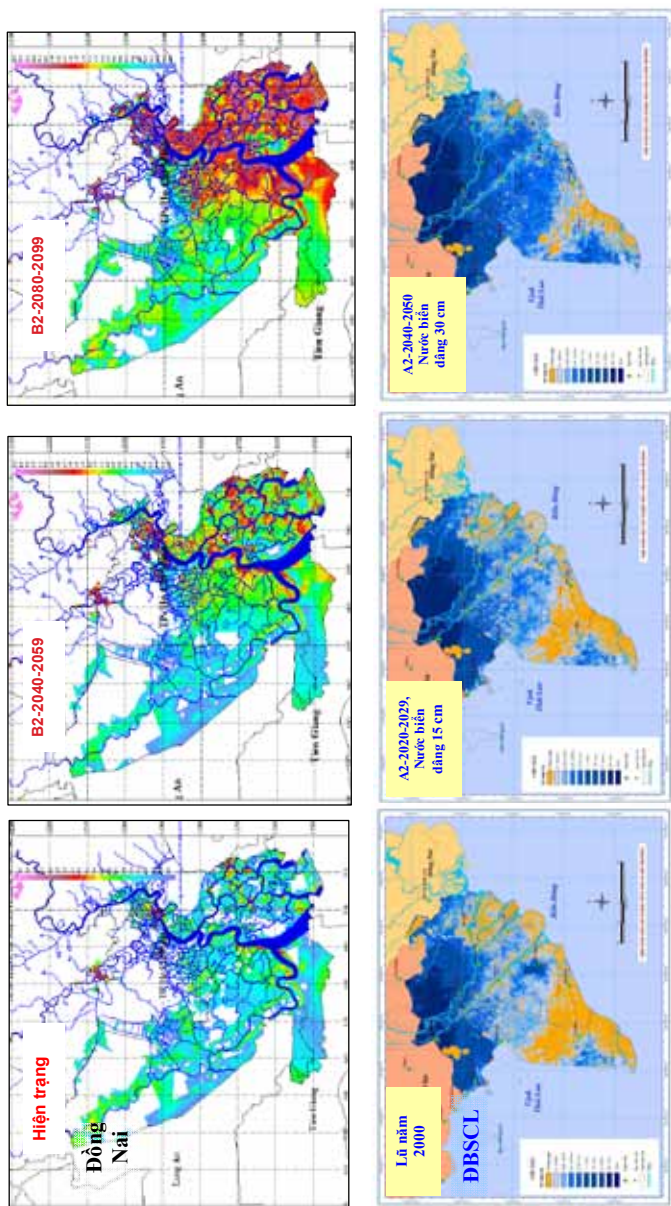
Bảng 4.36: Diện tích và số dân ảnh hưởng ngập lụt của trận lũ lớn ở Đồng bằng sông Cửu Long tương ứng với kịch bản B2 /19 /

Thời kỳ	Độ sâu ngập (m)	Diện tích đất bị ngập (ha)						Số dân bị ảnh hưởng (người)	Mức biến đổi tổng diện tích ngập so với thời kỳ nền (%)
		Tổng	Đất ở và công nghiệp	Đất nông nghiệp	Đất thủy sản	Đất nông nghiệp - thủy sản kết hợp	Đất khác		
2000	<0,5	1.210.551	474.885	197.069	218.073	248.239	735.666	4.010.000	
	0,5 – 1	510.763	242.175	69.921	45.263	108.118	268.588	2.710.000	
	1-2	534.572	337.642	69.122	17.269	40.451	196.930	2.160.000	
	2-3	365.145	250.420	41.219	5.249	21.589	114.725	1.480.000	
	3-4	112.044	82.832	8.697	1.052	2.850	29.212	432.000	
	>4	7.843	3.551	1.167	0	0	4.292	44.000	
	Tổng	2.740.919	1.391.506	387.196	286.906	421.247	1.349.413	10.800.000	0
2020-2029	<0,5	1.343.392	460.831	202.799	267.231	237.730	882.561	5.250.000	
	0,5 – 1	595.224	320.113	100.535	82.009	142.626	275.111	3.520.000	
	1-2	541.600	372.760	74.447	20.601	47.279	168.840	2.450.000	
	2-3	360.614	243.614	41.133	2.791	21.254	117.000	1.490.000	
	3-4	112.935	91.218	9.612	1.427	3.008	21.718	459.000	
	>4	7.907	3.611	1.165	0	0	4.295	44.000	
	Tổng	2.961.673	1.492.146	429.691	374.059	451.898	1.469.526	13.200.000	8,05

Bảng 4.36: Diện tích và số dân ảnh hưởng ngập lụt của trận lũ lớn ở Đồng bằng sông Cửu Long tương ứng với kịch bản B2 /19 / (tiếp theo)

Thời kỳ	Độ sâu ngập (m)	Diện tích đất bị ngập (ha)						Số dân bị ảnh hưởng (người)	Mức biến đổi tổng diện tích ngập so với thời kỳ nền (%)
		Tổng	Đất ở và công nghiệp	Đất nông nghiệp	Đất thủy sản	Đất nông nghiệp - thủy sản kết hợp	Đất khác		
2030-2039	<0,5	1.162.840	418.291	193.174	279.549	199.598	744.549	4.810.000	
	0,5 – 1	884.471	378.653	132.624	105.498	199.057	505.818	4.360.000	
	1-2	651.902	412.013	82.799	35.576	57.565	239.890	2.730.000	
	2-3	369.154	251.283	43.204	4.649	22.708	117.871	1.550.000	
	3-4	129.021	92.385	10.024	1.549	3.398	36.636	497.000	
	>4	8.195	3.740	1.209	0	0	4.456	46.000	
	Tổng	3.205.585	1.556.364	463.034	426.821	482.327	1.649.220	14.000.000	16,9
2040-2049	<0,5	822.728	271.111	141.018	250.801	125.808	551.616	3.420.000	
	0,5 – 1	1.119.506	422.545	181.854	212.146	248.221	696.961	5.120.000	
	1-2	991.947	539.448	124.261	69.340	117.126	452.500	4.160.000	
	2-3	381.317	259.308	49.895	7.792	25.200	122.009	1.670.000	
	3-4	187.069	143.318	16.446	1.928	6.630	43.751	710.000	
	>4	11.182	5.495	1.683	0	1	5.687	60.000	
	Tổng	3.513.749	1.641.224	515.157	542.006	522.986	1.872.524	15.100.000	28,2





Hình 4.39: Bản đồ ngập lụt ứng với các kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng và các kịch bản biến đổi khí hậu A2 và B2 ở hạ lưu các hệ thống sông Thu Bồn, Ba và Đồng Nai và ĐBSCL /19/

4.5.6. Tác động của biến đổi khí hậu đến xâm nhập mặn

Theo dự báo, nước biển dâng trung bình khoảng 30 cm vào năm 2050 và 75 cm vào năm 2100 kết hợp với dòng chảy kiệt phía thượng lưu ngày càng giảm sẽ làm cho mặn từ biển xâm nhập sâu vào trong đất liền. Tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến xâm nhập mặn ở hạ lưu các hệ thống sông được đánh giá trên cơ sở tính toán bằng mô hình thủy lực với biên trên là lưu lượng trung bình tháng kiệt nhất của từng giai đoạn 20 năm, cùng với nước biển dâng tương ứng tại các cửa sông. Trong các bảng 4.37 - 4.40 đưa ra chiều dài xâm nhập của độ mặn 1‰ và 4‰ tương ứng với các cấp mực nước biển dâng và kịch bản A2 và B2 vào các thời kỳ tương lai ở hạ lưu các hệ thống sông. Trong hai bảng 4.41 và 4.42 đưa ra diện tích (theo bản đồ quy hoạch sử dụng đất đến năm 2010) và dân số chịu ảnh hưởng của xâm nhập mặn ứng với độ mặn lớn hơn 1‰ và 4‰.

Từ kết quả tính toán cho thấy, dưới tác động của nước biển dâng và thay đổi nguồn nước ở thượng lưu do BĐKH, ở hạ lưu các hệ thống sông Hồng - Thái Bình, Đồng Nai và ĐBSCL, mặn xâm nhập vào đất liền sâu hơn. Vào cuối thế kỷ 21, chiều sâu xâm nhập ứng với độ mặn 1‰ có thể tăng lên trên 20 km trên các sông sông Đồng Nai, sông Tiền, sông Hậu, xấp xỉ 10 km trên sông Thái Bình.

Đặc biệt, ở ĐBSCL trong 50 năm tới, diện tích xâm nhập mặn trên 4 g/l chiếm 45% diện tích toàn ĐBSCL, tăng gần 400.000 ha so với trung bình thời kỳ 1990-1999. Vùng chịu ảnh hưởng của độ mặn trên 1g/l chiếm khoảng 60% tích tự nhiên, tăng khoảng 450.000 ha so với hiện nay. Gần 4/5 diện tích vùng bán đảo Cà Mau bị mặn xâm nhập (ngoại trừ phần diện tích Tây sông Hậu).

Toàn bộ diện tích các dự án Gò Công, Bảo Định, Bắc Bến Tre, Mỏ Cày, Nam Măng Thít, Tiếp Nhật... bị mặn bao bọc và xâm nhập. Ranh giới mặn 1 g/l trên sông Tiền nằm ở phía thượng lưu TP. Vĩnh Long 3 km (cao hơn hiện nay 9,5 km) và trên sông Hậu cao hơn hiện nay 8,5 km. Ranh giới mặn 4 g/l trên sông Tiền cao hơn hiện nay 9 km và trên sông Hậu cách TP. Cần Thơ 1 km (cao hơn hiện nay 8 km). Ngoài các thành phố/ thị xã Bến Lức, Tân An, Bến Tre, Trà Vinh, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, Rạch Giá, Hà Tiên, sẽ thêm Mỹ Tho, Vĩnh Long và Cần Thơ bị ảnh hưởng do mặn xâm nhập sâu hơn.

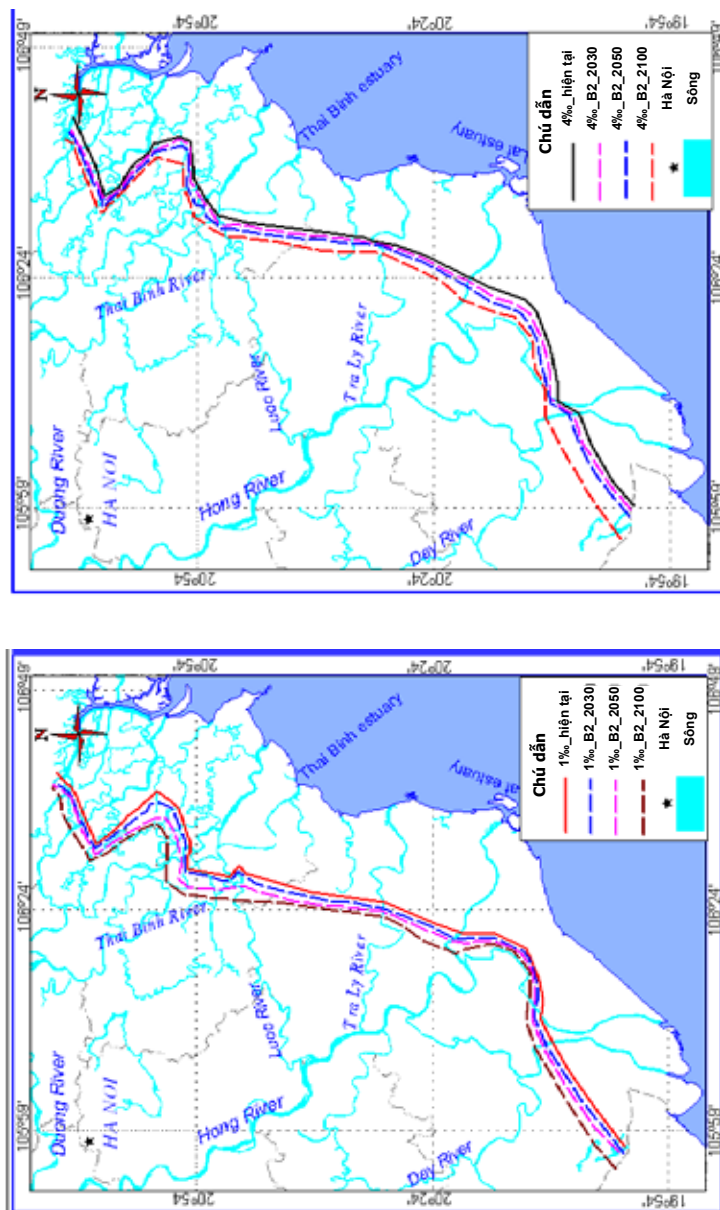
Các hình 4.40, 4.41 và 4.42 tương ứng là sơ đồ đẳng trị độ mặn 1‰ và 4‰ trong các thời kỳ tương lai ứng với kịch bản B2 ở đồng bằng sông Hồng - Thái Bình, hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai và ĐBSCL.

Bảng 4.38: Chiều dài xâm nhập của độ mặn 1‰ và 4‰ trong các thời kỳ tương lai thích ứng với kịch bản B2 ở hạ lưu các hệ thống sông /19/

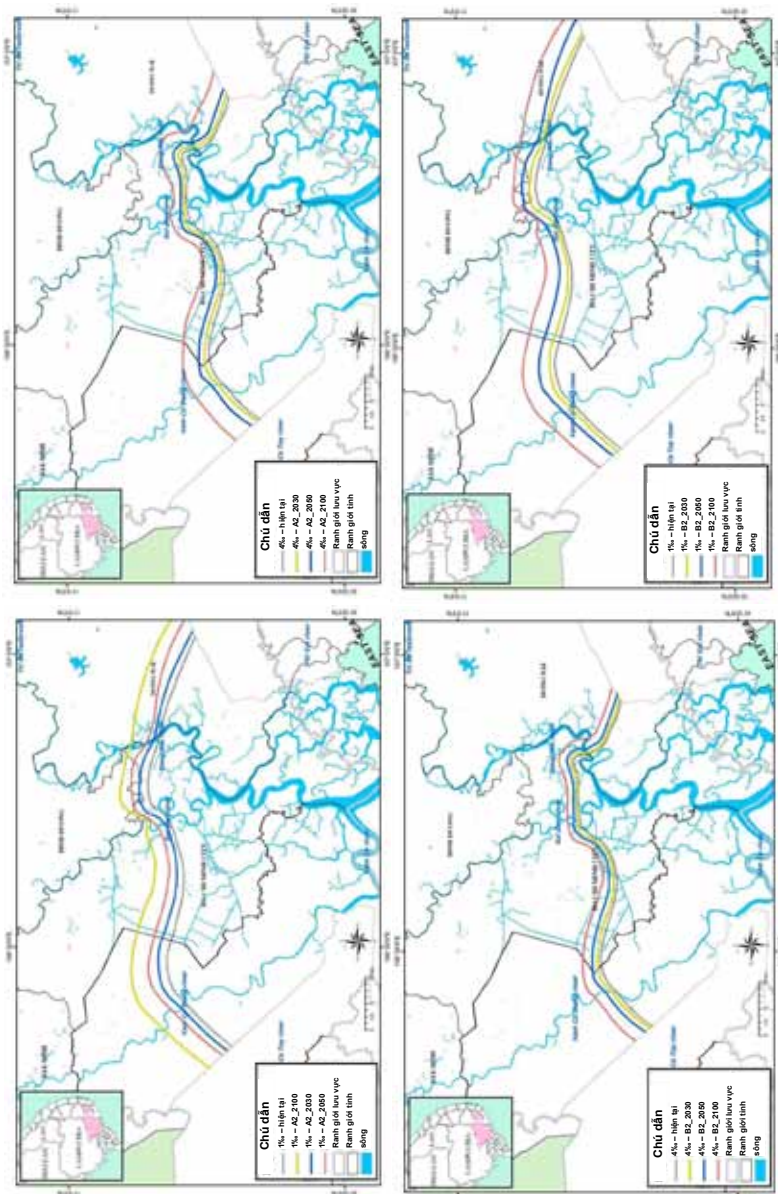
Hệ thống sông	Sông	Chiều dài xâm nhập (km) của độ mặn 1‰ tương ứng với nước biển dâng trong từng thời kỳ						Chiều dài xâm nhập (km) của độ mặn 4‰ tương ứng với nước biển dâng trong từng Thời kỳ						Thay đổi độ sâu xâm nhập độ mặn 1‰ trong từng thời kỳ (km)						Thay đổi độ sâu xâm nhập độ mặn 4‰ trong từng thời kỳ (km)					
		1980- 1999	2020- 2039	2040- 2059	2080- 2099	1980- 1999	2020- 2039	2040- 2059	2080- 2099	2020- 2039	2040- 2059	2080- 2099	2020- 2039	2040- 2059	2080- 2099	2020- 2039	2040- 2059	2080- 2099							
Hồng-Thái Bình	Đáy	24,1	25,4	26,3	27,4	19,2	20,6	21,5	23,5	1,3	2,2	3,3	4,3	1,4	2,3	3,3	1,4	2,3	4,3						
	Ninh Cơ	24,9	27,4	27,4	28,9	21,3	22,6	22,6	23,9	2,5	2,5	4,0	1,3	1,3	2,6	4,0	1,3	1,3	2,6						
	Hồng	26,8	28,1	29,4	31,1	22,0	22,4	23,6	24,9	1,3	2,6	4,3	1,6	1,6	2,9	4,3	0,4	1,6	2,9						
	Trà Lý	27,3	29,2	28,5	29,7	21,0	22,6	22,5	23,1	1,9	1,2	2,4	1,5	1,6	2,1	2,4	1,6	1,5	2,1						
	Thái Bình	36,0	37,5	40,8	44,2	27,5	28,4	29,1	30,7	1,5	4,8	8,2	0,9	1,6	3,2	8,2	0,9	1,6	3,2						
	Văn Úc	30,8	32,1	35,5	38,5	25,0	25,6	27,8	30,9	1,3	4,7	7,7	0,6	2,8	5,9	7,7	0,6	2,8	5,9						
Cả	Lạch Tray	25,6	26,6	29,3	32,1	19,5	20,4	22,3	24,1	1,0	3,7	6,5	0,9	2,8	4,6	6,5	0,9	2,8	4,6						
	Kính Thầy	43,2	44,1	44,5	46,0	36,0	38,4	39,6	41,7	0,9	1,3	2,8	2,4	3,6	5,7	2,8	2,4	3,6	5,7						
	Đá Bạch	30,3	32,1	32,4	34,2	25,4	26,9	27,3	28,4	1,8	2,1	3,9	1,5	1,9	3,0	3,9	1,5	1,9	3,0						
	Cá	37	37,6	39,8	43,3	29,4	30,2	30,7	33,2	0,6	2,8	6,3	0,8	1,3	3,8	6,3	0,8	1,3	3,8						
	Vụ Gia	22,7	24,6	26,6	27,4	18,4	19,9	20,2	21,9	1,9	3,9	4,7	1,5	1,8	3,5	4,7	1,5	1,8	3,5						
	Thu Bồn	20,9	24,4	25,3	28,5	18,1	22	23	25,5	3,5	4,4	7,6	3,9	4,9	7,4	7,6	3,9	4,9	7,4						
Ba	Ba	8,36	8,9	9,51	10,99	7,45	7,77	8,3	9,55	0,5	1,2	2,6	0,3	0,9	2,1	2,6	0,3	0,9	2,1						
Đồng Nai	Sài Gòn	84,3	85,3	86,1	88,9	73,8	74,6	75,3	78,2	1,0	1,8	4,6	1,5	4,4	2,1	4,6	0,8	1,5	4,4						
	Đồng Nai	78,3	78,9	79,6	81,5	71,1	71,8	72,5	74,2	0,6	1,3	3,2	0,7	1,4	3,1	3,2	0,7	1,4	3,1						
Đồng bằng sông Cửu Long	Sông Hậu	62,5	67,1	71,1		49,9	54,1	58,1		4,6	8,6		4,2	8,2		4,6	8,6		4,2	8,2					
	Sông Cổ Chiên	62,8	67,6	72,0		50,3	55	59,2		4,8	9,2		4,7	8,9		4,8	9,2		4,7	8,9					
	Sông Mỹ Tho	63,1	69,8	72,7		51,0	57,5	60,2		6,7	9,6		6,5	9,2		6,7	9,6		6,5	9,2					
	Vàm Cỏ Tây	120,0	124,0	129,0		95,0	98,8	103,7		4,0	9,0		3,8	8,7		4,0	9,0		3,8	8,7					

Bảng 4.40: Chiều dài xâm nhập của độ mặn 1‰ và 4‰ trong các thời kỳ tương lai thích ứng với kịch bản B2 ở hạ lưu các hệ thống sông /19/

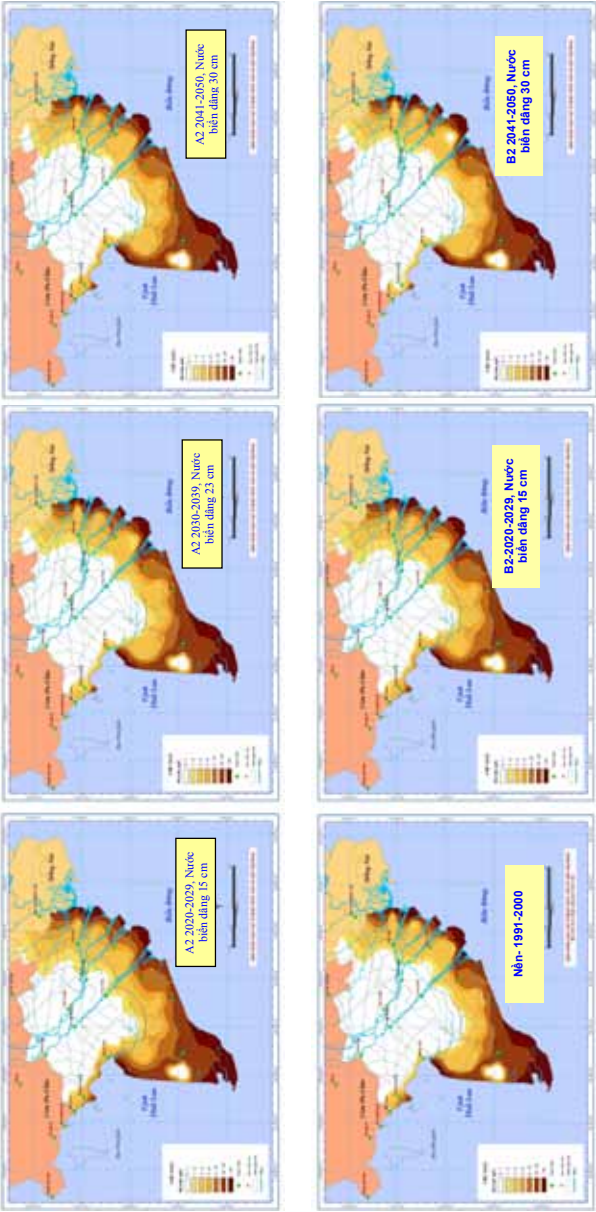
Hệ thống sông	Sông	Chiều dài xâm nhập (km) của độ mặn 1‰o tương ứng với nước biển dâng trong từng thời kỳ				Chiều dài xâm nhập (km) của độ mặn 4‰o tương ứng với nước biển dâng trong từng Thời kỳ				Thay đổi độ sâu xâm nhập độ mặn 1‰o trong từng thời kỳ (km)				Thay đổi độ sâu xâm nhập độ mặn 4‰o trong từng thời kỳ (km)				
		1980- 1999	2020- 2039	2040- 2059	2080- 2099	1980- 1999	2020- 2039	2040- 2059	2080- 2099	2020- 2039	2040- 2059	2080- 2099	2020- 2039	2040- 2059	2080- 2099	2020- 2039	2040- 2059	2080- 2099
Hồng-Thái Bình	Đáy	24,1	25,4	26,3	27,4	19,2	20,6	21,5	23,5	1,3	2,2	3,3	1,4	2,3	4,3			
	Ninh Cơ	24,9	27,4	27,4	28,9	21,3	22,6	22,6	23,9	2,5	2,5	4,0	1,3	1,3	2,6			
	Hồng	26,8	28,1	29,4	31,1	22,0	22,4	23,6	24,9	1,3	2,6	4,3	0,4	1,6	2,9			
	Trà Lý	27,3	29,2	28,5	29,7	21,0	22,6	22,5	23,1	1,9	1,2	2,4	1,6	1,5	2,1			
	Thái Bình	36,0	37,5	40,8	44,2	27,5	28,4	29,1	30,7	1,5	4,8	8,2	0,9	1,6	3,2			
	Văn Úc	30,8	32,1	35,5	38,5	25,0	25,6	27,8	30,9	1,3	4,7	7,7	0,6	2,8	5,9			
Cả	Lạch Tray	25,6	26,6	29,3	32,1	19,5	20,4	22,3	24,1	1,0	3,7	6,5	0,9	2,8	4,6			
	Kính Thầy	43,2	44,1	44,5	46,0	36,0	38,4	39,6	41,7	0,9	1,3	2,8	2,4	3,6	5,7			
	Đá Bạch	30,3	32,1	32,4	34,2	25,4	26,9	27,3	28,4	1,8	2,1	3,9	1,5	1,9	3,0			
	Cả	37	37,6	39,8	43,3	29,4	30,2	30,7	33,2	0,6	2,8	6,3	0,8	1,3	3,8			
	Vụ Gia	22,7	24,6	26,6	27,4	18,4	19,9	20,2	21,9	1,9	3,9	4,7	1,5	1,8	3,5			
	Thu Bồn	20,9	24,4	25,3	28,5	18,1	22	23	25,5	3,5	4,4	7,6	3,9	4,9	7,4			
Ba	Ba	8,36	8,9	9,51	10,99	7,45	7,77	8,3	9,55	0,5	1,2	2,6	0,3	0,9	2,1			
	Sài Gòn	84,3	85,3	86,1	88,9	73,8	74,6	75,3	78,2	1,0	1,8	4,6	0,8	1,5	4,4			
Đồng Nai	Đồng Nai	78,3	78,9	79,6	81,5	71,1	71,8	72,5	74,2	0,6	1,3	3,2	0,7	1,4	3,1			
	Sông Hậu	62,5	67,1	71,1		49,9	54,1	58,1		4,6	8,6		4,2	8,2				
Đồng bằng sông Cửu Long	Sông Cổ Chiên	62,8	67,6	72,0		50,3	55	59,2		4,8	9,2		4,7	8,9				
	Sông Mỹ Tho	63,1	69,8	72,7		51,0	57,5	60,2		6,7	9,6		6,5	9,2				
	Vàm Cỏ Tây	120,0	124,0	129,0		95,0	98,8	103,7		4,0	9,0		3,8	8,7				



Hình 4.40: Sơ đồ đẳng trị độ mặn 1‰ và 4‰ trong các thời kỳ tương lai ứng với kịch bản B2 ở đồng bằng sông Hồng - Thái Bình /19/



Hình 4.41. Ranh giới của độ mặn 1‰ và 4‰ trong các thời kỳ tương lai ứng với kịch bản B2 và A2 ở hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai /19/



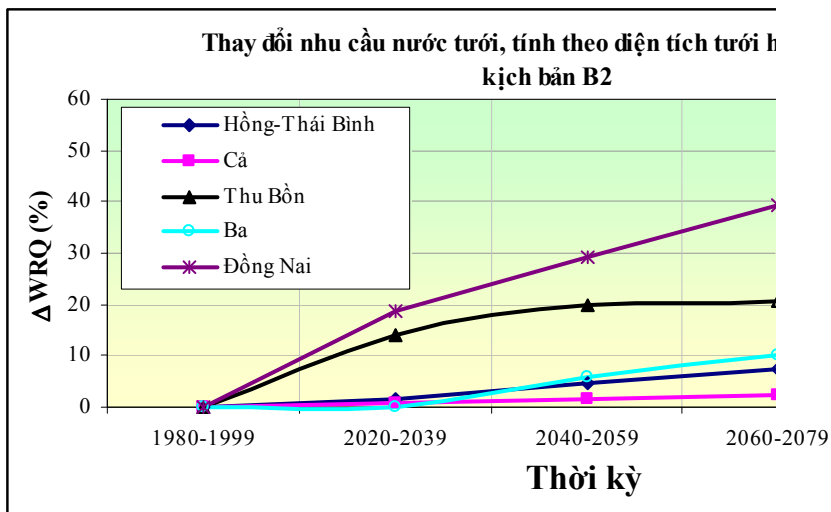
Hình 4.42. Ranh giới của độ mặn 1‰ và 4‰ trong các thời kỳ tương lai ứng với kịch bản B2 và A2 ở Đồng bằng sông Cửu Long /19/

Bảng 4.41: Diện tích đất và số dân bị ảnh hưởng mặn có độ mặn từ 1‰ trở lên ở hạ lưu các hệ thống sông /19/

Hệ thống sông	Kịch bản	Thời kỳ	Diện tích đất bị ảnh hưởng ứng với độ mặn >1‰ (ha)				Số dân trong vùng chịu ảnh hưởng (106 người)
			Tổng diện tích	Đất công nghiệp và đất ở	Đất thủy sản và thủy sản kết hợp nông nghiệp	Đất nông nghiệp	
Sông Hồng - Thái Bình	Nền	1980 - 1999	316.611	60.357	10.070	144.100	3,426
	A2	2020 - 2039	338.510	65.695	10.190	157.700	3,682
		2040 - 2059	353.404	68.767	10.280	166.800	3,854
		2080 - 2099	378.151	73.462	10.440	181.600	4,130
	B2	2020 - 2039	334.834	65.652	10.170	155.400	3,639
		2040 - 2059	349.465	68.106	10.260	164.400	3,809
		2080 - 2099	373.951	72.639	10.410	179.000	4,081
Sông Đồng Nai	Nền	1980 - 1999	411.713	90.990	3100,0	190.000	5,701
	A2	2020 - 2039	426.612	97.250	3103,0	198.000	6,201
		2040 - 2059	447.413	106.200	3151,0	208.400	6,757
		2080 - 2099	485.965	118.300	3473,0	321.200	7,410
	B2	2020 - 2039	423.361	95.260	3103,0	195.900	6,034
		2040 - 2059	442.256	103.600	3103,0	205.600	6,642
		2080 - 2099	478.431	115.000	3.410	226.800	7,286
Sông Cửu Long	Nền	1985 - 2000	2.068.000	312.300	181.400	759.300	8,415
	A2	2010 - 2019	2.194.000	332.200	207.500	825.800	8,941
		2020 - 2039	2.323.000	352.600	238.000	889.500	9,485
		2040 - 2059	2.524.100	387.700	293.700	987.200	10,395
	B2	2010 - 2019	2.153.000	325.300	199.300	801.100	8,760
		2020 - 2039	2.243.200	339.200	218.200	849.900	9,151
		2040 - 2059	2.426.300	372.600	266.300	939.800	9,949

Bảng 4.42: Diện tích đất và số dân bị ảnh hưởng mặn có độ mặn từ 4‰ trở lên ở hạ lưu các hệ thống sông /19/

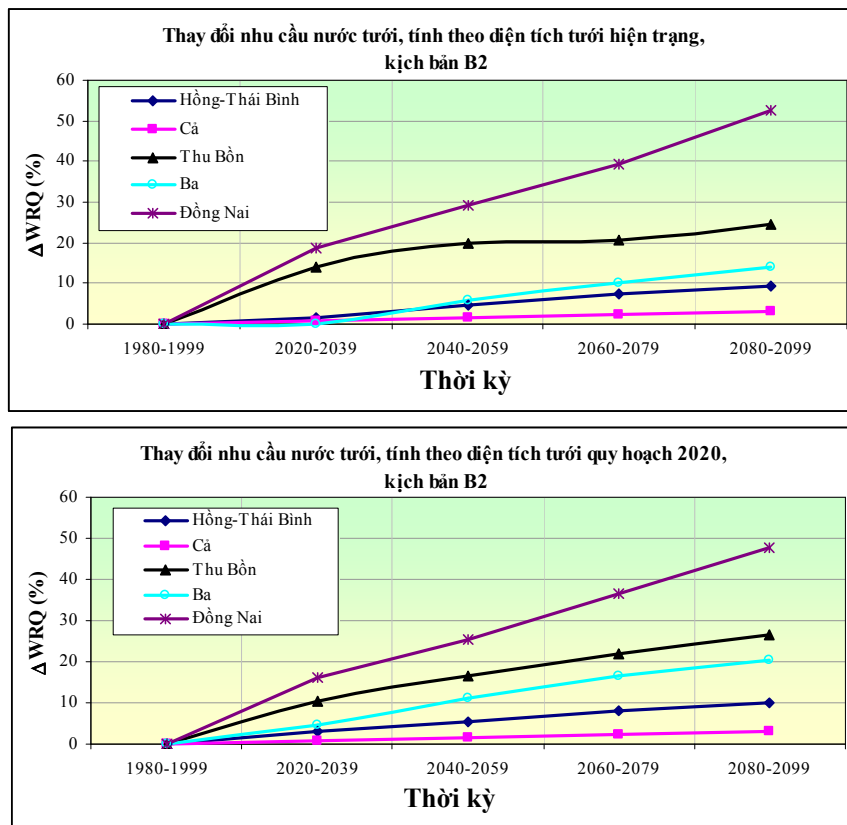
Hệ thống sông	Kịch bản	Thời kỳ	Diện tích đất bị ảnh hưởng ứng với độ mặn >1‰ (ha)				Số dân trong vùng chịu ảnh hưởng (106 người)
			Tổng diện tích	Đất công nghiệp và đất ở	Đất thủy sản và thủy sản kết hợp nông nghiệp	Đất nông nghiệp	
Sông Hồng – Thái Bình	Nền	1980 - 1999	269.806	50.347	9.808	113.400	2,873
	A2	2020 - 2039	286.947	54.730	9.969	123.900	3,089
		2040 - 2059	289.730	55.361	9.188	127.700	3,135
		2080 - 2099	322.245	62.185	10.140	146.700	3,488
	B2	2020 - 2039	283.412	53.781	9.943	121.700	3,045
		2040 - 2059	295.660	56.784	10.020	129.300	3,191
		2080 - 2099	318.908	61.480	10.120	146.600	3,450
Sông Đồng Nai	Nền	1980 - 1999	317.067	56.170	2.315	143.600	2,318
	A2	2020 - 2039	325.266	59.990	2.315	146.700	2,578
		2040 - 2059	336.762	64.620	2.344	152.400	2,968
		2080 - 2099	373.445	75.750	2.715	170.600	4,251
	B2	2020 - 2039	322.718	58.940	2.315	146.200	2,518
		2040 - 2059	332.484	62.960	2.316	150.700	2,852
		2080 - 2099	353.014	69.660	2.461	160.600	3,583
Sông Cửu Long	Nền	1985 - 2000	1.412.000	215.900	667.940	443.300	5,456
	A2	2010 - 2019	1.528.100	233.900	696.150	509.700	6,089
		2020 - 2039	1.605.200	254.700	729.800	576.300	6,743
		2040 - 2059	1.851.200	282.300	778.400	665.900	7,703
	B2	2010 - 2019	1.489.200	228.400	687.780	487.400	5,860
		2020 - 2039	1.574.300	241.000	705.400	535.000	6,342
		2040 - 2059	1.795.300	275.900	763.200	640.200	7,417



Thay đổi nhu cầu nước tưới, tính theo diện tích tưới quv

Bảng 4.43: Nhu cầu nước tưới trong các thời kỳ tương lai tương ứng với hai kịch bản B2 và A2 trong các hệ thống sông /19 /

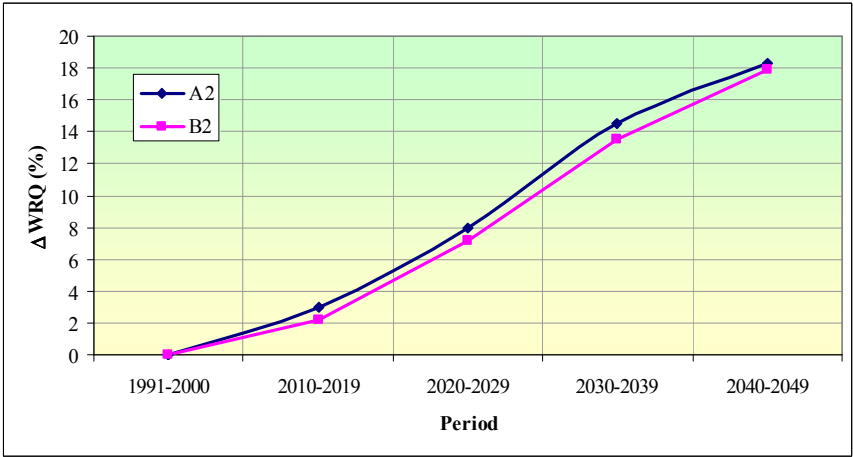
Kịch bản phát triển	Kịch bản BĐKH	Thời kỳ	Nhu cầu tưới trong lưu vực sông (109m3/năm)				
			Hồng - Thái Bình	Cả	Thu Bồn	Ba	Đồng Nai
Theo diện tích tưới hiện trạng	Nền	1980-1999	9,04	1,156	0,757	0,403	5,90
	A2	2020-2039	9,18	1,165	0,915	0,403	7,40
		2040-2059	9,43	1,175	0,964	0,430	8,11
		2060-2079	9,75	1,184	1,014	0,457	8,98
		2080-2099	10,05	1,196	1,057	0,483	10,10
	Nền	1980-1999	9,04	1,156	0,757	0,403	5,90
	B2	2020-2039	9,18	1,165	0,862	0,403	7,01
		2040-2059	9,45	1,175	0,908	0,426	7,62
		2060-2079	9,70	1,183	0,912	0,444	8,23
		2080-2099	9,88	1,194	0,944	0,459	9,01
Theo diện tích tưới quy hoạch năm 2020	Nền	1980-1999	11,26	1,307	0,795	0,802	5,60
	A2	2020-2039	11,59	1,318	0,918	0,846	6,95
		2040-2059	11,86	1,329	0,967	0,898	7,63
		2060-2079	12,24	1,339	1,021	0,954	8,48
		2080-2099	12,59	1,351	1,069	1,006	9,52
	Nền	1980-1999	11,26	1,307	0,795	0,802	5,60
	B2	2020-2039	11,59	1,317	0,877	0,840	6,50
		2040-2059	11,88	1,328	0,926	0,890	7,02
		2060-2079	12,18	1,337	0,969	0,934	7,65
		2080-2099	12,40	1,349	1,005	0,965	8,27



Hình 4.43: Mức biến đổi của nhu cầu nước tưới trong các thời kỳ tương lai ứng với hai kịch bản A2 và B2 trong các lưu vực sông /19/

Bảng 4.44: Nhu cầu nước tưới trong các thời kỳ tương lai tương ứng với hai kịch bản B2 và A2 ở Đồng bằng sông Cửu Long / 19 /

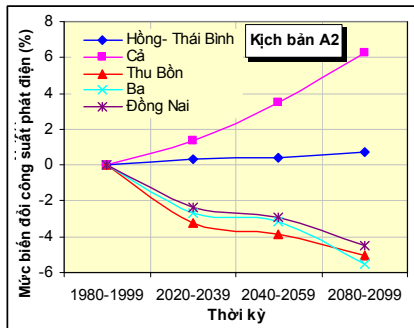
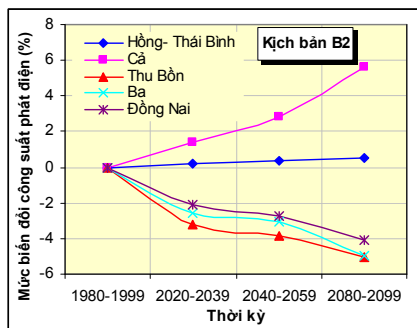
Thời kỳ	Nhu cầu nước tưới ứng với các kịch bản (tỉ m3/năm)		Mức biến đổi của nhu cầu nước tưới (%)	
	A2	B2	A2	B2
1991-2000	18,94	18,94	0	0
2010-2019	19,50	19,36	2,94	2,18
2020-2029	20,44	20,30	7,93	7,17
2030-2039	21,69	21,51	14,50	13,58
2040-2049	22,42	22,33	18,35	17,87



Hình 4.44: Biến đổi của nhu cầu nước tưới ở Đồng bằng sông Cửu Long /19/

Bảng 4.45: Các hồ chứa thủy điện lớn đã và sẽ được xây dựng trong các lưu vực sông

Lưu vực sông	Hồ chứa thủy điện
Hồng - Thái Bình	Hòa Bình, Sơn La, Lai Châu, Tuyên Quang, Thác Bà
Cả	Bản Vẽ, Bản Mống, Thác Muối, Ngàn Trươi, Khe Bó
Ba	Sông Ba Hạ, Sông Hinh, Krông H'Năng, An Khê -Kanak, Auyun Hạ
Thu Bồn	A Vương, sông Bung 2, sông Bung 4, Đắc My 4 bậc 1 và sông Tranh 2
Đồng Nai	Trị An, Thác Mơ, Đa Nhim, Hàm Thuận, Cản Đơn, Srock Phu Miêng, Đại Ninh, Đồng Nai 2, Đồng Nai 3, Đồng Nai 4, Đồng Nai 5, Đồng Nai 6



Hình 4.45: Biến đổi của tổng công suất phát điện trung bình trong trên các lưu vực sông /19/

Bảng 4.46: Tổng công suất phát điện trung bình năm của các nhà máy thủy điện trong các thời kỳ tương lai thích ứng với hai kịch bản A2 và B2 trong các lưu vực sông (MW) /19/

Lưu vực sông	Công suất phát điện qua các thời kỳ (MW), Kịch bản B2,				Thay đổi của công suất phát điện, ΔN (%)			
	1980-1999	2020-2039	2040-2059	2080-2099	1980-1999	2020-2039	2040-2059	2080-2099
Hồng- Thái Bình	2.586	2.592	2.595	2.600	0	0,23	0,35	0,54
Cả	143	145	147	151	0	1,40	2,80	5,59
Thu Bồn	249,6	241,5	240	237	0	-3,25	-3,85	-5,05
Ba	211	205	204	200	0	-2,56	-3,04	-4,94
Đồng Nai	514	503	500	493	0	-2,14	-2,72	-4,09

Lưu vực sông	Công suất phát điện qua các thời kỳ (MW), Kịch bản A2,				Thay đổi của công suất phát điện, ΔN (%)			
	1980-1999	2020-2039	2040-2059	2080-2099	1980-1999	2020-2039	2040-2059	2080-2099
Hồng- Thái Bình	2.586	2.594	2.597	2.604	0	0,31	0,43	0,70
Cả	144	146	149	153	0	1,39	3,47	6,25
Thu Bồn	249,6	241,5	240	237	0	-3,25	-3,85	-5,05
Ba	211	205	204	199	0	-2,71	-3,18	-5,55
Đồng Nai	514	502	499	491	0	-2,33	-2,92	-4,47

4.6.2. Tác động của biến đổi khí hậu đến sản lượng thủy điện

Tác động của biến đổi khí hậu đến sản lượng thủy điện đã được đánh giá trên cơ sở các hồ chứa thủy điện lớn đã và đang được xây dựng trong các lưu vực sông và dựa vào tổng sơ đồ quy hoạch điện 6 đã được Chính phủ phê duyệt. Trong bảng 4.45 đưa ra một số hồ chứa thủy điện lớn trên các lưu vực được đưa vào tính toán.

Như trên đã nêu, dưới tác động của biến đổi khí hậu, dòng chảy trong sông sẽ biến đổi và do đó dẫn đến sản lượng điện của các nhà máy thủy điện cũng sẽ bị ảnh hưởng (từ dưới đây điện được hiểu là thủy điện). Trên lưu vực sông Hồng - Thái Bình và sông Cả, theo xu thế tăng lên của dòng chảy, lượng điện phát ra trung bình năm tăng lên, nhưng rõ nhất là trên sông Cả, tăng gần 3% vào giữa thế kỷ 21. Các lưu vực sông còn lại, điện lượng trung bình năm có xu thế giảm dần, khoảng 3% vào giữa thế kỷ 21 và giảm nhiều nhất không đến 6% vào cuối thế kỷ 21 (bảng 4.46, hình 4.45). Điện lượng giảm trên các lưu vực sông Thu Bồn, Ba, và Đồng Nai chủ yếu là do dòng chảy trong 9 tháng mùa cạn giảm mạnh, trong khi đó, 3 tháng mùa lũ công suất phát không tăng nhiều (bảng 4.47)

Bảng 4.47: Tổng công suất trung bình tháng của các các nhà máy thủy điện trong các thời kỳ tương lai tương ứng với hai kịch bản A2 và B2 trong các lưu vực sông /19/

Công suất phát điện trung bình tháng của các lưu vực, kịch bản A2													
Lưu vực	Thời kỳ	Công suất phát điện trung bình tháng (MW)											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Hồng-Thái Bình	1980-1999	1.626	1.515	1.148	1.065	1.152	3.190	3.529	3.798	4.027	4.175	3.856	1.953
	2020-2039	1.628	1.407	1.006	957	1.132	3.162	3.624	3.897	4.136	4.286	3.923	1.967
	2040-2059	1.641	1.420	1.011	952	1.127	3.152	3.625	3.897	4.136	4.287	3.940	1.974
	2080-2099	1.647	1.460	1.049	956	1.120	3.136	3.627	3.897	4.136	4.288	3.951	1.983
Cà	1980-1999	82	64	53	53	71	127	201	279	284	237	152	111
	2020-2039	84	65	54	53	65	119	205	289	289	243	155	113
	2040-2059	85	66	55	52	62	114	208	298	293	245	162	115
	2080-2099	95	69	56	52	57	103	216	321	308	254	172	131
Ba	1980-1999	208	140	120	109	113	131	143	200	253	339	408	364
	2020-2039	206	139	119	109	108	123	130	184	240	332	408	362
	2040-2059	211	139	120	111	108	119	125	177	238	330	409	361
	2080-2099	214	139	120	110	105	104	115	158	220	329	414	360
Thu Bồn	1980-1999	295	219	198	184	170	168	145	123	156	313	529	495
	2020-2039	289	213	187	170	160	156	138	113	148	303	531	490
	2040-2059	292	212	187	169	158	152	135	108	145	302	531	489
	2080-2099	292	212	185	168	154	144	126	98	141	305	536	486
Đồng Nai	1980-1999	342	375	375	369	440	486	528	650	767	780	685	370
	2020-2039	333	368	362	346	416	469	502	639	767	779	680	365
	2040-2059	333	366	356	339	404	465	499	638	766	779	678	365
	2080-2099	330	354	341	322	389	455	494	632	763	776	676	364

Bảng 4.47: Tổng công suất trung bình tháng của các nhà máy thủy điện trong các thời kỳ tương lai tương ứng với hai kịch bản A2 và B2 trong các lưu vực sông /19/ (tiếp theo)

Công suất phát điện trung bình hàng của các lưu vực, kịch bản B2													
Lưu vực	Thời kỳ	Công suất phát điện trung bình tháng (MW)											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Hồng-Thái Bình	1980-1999	1.626	1.515	1.148	1.065	1.152	3.190	3.529	3.798	4.027	4.175	3.856	1.953
	2020-2039	1.625	1.409	1.006	956	1.127	3.161	3.624	3.897	4.136	4.284	3.919	1.963
	2040-2059	1.635	1.423	1.012	952	1.121	3.149	3.624	3.897	4.136	4.286	3.939	1.972
	2080-2099	1.645	1.447	1.035	954	1.118	3.132	3.626	3.897	4.136	4.287	3.946	1.982
Cả	1980-1999	82	64	53	53	71	127	201	279	284	237	152	111
	2020-2039	84	65	55	52	63	116	206	292	291	245	156	114
	2040-2059	86	67	55	51	57	107	209	302	296	248	165	117
	2080-2099	93	69	57	51	51	94	214	320	306	255	174	134
Ba	1980-1999	208	140	120	109	113	131	143	200	253	339	408	364
	2020-2039	206	139	119	109	108	124	131	185	241	332	408	362
	2040-2059	211	139	120	111	108	119	125	179	239	331	409	361
	2080-2099	213	139	119	111	106	107	118	166	225	329	411	360
Thủ Bồn	1980-1999	295	219	198	184	170	168	145	123	156	313	529	495
	2020-2039	291	213	187	170	161	156	139	114	147	300	531	492
	2040-2059	293	213	187	169	157	151	135	107	145	300	531	490
	2080-2099	293	213	186	167	154	146	129	101	141	300	533	488
Đồng Nai	1980-1999	342	375	375	369	440	486	528	650	767	780	685	370
	2020-2039	333	368	362	348	419	470	504	639	767	779	680	365
	2040-2059	333	367	360	339	407	466	500	638	766	779	679	365
	2080-2099	331	361	347	328	393	457	494	634	764	777	676	364

CHƯƠNG 5:
BIỆN PHÁP THÍCH ỨNG
VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU
TRONG LĨNH VỰC
TÀI NGUYÊN NƯỚC
Ở VIỆT NAM

5.1. CƠ SỞ KHOA HỌC CỦA XÂY DỰNG CHIẾN LƯỢC ỨNG PHÓ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TRONG LĨNH VỰC TÀI NGUYÊN NƯỚC

5.1.1. Khái niệm

Biến đổi khí hậu đã, đang và sẽ tác động đến môi trường tự nhiên, các lĩnh vực kinh tế xã hội và tất cả mọi người trong các quốc gia trên Trái đất. Cho nên, biến đổi khí hậu là vấn đề kinh tế và chính trị trọng tâm của thế kỷ 21.

Biến đổi khí hậu (Climate Change - CC) và dao động khí hậu (Climate Variability - CV) được coi là một trong những thách thức lớn nhất trong tương lai trên toàn thế giới với quy mô vùng địa lý và tất cả các ngành kinh tế. Chính vì thế, ứng phó với biến đổi khí hậu là mối quan tâm hàng đầu của nhân loại. Về ứng phó với biến đổi khí hậu đã được đề cập trong một số tài liệu. Điều 10 (article) của Nghị định thư Kyoto UNFCCC, 1997) đã chỉ rõ “những bên tham gia cam kết xúc tiến và tạo điều kiện công nghệ ứng phó với biến đổi khí hậu”. Ứng phó (Respond) với biến đổi khí hậu là các hoạt động của con người nhằm thích ứng và giảm nhẹ tác động bất lợi của biến đổi khí hậu. Thích ứng (Adaptation) với biến đổi khí hậu là sự điều chỉnh hệ thống tự nhiên và con người nhằm giảm những tác động bất lợi của khí hậu (dao động khí hậu (Climate Variability) và biến đổi khí hậu (Climate Change) đang và sẽ xảy ra đối với kinh tế xã hội, môi trường tự nhiên, tận dụng những cơ hội thuận lợi mà khí hậu có thể mang lại. Thích ứng có nghĩa là điều chỉnh hoặc thụ động hoặc phản ứng tích cực, hoặc đề phòng trước nhằm làm giảm thiểu những hậu quả của biến đổi khí hậu. Thích ứng với biến đổi khí hậu cần được diễn ra trong các

hệ thống tự nhiên và kinh tế - xã hội.

Chiến lược thích ứng với biến đổi khí hậu là một kế hoạch hành động, bao gồm tập hợp các chính sách và biện pháp với mục tiêu chung là ứng phó và giảm thiểu tính dễ bị tổn thương, giảm tác động bất lợi và khai thác tác động có lợi của biến đổi khí hậu.

Là một trong những nước trên thế giới sẽ chịu tác động nặng nề nhất của biến đổi khí hậu và nước biển dâng, Việt Nam coi việc ứng phó với biến đổi khí hậu và nước biển dâng là một nhiệm vụ trọng tâm hàng đầu để phát triển bền vững kinh tế xã hội.

Một trong những ngành có thể chịu tác động nghiêm trọng của biến đổi khí hậu là tài nguyên nước, nhất là tài nguyên nước mưa và tài nguyên nước mặt (nước ngọt) trong các lưu vực sông lớn. Chính vì thế, các nhà hoạch định chính sách, quy hoạch và quản lý nước cần phải xét đến khả năng tác động của biến đổi khí hậu đến các hệ thống nguồn nước. Cần phải có các phương pháp, các công cụ để mô hình hóa những tác động của biến đổi khí hậu và thử nghiệm các giải pháp thích ứng nhằm quản lý có hiệu quả các hệ thống nguồn nước trong điều kiện chịu tác động của biến đổi khí hậu.

Vấn đề thích ứng với biến đổi khí hậu không phải là mới mẻ. Trong lịch sử, loài người đã từng ứng phó với những thay đổi của khí hậu, như đắp đê phòng chống lũ, thay đổi giống và cơ cấu cây trồng, vật nuôi, lịch thời vụ, áp dụng công nghệ tưới tiên tiến để tiết kiệm và nâng cao hiệu quả sử dụng nước, đào giếng để lấy nước cho ăn uống và tưới ruộng, chung sống với lũ bão như đắp đê bao, bờ bao, quy hoạch lại các khu dân cư ở các vùng đồng bằng và ven biển thường xuyên bị ngập lụt và dông bão, lũ quét

ở miền núi...

5.1.2. Một số tài liệu hiện có liên quan đến xây dựng chiến lược thích ứng với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước ở Việt Nam

Ứng phó với biến đổi khí hậu đã được nêu trong Chương trình Mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu như sau:

- Các nhiệm vụ ứng phó với biến đổi khí hậu phải được thể hiện trong các chiến lược, chương trình, quy hoạch, kế hoạch phát triển của các ngành, các địa phương, được thể chế hóa bằng các văn bản quy phạm pháp luật và được quán triệt trong tổ chức thực hiện (điểm 4, tiểu mục Quan điểm - trang 4)
- Mục tiêu chiến lược của Chương trình là đánh giá được mức độ tác động của biến đổi khí hậu đối với các lĩnh vực, ngành và địa phương trong từng giai đoạn và xây dựng được kế hoạch hành động có tính khả thi để ứng phó hiệu quả với biến đổi khí hậu cho từng giai đoạn ngắn hạn và dài hạn nhằm đảm bảo sự phát triển bền vững của đất nước, tận dụng các cơ hội phát triển theo hướng các-bon thấp và tham gia cùng cộng đồng quốc tế trong nỗ lực giảm nhẹ biến đổi khí hậu, bảo vệ hệ thống khí hậu trái đất (Mục tiêu tổng quát - trang 5)
- Tích hợp vấn đề biến đổi khí hậu vào các chiến lược, quy hoạch, kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội, phát triển ngành và địa phương (Mục tiêu cụ thể - trang 5)
- Rà soát hệ thống pháp luật, chính sách hiện hành, đánh giá mức độ quan tâm đến yếu tố biến đổi khí hậu trong các văn

bản pháp luật và chính sách của Nhà nước. Xây dựng, bổ sung, hoàn chỉnh hệ thống văn bản qui phạm pháp luật, các cơ chế chính sách đảm bảo các cơ sở pháp lý để triển khai các hoạt động ứng phó với biến đổi khí hậu (Nhiệm vụ 4 - trang 7)

- Các cơ chế, chính sách ưu tiên về ứng phó với biến đổi khí hậu được thể hiện và lồng ghép trong các chiến lược và chính sách phát triển KT-XH, phòng chống thiên tai, sử dụng hợp lý tài nguyên thiên nhiên và bảo vệ môi trường của quốc gia (trang 28)

Các giải pháp ứng phó với biến đổi khí hậu được đề cập như sau: Trên cơ sở kết quả đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và khả năng tổn thương do biến đổi khí hậu đối với các lĩnh vực / ngành và địa phương, xây dựng và lựa chọn các giải pháp ứng phó với biến đổi khí hậu.

Biến đổi khí hậu ảnh hưởng mạnh tới tài nguyên nước trên mọi phương diện. Những biến động của tài nguyên nước sẽ ảnh hưởng tới các lĩnh vực liên quan: làm thay đổi trong khai thác, sử dụng và quản lý tài nguyên nước, điều chỉnh, thay đổi các chính sách, luật pháp liên quan đến tài nguyên nước...

Để hạn chế tới đa những tác động do biến đổi khí hậu và biến đổi của tài nguyên nước gây ra đối với con người cũng như đối với quá trình phát triển kinh tế-xã hội ở Việt Nam, hai hoạt động thích ứng và giảm nhẹ tác động của biến đổi khí hậu cần được thực hiện đồng thời.

Đối với việc giảm thiểu phát thải khí nhà kính trong các hoạt động

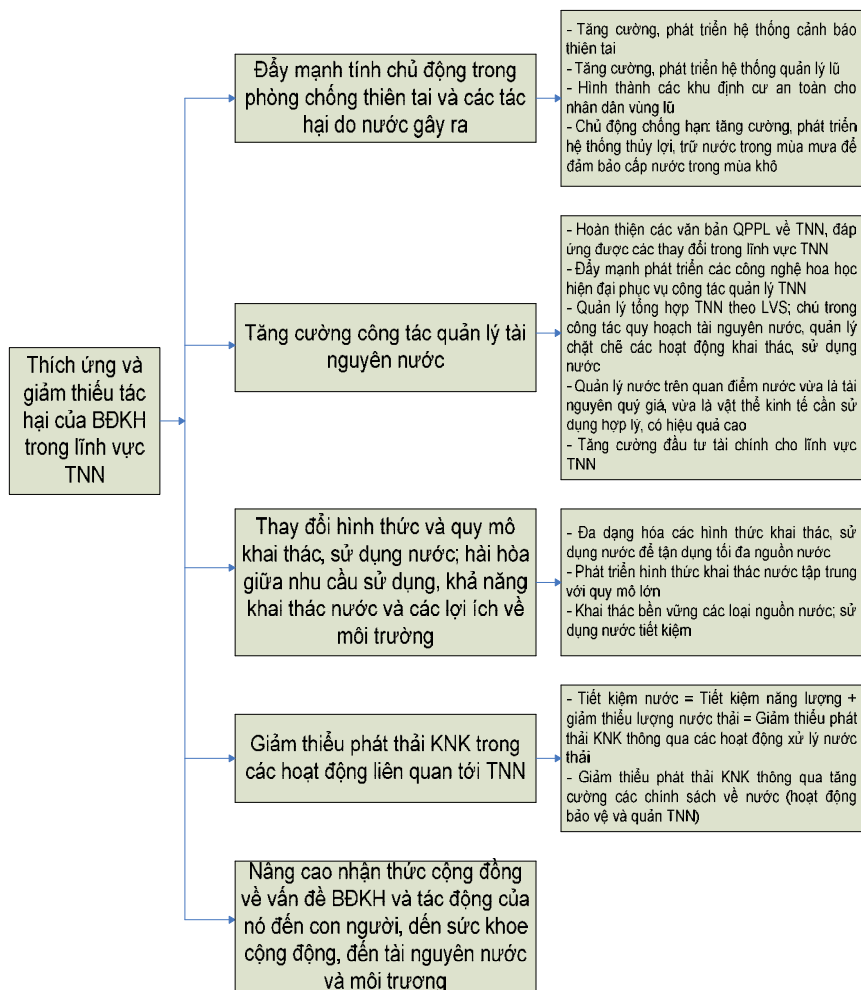
liên quan đến tài nguyên nước, cần phối hợp đồng bộ giữa các chính sách về tài nguyên nước và việc thực hiện các hoạt động chống thất thoát nước, sử dụng nước tiết kiệm.

Các phương án sử dụng nước tiết kiệm, hiệu quả được đề xuất với Việt Nam (hình 5.1) như sau:

- Giảm thiểu tỷ lệ thất thoát nước: hiện nay, tỷ lệ thất thoát nước ở Việt Nam khá cao, trung bình khoảng 25%. Với mức tiêu thụ nước năm 2006 tại Việt Nam vào khoảng 60 tỷ m³/năm, nếu bước đầu giảm tỷ lệ thất thoát nước xuống 10% năm 2010 thì sẽ tiết kiệm được khoảng 19 tỷ m³ nước mỗi năm, do vậy lượng phát thải khí nhà kính mỗi năm tính theo CO₂ tương đương sẽ được giảm đáng kể do giảm năng lượng tiêu thụ trong các trạm cấp nước và trong các nhà máy xử lý nước thải;
- Nghiên cứu phát triển các kỹ thuật sử dụng năng lượng mặt trời thay cho việc sử dụng năng lượng điện đun nóng nước, tiết kiệm khá lớn lượng năng lượng điện và gas và do đó giảm được lượng phát thải khí nhà kính. Ngoài ra, còn cần nghiên cứu, sử dụng năng lượng gió, năng lượng thủy triều;
- Sử dụng năng lượng tạo ra từ nguồn khí sinh học: Trong giai đoạn hiện nay, Việt Nam là nước nông nghiệp, trong đó các khí sinh học sinh ra từ hoạt động chăn nuôi gia súc, gia cầm rất phong phú có thể dùng làm khí đốt trong các nhà máy xử lý nước thải. Bên cạnh đó, nguồn khí Metan phát ra từ quá trình xử lý kỵ khí tại các nhà máy xử lý nước thải có thể được chuyển đổi thành nguồn năng lượng cung cấp cho chính các nhà máy đó để giảm năng lượng tiêu thụ.

- Tiết kiệm nước tưới trong nông nghiệp: Nước dùng trong nông nghiệp của Việt Nam vẫn còn chiếm tỷ lệ khá cao (từ 70%-85% tổng lượng nước sử dụng), bởi vậy, nếu tính hiệu ích kinh tế thì lợi nhuận do nước mang lại chưa cao. Cần nghiên cứu các kỹ thuật tưới đi đôi với cải tạo đất để giảm thiểu lượng nước cấp cho tưới.
- Tăng cường tái sử dụng nước: Cần phối hợp với mục đích và đối tượng sử dụng nước để giảm thiểu lượng nước cấp, từ đó giảm được năng lượng tiêu thụ trong việc cấp nước, làm sạch nước và xử lý nước thải.

Trong quá trình xây dựng Chiến lược thích ứng với biến đổi khí hậu cho lưu vực sông hay một địa phương nào đó cần dựa vào Chiến lược tổng thể về biến đổi khí hậu và nước biển dâng và Chương trình hành động quốc gia về biến đổi khí hậu và nước biển dâng, Khung hướng dẫn xây dựng kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu cho các Bộ, Ngành, địa phương của Bộ Tài nguyên và Môi trường (năm 2009) và cần được tích hợp với định hướng chiến lược phát triển bền vững, các chiến lược và kế hoạch quốc gia về phát triển kinh tế - xã hội, trong đó đặc biệt chú ý tới Chiến lược quốc gia về phòng, chống và giảm nhẹ thiên tai; Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia; Chiến lược quốc gia về tài nguyên nước; Chiến lược quốc gia về cấp nước sạch và vệ sinh môi trường nông thôn và Chiến lược Bảo vệ môi trường quốc gia



5.1.3. Về chiến lược và các biện pháp thích ứng với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước

Chiến lược và các biện pháp thích ứng với biến đổi khí hậu là cần thiết để giảm nhẹ các tác động có hại và làm gia tăng những tác động có lợi do biến đổi khí hậu gây nên. Về bản chất, các hệ thống tự nhiên nói chung và của chính con người nói riêng - trong quá trình tiến hóa của mình - cũng đã có những khả năng tự thích nghi với những thay đổi trong điều kiện sống với môi trường xung quanh. Tuy nhiên, khả năng tự thích nghi này có thể được phát huy hoặc bị hạn chế còn tùy thuộc vào nhiều yếu tố, đặc biệt là trong điều kiện khoa học - công nghệ và mức sống phát triển cao như hiện nay.

IPCC đã triển khai dự án về “Biến đổi khí hậu trong các lưu vực sông đối chứng” - ADAPT, nhằm xây dựng chiến lược thích ứng với biến đổi khí hậu cho các lĩnh vực tài nguyên nước, lương thực và môi trường. Bảy lưu vực sông lớn trên thế giới được lựa chọn để nghiên cứu là: Mê Công (vùng Đông Nam châu Á), Rhine (Tây châu Âu), Sacramento (nước Mỹ), Syr Darya (Trung Á), Volta (Ghan), Walawe (Sri Lanka) và Zayandeh (Iran)...

Mục tiêu chính của Dự án ADAPT là phát triển phương pháp luận xây dựng chiến lược thích ứng với biến đổi khí hậu cho các lưu vực sông - AMR.

Khung thích ứng với biến đổi khí hậu cho quản lý tài nguyên nước các lưu vực sông gồm 5 vấn đề dưới đây: / 29 /

- Xây dựng kịch bản thích ứng với biến đổi khí hậu cho lưu

vực sông, như về phát triển kinh tế xã hội, dự báo biến đổi khí hậu và dao động khí hậu trong lưu vực sông.

- Lựa chọn một bộ mô hình có khả năng mô phỏng thủy văn và sản xuất lương thực trên phạm vi lưu vực hay đồng ruộng.
- Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và dao động khí hậu đến quản lý tài nguyên nước bằng cách so sánh giữa kết quả mô phỏng trong tương lai với giai đoạn nền với việc xem xét về môi trường và an ninh lương thực.
- Xác định các chiến lược thích ứng cho các nhà quản lý tài nguyên nước.
- Đánh giá hiệu quả của các chiến lược thích ứng .

Khi xây dựng chiến lược thích ứng với biến đổi khí hậu cho lưu vực sông cần làm rõ 4 vấn đề là: (1) Ai hoặc thích ứng cái gì?; (2) Thích ứng cho cái gì?; (3) Thích ứng sẽ xảy ra như thế nào? (4). Làm thế nào để thích ứng tốt? Trong hình 5.2 đưa ra các thành phần trong quá trình xây dựng chiến lược thích ứng với biến đổi khí hậu cho lưu vực sông.

Trước tiên cần làm rõ: Ai thích ứng hoặc thích ứng cái gì ? Là cá nhân hay cộng đồng, một vùng hay một quốc gia?. Cần làm rõ hệ thống và đặc điểm của hệ thống. Đó là tính nhạy cảm, tính dễ bị rủi ro, tính dễ bị mắc phải, phạm vi đối phó, mức độ nguy hiểm, khả năng thích ứng, tính ổn định, tính hồi phục, tính linh hoạt. Một số đặc tính của hệ thống thường được xem xét là tính nhạy cảm, khả năng thích ứng và tính dễ bị tổn thương.

Tiếp sau là cần xác định các yếu tố khí hậu liên quan đến hệ thống và quan hệ giữa các yếu tố này với tính nhạy cảm của hệ thống. Các điều kiện khí hậu (như mưa, nhiệt độ) được chia ra làm 3 loại biến đổi theo thời gian: (i) biến đổi trong thời kỳ nhiều năm, (ii) biến đổi giữa các năm hoặc giữa các thập niên, (iii) các hiện tượng cực đoan riêng lẻ.

Nhiệt độ và mưa là hai yếu tố khí hậu quan trọng nhất ảnh hưởng đến chu trình thủy văn trong phạm vi một lưu vực sông; do đó chúng ảnh hưởng đến tài nguyên nước. Vì thế, cần phải dự báo lượng mưa và nhiệt độ trong tương lai. Cũng cần làm rõ sự khác biệt giữa biến đổi về tần số của các hiện tượng cực đoan với sự biến đổi từ từ.

Vấn đề thứ 3 đề cập đến quá trình phát triển và thực hiện các giải pháp thích ứng và hình thức thích ứng. Thích ứng dự đoán trước là thích ứng phòng ngừa, được thực hiện trước khi sự kiện xảy ra. Phần lớn các thích ứng được điều chỉnh cho phù hợp với thực tế xảy ra trong tương lai.

Cuối cùng, cần đánh giá hiệu quả của các giải pháp thích ứng.

Phương pháp luận tạo ra khung thích ứng cho lưu vực sông được xây dựng trên những cơ sở dưới đây:

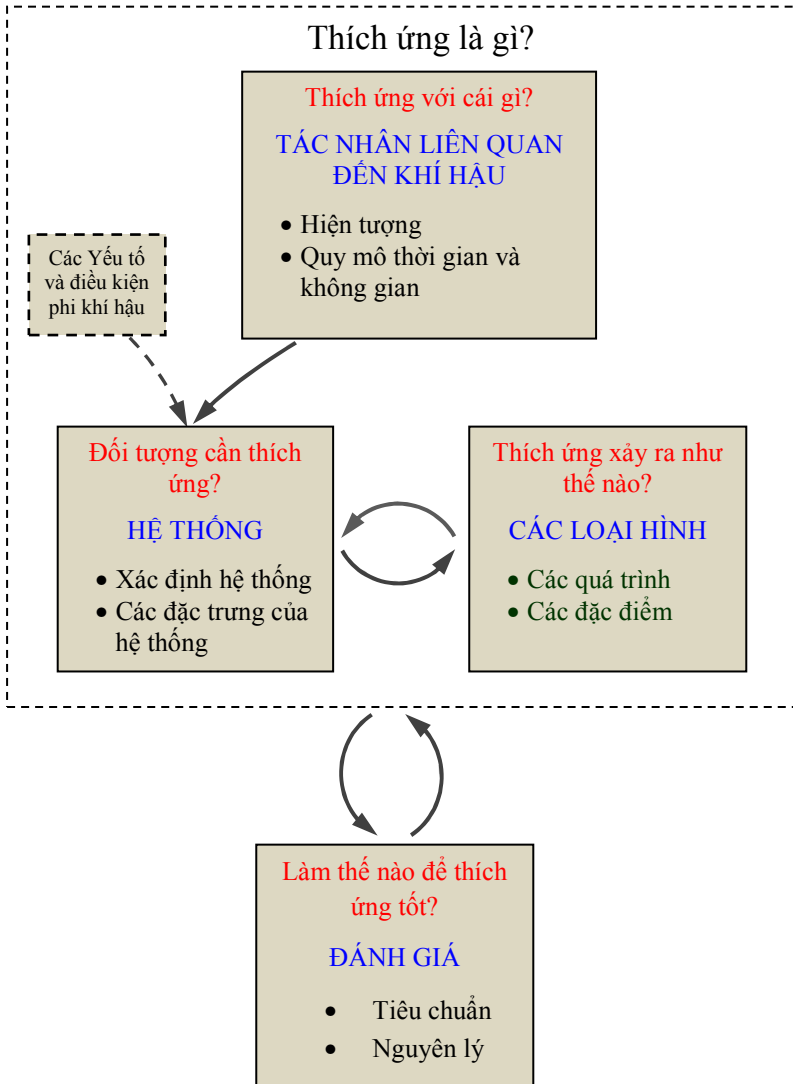
- Quản lý tài nguyên nước trong một lưu vực sông giữ vai trò trung tâm trong hệ thống tài nguyên nước. Đó là quản lý tài nguyên nước trên từng khu vực và toàn bộ lưu vực sông; thực hiện các biện pháp thích ứng nhằm đối phó với biến đổi khí hậu;
- Hệ thống tài nguyên nước cung cấp hàng hóa và dịch vụ cho

công tác quản lý nhằm đạt được tối ưu các giá trị hiện tại trong mối liên quan đến các mục tiêu, chính sách quản lý nước theo vùng;

- Hàng hóa và dịch vụ được biểu thị như là các hàm của hệ thống tài nguyên nước, được biểu thị bởi các thuật ngữ “nước sẵn có và chất lượng nước”;
- Biến đổi khí hậu được coi như là một ảnh hưởng ngoại sinh đến hệ thống tài nguyên nước vùng;
- Khung thích ứng với biến đổi khí hậu của lưu vực sông (AMR) cho phép đánh giá các chiến lược thích ứng tiềm năng trên cơ sở một bộ tiêu chuẩn hoặc các chỉ số có liên quan đến các mục tiêu và các đối tượng của các chính sách vùng;
- AMR cần có sự tham gia của tất cả các hộ dùng nước để xác định tất cả các chỉ số có liên quan và đạt được các thích ứng tiềm năng;
- AMR ưu tiên xây dựng trên các định hướng.

Dự kiến Chiến lược thích ứng với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước cho một lưu vực sông hay một vùng, địa phương sẽ bao gồm các vấn đề chính sau đây:

- 1) Đánh giá chung về tài nguyên nước và các thách thức do biến đổi khí hậu gây nên;
- 2) Quan điểm, nguyên tắc chỉ đạo và mục tiêu của Chiến lược;
- 3) Nhiệm vụ chủ yếu và các giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu;



4) Phương thức tổ chức thực hiện Chiến lược.

Việc xây dựng và thực hiện Chiến lược thích ứng với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước cần phải được tiến hành từng bước dưới hình thức một đề án cụ thể.

Dưới đây là một vài suy nghĩ về các mục tiêu của Chiến lược thích ứng với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước của Việt Nam.

Về mục tiêu của Chiến lược thích ứng với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước của Việt Nam:

- Mục tiêu tổng quát: Mục tiêu tổng quát của Chiến lược thích ứng với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước của Việt Nam là nâng cao khả năng ứng phó với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước của Việt Nam trong từng giai đoạn cụ thể nhằm bảo vệ và nâng cao chất lượng đời sống của người dân, thúc đẩy và tạo điều kiện cho sự phát triển bền vững của đất nước.
- Mục tiêu cụ thể:
 - 1) Đánh giá được mức độ tác động của biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước của Việt Nam;
 - 2) Tăng cường các hoạt động khoa học công nghệ nhằm xác lập các cơ sở khoa học và thực tiễn cho các giải pháp ứng phó với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước của Việt Nam;
 - 3) Xây dựng và triển khai các kế hoạch hành động của các bộ/ngành và địa phương ứng phó với biến đổi khí hậu trong lĩnh

vực tài nguyên nước của Việt Nam và triển khai được các dự án thí điểm;

- 4) Lồng ghép các hoạt động ứng phó với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước của Việt Nam vào các chiến lược, kế hoạch, quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội của đất nước, của các ngành và các địa phương;
- 5) củng cố và tăng cường năng lực tổ chức, thể chế, chính sách về biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước của Việt Nam;
- 6) Nâng cao trách nhiệm tham gia của cộng đồng và phát triển nguồn nhân lực nhằm ứng phó có hiệu quả đối với những tác động tiêu cực do biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước của Việt Nam;
- 7) Tăng cường sự hợp tác quốc tế nhằm tranh thủ sự giúp đỡ, hỗ trợ của quốc tế trong ứng phó với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước của Việt Nam;
- 8) Tổng hợp để nâng cao nhận thức và những hiểu biết về biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước của Việt Nam nhằm nâng cao năng lực để ứng phó với các rủi ro do biến đổi khí hậu;

Đề đi tới việc xây dựng Chiến lược và các biện pháp thích ứng với biến đổi khí hậu cần phải thực hiện các công việc chuẩn bị sau đây:

1. Đánh giá định lượng những tác động của biến đổi khí hậu (như mức độ nhạy cảm, khả năng thích nghi và mức độ dễ bị

tổn thương) của các hệ thống tự nhiên và con người do biến đổi khí hậu gây ra.

2. Xác định các biện pháp thích ứng, đánh giá hiệu quả, phân tích Chi phí - Lợi ích (Cost - Benefit Analysis) của từng biện pháp thích ứng
3. Lựa chọn những biện pháp phù hợp với điều kiện cụ thể của địa phương mình (của quốc gia, của vùng lãnh thổ, của ngành kinh tế...)

5.1.4 Đề xuất các biện pháp thích ứng với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước ở Việt Nam

1. Thực hiện có hiệu quả việc quản lý tổng hợp tài nguyên nước theo lưu vực sông trong điều kiện xét tới biến đổi khí hậu, đặc biệt là các lưu vực sông liên quốc gia, khi mà trạng thái dòng chảy (kể cả lượng và chất) bị phụ thuộc nhiều vào tình hình phát triển kinh tế của các quốc gia ở thượng lưu
 - a) Xúc tiến lập quy hoạch lưu vực sông, quy hoạch phát triển bền vững tài nguyên nước ở các lưu vực sông, các vùng trên cơ sở gắn kết với quy hoạch sử dụng đất, quy hoạch phát triển rừng, quy hoạch phát triển kinh tế-xã hội của cả nước, vùng và địa phương có tính tới điều kiện biến đổi khí hậu.
 - b) Quản lý có hiệu quả tài nguyên nước trong điều kiện biến đổi khí hậu: Điều hoà và phân phối nguồn nước trên các lưu vực sông, bảo đảm phân bổ, khai thác, sử dụng tài nguyên nước hợp lý giữa các ngành, các địa phương.
2. Củng cố, nâng cấp và xây dựng bổ sung các công trình khai

thác nguồn nước trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng, nhằm bảo đảm các nhu cầu phát điện, cấp nước và bảo vệ môi trường sinh thái dùng nước, phòng chống thiên tai về nước, phục vụ cho phát triển bền vững kinh tế xã hội.

- a). Cùng cố, nâng cấp và hoàn thiện các hệ thống công trình khai thác, sử dụng các nguồn nước (đập dâng, hồ chứa (thủy lợi và thủy điện) hệ thống kênh mương tưới tiêu, các công trình khai thác nước ngầm (giếng đào, giếng khoan, lỗ khoan, bể chứa và hệ thống dẫn nước) trong điều kiện biến đổi khí hậu nhằm nâng cao hiệu quả khai thác tài nguyên nước của các công trình và bảo đảm vận hành an toàn.
- b). Trên cơ sở quy hoạch lưu vực sông và chiến lược, quy hoạch phát triển kinh tế xã hội, xem xét, điều chỉnh và xây dựng bổ sung các công trình thủy lợi, thủy điện (hồ chứa, đập dâng) để tăng cường điều tiết dòng chảy nhằm phòng chống lũ, cấp nước và duy trì môi trường sinh thái cho hạ du và khai thác tài nguyên thủy điện trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng, đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế xã hội bền vững trong lưu vực sông/các địa phương (vùng kinh tế, tỉnh) và cả nước trong các giai đoạn tương lai. Tùy theo đặc điểm tài nguyên nước, mức độ tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước và kinh tế xã hội trong từng lưu vực sông và địa phương mà lựa chọn ưu tiên các loại công trình như cấp nước và phòng chống lũ. Chú trọng phát triển các công trình khai thác, sử dụng tổng hợp, đa mục tiêu, các công trình chứa nước ở khu vực Nam Trung Bộ và Tây Nguyên, các công trình ngăn mặn giữ ngọt ở vùng đồng bằng sông Cửu Long.
- c) Cùng cố, nâng cấp hệ thống bờ bao, đê sông, khu phân chận

lũ, đường thoát lũ quét, đê ven biển, bờ bao chống lũ và ngăn mặn hiện có và xây dựng các tuyến đê mới nhằm phòng chống và giảm nhẹ thiệt hại do lũ lụt, lũ quét, dông bão và nước biển dâng, xâm nhập mặn trong điều kiện biến đổi khí hậu. Xây dựng các cụm dân cư, nhà ở có thể ứng phó, thích nghi với bão, lũ, nước biển dâng.

- d) Nâng cao mức bảo đảm an toàn công trình và tăng khả năng trữ nước của các hồ chứa hiện có: Xem xét lại quy phạm tính toán các chỉ tiêu thiết kế công trình có tính tới điều kiện biến đổi khí hậu (có ảnh hưởng tới tần suất thiết kế).
- đ) Tăng cường các biện pháp bổ sung nhân tạo nước dưới đất, chú trọng ở những vùng thiếu nước. Thực hiện việc chuyển nước một cách hợp lý tới các lưu vực sông khan hiếm nước (có xem xét tới khả năng biến đổi khí hậu trong các kịch bản khác nhau và lợi ích của các địa phương).
- e) Nâng cấp và mở rộng các công trình tiêu úng nhằm đảm bảo tiêu thoát úng, ngập do lũ lụt và nước biển dâng trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng. Trong đó cần xem xét lại quy phạm tính toán các chỉ tiêu thiết kế công trình có tính tới điều kiện biến đổi khí hậu (có ảnh hưởng tới tần suất thiết kế).

3. Giảm thiểu tác hại do nước gây ra

- a) Hoàn chỉnh, nâng cấp và hiện đại hóa hệ thống quan trắc, cảnh báo, dự báo lũ, lụt; xây dựng hệ thống cảnh báo lũ quét, lũ bùn đá, trước hết đối với các vùng miền núi Bắc Bộ, Trung Bộ có xét đến những diễn biến của biến đổi khí hậu. Với độ

tin cậy cao và kéo dài thời gian cảnh báo, dự báo nhằm chủ động và ứng phó có hiệu quả với thiên tai về nước.

- b) Phân vùng nguy cơ ngập lụt, nguy cơ lũ quét, trượt lở đất, hạn hán, xâm nhập mặn và nước biển dâng trên các lưu vực sông/ các vùng. Chú trọng những lưu vực, những vùng có nguy cơ thiên tai cao (như khả năng lũ lụt, ngập úng, hạn hán, nước biển dâng... trong điều kiện biến đổi khí hậu sẽ có nguy cơ tăng cao về tần suất và cường độ).
 - d) Xây dựng và thực hiện quy hoạch phòng, chống và giảm thiểu tác hại do nước gây ra, quy trình vận hành các công trình thủy lợi, thủy điện, đặc biệt là các công trình liên hồ chứa khai thác tổng hợp tài nguyên nước cho các lưu vực sông lớn và các sông ven biển Trung Bộ trong điều kiện biến đổi khí hậu, kết hợp hài hoà giữa các biện pháp công trình và phi công trình nhằm bảo đảm an toàn cho người, giảm thiệt hại đến mức thấp nhất.
- 4). Tăng cường nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ về điều tra, khảo sát, quan trắc và đánh giá tài nguyên nước và năng lực thích ứng với biến đổi khí hậu
- a) Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước (bao gồm số lượng, chất lượng), chế độ và nhu cầu nước của các ngành; đặc biệt là đối với các sông xuyên biên giới như sông Hồng, sông Mê Công, sông Cà, sông Mã.
 - b) Đẩy mạnh nghiên cứu khoa học, kỹ thuật, công nghệ và áp dụng công nghệ tiên tiến trong điều tra, khảo sát, quan trắc, giám sát, bảo vệ, phương pháp đánh giá tài nguyên nước (bao

gồm các chỉ tiêu, tiêu chí và tiêu chuẩn phương pháp tính toán các đặc trưng thủy văn và tài nguyên nước cho quy hoạch, thiết kế và vận hành các công trình thủy lợi, thủy điện).

- c) Nghiên cứu, áp dụng công nghệ tiên tiến về cảnh báo, dự báo khí tượng thủy văn, đặc biệt là phương pháp cảnh báo, dự báo mưa ,bão, lũ lụt, lũ quét, nước biển dâng, sóng thần. Nghiên cứu và áp dụng phương pháp quản lý tổng hợp tài nguyên nước, phòng chống và khắc phục hậu quả của các thiên tai do nước gây ra trong điều kiện biến đổi khí hậu.
- d) Nghiên cứu và áp dụng các phương pháp tiên tiến về đánh giá tổn thương của tài nguyên nước do biến đổi khí hậu gây ra.
- e) Nghiên cứu xây dựng cơ sở phương pháp luận, xây dựng và triển khai chiến lược ứng phó với biến đổi khí hậu cho các lưu vực sông/các vùng và cả nước.
- f) Thiết lập hệ thống cơ sở dữ liệu, thông tin liên quan đến quản lý tài nguyên nước và tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước của các cấp từ Trung ương đến các địa phương (tỉnh và Ban quản lý lưu vực sông).
- g) Nâng cao năng lực thích ứng với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước, bao gồm tăng cường đầu tư tài chính, trang thiết bị và nhân lực.

5. Hoàn thiện thể chế, tổ chức

- a) Rà soát, bổ sung hệ thống pháp luật, chính sách hiện hành để phù hợp với tình trạng biến đổi khí hậu. Xây dựng, bổ sung, hoàn chỉnh hệ thống văn bản quy phạm pháp luật, các cơ chế,

chính sách liên quan đến tài nguyên nước nhằm đảm bảo các cơ sở pháp luật để triển khai các hoạt động thích ứng với biến đổi khí hậu; trong đó đặc biệt chú ý đến các văn bản liên quan đến giá trị kinh tế và môi trường của nước nhằm sử dụng hợp lý, tiết kiệm và bảo vệ tài nguyên nước; ưu tiên sử dụng nước cho sinh hoạt trong xây dựng và vận hành các công trình khai thác, sử dụng nước; các văn bản pháp lý và cơ chế phối hợp khai thác, sử dụng nguồn nước của các sông xuyên biên giới.

- b) củng cố và hoàn thiện tổ chức quản lý tài nguyên nước ở Trung ương và các địa phương, đặc biệt là tổ chức quản lý lưu vực sông.
- 6. Tuyên truyền và truyền thông, nâng cao nhận thức cộng đồng về tài nguyên nước và biến đổi khí hậu, tác động của biến đổi khí hậu, các biện pháp ứng phó với biến đổi khí hậu nói chung và tài nguyên nước nói riêng.

5.2 BIỆN PHÁP THÍCH ỨNG VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐỐI VỚI TÀI NGUYÊN NƯỚC TRONG CÁC HỆ THỐNG SÔNG

Trên cơ sở các biện pháp chung nêu trên và đặc biệt là những đặc điểm tài nguyên nước cũng như tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước trong lưu vực sông, dưới đây đề xuất một số biện pháp chính thích ứng với biến đổi khí hậu trong các hệ thống sông chính ở nước ta.

5.2.1 Biện pháp thích ứng với tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước trong hệ thống sông Hồng - Thái Bình

- 1) Tiếp tục phát triển hệ thống hồ chứa đa mục tiêu và các hồ chứa vừa và nhỏ để khai thác nguồn nước và thủy điện, điều tiết dòng chảy, đặc biệt là trữ nước trong mùa mưa để sử dụng trong mùa khô, giảm thiểu tác động tiêu cực của việc khai thác nguồn nước ở thượng lưu sông Thao, Đà, Lô, Gâm trên địa phận Trung Quốc.
- 2) Nâng cấp và xây dựng bổ sung các công trình ngăn mặn ở vùng ven biển để chống xâm nhập mặn, tạo nguồn nước ngọt cho các nhu cầu dùng nước trong mùa cạn.
- 3) Củng cố, nâng cấp hệ thống đê sông, đê biển.
- 4) Nâng cấp các hệ thống tưới, tiêu úng.
- 5) Chuyển đổi cơ cấu sử dụng đất, cây trồng và lịch canh tác; sử dụng cây trồng thích nghi với khan hiếm nguồn nước, chịu ngập úng và chịu mặn.
- 6) Sử dụng hợp lý, có hiệu quả và tiết kiệm nguồn nước; áp dụng kỹ thuật tưới tiết kiệm nước.
- 7) Bảo vệ và phát triển rừng đầu nguồn, khai thác hợp lý tài nguyên đất, tài nguyên rừng.
- 8) Xây dựng các công trình thu gom, xử lý chất thải rắn và nước thải ở các khu dân cư, khu đô thị, khu công nghiệp; tăng cường bảo vệ nguồn nước.
- 9) Tăng cường quản lý tổng hợp tài nguyên nước theo lưu vực sông.
- 10) Bổ sung, hoàn chỉnh quy trình vận hành liên hồ chứa lớn

đa mục tiêu trong hệ thống sông

- 11) Hợp tác với Trung Quốc trong việc khai thác, sử dụng và bảo vệ tài nguyên nước sông Hồng.

5.2.2 Biện pháp thích ứng với tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước trong hệ thống sông Cả

- 1) Xây dựng bổ sung một số hồ chứa theo quy hoạch để tăng cường điều tiết dòng chảy, đáp ứng nhu cầu nước trong mùa khô và phòng chống thiên tai lũ lụt. Đến năm 2020, sẽ xây dựng các hồ Bản Vẽ, Bản Kok, Nhạc Hạc, Thác Muối, Ngàn Trươi + Cẩm Trang, Chúc A, Kim Cương + Đá Gân, Khe Bó, Bản Mông.

Thiết lập quy trình vận hành liên hồ chứa, đặc biệt cho thời kỳ mùa lũ để đảm bảo an toàn cho hạ lưu.

- 2) củng cố và xây dựng bổ sung các công trình tiêu úng nội đồng. Xây dựng cống Rào Đùng để tiêu úng cho vùng cát Nghi Lộc, khu công nghiệp bắc Vinh, khu vực Vinh và Cửa Lò.

Nạo vét, tu bổ kênh Trấp, kênh Gai, kênh Hoàng Cẩm, Kênh Vinh, nạo vét kênh Diễn Hoa kết hợp việc hiện đại hóa cống Diễn Thủy, Diễn Thành; củng cố các trạm bơm tiêu Hưng Châu, Hưng Lợi, Bàu Nón; xây dựng mới các trạm bơm tiêu cho khu vực Rào Nậy, hữu Thanh Chương và hạ Hương Sơn.

- 3) Xây dựng công trình phục vụ cấp nước

a) Cấp nước cho các khu công nghiệp

- Xây dựng các công trình lấy nước trực tiếp từ sông Cả, Hiếu, Ngàn Sâu, Ngàn Phố để cung cấp nước cho các cụm công nghiệp ở các huyện Mường Xén, Tương Dương, Anh Sơn, Con Cuông, Quỳnh Châu, Quế Phong, Đô Lương, Hương Sơn, Hương Khê và Vụ Quang.
- Xây dựng công trình lấy nước sông Cả tại Đô Lương cung cấp cho khu công nghiệp - đô thị Hoàng Mai và khu vực dọc Quốc lộ 1 Diễn Châu đến Hoàng Mai.
- Mở rộng cống Nam Đàn, nạo vét kênh Thấp, kênh Gai để lấy nước sông Cả qua cống, đồng thời xây dựng trạm bơm Cầu Miếu cấp nước cho khu vực nam sông Cẩm, Vinh, Cửa Hội, Cửa Lò.
- Xây dựng hồ chứa Xuân Hoa cấp nước cho khu công nghiệp Nghi Xuân.
- Xây dựng đập Cẩm Trang chuyển nước về hồ chứa Ngàn Trươi cấp nước cho khu công nghiệp Thạch Khê.

b) Cấp nước cho các khu tưới (nông nghiệp)

- Vùng Hưng Nguyên - Nghi Lộc: xây dựng các trạm bơm Thọ Sơn và Hưng Đông và một vài hồ chứa nhỏ; đưa vào vận hành công Nghi Quang - Bến Thủy.
- Vùng Diễn - Yên - Quỳnh: Kiên cố hóa các kênh chính của hệ thống Đô Lương, mở thêm xi phong Hiệp Hòa, củng cố hệ thống kênh tưới nội đồng.
- Vùng Thanh Chương: Xây dựng hồ Thác Muối và một số hồ chứa nhỏ trên địa bàn để phục vụ tưới cho khoảng 27000 ha

đất canh tác.

- Vùng hạ lưu sông Hiếu: Xây dựng hồ Bản Mòng phục vụ tưới cho hơn 32.000 ha đào đất ven sông, khu vực Bãi Tập và sông Dinh, hoàn chỉnh hồ sông Sào và một số hồ chứa nhỏ ở thượng nguồn sông Dinh.
- Vùng hạ lưu sông Ngàn Sâu, Ngàn Phố: Đây là khu vực được xem là chịu ảnh hưởng mạnh nhất bởi biến đổi khí hậu. Trong đó, mức độ thiếu nước mùa cạn tăng lên rõ rệt. Xây dựng hồ Trại Dơi, đập Đá Hàn, Động Trèn và một số hồ nhỏ, đập trạm bơm khác.

4) Hợp tác quốc tế

Tăng cường sự hợp tác với Lào trong quản lý, bảo vệ tài nguyên nước nhằm chia sẻ hợp lý nguồn nước khu vực thượng nguồn sông Cả trên lãnh thổ nước Lào. Đề xuất thành lập Ủy ban quốc tế về lưu vực sông Cả.

5.2.3 Biện pháp thích ứng với tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước trong hệ thống sông Thu Bồn

1) Phát triển hệ thống các hồ chứa

- Tiếp tục phát triển hệ thống các hồ chứa bao gồm các hồ chứa lợi dụng tổng hợp và các hồ chứa đáp ứng một mục tiêu nhất định.

Hệ thống các hồ chứa lớn đa mục tiêu, phục vụ phát điện, phòng lũ, cấp nước cho hạ du, bao gồm các công trình thủy điện Sông Bung 2, 4; thủy điện A Vương; Sông Cồn 2, Sông Giăng; Đak Mil 1, 4; Sông Tranh 2.

- Nâng cấp và xây dựng những công trình mới (hồ chứa và đập dâng). Trên toàn lưu vực sông, cần nâng cấp 58 công trình phục vụ tưới cho khoảng 7.669 ha. trong đó, lúa 2 vụ là 4.435 ha và đất trồng màu + cây công nghiệp là 3.234 ha; xây dựng 143 công trình mới, phục vụ tưới cho 9.088 ha bao gồm 7.081 ha lúa 2 vụ và 2.070 ha cây công nghiệp và màu.

2) Nâng cấp và xây dựng mới các nhà máy cung cấp nước sinh hoạt, công nghiệp ở đô thị.

a). Khu vực thành phố Đà Nẵng:

- ~ Nâng công suất nhà máy nước Sơn Trà từ 8.000 m³/ngày.đêm lên 10.000 m³/ngày.đêm. Nguồn cấp là suối tại bán đảo Sơn Trà.
- ~ Nâng cấp và mở rộng nhà máy nước Cầu Đỏ từ 50.000 m³/ngày.đêm lên 240.000 m³/ngày.đêm, lấy nước từ sông Vu Gia. Vị trí lấy nước cần được chuyển từ vị trí hiện nay ở thượng lưu cầu Đường Sắt về thượng lưu đập An Trạch (trên sông Yên).
- ~ Xây dựng thêm nhà máy nước Xuân Thiều công suất 200.000 m³/ngày.đêm. Lấy nước từ sông Cu Đê thông qua hồ chứa Hòa Bắc, cấp cho phía bắc Đà Nẵng, khu công nghiệp Hòa Khách, Liên Chiểu và dân cư thuộc quận Liên Chiểu. Hồ Hòa Bắc dự kiến có diện tích lưu vực 272 km², dung tích 31 triệu m³.

b). Khu vực đô thị Hội An:

- ~ Xây dựng các nhà máy lấy nước sông Vĩnh Điện, công suất

55.000 m³/ngày.đêm, cấp nước cho Hội An, các khu du lịch, khu công nghiệp Điện Ngọc, Điện Nam.

c). Khu vực nông thôn:

- ~ Song song với việc duy trì các công trình cấp nước nhỏ lẻ, ưu tiên phát triển hệ thống cấp nước tập trung phục vụ các trung tâm huyện thị có cụm dân cư tập trung, các khu công nghiệp, các xã đồng bằng ven biển.
- ~ Hệ thống cấp nước cho các trung tâm huyện Tây Giang, Đông Giang, Phước Sơn với quy mô công suất 3.000 m³/ngày.đêm cho mỗi huyện, lấy nước từ sông Bung và sông Cái.
- ~ Hệ thống cấp nước cho thị trấn huyện Đại Lộc và các khu công nghiệp nhỏ với công suất 10.000 m³/ngày.đêm, lấy nước từ sông Vu Gia
- ~ Hệ thống cấp nước cho khu công nghiệp An Hòa - Nông Sơn với công suất 80.000 m³/ngày.đêm, lấy nước từ sông Thu Bồn.
- ~ Hệ thống cấp nước cho trung tâm huyện Trà Mi, Tiên Phước, Hiệp Đức với công suất 3.000 m³/ngày.đêm cho mỗi huyện, lấy nước từ sông Tranh, sông Khang.

3) Tăng cường năng lực các công trình tiêu tự chảy, giảm tác động ngập lụt

Để giải quyết tình trạng ngập úng trong thời kỳ mùa lũ ở vùng hạ lưu sông Vu Gia - Thu Bồn, việc tăng năng lực cho các công trình tiêu thoát nước ra biển tại cửa Hàn và cửa Đại có vai trò hết sức quan trọng. Căn cứ đặc điểm địa hình, địa mạo khu vực hạ lưu

được chia thành hai bộ phận:

- Bộ phận giữa Vu Gia - Thu Bồn được giới hạn bởi sông Vu Gia ở phía Bắc, sông Quảng Huế ở phía Tây, sông Thu Bồn ở phía Nam và sông Vĩnh Điện ở phía đông. Diện tích tự nhiên của bộ phận này là 16.058 ha, bao gồm các xã Hòa Châu, Hòa Tiến, Hòa Xuân, Hòa Phước của huyện Hòa Vang; các xã Điện An, Điện Phước, Điện Thọ, Điện Hồng, Điện Tiến, Điện Hòa, Điện Thắng của huyện Điện Bàn; các xã Đại Hòa, thị trấn Ái Nghĩa của huyện Đại Lộc.

Giải pháp chính là tiêu tự chảy ra các sông như sông Yên, sông La Thọ, sông Thanh Quýt, sông Thu Bồn và sông Vĩnh Điện trên cơ sở nâng cấp các kênh mương và cống tiêu hiện có, đặc biệt là các cống nằm dưới đường giao thông.

- Bộ phận phía đông sông Vĩnh Điện chạy từ sông Hàn đến Hội An, bao gồm quận Ngũ Hành Sơn, xã Điện Ngọc, Điện Dương, Điện Nam, Điện Phương, Điện Minh, thị trấn Vĩnh Điện của huyện Điện Bàn và thị xã Hội An.

Giải pháp tiêu cũng là hình thức tự chảy ra sông Vĩnh Điện ở phía Tây, sông Hội An ở phía Nam, sông Hạ Xấu, sông Cầu Biện ở phía đông.

4) Quản lý, bảo vệ rừng hiện có

Trồng rừng trên phạm vi đất trống đồi trọc, nâng độ che phủ hiện tại 33% lên đến 50% trong phạm vi 10 - 15 năm. Kiên quyết ngăn chặn tình trạng đốt, phá khai thác bừa bãi, đặc biệt khu vực thượng nguồn thuộc địa phận tỉnh Quảng Nam, Kon Tum.

5) Một số biện pháp khác

- Xây dựng các đập ngăn mặn ở cửa sông, như cửa sông Hàn, cửa Đại.
- Thiết lập quy trình vận hành liên hồ chứa thủy điện trên hệ thống sông đáp ứng nhu cầu về sử dụng nước và phòng chống lũ ở thượng và hạ lưu.
- Xây dựng các nhà tránh lũ cho dân cư trên các khu vực bị ảnh hưởng lũ nghiêm trọng ở Quảng Nam.

5.2.4. Biện pháp thích ứng với tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước trong hệ thống sông Ba

- 1) Khai thác tổng hợp bậc thang thủy điện sông Ba để chống lũ và cấp nước cho hạ du, phát điện, kết hợp với quy hoạch dân cư, khu công nghiệp. Nhằm mục tiêu đó, trước hết cần rà soát quy hoạch xây dựng các công trình phát triển tài nguyên nước trong hệ thống sông trên quan điểm quy hoạch tổng hợp lưu vực sông, bảo đảm các công trình được xây dựng phục vụ đa mục đích, song song với mục tiêu phát điện phải bảo đảm cấp nước cho mùa cạn và phòng lũ cho hạ du.

Ngoài đập Đồng Cam có từ năm 1932, trên lưu vực sông hiện có các công trình lớn đã và đang xây dựng là hồ Ayun Hạ, sông Hinh, sông Ba Hạ, Krông Hnăng, An Khê - Kanak. Ngoài ra còn hàng loạt đập dâng, hồ chứa nước nhỏ nằm rải rác trên các lưu vực sông nhánh.

Cần phải có quy trình phối hợp giữa các công trình trong quá trình vận hành, bảo đảm sự chia sẻ, phân bổ nguồn nước hợp lý, hài hòa

giữa các lợi ích để phát huy đến mức cao nhất hiệu quả công trình cũng như việc khai thác tài nguyên nước sông, đồng thời bảo vệ môi trường lưu vực sông.

2) Bảo vệ và phát triển rừng

Bảo vệ và phát triển rừng đầu nguồn, xây dựng và thực hiện quy hoạch sử dụng đất (bảo gồm đất sản xuất và đất rừng), bảo vệ đất, chống xói mòn.

Việc bảo vệ và phát triển rừng đầu nguồn phải được tiến hành đồng thời trên bốn lưu vực bộ phận là vùng thượng nguồn An Khê, sông Ayun, sông Krong H' năng và sông Hinh. Đặc biệt thận trọng trong công tác quy hoạch thay đổi hình thức sử dụng đất và cơ cấu cây rừng, đồng thời kiểm tra, giám sát chặt chẽ việc thực hiện quy hoạch trên thực địa.

3) Thay đổi cơ cấu cây trồng, mùa vụ, vật nuôi để thích ứng với biến đổi khí hậu.

4) Sử dụng nước hợp lý, có hiệu quả và tiết kiệm.

5) Duy trì dòng chảy môi trường trên các đoạn sông:

Trong các hoạt động khai thác, sử dụng nước, việc bảo đảm duy trì dòng chảy môi trường trên các đoạn sông là một yêu cầu có tính chất bắt buộc, đặc biệt các khu vực hạ lưu các đập thủy điện, khu vực hạ lưu đập Đồng Cam đến cửa sông, nhất thiết không tồn tại những đoạn sông chết trong mùa cạn. Đây là giải pháp rất quan trọng nhằm ngăn chặn và phục hồi từng bước tình trạng suy thoái, cạn kiệt nguồn nước và duy trì hệ sinh thái thủy sinh, trước hết trong giai đoạn mùa cạn, đồng thời ngăn chặn sự xâm nhập sâu

của thủy triều và nước mặn ở khu vực cửa sông.

- 6). Song song với việc bảo vệ, phát triển rừng đầu nguồn (thuộc phạm vi các tỉnh Kon Tum, Gia Lai, cần thiết phải phát huy tác dụng cắt lũ của các hồ thủy lợi - thủy điện cho hạ du bằng quy trình vận hành liên hồ hợp lý để chống lũ trên cơ sở của việc dự báo khí tượng thủy văn trên lưu vực sông. Xây dựng đê bao bảo vệ thành phố Tuy Hòa. Bổ sung, hoàn thiện các quy trình vận hành liên hồ chứa có xét đến tác động của biến đổi khí hậu và việc khai thác sử dụng nguồn nước của các địa phương trong lưu vực.
- 7) Việc nạo vét luồng lạch, chống bồi lấp trong mùa cạn ở hạ lưu sông từ sau đập Đồng Cam, đặc biệt ở vùng cửa sông phải được tiến hành thường xuyên hàng năm, tạo điều kiện cho việc thoát lũ.

5.2.5. Biện pháp thích ứng với tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước trong hệ thống sông Đồng Nai

- 1) Nhanh chóng hoàn thành quy hoạch tổng hợp lưu vực sông nhằm thiết lập cơ chế mang tính chất pháp lý trong việc phân phối, chia sẻ nguồn nước cho các ngành, sử dụng hiệu quả và bảo vệ tài nguyên nước lưu vực sông. Hoạt động này được xem là thuận lợi trên lưu vực sông Đồng Nai, bởi vì hầu như toàn bộ lưu vực nằm trên lãnh thổ Việt Nam. Do đó, việc khai thác, sử dụng nước hầu như không bị phụ thuộc bởi sự hợp tác với nước ngoài.
- 2) Tiếp tục xây dựng và hoàn chỉnh hệ thống các hồ chứa (thủy

lợi và hồ chứa của các nhà máy thủy điện) theo quy hoạch, làm nhiệm vụ chống lũ cho hạ du, tích nước cho mùa cạn và góp phần đầy mặn ở khu vực hạ lưu trong mùa cạn. Xây dựng cơ chế chia sẻ nguồn nước hợp lý, vì đây là lưu vực có sự chuyển nước ra ngoài lưu vực nhiều nhất.

3) Tăng cường năng lực cấp nước để đáp ứng nhu cầu dùng nước gia tăng

Xây dựng thêm các nhà máy cấp nước, lấy nước trực tiếp từ dòng chính sông Đồng Nai song song với việc củng cố, nâng cấp các nhà máy cấp nước hiện có như Bến Than, Thủ Dầu một, Hóa An, Bình An.

Phát triển các cống tưới tiêu, các trạm bơm nước, chủ yếu ở thượng nguồn Vàm Cỏ Đông, như trạm bơm Góc Ồi, Hòa Hối, Bến Sỏi, Trà Cú, Bến Đình. Nâng cấp các hệ thống tưới tiêu

4) Xây dựng thêm các tuyến đê ngăn triều - mặn

Tiến hành xây dựng thêm tại huyện Cần Giờ và khu vực cửa sông Nhà Bè cùng với việc củng cố hệ thống đê hiện có tại huyện Nhà Bè.

5) Chuyển đổi cơ cấu cây trồng, vật nuôi, lịch canh tác để thích ứng với tình trạng khan hiếm nước trong mùa khô. Áp dụng kỹ thuật tưới tiên tiến nhằm tiết kiệm nước, sử dụng nước hợp lý, có hiệu quả và tiết kiệm.

6) Tăng cường các biện pháp bảo vệ chất lượng nước

Đặc biệt, tại các tỉnh với sự phát triển công nghiệp mạnh mẽ như Bình Dương, thành phố Hồ Chí Minh, Đồng Nai, chống ô nhiễm

nguồn nước từ các nguồn thải công nghiệp và sinh hoạt, bảo đảm các nguồn nước thải phải được xử lý đạt tiêu chuẩn trước khi đổ vào nguồn tiếp nhận. Thường xuyên tiến hành kiểm tra các cơ sở sản xuất có nguồn nước thải, xử phạt nghiêm với những trường hợp cố tình vi phạm quy định về xả thải vào nguồn nước.

5.2.6. Biện pháp thích ứng với tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước ở Đồng bằng sông Cửu Long

- 1) Hoàn thiện và củng cố những công trình trong quy hoạch lũ ở ĐBSCL đã được phê duyệt, chủ yếu là các công trình phục vụ tránh lũ hoặc góp phần làm tăng tốc độ tiêu thoát lũ như xây dựng, hoàn thiện các khu dân cư vượt lũ, một số đê bao thuộc địa bàn tỉnh An Giang, Đồng Tháp và Long An; khơi thông và mở rộng các kênh thoát nước ra biển Tây (vịnh Thái Lan) và ra sông Tiền.
- 2) Quy hoạch và từng bước xây dựng các tuyến đê biển dọc bờ biển Đông và biển Tây nhằm ngăn chặn sự xâm nhập của nước biển trong điều kiện nước biển dâng cao.
- 3) Xây dựng các cống ngăn mặn ở những nơi được chứng tỏ là có hiệu quả.
- 4) Trên cơ sở quy hoạch sử dụng đất trong điều kiện chịu ảnh hưởng của nước biển dâng để chuyển đổi cơ cấu cây trồng, vật nuôi, mùa vụ.

Khu vực hoàn toàn không bị ảnh hưởng triều mặn. Đưa vào cơ cấu cây trồng vật nuôi những loài không có nhu cầu nước cao. Thực hiện công nghệ tưới tiết kiệm.

Khu vực mới bị ảnh hưởng triều - mặn: Phân bố hợp lý phạm vi giành cho cây trồng trọt và thủy sản. Phát triển các loại cây trồng, vật nuôi có khả năng thích ứng với nước lợ và nước mặn. Chú ý bảo vệ và phát triển các khu rừng ngập mặn ở vùng cửa sông ven biển (Bến Tre, Hậu Giang, Cà Mau..)

5) Sử dụng các biện pháp tích trữ nước ngọt

Dùng các biện pháp tích trữ nước mưa trong mùa mưa theo quy mô gia đình dưới hình thức các bể chứa hoặc các loại chum vại... phục vụ cho mùa khô. Biện pháp này đặc biệt hiệu quả đối với vùng ven biển (Bến Tre, Bạc Liêu, Sóc Trăng, Cà Mau) chịu ảnh hưởng của thủy triều, nơi mà nguồn nước sông trong mùa khô - cạn đặc biệt hạn chế do bị ảnh hưởng của xâm nhập mặn.

6) Tăng cường các biện pháp bảo vệ môi trường chống ô nhiễm nguồn nước, trong đó phải thường xuyên tiến hành công tác kiểm tra hoạt động xử lý và xả nước thải sản xuất của các khu công nghiệp và cơ sở sản xuất vào nguồn nước; thực hiện các biện pháp xử lý nghiêm minh đối với các cơ sở xả thải ô nhiễm nguồn nước.

7) Thúc đẩy các hoạt động trong Ủy hội Mê Công Quốc tế về tài nguyên nước, tập trung những vấn đề sau:

Chia sẻ nguồn nước trong mùa kiệt giữa các quốc gia thành viên ở thượng và hạ lưu sông;

Không thực hiện các dự án dẫn nước sông Mê Công cho các lưu vực khác;

Xây dựng các hồ chứa nước trên các phần khác nhau (phạm vi

lãnh thổ Lào - Campuchia) nhằm tích nước trong mùa lũ, bổ sung cho mùa cạn (Ở phần hạ lưu).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ tài nguyên và Môi trường (2008). Chương trình mục tiêu quốc gia thích ứng với biến đổi khí hậu. Hà Nội.
2. Bộ tài nguyên và Môi trường(2009). Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam. Hà Nội.
3. Bộ tài nguyên và Môi trường.(2009): Dự án “Việt Nam: Chuẩn bị thông báo quốc gia lần thứ hai cho UNFCCC”. Báo cáo Đánh giá chiến lược và các biện pháp ứng phó với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước ở Việt Nam. Hà Nội.
4. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2010): Báo cáo tổng hợp “Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước của Việt Nam”, Hà Nội.
5. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. “Khung chương trình hành động thích ứng với biến đổi khí hậu của ngành Nông nghiệp và PTNT giai đoạn 2008-2020”. 2008
6. Bùi Học và nnk. “Đánh giá tính bền vững của việc khai thác sử dụng tài nguyên nước ngầm lãnh thổ Việt Nam, định hướng chiến lược khai thác sử dụng hợp lý và bảo vệ tài nguyên nước ngầm đến năm 2020”. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Nhà nước, mã số 01-ĐLNN. 2005.
7. Chương trình nghiên cứu khoa học cấp Nhà nước, mã số

- KC12 (1995). Cân bằng, bảo vệ và sử dụng có hiệu quả nguồn nước quốc gia. Báo cáo tổng kết. Hà Nội.
8. Chương trình tiến bộ khoa học cấp Nhà nước 42A (1989). Tập số liệu khí tượng thủy văn. Hà Nội.
 9. Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (2007). Chiến lược Quốc gia phòng chống và giảm nhẹ thiên tai. Hà Nội.
 10. Lê Bắc Huỳnh và nnk (2010). Báo cáo chuyên đề “ Những vấn đề trong khai thác, sử dụng tài nguyên nước trên 7 lưu vực sông lớn ở Việt Nam dưới tác động của biến đổi khí hậu và định hướng giải pháp thích ứng”. thuộc Dự án” Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước và các biện pháp thích ứng”. Hà Nội.
 11. Trung tâm Tư vấn Khí tượng Thủy văn và Môi trường, Viện KH KTTV&MT. “Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước và các biện pháp thích ứng - Lưu vực sông Hồng - Thái Bình”. 2010
 12. Trung tâm Tư vấn Khí tượng Thủy văn và Môi trường, Viện KH KTTV&MT. “Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước và các biện pháp thích ứng - Lưu vực sông Đồng Nai”. 2010
 13. Trung tâm NC Thủy văn & TNN, Viện KH KTTV&MT. “Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước và các biện pháp thích ứng - Lưu vực sông Cả”. 2010
 14. Trung tâm NC Thủy văn & TNN, Viện KH KTTV&MT. “Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước

- và các biện pháp thích ứng - Lưu vực sông Thu Bồn”. 2010
15. Trung tâm NC Thủy văn & TNN, “Viện KH KTTV&MT. Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước và các biện pháp thích ứng - Lưu vực sông Ba”. 2010
 16. Trung tâm NC Thủy văn & TNN, Viện KH KTTV&MT. “Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước và các biện pháp thích ứng - Đồng bằng sông Cửu Long”. 2010.
 17. Trung tâm thông tin - kinh tế tài nguyên nước thuộc Cục Quản lý tài nguyên nước (2009). Báo cáo tổng hợp nhiệm vụ “Thống kê, điều tra, thu thập bổ sung thông tin dữ liệu các hồ chứa có dung tích từ 500.000 m³ trở lên trên toàn quốc” thuộc dự án” Xây dựng quy trình và tăng cường năng lực cấp phép khai thác sử dụng tài nguyên nước cho thủy điện”. Hà Nội.
 18. Viện Khí tượng Thủy văn (1985). Đặc trưng hình thái lưu vực sông Việt Nam. Hà Nội.
 19. Viện Khoa học khí tượng Thủy văn và Môi trường (2010). Báo cáo tổng kết Dự án “ Tác động của biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước và biện pháp thích ứng”. Hà Nội.
 20. Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, “Nghiên cứu xâm nhập mặn phục vụ phát triển KTXH của BBDSCL”, 2004
 21. Viện Quy hoạch thủy lợi Miền Nam (2010). Báo cáo “Quy hoạch tổng thể thủy lợi Đồng bằng sông Cửu long trong điều kiện biến đổi khí hậu - nước biển dâng”.

22. Trần Thanh Xuân.(2008). Đặc điểm thủy văn và tài nguyên nước Việt Nam”. Nxb, Nông nghiệp. Hà Nội..
23. Trần Thanh Xuân (2009). Phân tích đặc điểm tài nguyên nước mặt, tài nguyên nước ngầm và sử dụng nước trong 7 lưu vực hệ thống sông ở Việt Nam “. Báo cáo chuyên đề của Dự án”Tác động của biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước và các biện pháp thích ứng”. Hà Nội
24. Trần Thanh Xuân (2009). Báo cáo chuyên đề” Nội dung và phương pháp đánh giá tác động của biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước, sử dụng và cân bằng nước” của Dự án” Tác động của biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước và các biện pháp thích ứng”. Hà Nội.
25. Trần Thanh Xuân (2010). Báo cáo chuyên đề” Đánh giá sơ bộ tài nguyên nước mưa”.Đề tài nghiên cứu khoa học của Bộ Tài nguyên và Môi trường” Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn xác định nội dung, phương pháp tính, tổng hợp, thống kê các chỉ tiêu tài nguyên nước “. Hà Nội.
26. Trần Thanh Xuân (2010). Báo cáo chuyên đề “ Đánh giá sơ bộ tài nguyên nước mặt”. Đề tài nghiên cứu khoa học của Bộ Tài nguyên và Môi trường” Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn xác định nội dung, phương pháp tính, tổng hợp, thống kê các chỉ tiêu tài nguyên nước “. Hà Nội.
27. Asian Development Bank. “The Economics of climate Change in SouthEast Asia: A regional review”. April 2009.
28. Intergovernmental Panel on Climate Change - WMO and UNEP (2008) Climate Change and Water”. .

29. Jeroen C.J.H. Aerts- Institute for Environmental Studies, Free University Amsterdam, The Netherlands and Peter Droogers - Future Water Arnhem The Netherlands and International Water Management Institute Colombo Sri Lanka (2004). CLIMATE CHANGE IN CONTRAING RIVER BASINS Adaptation Strategies for Water, Food and Environment. CABI Publishing..
30. World Bank (2004). Modelled Observations on Development Scenarios in the Lower Mekong Basin..
31. Hoanh, C. T., Guttman, H., Droogers, P. and Aerts, J. ADAPT(2003). Water, Climate, Food and Environment under Climate Change”. The Mekong basin in Southeast Asia. International Water Management Institute, Mekong River Commission, Future Water, Institute of Environmental Studies. Colombo, Phnom - Penh, Wageningen, 2003.
32. Halcrow Group Limited (2003). Working Paper No 14 - Model Development and Calibration.
33. Halcrow Group Limited (2004). Technical Reference Report DSF 620.SWAT and IQQM, ISIS Models. Water Utilisation Project, Component A: Development of Basin Modelling Package and Knowledge Base (WUP-A), Mekong River Commission, Phnom Penh, Cambodia.
34. Hoanh, C.T., Adamson, P, Souvannabouth, P., Kimhor, C. and Jiraoat, K. (2006). “Specialist report IBFM 3: Using DSF to analyze impacts of climate change on Mekong river flow, Integrated Basin Flow Management Specialist Report,

WUP/EP, MRCS.”

35. Mekong River Commission (2005). Overview of the Hydrology of the Mekong Basin..
36. Mekong River Commission (2009). Adaptation to climate change in the countries of the Lower Mekong Basin: regional synthesis report, MRC Technical Paper No. 24.
37. Mekong River Commission (2010).”Impacts of climate change and development on Mekong flow regimes, First assessment - 2009, MRC Technical Paper No. 29.
38. Kenneth D. Frederick, Peter H.Gleick (1999). Water & Global climate change: Potential Impacts on U.S. Water Resources..
39. IPCC(2008). Climate Change and Water, Technical Paper VI..
40. Economic Commission for Europe (2009). Guidance on Water and Adaptation to Climate Change.
41. IPCC(2007). Fourth Assessment Report (AR4) on Climate Change.
42. David Michel, Amit Pandya. Troubled Waters. (2009). Climate Change, Hydropolitics, and Transboundary Resources.
43. Peter H. Gleick, D. Briane Adams. Wate (2000). The Potential Consequences of Climate Variability and Change for the Water Resources of the United States.

44. Susmita Dasgupta, Benoit Laplante, Craig Meisner, David Wheeler, and Jianping Yan (2007). "The Impact of Sea Level Rise on Developing Countries: A Comparative Analysis".

Mục Lục

Muc Luc

TÀI NGUYÊN NƯỚC MƯA	7
1.1. PHÂN BỐ CỦA LƯỢNG MƯA NĂM TRONG LÃNH THỔ	8
1.2. TỔNG LƯỢNG MƯA NĂM.....	12
1.3. PHÂN PHỐI MƯA TRONG NĂM	14
1.3.1. Thời gian xuất hiện mùa mưa, mùa khô.....	14
1.2.2. Tỷ số phân phối lượng mưa trong năm	16
TÀI NGUYÊN NƯỚC MẶT.....	23
2.1. MẠNG LƯỚI SÔNG SUỐI	24
2.2. PHÂN BỐ CỦA DÒNG CHẢY NĂM TRONG LÃNH THỔ	25
2.3. TỔNG LƯỢNG DÒNG CHẢY NĂM.....	31

2.3. PHÂN PHỐI DÒNG CHẢY TRONG NĂM	32
2.4. CHẤT LƯỢNG NƯỚC SÔNG	44
2.4.1. Dòng chảy cát bùn	44
2.4.2. Hóa học nước sông	45
2.4.3. Tình hình ô nhiễm nguồn nước mặt.....	49
2.5. HỒ CHỨA, HỒ VÀ ĐÀM PHÁ.....	56
2.5.1. Hồ chứa	56
TÀI NGUYÊN NƯỚC DƯỚI ĐẤT	61
3.1. TRỮ LƯỢNG NƯỚC DƯỚI ĐẤT	62
3.2. CHẤT LƯỢNG NƯỚC DƯỚI ĐẤT	64
TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN TÀI NGUYÊN NƯỚC	73
4.1. TỔNG QUAN VỀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ TÁC ĐỘNG CỦA NÓ ĐẾN TÀI NGUYÊN NƯỚC	

74

4.1.1. Khái quát về biến đổi khí hậu
74

4.1.2. Khoa học về biến đổi khí hậu
76

4.1.3. Biến đổi khí hậu trên thế giới, khu vực Châu Á và
Việt Nam 86

4.2. KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU
114

4.2.1. Cơ sở xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển
dâng trên thế giới.....
114

4.2.2. Kịch bản biến đổi khí hậu nước biển dâng cho
Việt Nam.....
122

4.3. TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN CÁC YẾU
TỐ NHIỆT ĐỘ KHÔNG KHÍ, BỐC THOÁT HƠI TIỀM NĂNG
VÀ MƯA TRONG CÁC HỆ THỐNG SÔNG.....
133

4.3.1. Phương pháp tính lượng mưa và bốc thoát hơi tiềm năng
tương ứng với các kịch bản biến đổi khí hậu trong các thời kỳ
tương lai . 133

4.3.1.1. Phương pháp tính lượng mưa tháng trung bình các thời kỳ
trong tương lai
133

4.3.1.2. Tính lượng mưa ngày.....	138
4.3.1.3. Tính bốc thoát hơi tiềm năng.....	140
4.3.2. Sự biến đổi trong tương lai của các yếu tố khí tượng chính trong các hệ thống sông.....	141
4.3.2.1 Sự biến đổi của nhiệt độ không khí trong các hệ thống sông	142
4.3.2.2. Bốc thoát hơi tiềm năng.....	142
4.3.2.3. Sự biến đổi của lượng mưa trong tương lai.....	146
4.4. BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG.....	157
4.5: TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU LÊN TÀI NGUYÊN NƯỚC	159
4.5.1. Tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy năm	161
4.5.2. Tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy mùa lũ	167
4.5.3. Tác động của biến đổi khí hậu đến lưu lượng đỉnh lũ.....	170

4.5.4. Tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy mùa cạn
180

4.5.5. Tác động của biến đổi khí hậu đến lũ lụt, ngập lụt
187

4.5.6. Tác động của biến đổi khí hậu đến xâm nhập mặn
212

4.6.2. Tác động của biến đổi khí hậu đến sản lượng thủy điện
227

BIỆN	PHÁP	THÍCH	ỨNG
VỚI	BIẾN	ĐỔI	KHÍ
TRONG		LĨNH	VỰC
TÀI	NGUYÊN		NƯỚC
Ở VIỆT NAM.....			
233			

5.1. CƠ SỞ KHOA HỌC CỦA XÂY DỰNG CHIẾN LƯỢC
ỨNG PHÓ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TRONG LĨNH VỰC TÀI
NGUYÊN NƯỚC
234

5.1.1. Khái niệm
234

5.1.2. Một số tài liệu hiện có liên quan đến xây dựng chiến lược
thích ứng với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước ở
Việt Nam 236

5.1.3. Về chiến lược và các biện pháp thích ứng với biến đổi khí
hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước

5.1.4 Đề xuất các biện pháp thích ứng với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực tài nguyên nước ở Việt Nam.....	248
---	-----

5.2 BIỆN PHÁP THÍCH ỨNG VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐỐI VỚI TÀI NGUYÊN NƯỚC TRONG CÁC HỆ THỐNG SÔNG .	253
--	-----

5.2.1 Biện pháp thích ứng với tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước trong hệ thống sông Hồng - Thái Bình.....	253
---	-----

5.2.2 Biện pháp thích ứng với tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước trong hệ thống sông Cả	255
--	-----

5.2.3 Biện pháp thích ứng với tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước trong hệ thống sông Thu Bồn.....	257
--	-----

5.2.4. Biện pháp thích ứng với tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước trong hệ thống sông Ba	261
---	-----

5.2.6. Biện pháp thích ứng với tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước ở Đồng bằng sông Cửu Long	265
--	-----

Table

Bảng 1.1: Lượng mưa năm trung bình giai đoạn 1977 - 2008 trong các hệ thống sông (trên phần lưu vực trong lãnh thổ Việt Nam) /25/ 13

Bảng 1.2: Lượng mưa trung bình thời kỳ quan trắc tại một số trạm khí tượng /25/
17

Bảng 1.3 Đặc trưng phân phối mưa trong năm trong các hệ thống sông /25/ 19

Bảng 2.1: Tổng lượng dòng chảy năm trung bình giai đoạn 1977 - 2008 của các hệ thống sông trong lãnh thổ Việt Nam /26/
33

Bảng 2.2: Lưu lượng trung bình thời kỳ quan trắc tại một số trạm thủy văn trên một số sông /26/
34

Bảng 2.3: Đặc trưng phân phối dòng chảy trong năm /26/
35

**Bảng 2.4: Hàm lượng cát bùn lơ lửng trung bình thời kỳ quan trắc /22 / .
46**

Bảng 2.5: Số lượng hồ chứa đã, đang và sẽ được xây dựng có dung tích từ 0,5 triệu m³ trở lên trong các hệ thống sông / 17 / ...
59

Bảng 3.1: Trữ lượng nước dưới đất trong lãnh thổ Việt Nam / 6 / 63

Bảng 3.2: Trữ lượng nước nhạt dưới đất trong các thành tạo chứa nước tính đến năm 1993 đã được đánh giá 64

Bảng 3.3: Chất lượng nước ngầm các vùng lãnh thổ Việt Nam /6/ 71

Bảng 4.1: Dự báo mức gia tăng trung bình toàn cầu của nhiệt độ không khí và mực nước biển theo các kịch bản biến đổi khí hậu khác nhau (Nguồn: IPCC 2007)..... 90

Bảng 4.2: Tóm tắt tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước đã quan trắc được trong vùng Đông Nam Á /27 / 97

Bảng 4.3: Khả năng tác động của biến đổi khí hậu đến các lĩnh vực ở Đông Nam Á /27/ 104

Bảng 4.4: Khái quát đặc điểm của bốn kịch bản trong “ Báo cáo các kịch bản phát thải khí nhà kính - SRES: (trên cơ sở của Naki-ocenovic và Swarr, 2000) /28/ 119

Bảng 4.5: Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (0C) so với giai đoạn 1980 - 1999 theo kịch bản phát thải thấp (B1)/ 2 / 124

Bảng 4.6: Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (0C) so với giai đoạn

1980 - 1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2) /2 /
125

Bảng 4.7: Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (0C) so với giai đoạn
1980 - 1999 theo kịch bản phát thải cao (A2) /2 /
126

Bảng 4.8: Mức biến đổi của lượng mưa năm (%) so với giai đoạn
1980 - 1999 theo kịch bản phát thải thấp (B1) /2 /
127

Bảng 4.9: Mức thay đổi lượng mưa (%) so với giai đoạn 1980-
1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2) / 2 /
128

Bảng 4.10: Mức thay đổi lượng mưa năm (%) so với giai đoạn
1980 - 1999 theo kịch bản phát thải cao (A2) /2 /
129

Bảng 4.11: Mức nước biển dâng (cm) so với giai đoạn 1980 -
1999 /2 / 130

Bảng 4.12: Mức biến đổi của bốc thoát hơi tiềm năng vào hai thời
kỳ 2040-2059 và 2080-2099 tương ứng với hai kịch bản B2 và A2
so với thời kỳ nền 1980-1999 trong các hệ thống sông
147

Bảng 4.13: Mức biến đổi trung bình của lượng mưa trong tương
lai so với thời kỳ nền trong các hệ thống sông chính ở Việt Nam
149

Bảng 4.14: Mức biến đổi trung bình của lượng mưa các quý trong
tương lai so với thời kỳ nền tương ứng với kịch bản B2 trong các

hệ thống sông chính ở Việt Nam
155

Bảng 4.15: Mức biến đổi trung bình của lượng mưa các quý trong tương lai so với thời kỳ nền tương ứng với kịch bản A2 trong các hệ thống sông chính ở Việt Nam
156

Bảng 4.16: Mức nước biển dâng (cm) so với thời kỳ 1980-1999 /19/ 158

Bảng 4.17: Biến đổi của dòng chảy trung bình năm tại một số trạm thủy văn so với thời kỳ 1980-1999, kịch bản B2 /19 /
164

Bảng 4.18: Biến đổi của dòng chảy trung bình năm tại một số trạm thủy văn so với thời kỳ 1980-1999, kịch bản A2 /19/
165

Bảng 4.19: Biến đổi của lưu lượng trung bình năm tại một số trạm thủy văn trên sông Mê Công so với thời kỳ 1985-2000 theo các kịch bản biến đổi khí hậu và phát triển khai thác sử dụng nước / 37 / 166

Bảng 4.20: Biến đổi dòng chảy trung bình mùa lũ tại một số trạm thủy văn trên các sông ứng với kịch bản B2 so với thời kỳ 1980-1999 /19/171

Bảng 4.21: Biến đổi của lưu lượng trung bình mùa lũ tại một số trạm thủy văn trên các sông so với thời kỳ 1980-1999 ứng với kịch bản A2/19/
172

Bảng 4.22: Biến đổi của lưu lượng trung bình mùa lũ tại một số trạm thủy văn trên sông Mê Công so với thời kỳ 1985-2000 theo các kịch bản biến đổi khí hậu và phát triển khai thác sử dụng nước / 37 / 173

Bảng 4.24: Biến đổi của lưu lượng đỉnh lũ ($Q_{\max}$) ứng với tần suất 1% và 5% tại một số trạm thủy văn trên các sông theo kịch bản B2/ 19/ 176

Bảng 4.23: Biến đổi của lưu lượng đỉnh lũ ($Q_{\max}$) ứng với tần suất 1% và 5% tại một số trạm thủy văn trên các sông theo kịch bản A2/19 / 177

Bảng 4.27: Biến đổi của dòng chảy trung bình mùa cạn tại một số trạm thủy văn trên sông Mê Công so với thời kỳ 1985-2000 theo các kịch bản biến đổi khí hậu và phát triển khai thác sử dụng nước / 37 / 181

Bảng 4.26: Biến đổi của dòng chảy trung bình mùa cạn tại một số trạm thủy văn trên các sông theo kịch bản B2 so với thời kỳ 1980-1999 /19/182

Bảng 4.25: Biến đổi của dòng chảy trung bình mùa cạn tại một số trạm thủy văn trên các sông theo kịch bản A2 so với thời kỳ 1980-1999 /19/183

Bảng 4.28: Mức nước cao nhất tại một số vị trí trên hệ thống sông Hồng -Thái Bình và sông Cả của con lũ lịch sử có sự tham gia điều tiết của hệ thống hồ chứa /19/..... 188

Bảng 4.29: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Thu Bồn với dạng trận lũ năm 1999 có xét đến điều

tiết lũ các hồ chứa, kịch bản A2/19 /
192

Bảng 4.29: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Thu Bồn với dạng trận lũ năm 1999 có xét đến điều tiết lũ các hồ chứa, kịch bản A2/19 / (tiếp theo)
193

Bảng 4.30: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Thu Bồn với dạng trận lũ năm 1999 và xét đến điều tiết lũ các hồ chứa theo kịch bản B2/19/
194

Bảng 4.30: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Thu Bồn với dạng trận lũ năm 1999 và xét đến điều tiết lũ các hồ chứa theo kịch bản B2/19/ (tiếp theo)
195

Bảng 4.31: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Ba với dạng trận lũ năm 1993 và xét đến điều tiết lũ các hồ chứa trong theo kịch bản A2/19/
196

Bảng 4.31: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Ba với dạng trận lũ năm 1993 và xét đến điều tiết lũ các hồ chứa trong theo kịch bản A2/19/ (tiếp theo)
197

Bảng 4.32: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Ba với dạng trận lũ năm 1993 và xét đến điều tiết lũ các hồ chứa theo kịch bản B2/19/
198

Bảng 4.32: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Ba với dạng trận lũ năm 1993 và xét đến điều tiết lũ các hồ chứa theo kịch bản B2/19/ (tiếp theo)
199

Bảng 4.33: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai với dạng trận lũ năm 2000 và xét đến điều tiết lũ các hồ chứa theo kịch bản A2/19/
200

Bảng 4.33: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai với dạng trận lũ năm 2000 và xét đến điều tiết lũ các hồ chứa theo kịch bản A2/19/ (tiếp theo)
201

Bảng 4.34: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai với dạng trận lũ năm 2000 và xét đến điều tiết lũ các hồ chứa
202

theo kịch bản B2 /19/
202

Bảng 4.34: Diện tích và số dân bị ảnh hưởng bởi ngập lụt ở hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai với dạng trận lũ năm 2000 và xét đến điều tiết lũ các hồ chứa
203

theo kịch bản B2 /19/
203

Bảng 4.35: Diện tích và số dân ảnh hưởng ngập lụt của trận lũ lớn ở Đồng bằng sông Cửu Long tương ứng với kịch bản A2 /19 /

Bảng 4.35: Diện tích và số dân ảnh hưởng ngập lụt của trận lũ lớn ở Đồng bằng sông Cửu Long tương ứng với kịch bản A2 /19 / (tiếp theo) 207

Bảng 4.36: Diện tích và số dân ảnh hưởng ngập lụt của trận lũ lớn ở Đồng bằng sông Cửu Long tương ứng với kịch bản B2 /19 / 208

Bảng 4.36: Diện tích và số dân ảnh hưởng ngập lụt của trận lũ lớn ở Đồng bằng sông Cửu Long tương ứng với kịch bản B2 /19 / (tiếp theo) 209

Bảng 4.37: Chiều dài xâm nhập của độ mặn 1‰ và 4‰ trong các thời kỳ tương lai tương ứng với kịch bản A2 ở hạ lưu các hệ thống sông / 19 / 214

Bảng 4.38: Chiều dài xâm nhập của độ mặn 1‰ và 4‰ trong các thời kỳ tương lai thích ứng với kịch bản B2 ở hạ lưu các hệ thống sông /19/215

Bảng 4.39: Chiều dài xâm nhập của độ mặn 1‰ và 4‰ trong các thời kỳ tương lai tương ứng với kịch bản A2 ở hạ lưu các hệ thống sông / 19 / 216

Bảng 4.40: Chiều dài xâm nhập của độ mặn 1‰ và 4‰ trong các thời kỳ tương lai thích ứng với kịch bản B2 ở hạ lưu các hệ thống sông /19 / 217

Bảng 4.41: Diện tích đất và số dân bị ảnh hưởng mặn có độ mặn từ 1‰ trở lên ở hạ lưu các hệ thống sông /19/..... 221

Bảng 4.42: Diện tích đất và số dân bị ảnh hưởng mặn có độ mặn từ 4‰ trở lên ở hạ lưu các hệ thống sông /19/.....
222

Bảng 4.43: Nhu cầu nước tưới trong các thời kỳ tương lai tương ứng với hai kịch bản B2 và A2 trong các hệ thống sông /19 /
224

Bảng 4.44: Nhu cầu nước tưới trong các thời kỳ tương lai tương ứng với hai kịch bản B2 và A2 ở Đồng bằng sông Cửu Long / 19 / 226

Bảng 4.45: Các hồ chứa thủy điện lớn đã và sẽ được xây dựng trong các lưu vực sông.....
227

Bảng 4.46: Tổng công suất phát điện trung bình năm của các nhà máy thủy điện trong các thời kỳ tương lai thích ứng với hai kịch bản A2 và B2 trong các lưu vực sông (MW) /19/
228

Bảng 4.47: Tổng công suất trung bình tháng của các các nhà máy thủy điện trong các thời kỳ tương lai tương ứng với hai kịch bản A2 và B2 trong các lưu vực sông /19/
230

Bảng 4.47: Tổng công suất trung bình tháng của các các nhà máy thủy điện trong các thời kỳ tương lai tương ứng với hai kịch bản A2 và B2 trong các lưu vực sông /19/ (tiếp theo)
231

picture

Hình 1-1a: Đường tích lũy chuẩn sai lượng mưa năm tại một số trạm khí tượng

10

Hình 1-1b: Đường tích lũy chuẩn sai lượng mưa năm tại một số trạm khí tượng

10

Hình 1.2. Sơ đồ đường đẳng trị lượng mưa năm trung bình giai đoạn 1977-2008 trong lãnh thổ Việt Nam /25/

11

Hình 1.3: Phân bố của lượng mưa năm trung bình thời kỳ 1977-2008 của các hệ thống sông trong lãnh thổ Việt Nam

13

Hình 1.4: Tỷ lệ % tổng lượng mưa năm trung bình giai đoạn 1977-2008 của các hệ thống sông so với toàn bộ lãnh thổ Việt Nam ..

13

Hình 1.5a: Lượng mưa tháng trong năm tại một trạm khí tượng /25/ 20

Hình 1.5b: Lượng mưa tháng trong năm tại một trạm khí tượng /25/ 21

Hình 2.1: Các hệ thống sông và sông độc lập trên lãnh thổ Việt Nam /22/26

Hình 2.2a. Đường quá trình tích lũy chuẩn sai dòng chảy trung bình năm tại một số trạm thủy văn trên các sông lớn

27

Hình 2.2b. Đường quá trình tích lũy chuẩn sai dòng chảy trung bình năm tại một số trạm thủy văn trên các sông vừa.....

28

Hình 2.2c. Đường quá trình tích lũy chuẩn sai dòng chảy trung bình năm tại một số trạm thủy văn trên các sông vừa.....

28

Hình 2.3. Sơ đồ đường đẳng trị mô đun dòng chảy năm trung bình thời kỳ 1977 - 2008 trong lãnh thổ Việt Nam /26/

29

Hình 2.4: Phân bố của tổng lượng dòng chảy năm trung bình thời kỳ 1977 – 2008 giữa các hệ thống sông trong lãnh thổ Việt Nam

32

Hình 2.5: Tỷ lệ % tổng lượng dòng chảy năm trung bình giai đoạn 1977-2008 của các hệ thống sông so với cả nước.....

32

Hình 2.6a: Phân phối lưu lượng trung bình tháng trong năm một số trạm thủy văn trên một số sông lớn /26/

36

Hình 2.6b:Phân phối lưu lượng trung bình tháng trong năm tại một số trạm thủy văn trên một số sông vừa /26/

37

Hình 2.6b:Phân phối lưu lượng trung bình tháng trong năm tại

một số trạm thủy văn trên một số sông vừa /26/
38

Hình 2.6c: Phân phối lưu lượng trung bình tháng trong năm tại
một số trạm thủy văn trên một số sông vừa /26/
39

Hình 2.7a: Biểu đồ hàm lượng cát bùn lơ lửng trung bình tháng
trong năm tại một số trạm thủy văn /26/
47

Hình 2.7b: Biểu đồ hàm lượng cát bùn lơ lửng trung bình tháng
trong năm tại một số trạm thủy văn /26/
48

Hình 2.8: Xả nước thải vào sông
51

Hình 3.1: Phân bố trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất
trong các vùng
71

Hình 3.2: Tỷ lệ % trữ lượng khai thác tiềm năng nước dưới đất
trong các vùng so với cả nước
71

Hình 4.1. Hiệu ứng nhà kính (Nguồn: The National Academy of
Sciences, USA).....
77

Hình 4.2: Tỷ lệ thải khí nhà kính từ các hoạt động của con người
theo từng ngành, lĩnh vực năm 2004 (Nguồn: Olivier và nnk,
2005-2006)80

Hình 4.3: Biến đổi của nhiệt độ bề mặt Trái Đất theo thời gian
(Nguồn: IPCC, 2007).....

80

Hình 4.4: Xu hướng biến đổi một số khí nhà kính đến 1/2003
(Nguồn: IPCC, 2007).....

82

Hình 4.5: Biến đổi mực nước biển theo thời gian (Nguồn: IPCC,
2007) 83

Hình 4.6: Dự báo biến đổi nồng độ một số khí gây hiệu ứng nhà
kính đến năm 2100 (Nguồn: IPCC, 2007)

87

Hình 4.7: Dự báo sự thay đổi nhiệt độ Trái đất đến năm 2100
(Nguồn: IPCC, 2007).....

88

Hình 4.8: Dự báo sự thay đổi của mực nước biển đến năm 2100
(Nguồn: IPCC, 2007).....

89

Hình 4.9: Biến đổi của lượng mưa năm trong vùng Đông Nam Á
(1901 - 2005).....

97

Hình 4.10(a): Biến trình của nhiệt độ và ở các vùng của Việt Nam trong
50 năm

108

Hình 4.10(b): Biến trình của lượng mưa ở các vùng của Việt Nam trong
50 năm

Hình 4.11: Quỹ đạo của bão ở Tây Bắc Thái Bình Dương và Biển Đông 110

Hình 4.12: Diễn biến của mực nước biển tại trạm hải văn Hòn Dấu 111

Hình 4.13: Sơ đồ biểu thị 4 kịch bản gốc về phát thải khí nhà kính.
Nguồn: IPCC
115

Hình 4.15: Lượng phát thải CO₂ tương đương trong thế kỷ 21 của các kịch bản. Nguồn: IPCC
118

Hình 4.15: Các kịch bản biến đổi khí hậu ở quy mô toàn cầu của AR4/IPCC 120

Hình 4.16: Sản phẩm mô phỏng nhiệt độ của mô hình MRI - AGCM cho khu vực Việt Nam
120

Hình 4.17: Diễn biến chuẩn sai lượng mưa của Việt Nam
121

Hình 4.18: Miền tính và sản phẩm mô phỏng nhiệt độ trung bình năm (oC), lượng mưa năm (mm) của mô hình PRECIS cho khu vực Việt Nam vào cuối thế kỷ 21
123

Hình 4.19: Phần mềm MAGICC/SCENGEN 5.3 và phương pháp chi tiết hóa thống kê
123

Hình 4.20: Kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam và các khu vực nhỏ hơn.....

123

Hình 4.21: Biến đổi của nhiệt độ không khí trung bình năm tương ứng kịch bản A2, B2 trong các hệ thống sông

143

Hình 4.22: Biến đổi của bốc thoát hơi tiềm năng trung bình năm so với thời kỳ 1980-1999 trong các hệ thống sông tương ứng với hai kịch bản B2 và A2 (%)

144

Hình 4.23: Biến đổi của bốc thoát hơi tiềm năng theo các mùa (%) so với thời kỳ nền 1980-1999 tương ứng với kịch bản B2.....

145

Hình 4.24: Sự biến đổi của lượng mưa năm trong tương lai tương ứng với hai kịch bản biến đổi khí hậu B2 và A2 tại một số trạm khí tượng trong các lưu vực sông

150

Hình 4.25: Sự biến đổi của lượng mưa mùa mưa trong tương lai tương ứng với hai kịch bản biến đổi khí hậu B2 và A2 tại một số trạm khí tượng trong các lưu vực sông

151

Hình 4.26: Sơ đồ phân vùng mức độ biến đổi của lượng mưa mùa khô tương ứng với kịch bản B2 vào thời kỳ 2040-2059 trên phạm vi cả nước 152

Hình 4.27: Sự biến đổi của lượng mưa mùa khô trong tương lai tương ứng với hai kịch bản biến đổi khí hậu B2 và A2 tại một số

trạm khí tượng trong các lưu vực sông.
154

Hình 4.28: Quá trình thủy triều tại một số vị trí cửa sông ứng với các mức nước biển dâng khác nhau /19/
160

Hình 4.29: Sơ đồ khối đánh giá tác động biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước /19/
162

Hình 4.30: Biến đổi của dòng chảy trung bình năm tại một số trạm thủy văn trên một số sông so với thời kỳ 1980-1999, kịch bản B2, A2 /19 / 168

Hình 4.31: Biến đổi của các thành phần cân bằng nước tự nhiên của một số lưu vực, ứng với kịch bản B2 /19 /
169

Hình 4.32: Biến đổi của dòng chảy trung bình mùa lũ (%) tại một số trạm thủy văn trên các sông so với thời kỳ 1980-1999, kịch bản A2, B2 /19/175

Hình 4.33: Biến đổi của lưu lượng đỉnh lũ ($Q_{\max}$) ứng với tần suất 1% tại một số trạm thủy văn trên các sông so với thời kỳ 1980-1999 theo hai kịch bản B2 và A2 /19 /
179

Hình 4.34: Biến đổi của lưu lượng ngày lớn nhất (%) của sông Mê Công tại Kratie so với trên lũ năm 2000 /37/.....
179

Hình 4.35: Biến đổi của dòng chảy trung bình mùa cạn tại một số

trạm thủy văn trên một số sông theo hai kịch bản A2 và B2 với
thời kỳ 1980-1999 /19/
185

Hình 4.36: Tổng hợp sự biến đổi của dòng chảy trung bình năm
và các mùa tại một số trạm thủy văn đại diện trên một số sông vào
giữa thế kỷ 21 /19/
186

Hình 4.37: Biến đổi của diện tích ngập lụt ở hạ lưu một số lưu vực
sông khi xảy ra các trận lũ lớn, ứng với kịch bản B2 /19/
191

Hình 4.38: Biến đổi của diện tích ngập lụt ở ĐBSCL khi xảy ra
ra các trận lũ lớn ứng với kịch bản B2 /37/
205

Hình 4.39: Bản đồ ngập lụt ứng với các kịch bản biến đổi khí hậu
và nước biển dâng và các kịch bản biến đổi khí hậu A2 và B2 ở
hạ lưu các hệ thống sông Thu Bồn, Ba và Đồng Nai và ĐBSCL
/19/ 211

Hình 4.40: Sơ đồ đẳng trị độ mặn 1‰ và 4‰ trong các thời kỳ
tương lai ứng với kịch bản B2 ở đồng bằng sông Hồng - Thái Bình
/19/ 218

Hình 4.41. Ranh giới của độ mặn 1‰ và 4‰ trong các thời kỳ
tương lai ứng với kịch bản B2 và A2 ở hạ lưu hệ thống sông Đồng
Nai /19/ 219

Hình 4.42. Ranh giới của độ mặn 1‰ và 4‰ trong các thời kỳ
tương lai ứng với kịch bản B2 và A2 ở Đồng bằng sông Cửu Long
/19/ 220

Hình 4.43: Mức biến đổi của nhu cầu nước tưới trong các thời kỳ tương lai ứng với hai kịch bản A2 và B2 trong các lưu vực sông /19/ 225

Hình 4.44: Biến đổi của nhu cầu nước tưới ở Đồng bằng sông Cửu Long /19/ 226

Hình 4.45: Biến đổi của tổng công suất phát điện trung bình trong trên các lưu vực sông /19/.....
229