

**BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG  
CỤC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

-----\*\*\*\*\*-----

**BÁO CÁO TỔNG KẾT NHIỆM VỤ**

**XÁC ĐỊNH TÍNH CHẤT, MỨC ĐỘ, XU HƯỚNG BIẾN ĐỔI  
LƯỢNG MƯA DO ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU  
TẠI MỘT SỐ VÙNG THƯỜNG XUYÊN KHÔ HẠN Ở VIỆT  
NAM VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP ỨNG PHÓ**

**Cơ quan chủ trì nhiệm vụ: Cục Khí tượng Thủy văn và biến đổi khí hậu  
Chủ nhiệm nhiệm vụ: Ths. Nguyễn Toàn Thắng**

**HÀ NỘI - 2015**

**BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG  
CỤC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

-----\*\*\*\*\*-----

**BÁO CÁO TỔNG KẾT NHIỆM VỤ**

**XÁC ĐỊNH TÍNH CHẤT, MỨC ĐỘ, XU HƯỚNG BIẾN ĐỔI  
LƯỢNG MƯA DO ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU  
TẠI MỘT SỐ VÙNG THƯỜNG XUYÊN KHÔ HẠN Ở VIỆT  
NAM VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP ỨNG PHÓ**

**CHỦ NHIỆM NHIỆM VỤ**

**CƠ QUAN CHỦ TRÌ**

**Nguyễn Toàn Thắng**

**Nguyễn Văn Thuê**

**HÀ NỘI - 2015**

## MỤC LỤC

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT.....	v
DANH SÁCH CÁN BỘ THAM GIA THỰC HIỆN.....	vi
DANH MỤC BẢNG BIỂU .....	vii
DANH MỤC HÌNH VẼ.....	ix
MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU .....	6
1.1. Tổng quan về biến đổi khí hậu.....	6
1.1.1. Biến đổi khí hậu toàn cầu.....	6
1.1.1.1. Biểu hiện của biến đổi khí hậu .....	6
1.1.1.2. Dự tính biến đổi khí hậu toàn cầu trong thế kỷ 21 .....	11
1.1.2. Biến đổi khí hậu ở Việt Nam .....	22
1.1.2.1. Biểu hiện của biến đổi khí hậu ở Việt Nam.....	22
1.1.2.2. Dự tính biến đổi khí hậu ở Việt Nam trong thế kỷ 21 .....	25
1.2. Các nghiên cứu về biến đổi lượng mưa .....	30
1.2.1. Các nghiên cứu trên thế giới .....	30
1.2.2. Các nghiên cứu trong nước .....	35
1.3. Thích ứng với biến đổi lượng mưa trong bối cảnh biến đổi khí hậu .....	38
1.4. Tổng quan bài học kinh nghiệm ứng phó với các hiện tượng cực đoan liên quan đến lượng mưa ở Việt Nam.....	41
1.4.1. Mưa lớn gây lũ lụt, lũ quét.....	41
1.5. Mục tiêu và cơ sở pháp lý của Nhiệm vụ.....	48
1.5.1. Mục tiêu của Nhiệm vụ .....	48
1.5.2. Cơ sở pháp lý của Nhiệm vụ.....	48
CHƯƠNG 2: SỐ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....	50
2.1. Phạm vi khu vực nghiên cứu.....	50
2.2. Số liệu nghiên cứu.....	53
2.2.1. Các loại số liệu và nguồn gốc .....	53
2.2.2. Phương pháp xử lý số liệu thô .....	55
2.2.3. Phương pháp bổ khuyết số liệu .....	56
2.3. Phương pháp nghiên cứu.....	58
2.3.1. Phương pháp đánh giá các đặc trưng của lượng mưa.....	58
2.3.2. Lựa chọn chỉ số khô hạn phục vụ đánh giá thiếu hụt lượng mưa .....	58

2.3.3. Phương pháp đánh giá biến đổi.....	63
2.3.4. Phương pháp xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu đối với lượng mưa .....	68
2.3.4.1. Phương pháp xây dựng kịch bản bằng mô hình thống kê .....	68
2.3.4.2. Mô hình PRECIS xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu .....	69
CHƯƠNG 3: BIẾN ĐỔI LƯỢNG MƯA THỜI KỲ 1961-2010 .....	76
3.1. Đánh giá diễn biến lượng mưa khu vực Tây Bắc .....	76
3.1.1. Đặc điểm mưa thời kỳ 1961-2010.....	76
3.1.1.1. Lượng mưa trung bình .....	76
3.1.1.2. Đánh giá lượng mưa theo chỉ số hạn .....	81
3.1.2. Biến đổi lượng mưa thời kỳ 1961-2010.....	83
3.1.2.1. Biến đổi lượng mưa .....	83
3.1.2.2. Đánh giá biến đổi điều kiện khô hạn khu vực Tây Bắc.....	87
3.2. Đánh giá diễn biến lượng mưa ở khu vực Nam Trung Bộ .....	91
3.2.1. Đặc điểm mưa thời kỳ 1961-2010.....	91
3.2.1.1. Lượng mưa trung bình .....	91
3.2.1.2. Đánh giá đặc điểm khô hạn theo chỉ số .....	97
3.2.2. Đặc điểm biến đổi lượng mưa thời kỳ 1961-2010.....	99
3.2.2.1. Biến đổi lượng mưa trung bình.....	99
3.2.2.2. Đánh giá biến đổi điều kiện khô hạn theo chỉ số.....	107
3.3. Đánh giá diễn biến lượng mưa khu vực Tây Nguyên.....	111
3.2.1. Đặc điểm lượng mưa mưa thời kỳ 1961-2010.....	111
3.2.1.1. Lượng mưa trung bình .....	111
3.2.1.2. Đánh giá đặc điểm khô hạn theo các chỉ số.....	117
3.3.2. Đặc điểm biến đổi lượng mưa thời kỳ 1961-2010.....	119
3.3.2.1. Lượng mưa trung bình .....	119
3.3.2.2. Đánh giá biến đổi điều kiện khô hạn .....	126
CHƯƠNG 4: DỰ TÍNH BIẾN ĐỔI LƯỢNG MƯA .....	134
4.1. Tính chưa chắc chắn của kịch bản .....	134
4.2. Dự tính khí hậu theo mô hình PRECIS.....	136
4.2.1. Đánh giá mô hình.....	136
4.1.2. Kết quả dự tính biến đổi trong tương lai bằng mô hình PRECIS ...	143

4.1.2.1. Khu vực Tây Bắc .....	143
4.1.2.2. Khu vực Nam Trung Bộ .....	147
4.1.2.3. Khu vực Tây Nguyên.....	149
4.2. Dự tính biến đổi lượng mưa bằng mô hình thống kê.....	152
4.2.1.1. Lượng mưa năm.....	152
4.2.1.2. Lượng mưa mùa.....	155
4.2.2. Khu vực Nam Trung Bộ.....	162
4.2.2.1. Lượng mưa năm.....	162
CHƯƠNG 5: ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP THÍCH ỨNG VỚI BIẾN ĐỔI LƯỢNG MƯA TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU.....	193
5.1. Tổng quan về thích ứng với biến đổi khí hậu .....	193
5.1.1. Các quan điểm trên thế giới về thích ứng với biến đổi khí hậu.....	193
5.1.1. Các quan điểm ở Việt Nam về thích ứng với biến đổi khí hậu.....	198
5.2. Phân tích những thuận lợi và khó khăn về mặt điều kiện khí hậu .....	204
5.2.1. Khu vực Tây Bắc.....	204
5.2.2. Khu vực Nam Trung Bộ.....	206
5.2.3. Khu vực Tây Nguyên .....	209
5.3. Đánh giá tác động tiềm tàng do biến đổi khí hậu trong tương lai .....	211
5.3.1. Tác động tiềm tàng đến các ngành kinh tế xã hội.....	211
5.3.1.1. Tác động của biến đổi khí hậu đến nông nghiệp.....	211
5.3.1.2. Tác động của biến đổi khí hậu đến lâm nghiệp .....	214
5.3.1.3. Tác động của biến đổi khí hậu đến lĩnh vực thủy sản .....	216
5.3.1.4. Tác động của biến đổi khí hậu đến công nghiệp .....	218
5.3.1.5. Tác động của biến đổi khí hậu đến ngành năng lượng .....	219
5.3.1.6. Tác động của biến đổi khí hậu đến ngành giao thông vận tải ...	221
5.3.1.7. Tác động của biến đổi khí hậu đến lĩnh vực y tế, sức khỏe cộng đồng.....	222
5.3.2. Tác động tiềm tàng của biến đổi khí hậu đến các khu vực nghiên cứu .....	223
5.3.2.1. Tác động của biến đổi khí hậu đến vùng Tây Bắc.....	223
5.3.2.2. Tác động của biến đổi khí hậu đến vùng Nam Trung Bộ.....	226
5.3.2.3. Tác động của biến đổi khí hậu đến vùng Tây Nguyên .....	227

5.4. Phân tích lựa chọn và đề xuất giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu .....	229
5.4.1. Phân loại các giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu .....	229
5.4.2. Một số giải pháp thích ứng đã được triển khai ở các nước trên thế giới.....	231
5.4.2.1. Giải pháp chung .....	231
5.4.2.2. Các giải pháp thích ứng đối với các lĩnh vực .....	232
5.4.3. đề xuất giải pháp thích ứng với biến đổi lượng mưa trong bối cảnh biến đổi khí hậu .....	234
5.4.3.1. Tiêu chí lựa chọn giải pháp thích ứng .....	234
5.4.3.2. Giải pháp chiến lược chung .....	235
5.4.3.3. Đề xuất các giải pháp thích ứng cho các ngành kinh tế xã hội..	235
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	264
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	272
PHỤ LỤC 1: KẾT QUẢ TÍNH TOÁN ĐẶC TRƯNG TRUNG BÌNH LƯỢNG MƯA THỜI KỲ 1961-2010.....	277
PHỤ LỤC 2: KẾT QUẢ TÍNH TOÁN MỨC ĐỘ BIẾN ĐỔI LƯỢNG MƯA.....	279
PHỤ LỤC 3: KẾT QUẢ TÍNH TOÁN ĐỘ LỆCH TIÊU CHUẨN VÀ BIẾN SUẤT LƯỢNG MƯA.....	281
PHỤ LỤC 4: KẾT QUẢ TÍNH TOÁN CHỈ SỐ TC TRUNG BÌNH 1961-2010 .....	283

## DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

<b>Từ viết tắt</b>	<b>Ý nghĩa</b>
<b>AOGCM</b>	Mô hình hoàn lưu chung khí quyển - đại dương
<b>ATNĐ</b>	Áp thấp nhiệt đới
<b>BDV</b>	Bắt đầu hạn (mức độ hạn theo cấp chỉ số)
<b>BĐKH</b>	Biến đổi khí hậu
<b>DMC</b>	Trung tâm Giám sát hạn khu vực (Drought monitoring center)
<b>GCM</b>	Mô hình hoàn lưu chung khí quyển (General Circulation Model)
<b>IPCC</b>	Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu (Intergovernmental Panel on climate change)
<b>ITCZ</b>	Dải hội tụ nhiệt đới (Inter-Tropical Convergence Zone)
<b>NCDC</b>	Trung tâm Dữ liệu Khí hậu Quốc gia Hoa Kỳ
<b>NDMC</b>	Trung tâm Quốc gia về giảm nhẹ hạn hán (The National Drought Mitigation Center)
<b>NOAA</b>	Cơ quan quản lý khí quyển đại dương quốc gia Hoa Kỳ (National Oceanic Atmospheric Administration)
<b>RCM</b>	Mô hình khí hậu khu vực phân giải cao (Regional Climate Model)
<b>SD</b>	Chi tiết hóa thống kê
<b>SPI</b>	Chỉ số chuẩn hóa giáng thủy
<b>TC</b>	Chỉ số tỷ chuẩn
<b>TNMT</b>	Tài nguyên môi trường
<b>WMO</b>	Tổ chức Khí tượng Thế giới
<b>XTNĐ</b>	Xoáy thuận nhiệt đới

## DANH SÁCH CÁN BỘ THAM GIA THỰC HIỆN

<b>TT</b>	<b>Họ và tên</b>	<b>Cơ quan công tác</b>	<b>Chức danh trong Nhiệm vụ</b>
1	Nguyễn Toàn Thắng	Cục Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu	Chủ nhiệm
2			Thư ký
3			Cộng tác viên
4			Cộng tác viên
5			Cộng tác viên
6			Cộng tác viên
7			Cộng tác viên
8			Cộng tác viên
9			Cộng tác viên
10			Cộng tác viên
11			Cộng tác viên
12			Cộng tác viên
13			Cộng tác viên
14			Cộng tác viên
15			Cộng tác viên
16			Cộng tác viên
17			Cộng tác viên

## DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1.1. Mức tăng nhiệt độ và mức thay đổi lượng mưa trong 50 năm qua (1961-2010) ở các vùng khí hậu của Việt Nam (Nguồn: Bộ TNMT, 2012) .....	25
Bảng 2.1. Danh sách các trạm thu thập số liệu phục vụ các nội dung nghiên cứu .....	53
Bảng 2.2. Phân cấp hạn cho các vùng khí hậu Việt Nam theo chỉ số TC [...]....	60
Bảng 2.3. Phân cấp hạn cho các vùng khí hậu Việt Nam theo chỉ số SPI [...] ...	62
Bảng 2.4. Tiêu chuẩn tin cậy của r.....	66
Bảng 3.1. Lượng mưa (mm) tháng và năm tại một số trạm tiêu biểu khu vực Tây Bắc.....	78
Bảng 3.2. Phân bố tần suất khô hạn theo tháng (%) thời kỳ 1961-2010 tính theo chỉ số SPI cho các trạm thuộc khu vực Tây Bắc.....	82
Bảng 3.3. Phân bố tần suất hạn theo tháng (%) thời kỳ 1961-2010 tính theo chỉ số TC cho các trạm thuộc khu vực Tây Bắc .....	82
Bảng 3.4. Tỷ lệ (%) lượng mưa thời kỳ 1981-2010 so với thời kỳ 1961-1991 tại một số trạm tiêu biểu khu vực Tây Bắc .....	87
Bảng 3.5. Tốc độ xu thế biến đổi của chỉ số SPI (đơn vị/10 năm) tại một số trạm tiêu biểu khu vực Tây Bắc.....	89
Bảng 3.6. Tốc độ xu thế biến đổi của chỉ số TC (đơn vị/10 năm) tại một số trạm tiêu biểu khu vực Tây Bắc.....	89
Bảng 3.7. Lượng mưa (mm) tháng và năm trên khu vực Nam Trung Bộ .....	93
Bảng 3.8. Phân bố tần suất hạn theo tháng (%) tính theo chỉ số SPI cho các trạm thuộc khu vực Nam Trung Bộ.....	98
Bảng 3.9. Phân bố tần suất hạn theo tháng (%) tính theo chỉ số TC cho các trạm thuộc khu vực Nam Trung Bộ.....	98
Bảng 3.12. Tốc độ xu thế của chỉ số TC (%/10 năm) khu vực Nam Trung Bộ	110
Bảng 3.13. Lượng mưa (mm) tháng và năm trên khu vực Tây Nguyên.....	113
Bảng 3.14. Phân bố tần suất khô hạn theo tháng (%) tính theo chỉ số SPI cho các trạm thuộc khu vực Tây Nguyên.....	118
Bảng 3.14. Phân bố tần suất khô hạn theo tháng (%) tính theo chỉ số TC cho các trạm thuộc khu vực Tây Nguyên.....	118
Bảng 3.15. Tỷ lệ lượng mưa (%) trung bình thời kỳ 1981-2010 so với thời kỳ 1961-1981 tại một số trạm thuộc khu vực Tây Nguyên .....	123
Bảng 3.16. Tốc độ xu thế của chỉ số SPI (đơn vị/10 năm) khu vực Tây Nguyên .....	126
Bảng 3.17. Tốc độ xu thế của chỉ số TC (%/10 năm) khu vực Tây Nguyên....	130

Bảng 4.1. Các chỉ số đánh giá tính chất, mức độ và xu thế biến đổi của lượng mưa năm trong tương lai theo kịch bản BĐKH cho vùng Tây Bắc (S: độ lệch chuẩn, Sr: Biến suất, a: tốc độ biến đổi) .....	155
Bảng 4.2. Các chỉ số đánh giá tính chất, mức độ và xu thế biến đổi của lượng mưa mùa khô và mùa mưa trong tương lai theo kịch bản BĐKH cho vùng Tây Bắc.....	160
Bảng 4.3. Các chỉ số đánh giá tính chất, mức độ và xu thế biến đổi của lượng mưa năm trong tương lai theo kịch bản BĐKH cho vùng Nam Trung Bộ.....	166
Bảng 4.4. Các chỉ số đánh giá tính chất, mức độ và xu thế biến đổi của lượng mưa mùa trong tương lai theo kịch bản BĐKH cho vùng Nam Trung Bộ.....	175
Bảng 4.5. Các chỉ số đánh giá tính chất, mức độ và xu thế biến đổi của lượng mưa năm trong tương lai theo kịch bản BĐKH cho vùng Tây Nguyên .....	182
Bảng 4.6. Các chỉ số đánh giá tính chất, mức độ và xu thế biến đổi của lượng mưa mùa trong tương lai theo kịch bản BĐKH cho vùng Tây Nguyên .....	192

## DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Diễn biến chuẩn sai nhiệt độ trung bình toàn cầu (Nguồn: AR4, IPCC)	6
Hình 1.2. Diễn biến chuẩn sai nhiệt độ và diện tích băng (Nguồn: IPCC, AR5 WG-I Report, 2013)	8
Hình 1.3. Diễn biến lượng mưa năm ở các vùng khác nhau trên thế giới (Nguồn: IPCC, AR4, 2007)	8
Hình 1.5. Xu thế biến đổi lượng mưa trong các thập niên gần đây (Nguồn: IPCC, AR5, 2013)	9
Hình 1.6. So sánh số lượng mô hình tham gia xây dựng kịch bản trong báo cáo AR4 (trái) với AR5 (phải)	18
Hình 1.7. So sánh mô phỏng bằng mô hình CMIP5 với CMIP3 và CMIP2	18
Hình 1.8. Dự tính biến đổi nhiệt độ theo các kịch bản (Nguồn: IPCC, AR5, 2013)	22
Hình 1.9. Mức tăng nhiệt độ trung bình năm ( $^{\circ}\text{C}$ ) trong 50 năm qua (Nguồn: Bộ TNMT, 2012)	23
Hình 1.10. Mức thay đổi lượng mưa năm (%) trong 50 năm qua (Nguồn: Bộ TNMT, 2012)	23
Hình 2.1. Bản đồ khu vực Tây Bắc	50
Hình 2.2. Bản đồ khu vực Nam Trung Bộ	51
Hình 2.3. Bản đồ khu vực Tây Nguyên	52
Hình 2.1. Sơ đồ xây dựng hàm chuyển theo phương pháp PP và MOS	68
Hình 2.2. Sơ đồ tính và miền tính của mô hình PRECIS	70
Hình 2.3. Lưới ngang và lưới thẳng đứng của mô hình PRECIS	71
Hình 2.4. Mô tả khí quyển thủy tĩnh. Khối khí ở giữa bề mặt trái đất và đỉnh khí quyển. Thừa nhận rằng khối khí được cân bằng bởi lực khí áp và trọng trường.	72
Hình 2.5. Thông lượng bức xạ mặt trời	74
Hình 2.6. Sóng trọng trường sinh ra địa hình núi	75
Hình 3.1. Bản đồ phân bố tổng lượng mưa (mm) năm trung bình thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Bắc	79
Hình 3.2. Bản đồ phân bố tổng lượng mưa (mm) mùa hè (V-X) trung bình thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Bắc	79
Hình 3.3. Bản đồ phân bố tổng lượng mưa (mm) mùa đông (XI-IV) trung bình thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Bắc	80

Hình 3.4. Biến trình tổng lượng mưa tháng (mm) trung bình thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Bắc.....	80
Hình 3.5. Mức độ biến đổi lượng mưa năm (mm/10 năm) thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Bắc.....	84
Hình 3.6. Mức độ biến đổi lượng mưa mùa hè (mm/10 năm) thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Bắc.....	84
Hình 3.7. Mức độ biến đổi lượng mưa mùa đông (mm/10 năm) thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Bắc .....	85
Hình 3.8. Biến suất lượng mưa năm (%) thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Bắc .	85
Hình 3.9. Độ lệch tiêu chuẩn lượng mưa (mm) năm thời kỳ 1961-2010 tại một số trạm tiêu biểu khu vực Tây Bắc.....	86
Hình 3.10. Xu thế biến đổi chỉ số SPI trung bình năm giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm tiêu biểu ở khu vực Tây Bắc .....	90
Hình 3.11. Xu thế biến đổi chỉ số SPI mùa mưa giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Tây Bắc .....	90
Hình 3.12. Xu thế biến đổi chỉ số SPI mùa khô giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Tây Bắc .....	90
Hình 3.13. Xu thế biến đổi chỉ số TC trung bình năm giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Tây Bắc .....	90
Hình 3.14. Xu thế biến đổi chỉ số TC mùa mưa giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Tây Bắc .....	91
Hình 3.15. Xu thế biến đổi chỉ số TC mùa khô giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Tây Bắc .....	91
Hình 3.16. Bản đồ phân bố tổng lượng mưa (mm) năm trung bình thời kỳ 1961-2010 khu vực Nam Trung Bộ.....	94
Hình 3.17. Bản đồ phân bố tổng lượng mưa (mm) các tháng mùa hè (tháng V-X) trung bình thời kỳ 1961-2010 khu vực Nam Trung Bộ .....	95
Hình 3.18. Bản đồ phân bố tổng lượng mưa (mm) các tháng mùa đông (tháng XI-IV) trung bình thời kỳ 1961-2010 khu vực Nam Trung Bộ .....	96
Hình 3.19. Diễn biến tổng lượng mưa tháng trung bình thời kỳ 1961-2010 ở khu vực Nam Trung Bộ.....	97
Hình 3.20. Mức độ biến đổi lượng mưa năm (mm/10 năm) thời kỳ 1961-2010 khu vực Nam Trung Bộ.....	101
h- Phan Thiết .....	102
Hình 3.21. Diễn biến tổng lượng mưa năm tại một số trạm tiêu biểu cho khu vực Nam Trung Bộ.....	102

Hình 3.22. Mức Biến suất lượng mưa năm (%) thời kỳ 1961-2010 khu vực Nam Trung Bộ.....	103
Hình 3.23. Độ lệch tiêu chuẩn lượng mưa (mm) năm thời kỳ 1961-2010 tại một số trạm tiêu biểu khu vực Nam Trung Bộ .....	104
Bảng 3.10. Tỷ lệ (%) lượng mưa thời kỳ 1981-2010 so với thời kỳ 1961-1991 tại một số trạm tiêu biểu khu vực Nam Trung Bộ .....	104
Hình 3.24. Mức độ biến đổi lượng mưa mùa hè (mm/10 năm) thời kỳ 1961-2010 khu vực Nam Trung Bộ.....	105
Hình 3.25. Mức độ biến đổi lượng mưa mùa đông (mm/10 năm) thời kỳ 1961-2010 khu vực Nam Trung Bộ.....	106
Hình 3.25. Xu thế biến đổi chỉ số SPI năm thời kỳ 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Nam Trung Bộ.....	108
Hình 3.26. Xu thế biến đổi chỉ số SPI mùa mưa thời kỳ 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Nam Trung Bộ .....	108
Hình 3.27. Xu thế biến đổi chỉ số SPI mùa khô thời kỳ 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Nam Trung Bộ .....	109
Hình 3.28. Xu thế biến đổi chỉ số TC năm thời kỳ 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Nam Trung Bộ.....	110
Hình 3.29. Xu thế biến đổi chỉ số TC mùa mưa thời kỳ 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Nam Trung Bộ .....	110
Hình 3.30. Xu thế biến đổi chỉ số TC mùa khô thời kỳ 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Nam Trung Bộ .....	111
Hình 3.31. Bản đồ phân bố tổng lượng mưa (mm) năm trung bình thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Nguyên .....	114
Hình 3.32. Bản đồ phân bố tổng lượng mưa (mm) mùa hè (V-X) trung bình thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Nguyên.....	115
Hình 3.33. Bản đồ phân bố tổng lượng mưa (mm) mùa đông (XI-IV) trung bình thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Nguyên .....	116
Hình 3.34. Biến trình tổng lượng mưa tháng (mm) trong năm trung bình thời kỳ 1961-2010 trên khu vực Tây Nguyên .....	117
Hình 3.35. Tốc độ xu thế biến đổi lượng mưa năm (mm/10 năm) thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Nguyên .....	121
Hình 3.36. Biến suất lượng mưa năm (mm) thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Nguyên .....	122
Hình 3.37. Độ lệch chuẩn lượng mưa năm (mm) tại một số trạm tiêu biểu khu vực Tây Nguyên .....	123

Hình 3.38. Tốc độ xu thế biến đổi lượng mưa mùa hè (mm/10 năm) thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Nguyên.....	124
Hình 3.39. Tốc độ xu thế biến đổi lượng mưa mùa đông (mm/10 năm) thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Nguyên.....	125
Hình 3.40. Xu thế biến đổi chỉ số SPI trong mùa khô giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Tây Nguyên.....	127
Hình 3.41. Xu thế biến đổi chỉ số SPI trong mùa mưa giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Tây Nguyên.....	128
Hình 3.42. Xu thế biến đổi chỉ số SPI năm giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Tây Nguyên.....	129
Hình 3.43. Xu thế biến đổi chỉ số TC trong mùa khô giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Tây Nguyên.....	131
Hình 3.44. Xu thế biến đổi chỉ số TC trong mùa mưa giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Tây Nguyên.....	132
Hình 3.45. Xu thế biến đổi chỉ số TC năm giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Tây Nguyên.....	133
Hình 4.1. Chênh lệch nhiệt độ tháng (tháng 1-a, tháng 4-b, tháng 7-c, tháng 10-d) và trung bình năm với số liệu Aphrodite (°C).....	138
Hình 4.4. Kết quả dự tính biến đổi lượng mưa năm trong thế kỷ 21 so với thời kỳ 1980-1999 (%) theo kịch bản A1B cho khu vực Tây Bắc bằng mô hình PRECIS (Q0, Q3, Q10, Q11, Q13, Q-ens-tổ hợp).....	144
Hình 4.5. So sánh lượng mưa tháng dự tính bằng mô hình PRECIS phương án Q-ens ở các thập kỷ trong thế kỷ 21 với thời kỳ 1980-1999 (Baseline) theo kịch bản A1B cho khu vực Tây Bắc.....	144
Hình 4.6. Dự tính chỉ số SPI năm khu vực Tây Bắc thời kỳ 1980-2059 theo kịch bản A1B theo phương án Q-ens.....	146
Hình 4.7. Dự tính chỉ số SPI mùa khô khu vực Tây Bắc thời kỳ 1980-2059 theo kịch bản A1B theo phương án Q-ens.....	146
Hình 4.8. Dự tính chỉ số SPI mùa mưa khu vực Tây Bắc thời kỳ 1980-2059 theo kịch bản A1B theo phương án Q-ens.....	146
Hình 4.9. Kết quả dự tính biến đổi lượng mưa năm trong thế kỷ 21 so với thời kỳ 1980-1999 (%) theo kịch bản A1B cho khu vực Nam Trung Bộ bằng mô hình PRECIS (Q0, Q3, Q10, Q11, Q13, Q-ens-tổ hợp).....	147
Hình 4.10. So sánh lượng mưa tháng dự tính bằng mô hình PRECIS phương án Q-ens ở các thập kỷ trong thế kỷ 21 với thời kỳ 1980-1999 (Baseline) theo kịch bản A1B cho khu vực Nam Trung Bộ.....	148
Hình 4.11. Dự tính chỉ số SPI năm khu vực Nam Trung Bộ thời kỳ 1980-2059 theo kịch bản A1B theo phương án Q-ens.....	148

Hình 4.12. Dự tính chỉ số SPI mùa khô khu vực Nam Trung Bộ thời kỳ 1980-2059 theo kịch bản A1B theo phương án Q-ens .....	149
Hình 4.13. Dự tính chỉ số SPI mùa mưa khu vực Nam Trung Bộ thời kỳ 1980-2059 theo kịch bản A1B theo phương án Q-ens .....	149
Hình 4.14. Kết quả dự tính biến đổi lượng mưa năm trong thế kỷ 21 so với thời kỳ 1980-1999 (%) theo kịch bản A1B cho khu vực Tây Bắc bằng mô hình PRECIS (Q0, Q3, Q10, Q11, Q13, Q-ens-tổ hợp).....	150
Hình 4.15. So sánh lượng mưa tháng dự tính bằng mô hình PRECIS phương án Q-ens ở các thập kỷ trong thế kỷ 21 với thời kỳ 1980-1999 (Baseline) theo kịch bản A1B.....	150
Hình 4.16. Dự tính chỉ số SPI năm khu vực Tây Nguyên thời kỳ 1980-2059 theo kịch bản A1B theo phương án Q-ens .....	151
Hình 4.17. Dự tính chỉ số SPI mùa khô khu vực Tây Nguyên thời kỳ 1980-2059 theo kịch bản A1B theo phương án Q-ens .....	151
Hình 4.18. Dự tính chỉ số SPI mùa mưa khu vực Tây Nguyên thời kỳ 1980-2059 theo kịch bản A1B theo phương án Q-ens .....	152
Hình 4.19. Mức độ thay đổi lượng mưa năm (%) thời kỳ 2020s khu vực Tây Bắc .....	153
Hình 4.20. Mức độ thay đổi lượng mưa năm (%) thời kỳ 2030s khu vực Tây Bắc .....	153
Hình 4.21. Mức độ thay đổi lượng mưa năm (%) thời kỳ 2050s khu vực Tây Bắc .....	154
Hình 4.22. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa mưa (%) thời kỳ 2020s khu vực Tây Bắc.....	156
Hình 4.23. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa mưa (%) thời kỳ 2030s khu vực Tây Bắc.....	156
Hình 4.24. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa mưa (%) thời kỳ 2050s khu vực Tây Bắc.....	157
Hình 4.25. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa khô (%) thời kỳ 2020s khu vực Tây Bắc.....	158
Hình 4.26. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa khô (%) thời kỳ 2030s khu vực Tây Bắc.....	158
Hình 4.27. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa khô (%) thời kỳ 2050s khu vực Tây Bắc.....	159
Hình 4.28. Mức độ thiếu hụt lượng mưa trong mùa khô thời kỳ 2030-2050 so với thời kỳ 1980-1999 (%) theo kịch bản trung bình.....	161
Hình 4.29. Mức độ thiếu hụt lượng mưa trong tháng ít mưa nhất thời kỳ 2030-2050 so với thời kỳ 1980-1999 (%) theo kịch bản trung bình .....	161

Hình 4.30. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa năm (%) thời kỳ 2020 khu vực Nam Trung Bộ.....	163
Hình 4.31. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa năm (%) thời kỳ 2030 khu vực Nam Trung Bộ.....	164
Hình 4.32. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa năm (%) thời kỳ 2050 khu vực Nam Trung Bộ.....	165
Hình 4.33. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa mưa (%) thời kỳ 2020 khu vực Nam Trung Bộ.....	168
Hình 4.34. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa mưa (%) thời kỳ 2030 khu vực Nam Trung Bộ.....	169
Hình 4.35. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa mưa (%) thời kỳ 2050 khu vực Nam Trung Bộ.....	170
Hình 4.36. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa khô (%) thời kỳ 2020 khu vực Nam Trung Bộ.....	172
Hình 4.37. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa khô (%) thời kỳ 2030 khu vực Nam Trung Bộ.....	173
Hình 4.38. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa khô (%) thời kỳ 2050 khu vực Nam Trung Bộ.....	174
Hình 4.39. Mức độ thiếu hụt lượng mưa mùa khô (%) thời kỳ 2030-2050 so với thời kỳ 1980-1999 khu vực Nam Trung Bộ.....	176
Hình 4.40. Mức độ thiếu hụt lượng mưa tháng ít mưa nhất (%) thời kỳ 2030-2050 so với thời kỳ 1980-1999 khu vực Nam Trung Bộ.....	177
Hình 4.41. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa năm (%) thời kỳ 2020 khu vực Tây Nguyên.....	179
Hình 4.42. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa năm (%) thời kỳ 2030 khu vực Tây Nguyên.....	180
Hình 4.43. Mức độ thay đổi lượng mưa năm (%) thời kỳ 2050 khu vực Tây Nguyên.....	181
Hình 4.44. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa mưa (%) thời kỳ 2020 khu vực Tây Nguyên.....	184
Hình 4.45. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa mưa (%) thời kỳ 2030 khu vực Tây Nguyên.....	185
Hình 4.46. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa mưa (%) thời kỳ 2050 khu vực Tây Nguyên.....	186
Hình 4.47. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa khô (%) thời kỳ 2020 khu vực Tây Nguyên.....	187

Hình 4.48. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa khô (%) thời kỳ 2020 khu vực Tây Nguyên .....	188
Hình 4.49. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa khô (%) thời kỳ 2020 khu vực Tây Nguyên .....	189
Hình 4.50. Mức độ thiếu hụt lượng mưa mùa khô (%) thời kỳ 2030-2050 khu vực Tây Nguyên .....	190
Hình 4.51. Mức độ thiếu hụt lượng mưa tháng ít mưa nhất (%) thời kỳ 2030-2050 khu vực Tây Nguyên .....	191

## MỞ ĐẦU

Thông tin khí hậu và biến đổi khí hậu đóng vai trò quan trọng phục vụ phát triển kinh tế xã hội bền vững, an ninh lương thực quốc gia ở các nước trên thế giới nói chung và ở Việt Nam nói riêng. Đặc biệt, trong bối cảnh biến đổi khí hậu (BĐKH) đã và đang diễn ra mạnh mẽ, hậu quả là các hiện tượng cực đoan khí hậu ngày càng khắc nghiệt và khó lường hơn. Do vậy, nếu đánh giá được biến đổi của các yếu tố khí hậu (trong quá khứ và dự tính trong tương lai) sẽ là thông tin quan trọng phục vụ phát triển kinh tế - xã hội bền vững và giúp các nhà hoạch định chính sách có thể đưa ra được các giải pháp thích hợp nhất nhằm ứng phó với BĐKH.

Ở Việt Nam, xu thế biến đổi của nhiệt độ và lượng mưa là rất khác nhau trên các vùng trong 50 năm qua (1961-2010). Nhiệt độ trung bình năm tăng khoảng 0,5°C trên phạm vi cả nước và lượng mưa có xu hướng giảm ở phía Bắc, tăng ở phía Nam lãnh thổ. Trong đó, nhiệt độ các của tháng mùa đông tăng nhanh hơn các tháng mùa hè; nhiệt độ ở các vùng phía Bắc tăng nhanh hơn ở phía Nam; nhiệt độ ở các vùng xa biển tăng nhanh hơn ở vùng ven biển và hải đảo (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2009; 2012) [2, 4]. Các báo cáo cũng chỉ ra rằng, lượng mưa mùa khô (tháng XI-IV) tăng lên chút ít hoặc không thay đổi đáng kể ở các vùng khí hậu phía Bắc và tăng mạnh mẽ ở các vùng khí hậu phía Nam trong 50 năm qua. Lượng mưa mùa mưa (tháng V-X) giảm từ 5 đến hơn 10% trên đa phần diện tích phía Bắc nước ta và tăng khoảng 5 đến 20% ở các vùng khí hậu phía Nam trong 50 năm qua. Xu thế diễn biến của lượng mưa năm tương tự như lượng mưa mùa mưa, tăng ở các vùng khí hậu phía Nam và giảm ở các vùng khí hậu phía Bắc. Khu vực Nam Trung Bộ có lượng mưa mùa khô, mùa mưa và lượng mưa năm tăng mạnh nhất so với các vùng khác ở nước ta, nhiều nơi đến 20% trong 50 năm qua (1961-2010) (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2009; 2012) [2, 4].

Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012) cho rằng, trên quy mô cả nước, nhiệt độ tăng trong cả thế kỷ 21 theo các kịch bản khác nhau (B1-thấp, B2-trung bình, A2-cao), tăng nhiều nhất vào cuối thế kỷ 21. Ngoài ra, đến cuối thế kỷ 21, lượng mưa năm tăng trên hầu khắp lãnh thổ. Mức tăng phổ biến từ 2-10% theo các kịch bản khác nhau (B1, B2, A2), riêng Tây Nguyên, Nam Trung Bộ tăng ít hơn. Xu thế chung là lượng mưa mùa khô giảm và lượng mưa mùa mưa tăng.

Lượng mưa ngày lớn nhất tăng thêm so với thời kỳ 1980-1999 ở Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ và giảm ở Nam Trung Bộ, Tây Nguyên, Nam Bộ. Tuy nhiên ở các khu vực khác nhau lại có thể xuất hiện ngày mưa dị thường với lượng mưa gấp đôi so với kỷ lục hiện nay [4].

Như vậy có thể thấy, khí hậu ở nước ta đã có những biến đổi đáng kể trong những năm qua. Không dừng lại đó, mức độ biến đổi này còn có thể diễn ra mạnh mẽ và ngày càng nghiêm trọng hơn trong tương lai theo các kịch bản BĐKH. Một trong những yếu tố khí hậu có ảnh hưởng rõ ràng nhất đến phát triển kinh tế xã hội và an ninh lương thực đó là lượng mưa. Nhìn chung, mưa là một trong số các yếu tố khí hậu rất quan trọng đối với cuộc sống của người dân và môi trường sinh thái. Sự biến đổi của lượng mưa (tăng/giảm) trong mùa mưa/mùa khô khiến các hiện tượng cực đoan liên quan như lũ lụt, khô hạn, ... diễn ra khắc nghiệt hơn và gây ra những hậu quả nghiêm trọng. Ví dụ, sự dư thừa lượng mưa trong mùa mưa dẫn đến lũ lụt, chậm mùa màng, giảm năng suất... Còn sự thiếu hụt lượng mưa trong mùa ít mưa khiến điều kiện khô hạn càng trầm trọng hơn, ảnh hưởng nghiêm trọng đến các hoạt động như nông, lâm, ngư nghiệp, công trình thủy điện, sử dụng đất và đời sống của vật hoang dã, sức khỏe cộng đồng... Đặc biệt ở những vùng khô hạn bán khô hạn, tình trạng khan hiếm nước, thiếu nước trở nên căng thẳng. Do vậy, nếu đánh giá được mức độ, xu thế, tính chất biến đổi của lượng mưa ở các vùng thường xuyên khô hạn sẽ là thông tin quan trọng phục vụ phát triển kinh tế xã hội, ứng phó với biến đổi khí hậu.

Việt Nam nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa, độ ẩm cao, mưa nhiều và thường xuyên chịu ảnh hưởng của các hiện tượng cực đoan khí hậu. Một trong số các hiện tượng cực đoan điển hình đó là khô hạn ở các khu vực. Trong đó, khu vực Tây Bắc, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên được đánh giá là những khu vực có số tháng khô hạn (ít mưa, bốc hơi nhiều) đáng chú ý ở nước ta.

Bên cạnh đó, khu vực Tây Bắc mặc dù thuộc miền Bắc song lại có nhiều đặc điểm khí hậu tương đồng với Nam Trung Bộ và Tây Nguyên. Cụ thể như tổng lượng bức xạ ở Tây Bắc cao hơn so với các vùng ở phía bắc, đặc biệt nửa sau mùa đông, biên độ năm của bức xạ rất nhỏ. Sự phân bố mây ở cả 3 vùng đều nhỏ trong các tháng mùa hè, ít trong các tháng mùa đông và các tháng đầu năm. Nhiệt độ ở cả 3 vùng đều tăng lên nhanh chóng từ tháng II, III, có thể đạt cực đại vào các tháng IV, V, VI. Thêm vào đó, nếu xét mùa nắng là số giờ nắng lớn hơn 100 giờ, vùng Tây Bắc do ít mưa phùn nên mùa nắng gần như quanh năm

giống như Nam Trung Bộ và Tây Nguyên. Bốc hơi cũng diễn ra mạnh vào các tháng mùa đông và ít hơn vào các tháng mùa hè. Hơn nữa, vùng Tây Bắc và Tây Nguyên còn chịu ảnh hưởng của gió Tây Nam khô nóng dẫn đến lượng bốc hơi càng mạnh hơn trong mùa hè. Một sự tương đồng khác có thể kể đến nữa là lượng mưa ở 3 vùng này đều rất thấp từ tháng XII đến tháng IV năm sau, lượng mưa tháng thấp nhất vào khoảng 10-20 mm/tháng. Sự kết hợp những yếu tố khí hậu trên đã góp phần làm cho các vùng này thường xuyên khô hạn hơn trong cả mùa đông và mùa xuân, thậm chí kéo dài đến đầu mùa hè ở vùng Nam Trung Bộ, sự khô hạn đó không chỉ xảy ra trong mùa khô mà còn xảy ra trong các tháng ít mưa.

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu, nhiệt độ tăng lên, quá trình bốc hơi diễn ra mạnh hơn và không đồng nhất giữa các khu vực sẽ dẫn đến sự biến động lượng mưa ngày càng phức tạp hơn. Trong khi đó, các phương pháp thích ứng với biến đổi lượng mưa trong bối cảnh biến đổi khí hậu ở Việt Nam hiện nay vẫn còn rất hạn chế.

Chính vì vậy mà nghiên cứu xác định tính chất, mức độ và xu hướng biến đổi lượng mưa do ảnh hưởng của BĐKH tại các khu vực thường xuyên khô hạn ở Việt Nam và đề xuất các giải pháp thích ứng là vấn đề rất cấp thiết. Trên cơ sở các căn cứ khoa học, đơn vị quản lý nhà nước sẽ sớm có các giải pháp thích ứng cũng như các kế hoạch, quy hoạch phát triển kinh tế-xã hội.

Từ thực tiễn đó, nhiệm vụ ***“Xác định tính chất, mức độ, xu hướng biến đổi lượng mưa do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu tại một số vùng thường xuyên khô hạn ở Việt Nam và đề xuất các giải pháp thích ứng”*** đã được đề xuất thuộc Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu. Nhiệm vụ này được đề xuất nhằm giải quyết các mục tiêu sau:

(1) Xác định được tính chất, mức độ và xu thế biến đổi của lượng mưa trong tương lai so với thời kỳ chuẩn tại những vùng thường xuyên khô hạn ở Việt Nam gắn với các kịch bản biến đổi khí hậu;

(2) Xác định được các lĩnh vực bị tác động trực tiếp bởi sự biến đổi của lượng mưa và đề xuất các giải pháp thích ứng phù hợp với sự biến đổi lượng mưa trong điều kiện BĐKH của 3 vùng: Tây Bắc, Nam Trung Bộ, Tây Nguyên.

Để đạt được các mục tiêu nêu trên, chúng tôi tập trung vào thực hiện các nội dung nghiên cứu chính sau:

- 1) Thu thập tổng hợp tài liệu về ĐKTN-KTXH và số liệu mưa quan trắc tại 3 vùng.
- 2) Chinh lý số liệu mưa quan trắc tại 3 vùng
- 3) Lựa chọn và tính toán các chỉ số đánh giá lượng mưa thích hợp cho từng vùng
- 4) Nghiên cứu, lựa chọn mô hình khí hậu khu vực thích hợp để mô phỏng và dự tính các đặc trưng khí hậu ở Việt Nam
- 5) Xác định tính chất, mức độ và xu thế biến đổi của lượng mưa trong thời kỳ chuẩn
- 6) Xác định tính chất, mức độ và xu thế biến đổi của lượng mưa trong tương lai theo kịch bản BĐKH
- 7) Đề xuất các giải pháp thích ứng với biến đổi lượng mưa trong điều kiện biến đổi khí hậu cho một số ngành, lĩnh vực

Các sản phẩm đạt được của Nhiệm vụ bao gồm:

- 1) Bộ dữ liệu mưa của lượng mưa tại 3 vùng thường xuyên khô hạn của Việt Nam.
- 2) Bộ chỉ tiêu xác định mức độ và xu thế biến đổi của lượng mưa trong thời kỳ chuẩn và tương lai ở vùng Tây Bắc, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên.
- 3) Chương trình tính các chỉ số mưa.
- 4) Bộ các bản đồ mưa trong thời kỳ chuẩn và trong tương lai theo kịch bản BĐKH:
- 5) Bộ các bản đồ thiếu hụt lượng mưa trong thời kỳ chuẩn và trong tương lai theo kịch bản BĐKH:
- 6) Đề xuất được các giải pháp thích ứng với sự biến đổi lượng mưa đối với các lĩnh vực dễ bị tổn thương bởi BĐKH;
- 7) Bài báo khoa học đăng trên tạp chí trong nước (01-02 bài)
- 8) Báo cáo khoa học tổng kết dự án

Toàn bộ các kết quả nghiên cứu của Nhiệm vụ được trình bày trong báo cáo tổng kết, bao gồm các nội dung sau:

Chương 1: Tổng quan vấn đề nghiên cứu

Chương 2: Số liệu và phương pháp nghiên cứu

Chương 3: Đánh giá tính chất, mức độ xu thế biến đổi của lượng mưa trong quá khứ

Chương 4: Dự tính biến đổi lượng mưa trong thế kỷ 21

Chương 5: Đề xuất các giải pháp thích ứng với biến đổi lượng mưa

Kết luận và kiến nghị

Trong quá trình thực hiện Nhiệm vụ, chúng tôi đã nhận được sự quan tâm giúp đỡ của Lãnh đạo Cục Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu và các đơn vị có liên quan, các nhà khoa học trong nước cũng như sự chỉ đạo và giúp đỡ của Văn phòng Chương trình Mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu. Chúng tôi xin bày tỏ sự biết ơn và mong có được những ý kiến đóng góp để hoàn thiện Nhiệm vụ.

**TM. Tập thể tác giả**

**Nguyễn Toàn Thắng**

## CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

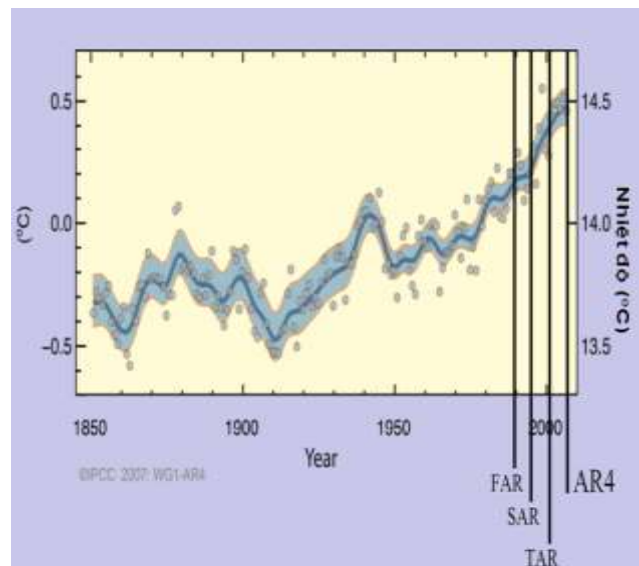
Như đã đề cập ở trên, sự thiếu hụt lượng mưa sẽ có ảnh hưởng nghiêm trọng đến sản xuất và môi trường, đặc biệt là sự thiếu hụt mưa trong các tháng mùa khô ở các vùng thường xuyên khô hạn. Nguyễn Đức Ngữ (2002), Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu (2004), Nguyễn Văn Thắng (2007,) cho rằng, nguyên nhân sâu xa của hạn hán là lượng mưa thường xuyên ít ỏi hoặc nhất thời thiếu hụt. Nguyên nhân gây ra hạn hán: (1) Mưa rất ít, lượng mưa không đáng kể trong một thời gian dài, hầu như quanh năm; (2) Lượng mưa trong khoảng thời gian dài đáng kể thấp hơn rõ rệt mức trung bình nhiều năm cùng thời kỳ; (3) Mưa không ít lắm, nhưng trong một thời gian nhất định trước đó không mưa hoặc mưa chỉ đáp ứng yêu cầu tối thiểu của sản xuất và môi trường xung quanh [12, 15, 26, 30]. Đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu, mức độ thiếu hụt mưa trong các tháng mùa khô có thể diễn ra mạnh mẽ hơn, dẫn đến tình trạng khô hạn trong các tháng mùa khô có thể khắc nghiệt hơn. Trong khuôn khổ nghiên cứu của Nhiệm vụ, chúng tôi tập trung vào phân tích tổng quan các kết quả nghiên cứu biến đổi khí hậu, thiếu hụt mưa (hạn hán) và các giải pháp ứng phó với tình trạng thiếu hụt mưa.

### 1.1. Tổng quan về biến đổi khí hậu

#### 1.1.1. Biến đổi khí hậu toàn cầu

##### 1.1.1.1. Biểu hiện của biến đổi khí hậu

Báo cáo lần thứ 4 (AR4) của IPCC (2007) cho thấy rằng, nhiệt độ tăng trên toàn cầu và tăng nhiều hơn ở các vĩ độ cực Bắc. Trong 100 năm qua (1906-2005), nhiệt độ trung bình toàn cầu đã tăng khoảng  $0,74^{\circ}\text{C}$ , tốc độ tăng của nhiệt độ trong 50 năm

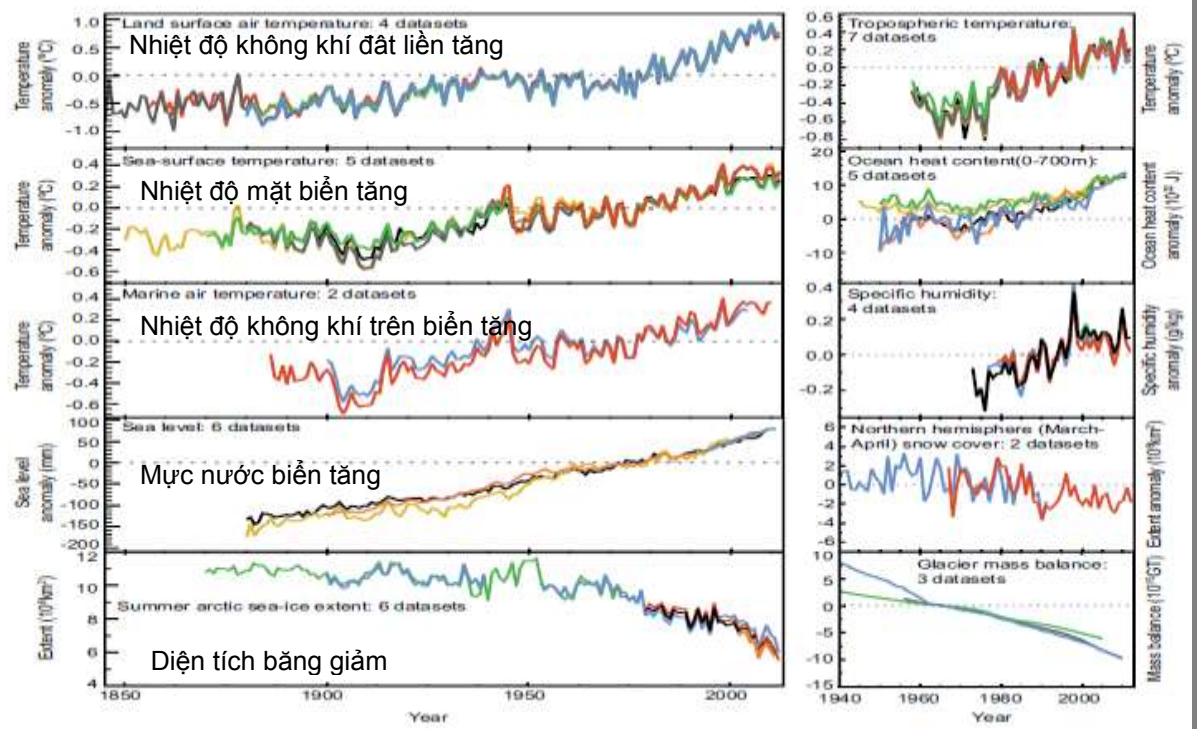


Hình 1.1. Diễn biến chuẩn sai nhiệt độ trung bình toàn cầu (Nguồn: AR4, IPCC)

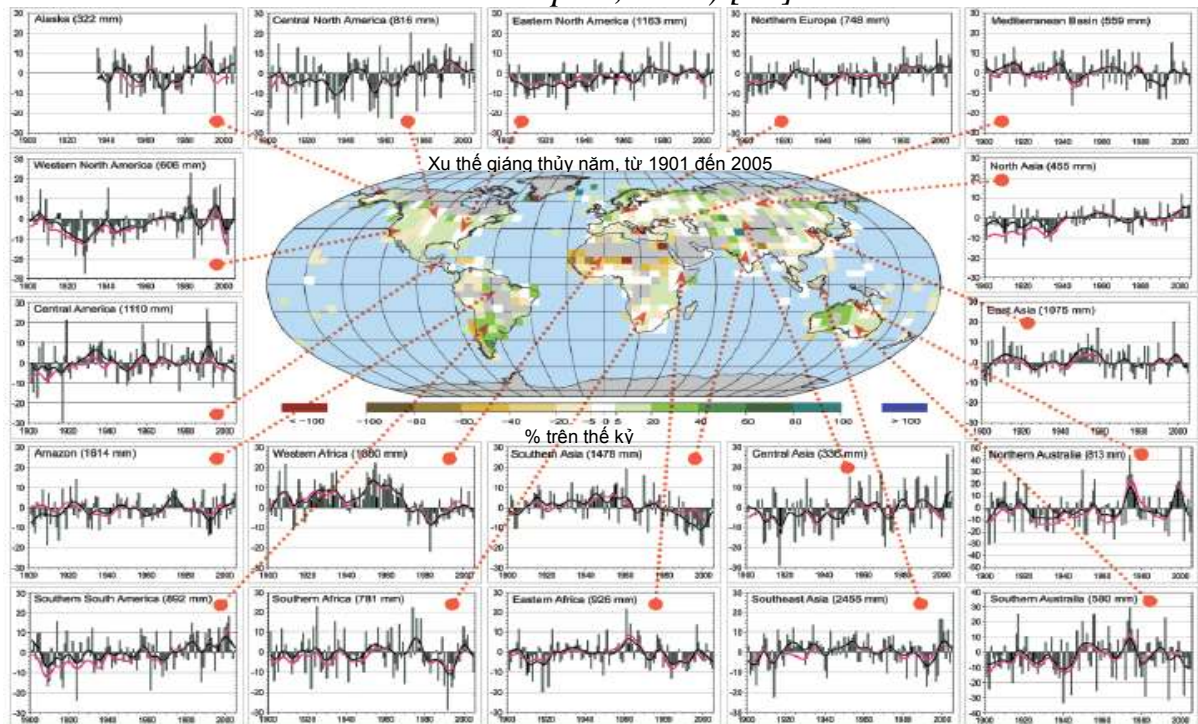
gần đây gần gấp đôi so với 50 năm trước đó (Hình 1.1) [57]. Trong thế kỷ 20 cùng với sự tăng lên của nhiệt độ mặt đất có sự suy giảm khối lượng băng trên phạm vi toàn cầu. Từ năm 1978 đến nay, lượng băng trung bình hàng năm ở Bắc Băng Dương giảm khoảng 2,1- 3,3% mỗi thập kỷ [57].

Năm 2013, trong báo cáo đặc biệt lần thứ 5 (AR5) của IPCC (2013) tiếp tục khẳng định nhiệt độ trung bình toàn cầu tăng nhanh trong những năm gần đây. Trong giai đoạn, 1901-2012, nhiệt độ trung bình toàn cầu đã tăng khoảng 0,89°C, riêng giai đoạn 1951-2012 đã tăng 0,72°C. Ba thập kỷ gần đây thể hiện nhiệt độ thập kỷ sau tăng mạnh hơn thập kỷ trước. Nhiệt độ không khí trên biển, nhiệt độ mặt nước biển tăng mạnh trong ba thập kỷ gần đây. Báo cáo AR5 của IPCC tiếp tục khẳng định số ngày và số đêm lạnh có xu thế giảm, số ngày và số đêm nóng, số đợt nắng nóng có xu thế tăng lên trên quy mô toàn cầu. Cùng với sự tăng nhanh của nhiệt độ, diện tích băng cũng có xu thế giảm, giảm đáng kể nhất trong những năm gần đây (Hình 1.2) [58].

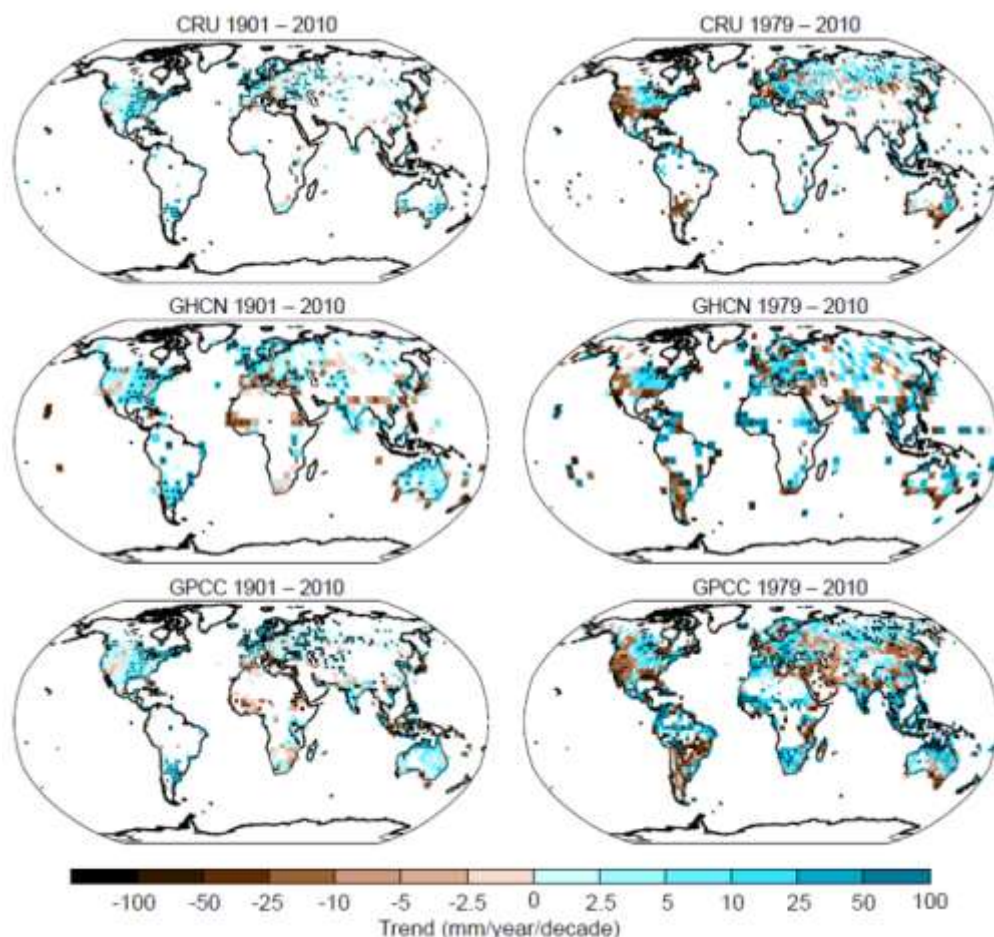
Trên phạm vi toàn cầu lượng mưa tăng lên ở các đới phía Bắc vĩ độ 30° thời kỳ 1901 - 2005 và giảm đi ở các vĩ độ nhiệt đới, kể từ giữa những năm 1970 (Hình 1.3). Ở khu vực nhiệt đới, mưa giảm đi ở Nam Á và Tây Phi với trị số xu thế là 7,5% cho cả thời kỳ 1901-2005. Ở đới vĩ độ trung bình và vĩ độ cao, lượng mưa tăng lên rõ rệt ở miền Trung Bắc Mỹ, Đông Bắc Mỹ, Bắc Âu, Bắc Á và Trung Á. Tần số mưa lớn tăng lên trên nhiều khu vực, kể cả những nơi lượng mưa có xu thế giảm đi (IPCC, 2007). Trong 100 năm qua, lượng mưa có xu thế tăng/giảm rất rõ rệt ở 30 năm gần đây. Trong đó, các tháng mùa mưa có lượng mưa tăng; các tháng mùa khô có lượng mưa giảm đáng kể [57]. Tương tự như trong báo cáo AR4, IPCC tiếp tục khẳng định xu thế biến đổi này của lượng mưa trên quy mô toàn cầu trong những năm qua [57]. Tuy nhiên, AR5 đã nhấn mạnh hơn rằng, lượng mưa có xu thế tăng/giảm rất rõ rệt ở 30 năm gần đây [58].



Hình 1.2. Diễn biến chuẩn sai nhiệt độ và diện tích băng (Nguồn: IPCC, AR5 WG-I Report, 2013) [58]



Hình 1.3. Diễn biến lượng mưa năm ở các vùng khác nhau trên thế giới (Nguồn: IPCC, AR4, 2007) [57]



Hình 1.5. Xu thế biến đổi lượng mưa trong các thập niên gần đây (Nguồn: IPCC, AR5, 2013) [58]

Sự nóng lên của hệ thống khí hậu đã rõ ràng được minh chứng thông qua số liệu quan trắc ghi nhận sự tăng lên của nhiệt độ không khí và nhiệt độ nước biển trung bình toàn cầu, sự tan chảy nhanh của lớp tuyết phủ và băng, làm tăng mực nước biển trung bình toàn cầu (IPCC, 2007). Mực nước biển tăng phù hợp với xu thế nóng lên do có sự đóng góp của: (a) hiện tượng giãn nở nhiệt của đại dương; (b) tan băng ở Greenland và Nam Cực và các khu vực khác; (c) thay đổi khả năng giữ nước ở đất liền. Trong các nhân tố này, hiện tượng nở vì nhiệt của đại dương đã từng được xem là nhân tố chủ yếu đằng sau sự dâng lên của mực nước biển. Tuy nhiên, số liệu mới về tỷ lệ tan băng ở Greenland và Nam Cực cho thấy rằng ảnh hưởng này lớn hơn. Bởi vì các tảng băng ở Greenland và Nam Cực chứa đủ nước để làm tăng mực nước biển lên 70 mét [57].

Theo các nhà khoa học về biến đổi khí hậu (BĐKH) toàn cầu và nước biển dâng cho thấy, đại dương đã nóng lên đáng kể từ cuối thập kỷ 1950. Các

nghiên cứu từ số liệu quan trắc trên toàn cầu cho thấy, mực nước biển trung bình toàn cầu trong thời kỳ 1961 - 2003 đã dâng với tốc độ 1,8 - 0,5 mm/năm, trong đó, đóng góp do giãn nở nhiệt khoảng 0,42 - 0,12 mm/năm và tan băng khoảng 0,70 - 0,50 (IPCC, 2007). Nghiên cứu cập nhật năm 2009 cho rằng tốc độ mực nước biển trung bình toàn cầu dâng khoảng 1,8 mm/năm (Chuch và White, 2009). Mực nước biển thay đổi không đồng đều trên toàn bộ đại dương thế giới: một số vùng tốc độ dâng có thể gấp một vài lần tốc độ dâng trung bình toàn cầu trong khi mực nước biển ở một số vùng khác lại có thể hạ thấp. Xu thế tăng của mực nước trung bình xuất hiện hầu hết tại các trạm quan trắc trên toàn cầu, mặc dù, vẫn xuất hiện một số khu vực có xu hướng giảm như ở bờ biển phía Đông của Nam Mỹ và khu vực ven biển phía nam Alaska và đông bắc Canada, vùng biển Scandinavia. Theo một số báo cáo của các nhà khoa học, trong thập kỷ vừa qua, mực nước biển dâng nhanh nhất ở vùng phía tây Thái Bình Dương và phía đông Ấn Độ Dương [57].

Trong báo cáo AR5, IPCC đã khẳng định rằng, mực nước biển trung bình có xu thế tăng trong suốt thế kỷ 20 với mức tăng 1,7 mm/năm trong giai đoạn 1900-2010 và 3,2 mm/năm giai đoạn 1993-2010. Tần suất và số lượng các cực trị mực nước biển (thường xuất hiện trong những cơn bão hoặc triều cường) có xu hướng tăng trong giai đoạn 1950 trở lại đây ở hầu hết các khu vực trên thế giới [58].

Báo cáo AR4, AR5 và SREX của IPCC đều khẳng định, số ngày và số đêm lạnh có xu thế giảm, số ngày và số đêm nóng, số đợt nắng nóng có xu thế tăng lên trên quy mô toàn cầu. Trên phạm vi toàn cầu, số vùng có số đợt mưa lớn tăng nhiều hơn số vùng có số đợt mưa lớn giảm. Xu thế tần số bão chưa rõ ràng, tuy nhiên gần như chắc chắn rằng số cơn bão mạnh cũng như cường độ của các cơn bão mạnh đã tăng lên [57, 58, 59]. Mặc dù trong báo cáo AR4, IPCC đã đưa ra nhận định về hạn hán có xu thế tăng ở nhiều khu vực trên thế giới cả về tần suất và cường độ. Tuy nhiên, trong báo cáo AR5, IPCC cho rằng chưa thể đưa ra các nhận định chính xác nhất về hạn trong những năm qua; theo

IPCC, hạn hán không có xu thế rõ ràng do hạn chế về số liệu quan trắc, đánh giá hạn [57, 58, 59].

#### *1.1.1.2. Dự tính biến đổi khí hậu toàn cầu trong thế kỷ 21*

Trong những năm gần đây, việc ứng dụng các mô hình động lực có quy mô toàn cầu (GCM) trong nghiên cứu về BĐKH và xây dựng các kịch bản khí hậu khá phổ biến ở các Trung tâm nghiên cứu trên thế giới. Phương pháp này cho phép mô tả sự thay đổi trong chế độ bức xạ kéo theo những biến đổi của hoàn lưu khí quyển. Một trong những ứng dụng quan trọng của các GCM là xây dựng kịch bản khí hậu tương lai (thế kỷ 21) dựa trên các kịch bản phát thải khí nhà kính (SRES). Cayan Daniel R. (2008) đã khảo sát khả năng BĐKH tương lai ở California dựa trên việc đánh giá các mô phỏng theo các kịch bản phát thải thấp (B1), phát thải cao A2, và cao nhất A1FI cho khí hậu thế kỷ 21 của mô hình PCM1 (the Parallel Climate Model) thuộc Trung tâm Quốc gia Nghiên cứu Khí quyển Mỹ (NCAR) và mô hình CM2.1 của Phòng nghiên cứu Động lực học chất lỏng vật lý địa cầu (GFDL) thuộc Cơ quan quản lý Biển và khí quyển quốc gia Mỹ (NOAA). Stone, D. A. (2001) đã sử dụng sản phẩm kịch bản khí hậu của mô hình GFDL để phân tích, diễn giải các dạng dao động chính của hệ thống khí hậu trên cơ sở xem xét hai trường nhiệt độ không khí bề mặt và khí áp mực biển.

Tại Nhật Bản, Viện Nghiên cứu Khí tượng Nhật Bản đã xây dựng và ứng dụng hệ thống mô hình AGCM-MRI với các độ phân giải ngang 180x180, 120 x 120, 60 x 60 và 20 x 20km. Dựa trên kịch bản phát thải A1B, mô hình này đã đưa ra kịch bản cho nhiều yếu tố khí tượng như nhiệt độ, lượng mưa, các cực trị về nhiệt độ, lượng mưa đến cuối thế kỷ 21. Đặc biệt, kết quả mô hình AGCM-MRI độ phân giải 20 x 20 km đã được nhiều nước ứng dụng để xây dựng kịch bản và đã được IPCC tổng hợp, phân tích trong báo cáo đánh giá lần thứ 4 (AR4) của Ủy Ban liên chính phủ về BĐKH (IPCC).

Ở Đức, bốn mô hình khí hậu được sử dụng để xây dựng các kịch bản BĐKH là HadCM3, CSIRO2, NCAR-PCM and CGCM2. Mỗi mô hình được chạy với nhiều kịch bản phát thải khác nhau như A1FI, A2, B1, và B2. Thời kỳ

chuẩn được lựa chọn là 1961-1990 và kịch bản BĐKH đưa ra là các sản phẩm mô tả sự thay đổi của các yếu tố khí hậu ở các thời kỳ 2020, 2050, và 2080 so với thời kỳ chuẩn.

Ở Anh, để xây dựng các kế hoạch ứng phó với BĐKH, cơ quan Khí tượng Hadley đã chủ trì xây dựng và phát triển các kịch bản BĐKH cho toàn lãnh thổ Anh Quốc. Kịch bản BĐKH cho toàn lãnh thổ được công bố lần đầu tiên vào năm 1998, kịch bản này sau đó được cập nhật lần 1 vào các năm 2002 và lần 2 vào năm 2009. Trong đó, các kịch bản BĐKH là sản phẩm tổng hợp của nhiều phương án chạy kịch bản khí hậu khác nhau bằng mô hình số trị khu vực độ phân giải cao (25 x 25 km), mô tả sự thay đổi của các yếu tố khí hậu chính, như nhiệt độ, lượng mưa cũng như một số yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan trong tương lai so với thời kỳ chuẩn 1961-1990. Các thông tin đưa ra là giá trị xác suất ứng với từng cấp độ thay đổi nhằm tăng khả năng ứng dụng trong nghiên cứu đánh giá tác động.

Trong những năm gần đây, việc ứng dụng các mô hình khí hậu khu vực (RCM) để mô phỏng các quá trình khí hậu có qui mô nhỏ hơn – qui mô khu vực và địa phương, trong đó chú trọng đến việc nghiên cứu khả năng nắm bắt các hiện tượng cực đoan đang được đặc biệt quan tâm. Với sự ra đời của và cung cấp miễn phí của mô hình khí hậu khu vực RegCM từ Trung tâm Quốc tế về Vật lý thực nghiệm (ICTP) tại Italy, các nước đang phát triển như Việt Nam có cơ hội phát triển các ứng dụng mô hình toán trong nghiên cứu BĐKH khu vực. Đã có nhiều công trình được đăng tải trên nhiều tạp chí khác nhau. Mô hình REMO của Viện Khí tượng Max Planck, Cộng hòa Liên bang Đức cũng đã được ứng dụng rất thành công trong nhiều dự án nghiên cứu mô hình hóa khí hậu khu vực. Ngoài ra một loạt các mô hình khác, như RSM, CMM5, CWRF, CCAM, PRECIS... cũng đã được ứng dụng thành công trong nghiên cứu mô phỏng khí hậu khu vực cũng như nghiên cứu BĐKH.

Theo các Điều khoản 4.1 và 4.8 của Công ước khung về BĐKH (UNFCCC), tất cả các thành viên buộc phải đánh giá được tổn hại do BĐKH và

chuẩn bị các thông báo quốc gia. Trước hết là đánh giá tổn hại thông qua các ước lượng về tác động của BĐKH được xây dựng dựa trên các kịch bản về khí hậu tương lai. Để đáp ứng yêu cầu đặt ra, UNFCCC yêu cầu chính phủ Anh giúp đỡ xây dựng năng lực và chuyển giao công nghệ hệ thống mô hình khu vực "Cung cấp các thông tin Khí hậu Khu vực cho các Nghiên cứu Tác động" (Providing Regional Climates for Impacts Studies - PRECIS). PRECIS được Trung tâm Hadley xây dựng với sự tài trợ của Cục Môi trường, Thực phẩm và Nông thôn Anh (DEFRA), Cục Phát triển Quốc tế Anh (DFID) và Chương trình Phát triển LHQ (UNDP). Đây là mô hình chi tiết hoá động lực chạy trên máy tính cá nhân, có thể xây dựng các kịch bản BĐKH chi tiết cho bất cứ vùng nào trên thế giới, giao diện đơn giản cho phép người sử dụng cài đặt và chạy mô hình. PRECIS trên máy tính PC có hệ điều hành LINUX cho kết quả với độ phân giải tới 25 km và đã được ứng dụng thành công tại một số nước như: Anh, Đức, Ấn Độ, Malaysia, một số nước Châu Phi. PRECIS là một công cụ rất hữu ích cho công tác nghiên cứu BĐKH tại các nước đang phát triển.

Thái Lan đã sử dụng mô hình khu vực PRECIS để xác định kịch bản khí hậu trong tương lai với độ phân giải cao (25x25 km). Điều kiện ban đầu và điều kiện biên được lấy từ mô hình mô phỏng toàn cầu ECHAM4. Hai kịch bản phát thải được lựa chọn là A2 và B2 để xác định kịch bản khí hậu tương lai cho Thái Lan và các nước xung quanh cho đến cuối thế kỷ 21.

Cục Khí tượng Malaixia thực hiện xây dựng các kịch bản BĐKH dựa trên kết quả kịch bản khí hậu của cả mô hình khí hậu toàn cầu và mô hình khu vực. Các mô hình khí hậu toàn cầu (9 mô hình) được sử dụng để đánh giá những thay đổi chung trên toàn quốc trong khi đó mô hình khu vực (PRECIS) được sử dụng để chi tiết hóa thông tin kịch bản phục vụ nhu cầu đánh giá tác động trên quy mô nhỏ hơn với 3 kịch bản phát thải là A2, B2 và A1B.

Chính phủ Philippin mới đây cũng đã công bố kịch bản BĐKH trong đó các kịch bản khí hậu tương lai cũng dự chủ yếu vào mô hình khu vực PRECIS.

Ngoài ra, mô hình PRECIS cũng đã được ứng dụng rộng rãi trên thế giới để xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho từng khu vực và từng quốc gia như khu vực Đông Nam Á trong khuôn khổ chương trình SEASTART, lưu vực sông Mê Kông, khu vực Caribê, Hy Lạp, Ba Lan, Ấn Độ, Trung Quốc, Bangladesh, Brazil, Ecuador, Uganda,...

Dựa trên các điều kiện biến đổi ở địa phương và khu vực, nhiều tác giả đã sử dụng phương pháp chi tiết hoá để thu nhập những thông tin khí hậu hoặc biến đổi khí hậu phân giải cao từ các mô hình GCM có độ phân giải tương đối thô. Có hai phương pháp chi tiết hoá là chi tiết hoá động lực (dynamical downscaling) và chi tiết hoá thống kê (statistical downscaling). Hiện nay, một số bộ phần mềm được xây dựng để thực hiện chi tiết hoá theo không gian và thời gian như mô chi tiết hoá hình thống kê (SDSM - Statistical Downscaling Model) do Rob Wilby và Christian Dawson của Anh xây dựng; phần mềm SIMCLIM của Niu Dilân.

Kịch bản biến đổi khí hậu cho Trung Quốc và khu vực Châu Á được xây dựng trên cơ sở tổ hợp chín mô hình khí hậu khu vực (WRF, RegCM, CCAM, RAMS...) với độ phân giải ngang là 30 km (Dong-Kyou Lee và NNC, 2011). Các mô hình khí hậu khu vực lấy điều kiện biên và điều kiện ban đầu từ ba mô hình toàn cầu là: CCAM, ECHAM và HADCM3.

IPCC cũng khuyến cáo sử dụng MAGICC/SCENGEN (Model for Assessment of Greenhouse Gas Induced Climate Change/a Regional Climate SCENario GENERator) làm công cụ hỗ trợ cho các quốc gia, các vùng lãnh thổ xây dựng các kịch bản về biến đổi khí hậu phù hợp với điều kiện địa phương.

Kịch bản mới thể hiện quan hệ giữa phát thải khí nhà kính, biến đổi khí hậu, tác động và chiến lược ứng phó (IPCC, 2007). Xây dựng các kịch bản BĐKH là dự báo khí hậu cho thế kỷ 21, đã được IPCC nghiên cứu và liên tục cập nhật và phát triển qua 5 lần đánh giá về BĐKH toàn cầu: 1987 - 1990, 1993 - 1995, 1997 - 2000, 2007 và 2013.

Trong báo cáo khoa học của IPCC, từ lần đánh giá thứ nhất (FAR - First Assessment Report) [54] người ta đã đưa ra nhiều phương án phát thải KNK khác nhau, trong đó có phương án cực đoan nhất là không có sự can thiệp của con người nhằm điều chỉnh tốc độ phát thải GHG. Ở lần đánh giá lần thứ hai (SAR - Second Assessment Report) [55], các phương án đã được bổ sung và hệ thống lại phong phú và đầy đủ hơn, trong đó có 6 trạng huống cơ bản IS92. Trong các phương án đã có sự tham gia của các biến dân số, tốc độ phát triển kinh tế, khả năng khai thác các nguồn năng lượng tái tạo, mức độ phá rừng và chính sách ứng phó của con người. Trong báo cáo lần thứ 3 (TAR - Third Assessment Report) năm 2001, 6 phương án này đã được điều chỉnh lại đa dạng hơn và hợp ý hơn [56]:

Phương án IS92a: vào năm 2100 dân số thế giới lên tới 11,3 tỷ và mức tăng trưởng kinh tế trung bình cho cả thế kỷ 21 khoảng 2,5 - 2,7%, giá thành năng lượng mặt trời cao và chỉ một bộ phận quốc gia trên thế giới tham gia Nghị định thư Môntrêan.

Phương án IS92b: Như IS92a song toàn cầu tham gia Nghị định thư Môntrêan. Nhiều nước thuộc OECD ổn định hoặc giảm phát thải khí CO<sub>2</sub>.

Phương án IS92c: Vào năm 2100, dân số thế giới chỉ có 6,4 tỷ song mức tăng trưởng kinh tế trung bình cho cả thế kỷ 21 vào khoảng 2,3 - 2,5%. Giá thành năng lượng mặt trời giảm đáng kể. Các nước công nghiệp đình chỉ sản xuất CFC. Kiểm soát phát thải toàn cầu với CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, chấm dứt nạn suy thoái rừng.

Phương án IS92d: dân số thế giới chỉ có 6,4 tỷ vào năm 2100, mức tăng trưởng kinh tế trung bình cho cả thế kỷ 21 vào khoảng 2,0 - 2,7%.

Phương án IS92e: Vào năm 2100 dân số thế giới là 11,3 tỷ. Mức tăng trưởng kinh tế lên đến 3,0 - 3,5% trong thế kỷ 21. Giá năng lượng như IS92a. Các nước công nghiệp đình chỉ sản xuất CFC.

Phương án IS92f: Vào năm 2100 dân số thế giới là 17,6 tỷ. Mức tăng trưởng kinh tế cao như IS92a. Giá thành năng lượng mặt trời giảm và giá thành năng lượng hạt nhân tăng, kiểm soát phát thải giống như IS92a.

Trong TAR các kịch bản về phát thải KNK đã được phát triển khá đa dạng và được trình bày chi tiết trong tài liệu: “Thông báo đặc biệt về các kịch bản phát thải khí nhà kính” thuộc công trình “Thông báo đặc biệt của IPCC về biến đổi khí hậu”. Các kịch bản được lấy ký hiệu chung là SRES (Special Report on Emission Scenarios).

Trong TAR đã đưa ra tập hợp 40 kịch bản được tập hợp từ 4 kịch bản gốc (story Scenarios): A1, A2, B1, B2. IPCC đưa ra kiến nghị sử dụng 6 nhóm kịch bản với 3 họ kịch bản gốc là A2, B1 và B2, thêm vào đó là 3 nhóm trong họ kịch bản A1 là A1B, A1FI và A1T.

Kịch bản gốc A1 và họ của nó thể hiện tốc độ phát triển kinh tế cao, tốc độ tăng dân số thấp, đưa vào sử dụng kỹ thuật mới hiệu quả hơn. Sự hội tụ giữa các vùng, khả năng xây dựng và tương tác văn hoá xã hội tăng lên với sự giảm đáng kể sự khác nhau về thu nhập theo vùng. Họ kịch bản A1 lại phát triển thành 3 nhóm với những hướng thay đổi công nghệ khác nhau trong hệ thống năng lượng: A1FI là nhóm kịch bản mà năng lượng được sử dụng chủ yếu là năng lượng hoá thạch, vì vậy đây là phương án phát thải cao. A1B: dựa trên cân bằng các nguồn năng lượng - phương án phát thải vừa và A1T: dựa chủ yếu là năng lượng phi hoá thạch - phương án phát thải thấp.

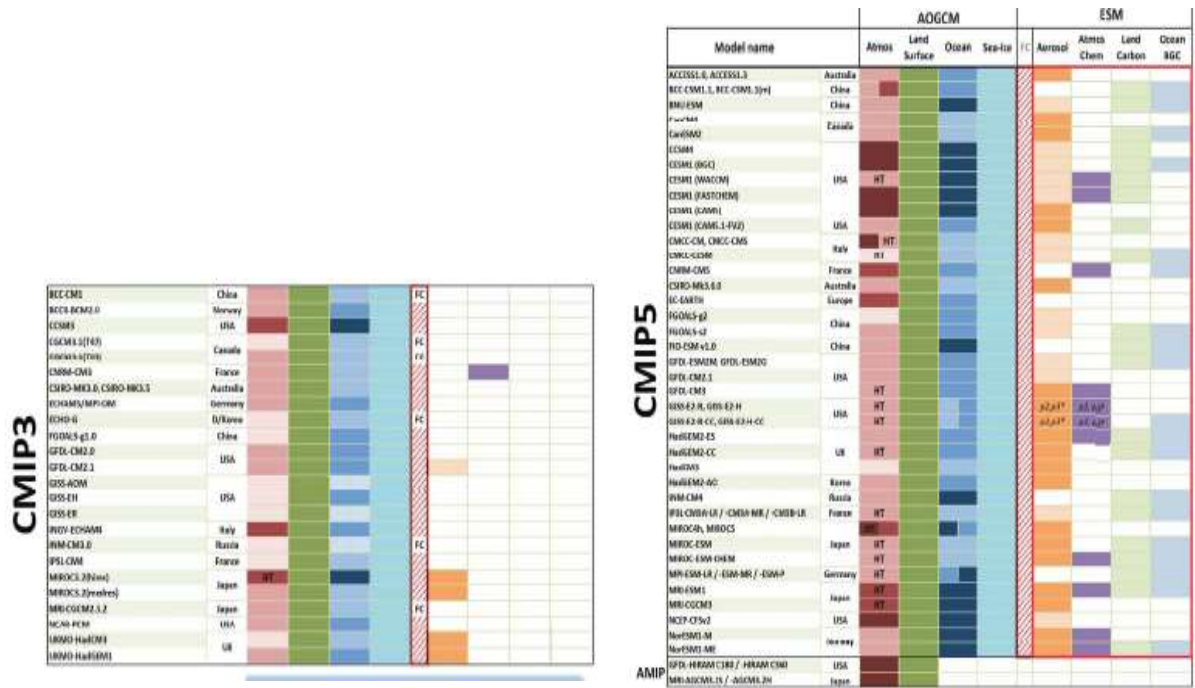
Kịch bản gốc A2 và họ của nó mô phỏng một thế giới không đồng nhất. Chủ đề chính là mối liên hệ và bảo toàn tính đồng nhất theo vùng. Mô hình phát triển giữa các vùng hội tụ chậm, kết quả là tốc độ tăng dân số cao. Dự kiến phát triển kinh tế hướng theo vùng, tốc độ tăng trưởng kinh tế tính theo đầu người và sự thay đổi kỹ thuật chậm, phân tán hơn các kịch bản khác.

Kịch bản gốc B1 và họ của nó mô phỏng một thế giới hội tụ với tốc độ tăng dân số thấp như kịch bản A1 nhưng cấu trúc kinh tế thay đổi nhanh tiến tới một nền kinh tế thông tin và phục vụ với cường độ tiêu hao vật tư giảm: nền kỹ

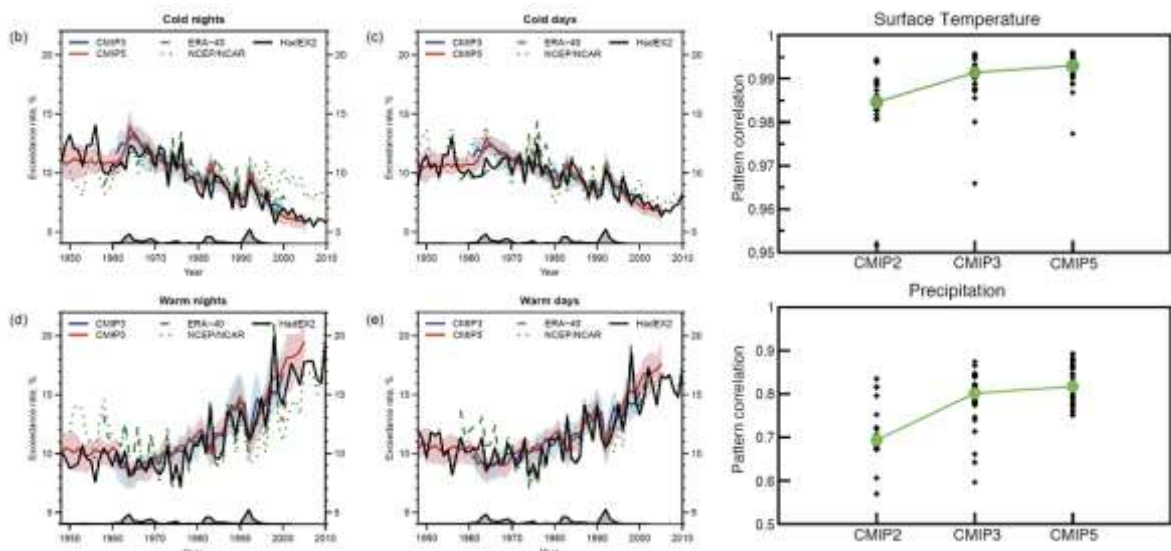
thuật sạch và khai thác hiệu quả tài nguyên được thiết lập. Vấn đề quan trọng là tính bền vững đối với các giải pháp kinh tế, xã hội và môi trường, bảo đảm sự cân bằng nhưng không làm biến đổi khí hậu.

Kịch bản gốc B2 và họ của nó mô phỏng một thế giới trong đó nhấn mạnh các giải pháp kinh tế, xã hội và môi trường bảo đảm tính bền vững. Đó là một thế giới có sự tăng dân số vừa phải, mức độ phát triển kinh tế trung bình, sự thay đổi kỹ thuật không nhanh bằng và đa dạng hơn so với B1 và A1. Trong đó các kịch bản cũng hướng tới sự bảo vệ môi trường và công bằng xã hội nhưng là ở mức vùng và địa phương.

Trong báo cáo AR5, IPCC sử dụng đường phân bố nồng độ khí nhà kính đại diện (Representative Concentration Pathways - RCP): RCP2.6 RCP4.5, RCP6, RCP8.5 thay thế cho các kịch bản phát thải khí nhà kính được dùng trong các báo cáo đánh giá trước đây như B1, B2, A2, A1T, A1B, A1FI. Số lượng các mô hình khí hậu toàn cầu tham gia xây dựng các kịch bản biến đổi khí hậu trong báo cáo AR5 nhiều hơn so với trong các báo cáo trước đó. Tùy thuộc vào kịch bản bản, số lượng mô hình tham gia tối thiểu là 25 và tối đa là 42 (Hình 1.6). So với các báo cáo trước đó, AR5 đề cập chi tiết kết quả dự tính khí hậu ở tương lai gần (2016-2035), giữa thế kỷ 21 (2046-2065) và cuối thế kỷ 21 (2081-2100). Các yếu tố chính: nhiệt độ, lượng mưa trung bình, cực trị, mực nước biển dâng, diện tích băng, các thành phần hóa khí quyển, hoạt động của gió mùa, ENSO, XTND,... (mức tăng hoặc mức thay đổi so với thời kỳ 1986-2005) [58]. Theo đánh giá của IPCC, các mô hình CMIP5 mô phỏng khí hậu tương tự như CMIP3. Tuy nhiên, CMIP5 mô phỏng các hiện tượng cực đoan khí hậu tốt hơn và mô phỏng nhiệt độ, lượng mưa cao hơn 1 chút so với SCMIP2 và CMIP3 (Hình 1.7) [58].



Hình 1.6. So sánh số lượng mô hình tham gia xây dựng kịch bản trong báo cáo AR4 (trái) với AR5 (phải)



Hình 1.7. So sánh mô phỏng bằng mô hình CMIP5 với CMIP3 và CMIP2

**Tóm tắt kết quả chính về dự tính biến đổi khí hậu trong một số báo cáo của IPCC:**

(1) Báo cáo lần thứ 3 của IPCC (TAR, 2001) [56]

Báo cáo khoa học năm 2001 của IPCC tổng hợp các kết quả dự báo BĐKH của các mô hình toàn cầu và đưa ra các kịch bản khí hậu cho khu vực Châu Á về nhiệt độ, lượng mưa, các hiện tượng khí hậu cực đoan, cụ thể:

Khu vực Đông Nam Á:

- Nhiệt độ tăng khoảng  $1,6 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  vào năm 2020, khoảng  $3,1 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$  vào năm 2050 và khoảng  $4,6 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$  vào năm 2080.

- Mức biến đổi của lượng mưa dao động trong khoảng 2% vào năm 2020, 5% vào năm 2050 và 10% vào năm 2080.

Khu vực Nam Á:

- Nhiệt độ tăng khoảng  $1,4 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  vào năm 2020,  $2,7 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$  vào năm 2050 và  $4,5 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$  vào năm 2080.

- Mức độ biến đổi lượng mưa khoảng 3% (năm 2020), 7% (năm 2050) và 11% (năm 2080).

Nhìn chung, mức độ BĐKH ở Đông Nam Á thấp hơn Nam Á.

*(2) Báo cáo lần thứ 4 của IPCC (AR4, 2007) [57]*

Trong báo cáo đánh giá lần thứ 4 của IPCC đã nêu rõ, trong vài thập kỷ gần đây, con người đã làm tăng đáng kể nồng độ khí nhà kính trong khí quyển, tăng nhiệt độ toàn cầu, từ đó gây ra hàng loạt những biến đổi nghiêm trọng trong hệ thống khí hậu toàn cầu.

- Nhiệt độ trung bình toàn cầu tăng khoảng  $0.74^{\circ}\text{C}$  trong thời kỳ 1906 - 2005, tốc độ tăng của nhiệt độ trong 50 năm gần đây gần gấp đôi so với 50 năm trước đây. Hai năm được công nhận có nhiệt độ trung bình toàn cầu cao nhất từ trước đến nay là 1998 và 2005. Nhiệt độ trên lục địa tăng rõ rệt và nhanh hơn hẳn so với nhiệt độ trên đại dương với thời kỳ tăng nhanh nhất là mùa đông (tháng XII, I, II) và mùa xuân (tháng III, IV, V). Nhiệt độ cực trị cũng có chiều hướng biến đổi tương tự như nhiệt độ trung bình;

- Lượng mưa có chiều hướng tăng lên trong thời kỳ 1900 - 2005 ở phía Bắc vĩ độ  $30^{\circ}\text{N}$ , tuy nhiên lại có xu hướng giảm đáng kể từ năm 1970 ở vùng nhiệt đới. Lượng mưa ở khu vực từ  $10^{\circ}\text{N}$  đến  $30^{\circ}\text{N}$  tăng lên từ năm 1900 đến 1950 ở vùng nhiệt đới và giảm trong thời kỳ sau đó. Nhìn chung, lượng mưa có xu hướng biến đổi theo mùa và theo không gian rõ rệt hơn hẳn so với nhiệt độ. Hiện tượng mưa lớn có dấu hiệu tăng lên trong thời gian gần đây;

- Hạn hán xuất hiện thường xuyên hơn ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới từ năm 1970. Nguyên nhân chính của sự gia tăng này là lượng mưa giảm và nhiệt độ tăng dẫn đến bốc hơi tăng. Khu vực thường xuyên xảy ra hạn hán là phía Tây Hoa Kỳ, Úc, Châu Âu;

- Hoạt động của xoáy thuận nhiệt đới, đặc biệt là các cơn bão mạnh gia tăng từ những năm 1970 và ngày càng có xu hướng xuất hiện nhiều hơn các cơn bão có quỹ đạo bất thường. Điều này có thể thấy trên cả Ấn Độ Dương, Bắc và Tây Bắc Thái Bình Dương, số cơn bão ở Đại Tây Dương ở mức trung bình trong khoảng 10 năm gần đây;

- Có sự biến đổi trong chế độ hoàn lưu quy mô lớn trên cả lục địa và đại dương, biểu hiện rõ rệt nhất là sự gia tăng về số lượng và cường độ của hiện tượng El Nino và biến động mạnh mẽ của hệ thống gió mùa.

Như vậy BĐKH đã và đang diễn ra trên quy mô toàn cầu, biểu hiện của chúng có thể khác nhau giữa các khu vực nhưng có thể kết luận một số đặc điểm chung là nhiệt độ tăng lên, lượng mưa biến động mạnh mẽ và có dấu hiệu tăng lên vào mùa mưa nhiều, giảm vào mùa ít mưa, hiện tượng mưa lớn gia tăng, hạn hán xuất hiện thường xuyên hơn, hoạt động của bão và áp thấp nhiệt đới phức tạp hơn, hiện tượng El Nino xuất hiện thường xuyên hơn và có biến động mạnh mẽ của hệ thống gió mùa.

Về các kịch bản biến đổi khí hậu, AR4 đã cho thấy, vào cuối thế kỷ 21 [57]:

- Nhiệt độ trung bình toàn cầu tăng ít nhất 1,8 (1,1 – 2,90C) theo kịch bản B1, nhiều nhất 4,0 (2,4 – 6,40C) theo kịch bản A1FI.

- Nước biển dâng lên ít nhất 0,18 – 0,38m và nhiều nhất 0,26 - 0,59m

- Tần suất nhiệt độ cực cao, các đợt nóng gay gắt và mưa cực lớn tăng lên.

- Cường độ xoáy thuận nhiệt đới tăng lên và có thể tăng cả tần số XTNĐ.

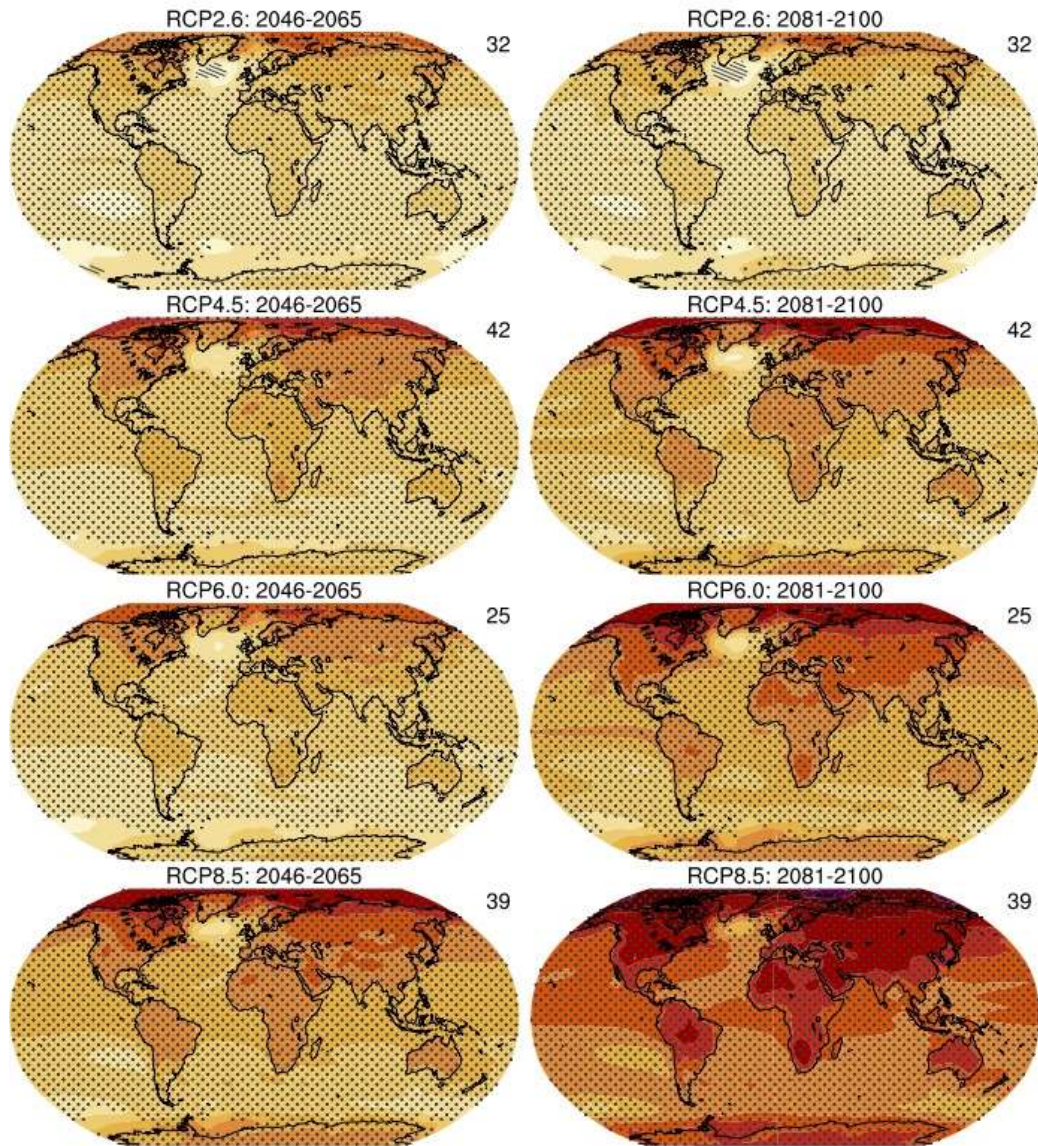
- Quỹ đạo xoáy thuận ngoại nhiệt đới dịch chuyển về phía Bắc.

- Lượng mưa tăng trên các vĩ độ cao và giảm ở hầu hết các vùng phi nhiệt đới.

*(3) Báo cáo lần thứ 5 của IPCC (AR5, 2013) [58]*

Theo báo cáo AR5, trong khoảng thời gian 2016-2035, nhiệt độ trung bình toàn cầu tăng khoảng 0,3-0,7°C. Khu vực Việt Nam có mức độ tăng tương đương trung bình toàn cầu. Nhiệt độ đất liền tăng nhanh hơn nhiệt độ trên biển và nhiệt độ vùng cực tăng nhanh hơn nhiệt độ vùng nhiệt đới. Nhiệt độ tăng không đồng nhất theo các khu vực. Đến cuối thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình toàn cầu tăng khoảng: 0,3°C-1,7°C (RCP2.6); 1,1°C-2,6°C (RCP4.5); 1,4°C-3,1°C (RCP6.0); 2,6°C-4,8°C (RCP8.5) (Hình 1.8). Trong thế kỷ 21, mưa có xu thế tăng ở vùng vĩ độ cao và một số khu vực ở vĩ độ trung bình, giảm ở vĩ độ thấp. Độ ẩm tương đối và bốc hơi trên lục địa có xu thế tăng [58].

Có thể tóm tắt một số kết quả chính về kịch bản biến đổi khí hậu được trình bày trong báo cáo AR5 như sau: Đối với giai đoạn tương lai gần, kịch bản khí nhà kính cũ (SRES trong AR4) và mới (RCP trong AR5) gần như giống nhau. Điểm khác nhau cơ bản là nhờ có nghiên cứu thực tế sâu hơn, nồng độ ozone và bụi khí quyển trong AR5 nhỏ hơn 1,2 tới 3 lần so với trong kịch bản cũ. Kết quả là nhiệt độ trung bình toàn cầu trong kịch bản mới có thể tăng lên hơn 0,2 độ so với kịch bản cũ. Số ngày và số đêm lạnh có xu thế giảm, số ngày và số đêm nóng, số đợt nắng nóng có xu thế tăng. Số vùng có số đợt mưa lớn tăng nhiều hơn số vùng có số đợt mưa lớn giảm. Kịch bản về xu thế số lượng cơn bão và cường độ bão không thể hiện xu thế rõ ràng. Tới năm 2100 mực nước biển có xu hướng dâng từ 43 – 73 cm theo từng kịch bản, mức dâng lớn nhất đối với kịch bản phát thải RCP 8.5 Kịch bản nước biển dâng có xu hướng dâng rút khác nhau theo từng vùng với xu hướng dâng chiếm tới khoảng 95 % đại dương thế giới [58].



Hình 1.8. Dự tính biến đổi nhiệt độ theo các kịch bản (Nguồn: IPCC, AR5, 2013)

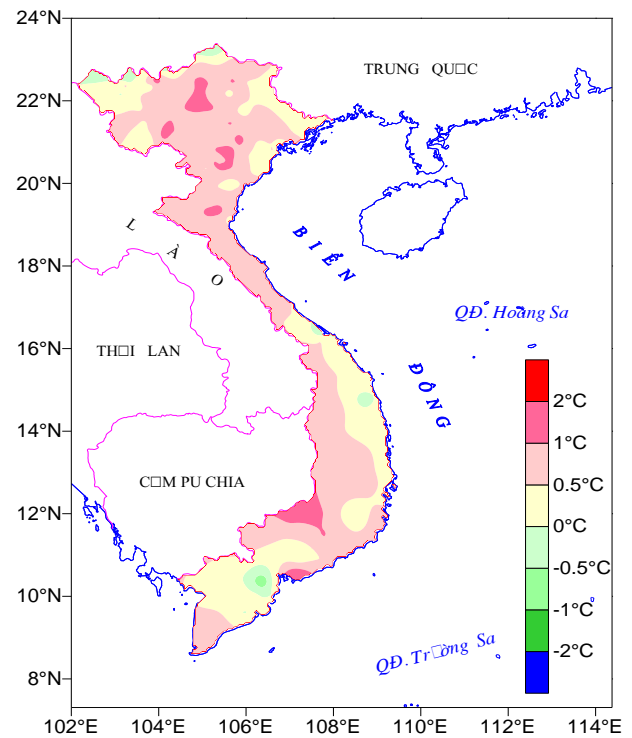
## 1.1.2. Biến đổi khí hậu ở Việt Nam

### 1.1.2.1. Biểu hiện của biến đổi khí hậu ở Việt Nam

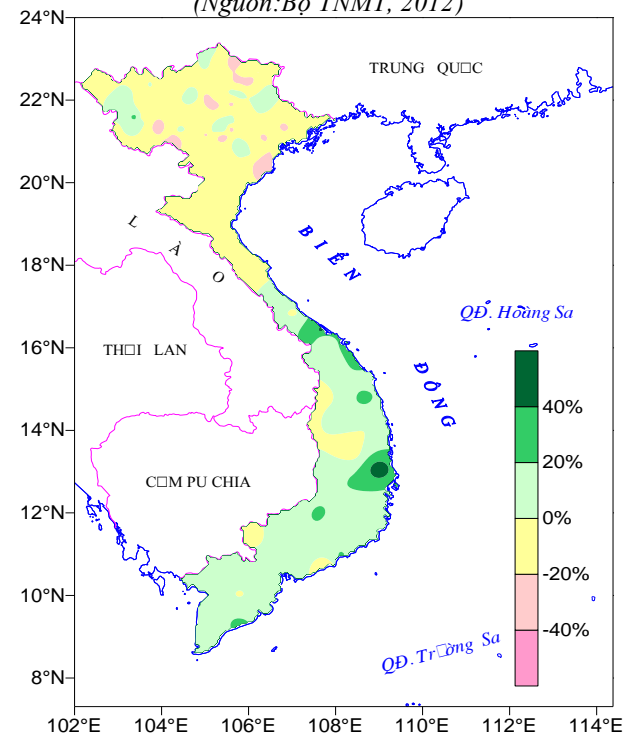
Ở Việt Nam, đã có nhiều công trình nghiên cứu về biểu hiện của biến đổi khí hậu được công bố. Trong đó, phải kể đến các báo cáo của Bộ Tài nguyên và Môi trường, GS. TSKH. Nguyễn Đức Ngữ, GS. TS. Nguyễn Trọng Hiệu, GS. TS. Trần Thục, GS. TS. Phan Văn Tân, PGS. TS. Nguyễn Văn Thắng, ... Trong khuôn khổ của Nhiệm vụ, chúng tôi tóm tắt một số các kết quả nghiên cứu chính về biểu hiện của biến đổi khí hậu đã được công bố.

Ở Việt Nam, xu thế biến đổi của nhiệt độ và lượng mưa là rất khác nhau trên các vùng trong 50 năm qua (1961-2010). Nhiệt độ trung bình năm tăng khoảng 0,5°C trên phạm vi cả nước và lượng mưa có xu hướng giảm ở phía Bắc, tăng ở phía Nam lãnh thổ. Nhiệt độ tháng I (tháng đặc trưng cho mùa đông), nhiệt độ tháng VII (tháng đặc trưng cho mùa hè) và nhiệt độ trung bình năm tăng trên phạm vi cả nước trong 50 năm qua. Nhiệt độ mùa đông tăng nhanh hơn so với mùa hè và nhiệt độ vùng sâu trong đất liền tăng nhanh hơn nhiệt độ vùng ven biển và hải đảo [4].

Vào mùa đông, nhiệt độ tăng nhanh hơn cả là ở Tây Bắc Bộ, Đông Bắc Bộ, Đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ (khoảng 1,3-1,5°C/50 năm). Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ có nhiệt độ tháng I tăng chậm hơn so với các vùng khí hậu phía Bắc (khoảng 0,6-0,9°C/50 năm). Tính trung bình cho cả nước, nhiệt độ mùa đông ở nước ta đã tăng lên 1,2°C trong 50 năm qua. Nhiệt độ tháng VII tăng khoảng 0,3-0,5°C/50 năm trên tất cả các vùng khí hậu của nước ta. Nhiệt độ trung bình năm tăng 0,5-0,6°C/50 năm ở Tây Bắc, Đông Bắc Bộ, Đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ còn mức tăng nhiệt độ



Hình 1.9. Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (°C) trong 50 năm qua (Nguồn: Bộ TNMT, 2012)



Hình 1.10. Mức thay đổi lượng mưa năm (%) trong 50 năm qua (Nguồn: Bộ TNMT, 2012)

trung bình năm ở Nam Trung Bộ thấp hơn, chỉ vào khoảng  $0,3^{\circ}\text{C}/50$  năm (Hình 1.9 và Bảng 1.1) [4].

Xu thế chung của nhiệt độ là tăng trên hầu hết các khu vực trên cả nước, tuy nhiên có những khu vực nhỏ thuộc vùng ven biển Trung Bộ và Nam Bộ như Thừa Thiên – Huế, Quảng Ngãi, Tiền Giang có xu hướng giảm của nhiệt độ. Đáng lưu ý là ở những nơi này, lượng mưa tăng trong cả hai mùa: mùa khô và mùa mưa. Mức thay đổi nhiệt độ cực đại trên toàn Việt Nam nhìn chung dao động trong khoảng từ  $-3^{\circ}\text{C}$  đến  $3^{\circ}\text{C}$ . Mức thay đổi nhiệt độ cực tiểu chủ yếu dao động trong khoảng  $-5^{\circ}\text{C}$  đến  $5^{\circ}\text{C}$ . Xu thế chung của nhiệt độ cực đại và cực tiểu là tăng, tốc độ tăng của nhiệt độ cực tiểu nhanh hơn so với nhiệt độ cực đại, phù hợp với xu thế chung của biến đổi khí hậu toàn cầu [4].

Lượng mưa mùa khô (tháng XI-IV) tăng lên chút ít hoặc không thay đổi đáng kể ở các vùng khí hậu phía Bắc và tăng mạnh mẽ ở các vùng khí hậu phía Nam. Lượng mưa mùa mưa (tháng V-X) giảm từ 5 đến hơn 10% trên đa phần diện tích phía Bắc nước ta và tăng khoảng 5 đến 20% ở các vùng khí hậu phía Nam trong 50 năm qua. Xu thế diễn biến của lượng mưa năm tương tự như lượng mưa mùa mưa, tăng ở các vùng khí hậu phía Nam và giảm ở các vùng khí hậu phía Bắc. Khu vực Nam Trung Bộ có lượng mưa mùa khô, mùa mưa và lượng mưa năm tăng mạnh nhất so với các vùng khác ở nước ta, nhiều nơi đến 20% trong 50 năm qua (Hình 1.10 và Bảng 1.1) [4].

Lượng mưa ngày cực đại tăng lên ở hầu hết các vùng khí hậu, nhất là trong những năm gần đây. Số ngày mưa lớn cũng có xu thế tăng lên tương ứng, nhiều biến động mạnh xảy ra ở khu vực miền Trung. Tồn tại mối tương quan khá rõ giữa sự nóng lên toàn cầu và nhiệt độ bề mặt biển khu vực Đông xích đạo Thái Bình dương với xu thế biến đổi của số ngày mưa lớn trên các vùng khí hậu phía Nam [4].

*Bảng 1.1. Mức tăng nhiệt độ và mức thay đổi lượng mưa trong 50 năm qua (1961-2010) ở các vùng khí hậu của Việt Nam (Nguồn: Bộ TNMT, 2012)*

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

#### *1.1.2.2. Dự tính biến đổi khí hậu ở Việt Nam trong thế kỷ 21*

Tháng 6 năm 1992, Nguyễn Đức Ngữ và CS đã thực hiện và công bố báo cáo “Biến đổi khí hậu và tác động của chúng ở Việt Nam”. Tiếp đó, năm 1994, dựa trên kịch bản biến đổi khí hậu của Tổ chức nghiên cứu Khoa học Sức khỏe Cộng đồng và Công nghiệp của Úc (CSIRO), nhóm các chuyên gia tham gia dự án “Biến đổi khí hậu ở Châu Á” đã đề xuất kịch bản bđkh đầu tiên của Việt Nam. Theo kịch bản này, vào năm 2070 sẽ có những biến đổi: Nhiệt độ tăng lên 1,2 – 4,5°C ở miền Bắc và 0,5–3,0°C ở miền Nam. Ở khu vực gió mùa Tây Nam (Bắc Bộ, Tây Nguyên, Nam Bộ) lượng mưa tăng lên 0 -10% trong mùa mưa và tăng hoặc giảm đến 10% trong mùa khô. Ở khu vực gió mùa Đông Bắc (Duyên hải Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ, lượng mưa từ giảm 5% đến tăng 10% trong mùa mưa và tăng đến 10% trong mùa khô. Nói chung, mức tăng nhiệt độ và mực nước biển dâng trong kịch bản 1994 phù hợp với kịch bản chung của khu vực Đông Nam Á, thể hiện khả năng nóng lên khác nhau giữa miền Bắc và miền Nam và có nhìn nhận cụ thể về tác động của nóng lên toàn cầu đối với các cơ chế hoàn lưu [13].

Từ năm 1994 đến 1998 trong quá trình tham gia các dự án quốc tế về biến đổi khí hậu như Huấn luyện biến đổi khí hậu, Chiến lược giảm khí nhà kính với chi phí thấp nhất cho Châu Á, Các vấn đề kinh tế của biến đổi khí hậu, Nguyễn Đức Ngữ và ccs đã hoàn thành kiểm kê quốc gia khí nhà kính năm 1993. Các tác giả cũng đã xây dựng các phương án giảm khí nhà kính ở Việt Nam, đánh giá

tác động của biến đổi khí hậu đến các lĩnh vực kinh tế xã hội chủ yếu, xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu ở Việt Nam cho các năm 2020, 2050, 2070.

Năm 1996, Viện Khí tượng Thủy văn (nay là Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường) đã tổng hợp và xuất bản Tuyển tập công trình nghiên cứu biến đổi khí hậu ở Việt Nam bao gồm các nhóm chuyên đề: 1) Biến đổi khí hậu ở Việt Nam (Nguyễn Đức Ngữ và ccs) bao gồm thay đổi về nhiệt độ, mưa, bão, nước biển dâng,...; 2) Tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy và tài nguyên nước (Hoàng Niêm và ccs); đến năng suất lúa và nông nghiệp (Đương Anh Tuyên và ccs); đến sức khỏe và y tế (Đào Ngọc Phong và ccs); đến rừng ngập mặn và hải sản ven biển (Phan Nguyên Hồng và ccs); đến mực nước biển dâng (Nguyễn Ngọc Huân và ccs); 3) Các vấn đề về thực hiện công ước biến đổi khí hậu ở Việt Nam (Nguyễn Đức Ngữ và ccs).

Kịch bản biến đổi khí hậu năm 1998 cũng như các nước khác trong khu vực, các kịch bản biến đổi khí hậu ở Việt Nam đã được xây dựng cho 3 yếu tố chính là nhiệt độ, lượng mưa, độ cao mực nước biển và các mốc thời gian chủ yếu là 2010, 2050 và 2070. Các mô phỏng nhiệt độ, lượng mưa, mực nước biển trên các khu vực cho thấy mức tăng giảm lượng mưa không thay đổi mấy nhưng mức tăng nhiệt độ ít hơn so với kịch bản 1994. Kịch bản khí hậu 1998 cũng phản ánh tác động của biến đổi khí hậu đối với chế độ nhiệt trên các miền vĩ độ khác nhau và trên các khu vực có mùa mưa khác nhau như kịch bản khí hậu 1994.

Năm 2003, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã hoàn thành thông báo đầu tiên của Việt Nam cho Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu (UNFCCC). Trong đó, báo cáo đã tổng kết biến đổi khí hậu của Việt Nam trong 100 năm gần đây, kiểm kê quốc gia khí nhà kính năm 1993 và ước lượng khí nhà kính các năm 2020, 2050, đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến các lĩnh vực kinh tế xã hội chủ yếu, xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu ở Việt Nam, kiến nghị các giải pháp giảm nhẹ biến đổi khí hậu và thích ứng với biến đổi khí hậu ở Việt Nam,...

Vào các năm 2006, 2007 trong quá trình thực hiện Thông báo Quốc gia lần 2 cho UNFCCC, các tác giả trong và ngoài Bộ Tài nguyên và Môi trường đã thực hiện kiểm kê quốc gia khí nhà kính năm 2000, xây dựng chiến lược thực hiện các dự án của CDM. Đặc biệt, một số tác giả của Bộ Tài nguyên và Môi trường (Nguyễn Văn Thắng, Hoàng Đức Cường, Trần Việt Liên,...) đã xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu mới của Việt Nam, xây dựng kịch bản tăng của nhiệt độ, mức tăng giảm của lượng mưa, mực nước biển dâng,... ở Việt Nam và trên 7 vùng khí hậu trong từng thập kỷ của thế kỷ 21.

Việc xây dựng kịch bản BĐKH cho Việt Nam, đã có một số kết quả được công bố như: Kịch bản biến đổi khí hậu xây dựng năm 1994 trong báo cáo về biến đổi khí hậu ở châu Á của Ngân hàng phát triển châu Á; Kịch bản biến đổi khí hậu được xây dựng cho Thông báo đầu tiên của Việt Nam cho Công ước khung của Liên Hợp Quốc về biến đổi khí hậu năm 2003; Kịch bản biến đổi khí hậu được xây dựng năm 2002, 2003 bằng phương pháp nhân tố địa phương, kịch bản biến đổi khí hậu do Viện KHKTTV&MT xây dựng, ứng dụng phần mềm MAGICC/SCENGEN 4.1 và phương pháp Downscaling thống kê; Kịch bản biến đổi khí hậu do Viện KHKTTV&MT xây dựng năm 2007 đóng góp cho dự thảo Thông báo lần hai của Việt Nam cho Công ước khung của Liên Hợp Quốc về biến đổi khí hậu; Kịch bản biến đổi khí hậu do Viện KHKTTV&MT xây dựng năm 2008, ứng dụng phần mềm MAGICC/SCENGEN 5.3 và phương pháp Downscaling thống kê; Kết quả tính toán từ mô hình MRI-AGCM của Viện Nghiên cứu Khí tượng Nhật Bản và Cục Khí tượng Nhật Bản (JMA); Áp dụng mô hình PRECIS để tính toán xây dựng kịch bản BĐKH cho khu vực và Việt Nam do Viện KHKTTV&MT phối hợp với SEASTART và Trung tâm Hadley của Cơ quan khí tượng Vương Quốc Anh thực hiện năm 2008. Mô hình MRI-AGCM của Nhật Bản với nhận định cho Việt Nam: Vào cuối thế kỷ 21, nhiệt độ tăng trên khắp cả nước. Vùng Nam Bộ và Tây Nguyên tăng từ 2,5 – 3°C. Các vùng khác tăng từ 2,0 - 2,5°C; lượng mưa năm sẽ tăng lên trên 15% ở Đồng bằng Bắc Bộ và một số nơi thuộc Đông Nam Bộ. Lượng mưa giảm 5 - 15% ở

Tây Nguyên và một số nơi thuộc Nam Trung Bộ. Các khu vực còn lại tăng lên 5%, hoặc thay đổi không đáng kể. Báo cáo của Đại học Oxford với kết quả tổng hợp từ các mô hình toàn cầu cho Việt Nam: Vào cuối thế kỷ 21, nhiệt độ tăng 1,4 - 4,2°C. Mức tăng trung bình cho tất cả các kịch bản phát thải là 1,5 - 2,0°C đến cuối thế kỷ 21; lượng mưa năm tăng lên trên toàn lãnh thổ Việt Nam (đến 33%).

Tháng 6/2009 Bộ Tài nguyên và Môi trường đã công bố kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam. Các kịch bản mô tả sự thay đổi của nhiệt độ, lượng mưa ở 7 vùng khí hậu được xây dựng trên cơ sở ứng dụng phần mềm MAGICC/SCENGEN và phương pháp Downscaling thống kê [2].

Nguyễn Văn Thắng và ccs (2010) đã khái quát khá đầy đủ các thành tựu về hoạt động nghiên cứu BĐKH ở Việt Nam trong Báo cáo Tổng kết đề tài cấp Nhà nước KC08.13/06-10: “Nghiên cứu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến các điều kiện tự nhiên, tài nguyên thiên nhiên và đề xuất các giải pháp chiến lược phòng tránh, giảm nhẹ và thích nghi, phục vụ phát triển bền vững kinh tế - xã hội ở Việt Nam”. Công trình này cũng đã đưa ra kịch bản BĐKH cho Việt Nam trên cơ sở kịch bản BĐKH, nước biển dâng của Bộ TN&MT công bố năm 2009 [27].

Năm 2010, tác giả Phan Văn Tân đã thực hiện đề tài "Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam, khả năng dự báo và giải pháp chiến lược ứng phó". Đề tài thuộc Chương trình "Khoa học và công nghệ phục vụ phòng tránh thiên tai, bảo vệ môi trường và sử dụng hợp lý tài nguyên thiên nhiên". MS.:KC.08.29/06-10. Đề tài đã thực hiện dự tính sự biến đổi của các điều kiện khí hậu cực đoan trong tương lai ở Việt Nam đến năm 2050 từ các mô hình khí hậu riêng rẽ [35].

Năm 2012 Bộ Tài nguyên và Môi trường đã công bố bản cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam. Những điểm mới của bản cập nhật này so với phiên bản công bố năm 2009 có thể được tóm tắt như sau [4]:

- Các kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam được xây dựng trên các cơ sở khoa học và số liệu đo đạc thực tế. Các kịch bản được xây dựng dựa vào các phân tích, tính toán bằng các mô hình khí hậu, công cụ thống kê. Các mô hình, công cụ này đã được lựa chọn, xây dựng chuyên biệt cho Việt Nam và khu vực lân cận. Trong quá trình xây dựng kịch bản các nguồn số liệu và các loại dữ liệu khác nhau đã được khai thác tối đa, cụ thể là đã sử dụng toàn bộ số liệu khí tượng, khí hậu, thủy văn, hải văn quan trắc tại gần 200 trạm khí tượng, 17 trạm hải văn, số liệu quan trắc từ vệ tinh, số liệu tính toán từ các mô hình khác nhau,... Các kết quả phản ánh được tính đặc thù của các vùng khí hậu cũng như các vùng biển của Việt Nam. Một điểm mới đáng lưu ý là các kịch bản BĐKH trong lần cập nhật này được xây dựng không chỉ trên cơ sở phương pháp Downscaling thống kê mà còn sử dụng kết quả tính toán từ các mô hình số trị PRECIS (của Hadley) và MRI (Nhật Bản).

- Các kịch bản về nhiệt độ và lượng mưa được thể hiện chi tiết cho các khu vực nhỏ của Việt Nam, đáp ứng được yêu cầu đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đối với từng khu vực nhỏ. Các yếu tố cực trị (nhiệt độ cao nhất, thấp nhất, mưa lớn) cũng đã được tính toán để phục vụ cho công tác quy hoạch và thiết kế của các ngành. Các kịch bản nước biển dâng được xác định với mức độ chi tiết đến từng khu vực ven biển.

- Theo kịch bản cập nhật, mức tăng nhiệt độ dao động trong phạm vi lớn hơn so với kịch bản năm 2009. Chẳng hạn, theo kịch bản phát thải trung bình, vào cuối thế kỷ 21, mức tăng nhiệt độ trung bình năm có thể tới 3,5°C ở các khu vực nhỏ thuộc Bắc Trung Bộ (theo kịch bản năm 2009, mức tăng chung cho vùng khí hậu này là 2,8°C vào năm 2100). Tương tự đối với mưa, lượng mưa mùa khô có thể giảm đến 30% vào năm 2100 ở một vài nơi thuộc Nam Bộ, trong khi đó theo phiên bản năm 2009 thì chỉ giảm 18%. Các yếu tố cực trị như nhiệt độ cao nhất, nhiệt độ thấp nhất, lượng mưa ngày lớn nhất và một số yếu tố khác đã được tính toán và trình bày trong bản cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu.

- So với kịch bản nước biển dâng năm 2009, kịch bản cập nhật đã tính chi tiết hơn cho các khu vực ven biển Việt Nam. Theo các kịch bản, đến năm 2100 nước biển dâng cao nhất ở khu vực từ Cà Mau đến Kiên Giang, thấp nhất ở vùng Móng Cái đến Hòn Dấu.

- Cùng với các bản đồ nguy cơ ngập cho khu vực đồng bằng sông Cửu Long và Thành phố Hồ Chí Minh, kịch bản cập nhật đã tính toán và trình bày các bản đồ nguy cơ ngập cho đồng bằng sông Hồng, Quảng Ninh và từng tỉnh thuộc khu vực ven biển miền Trung. Dự án xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu với mức độ chi tiết cao cho Việt Nam đang được thực hiện trong khuôn khổ hợp tác nghiên cứu khoa học giữa Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (IMHEN), trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội (ĐHKHTN) và Tổ chức Nghiên cứu Khoa học và Công nghiệp Liên bang Úc (CSIRO). Dự án tập trung vào tổng quan và nghiên cứu về khí hậu Việt Nam trong quá khứ và xu thế trong tương lai, đồng thời bước đầu xây dựng các kịch bản biến đổi khí hậu độ phân giải cao cho Việt Nam bằng mô hình CCAM, đồng thời sử dụng mô hình RegCM, WRF để chi tiết hóa động lực với số liệu đầu vào từ mô hình CCAM.

Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu và UNDP (2015) đã công bố “Báo cáo đặc biệt của Việt Nam về quản lý rủi ro thiên tai và các hiện tượng cực đoan nhằm thúc đẩy thích ứng với biến đổi khí hậu”. Trong báo cáo này, các tác giả tập trung vào một số vấn đề quan trọng liên quan tới cực trị khí hậu như Quản lý rủi ro các hiện tượng cực đoan và thiên tai để thích ứng với biến đổi khí hậu; tác động của hiện tượng khí hậu cực đoan gia tăng do biến đổi khí hậu, cũng như các biện pháp về chính sách và thực tế cần được triển khai theo quy mô ngắn hạn và trung hạn [43].

## **1.2. Các nghiên cứu về biến đổi lượng mưa**

### ***1.2.1. Các nghiên cứu trên thế giới***

Nghiên cứu về sự biến đổi lượng mưa đã được thực hiện khá nhiều ở trên thế giới cũng như trong nước. Trên thế giới, nhiều tác giả đã xem xét tính chất,

mức độ và xu thế biến đổi của các đặc trưng mưa bằng nhiều số liệu khác nhau, nhiều phương khác nhau trên các quy mô toàn cầu, quốc gia, vùng, khu vực. Ở đây, bằng chứng về sự biến đổi lượng mưa đã được thấy nhiều trong các nghiên cứu dựa trên số liệu quan trắc lịch sử. Theo IPCC, 2007, xét trên toàn cầu, lượng mưa trong giai đoạn (1900-2005) có xu hướng dao động theo thập kỷ, nhưng không có xu thế rõ ràng. Sự biến đổi lượng mưa thì khác nhau giữa các vùng, giữa các tiểu vùng trong một vùng và giữa các giai đoạn. Lượng mưa tăng lên ở các đới vĩ Bắc 30° Bắc và giảm đi ở các vĩ độ nhiệt đới kể từ những năm 1970. Ở vĩ độ trung bình và vĩ độ cao (các vùng Trung Bắc Mỹ, Đông Bắc Mỹ, Bắc Âu, Bắc Á và Trung Á) lượng mưa có xu hướng tăng lên. Bằng phương pháp kiểm nghiệm Mann Kendall để phân chuỗi thời gian lượng mưa tại 32 trạm ở Italya, Buffoni L. và ccs (1996) đã cho thấy xu thế mưa năm trong thời kỳ (1883-1996) giảm ở khu vực trung tâm và phía nam, xu thế mưa mùa giảm vào mùa xuân ở trung tâm và phía nam, vào mùa thu ở phía bắc. Phương pháp trên cũng được áp dụng trong việc xem xét những thay đổi về tổng lượng mưa và lượng mưa cực trị dựa trên các chỉ số mưa trên khu vực Sao Paulo State, Brazil bằng số liệu mưa ngày của 59 trạm thời kỳ (1950-1999) (Dufek A.S. và cs, 2007). Năm 2001, Akinremi và ccs đã sử dụng phương trình hồi quy tuyến tính để xem xét sự biến đổi theo không gian và theo mùa của các hình thức của xu thế tổng lượng mưa và số đợt mưa trên thảo nguyên Ca na da. Với chuỗi số liệu mưa ngày là 40 năm cho 140 trạm, kết quả nghiên cứu cho thấy có sự tăng lên đáng kể về tổng lượng mưa và số đợt mưa trên khu vực này. Thêm vào đó, xu thế lượng mưa và số đợt mưa tăng lên với mức độ đáng kể vào mùa xuân. Một trong những nguyên nhân được lý giải ở đây là do sự chuyển đổi từ tuyết thành mưa do sự ấm lên trong suốt thời kỳ này. Domroes M và cs, 1998 cũng nghiên cứu sự biến đổi của lượng mưa năm và theo vùng tại Iran bằng chuỗi số liệu trung bình tháng của 71 trạm. Bằng các phương pháp thống kê, nghiên cứu cho thấy mùa hè là mùa khô hạn, mùa đông là mùa mưa chính ở hầu hết các vùng ở Iran.

IPCC (2013) với số liệu quan trắc toàn cầu được cập nhật đến năm 2012 cho rằng, trong 100 năm qua, lượng mưa có xu thế tăng/giảm rất rõ rệt ở 30 năm gần đây. Hạn hán không có xu thế rõ ràng do hạn chế về số liệu quan trắc, đánh giá hạn. Việc khẳng định hạn hán tăng trên phạm vi toàn cầu trong báo cáo lần 4 của IPCC (AR4) có thể chưa đúng [58].

Sự thiếu hụt lượng mưa cũng là một trong những hậu quả nghiêm trọng của sự biến đổi lượng mưa. Lượng mưa giảm xuống thấp hơn so với mức trung bình, đó chính là dấu hiệu đầu tiên trước các đợt hạn hán xảy ra. Do vậy mà một số nghiên cứu đã sử dụng chính các chỉ số hạn liên quan đến lượng mưa để xem xét sự thiếu hụt lượng mưa. Irina Ontel, 2012 đã sử dụng chỉ số SPI để xem xét sự thiếu hụt lượng mưa và đánh giá tác động của sự thiếu hụt lượng mưa đến hoa màu ở đồng bằng Oltenia ở Rumani thông qua các ảnh vệ tinh giai đoạn 2000-2009. Theo tác giả, sự thiếu hụt lượng mưa được thể hiện thông qua các giá trị âm của SPI, sự dư thừa ẩm thể hiện thông qua các giá trị dương.

Woo Kim và cs (2009) ước tính tác động của sự ấm toàn cầu đến các hình thái hạn hán ở Châu Á vào thế kỷ XXI thông qua việc so sánh khí hậu dự tính trong tương lai thời kỳ (2081-2100) dựa trên kịch bản A1B với khí hậu hiện nay (1981-2000) bằng phương pháp tổ hợp nhiều mô hình. Lượng mưa ngày được mô phỏng từ 15 mô hình khí hậu kép được áp dụng trong quá trình toán chỉ số EDI và chỉ số đồng nhất của mô hình. Kết quả nghiên cứu cho thấy tỷ lệ mưa giảm mạnh vào tất cả các mùa ở khu vực Bắc Á, ở khu vực Tây Á lượng mưa giảm mạnh, đặc biệt là thời gian từ mùa đông sang hè, sự biến động của lượng mưa nhỏ dẫn đến hạn hán trong tương lai ở hai khu vực này sẽ có tần suất nhiều hơn, cường độ mạnh hơn, chu kỳ khô hạn kéo dài hơn trong quá khứ, đặc biệt vào mùa hè. Riêng khu vực gió mùa (Đông Á và Tây Á), lượng mưa có sự biến động lớn, tỷ lệ mưa trung bình tăng lên dẫn đến hạn giảm cả về tần suất và cường độ cùng với thời gian kéo dài hạn ngắn hơn. Topcu và cs (2010) đã sử dụng số liệu mưa quan trắc của 52 trạm khí tượng để xem xét sự biến đổi của các đặc trưng hạn trong quá khứ (1960-1990) và ứng dụng mô hình RegCM3 mô

phông hạn hán trong tương lai (2070-2100) thông qua chỉ số hạn hán SPI. Các điều kiện hạn hán ở Thổ Nhĩ Kỳ thay đổi theo các vùng. Phía Đông của Marmara, Biển Đen và phía Đông của Đông Anatolia được đặc trưng bởi các điều kiện ẩm ướt, còn các điều kiện hạn khắc nghiệt hơn, cả tần suất, cường độ và thời gian kéo dài hơn dự tính xảy ra ở các vùng phía Tây Địa Trung Hải và Aegean. Nghiên cứu của Cyrill Taminiau và cs (2006) cũng cho thấy các phần nhiệt đới phía Bắc Ôxâyliia sẽ trở nên ẩm ướt hơn trong tương lai do có sự tăng lên về lượng mưa. Vùng trung tâm và phía Nam Ôxâyliia lại trở nên khô hạn hơn vào mùa thu là do sự giảm lượng mưa cùng với những thay đổi của hình thái hoàn lưu, cuối mùa hè và mùa thu hạn tăng lên là do hàm lượng ẩm trong đất giảm do sự giảm lượng mưa và lượng bốc hơi tăng lên trong các tháng trước đó. Dao Yi Gong và cs (2004) đã sử dụng lượng mưa ngày của 30 trạm từ tháng 5 đến tháng 9 trong thời kỳ 1956-2000 để đánh giá sự thay đổi của các đặc tính mưa ở vùng bán khô hạn Bắc Trung Quốc. Nghiên cứu cho thấy tổng lượng mưa có xu thế giảm nhẹ, các đặc tính mưa có xu thế biến đổi đáng kể. Số ngày có mưa trong những năm 1950 giảm so với những năm 1990 là 8 ngày. Số đợt ẩm ướt (lượng mưa kéo dài hơn 3 ngày) có xu hướng giảm xuống trong khi số đợt khô hạn (trên 10 ngày liên tiếp không mưa) tăng lên đáng kể.

Xét trong bối cảnh khí hậu ấm lên, Hengchun Ye, 2008 đã xem xét mối quan hệ giữa sự thay đổi về số ngày của các loại mưa (mưa, mưa tuyết, hỗn hợp mưa ở thể rắn và lỏng, gọi chung là ẩm ướt) với nhiệt độ không khí bề mặt ở Bắc Á-Âu thời kỳ (1936-1990). Nghiên cứu cho thấy tần suất của hầu hết các loại mưa trên đều tăng lên với sự tăng lên của nhiệt độ vào mùa đông, riêng số ngày mưa tuyết giảm. Trong suốt mùa thu, cùng với xu thế tăng của nhiệt độ, số ngày mưa tuyết giảm trong khi số ngày mưa tăng lên dẫn đến tổng số ngày ẩm ướt giảm.

Để xem xét ảnh hưởng của sự ấm lên toàn cầu đến sự thay đổi biên độ mưa năm, Chia Chou, 2011 đã sử dụng phương pháp tổ hợp lượng mưa của 17 mô hình hoàn lưu chung khí quyển. Biên độ mưa năm là hiệu của lượng mưa

trung bình lớn nhất và nhỏ nhất trong 3 tháng. Nhìn chung, ngoại trừ khu vực nằm trong dải  $30^\circ$  Nam đến  $30^\circ$  Bắc, biên độ mưa năm có xu hướng tăng lên ở nhiều vùng trên thế giới khi sự toàn cầu ấm toàn cầu đang diễn ra. Sự tăng lên của biên độ mưa năm này đi kèm với xu hướng tăng của lượng mưa cực đại và xu hướng giảm của lượng mưa cực tiểu.

Theo Mohammed I và cs (2011), mô hình ECHAM5OM có khả năng dự báo được sự biến đổi lượng mưa, do vậy nó cũng được xem như là công cụ tiềm năng để dự báo các sự kiện hạn hán trong tương lai ở Tây Ban Nha; hạn hán ở các các sa mạc phía Bắc và Nam Tây Ban Nha cũng trở nên khắc nghiệt hơn và phạm vi mở rộng hơn trong tương lai do có sự giảm lượng mưa được thể hiện thông qua chỉ số hạn khí tượng SPI và chỉ số hoa màu NDVI.

Ở Trung Quốc, Chen Huopo và cs, 2009 đã sử dụng lượng mưa tháng tổ hợp từ 3 mô hình “best” để dự tính những biến đổi theo không gian và thời gian của các đặc tính mưa trong tương lai dựa theo 3 kịch bản phát thải khí nhà kính A1B, A2 và B1. Trước tiên tác giả so sánh lượng mưa được mô phỏng từ 12 mô hình trong khí quyển thực với lượng mưa quan sát thời kỳ 1980-1999, từ đó lựa chọn ra 3 mô hình có kết quả mô phỏng lượng mưa tốt nhất dựa trên các sai số MAE. Kế đến, xem xét sự biến đổi của lượng mưa cho các vùng khí hậu của Trung Quốc trong tương lai theo các kịch bản. Kết quả nghiên cứu cho thấy lượng mưa dự tính vào mùa hè tăng lên trong cả 3 kịch bản và có sự biến động lớn giữa các vùng ở Trung Quốc. Mưa ở miền Bắc và Nam Trung Quốc tăng lên rõ rệt. Trong khi đó, miền đông bắc Trung Quốc vào đầu thế kỷ 21 sẽ trở lên khô hơn hiện nay.

Erika Miklos và cs, 2009 đã dự tính sự biến đổi lượng mưa theo mùa ở phía đông và trung tâm Châu Âu (Úc, Cộng hòa Séc, Hungary, Romania, Slovakia, Slovenia) vào cuối thế kỷ 21 dựa trên phương pháp tổ hợp lượng mưa của các mô hình khí hậu khu vực với độ phân giải 25 km, theo kịch bản A1B. So sánh với kết quả mô phỏng mưa thời kỳ chuẩn (1961-1990), nghiên cứu cho thấy mùa hè trong tương lai sẽ trở nên khô hạn hơn, còn mùa đông lại ẩm ướt

hơn. Đặc biệt lượng mưa mùa hè giảm mạnh nhất cũng với sự khô hạn kéo dài sẽ xảy ra vào cuối thế kỷ 21.

Debasish Pai Mazumder và cs (2011) sử dụng dữ liệu mưa mô phỏng từ các mô hình khí hậu khu vực để dự tính hạn hán trong tương lai ở đồng cỏ Canada. Nghiên cứu cho thấy hạn có xu thế tăng lên cả về tần suất, cường độ, thời gian của các đợt hạn kéo dài đi cùng với sự giảm lượng mưa, đặc biệt ở sườn Đông của dãy Rocky và phía Nam của đồng cỏ. Tuy nhiên, tác giả cũng nhận định rằng mô hình mô phỏng khá tốt các đặc tính hạn trong tất cả các mùa ngoại trừ mùa hè, đó là do mô hình mô phỏng lượng mưa cao hơn so với quan trắc.

### ***1.2.2. Các nghiên cứu trong nước***

Ở Việt Nam, nghiên cứu về sự biến đổi của các đặc tính mưa theo thời gian và không gian thường được thể hiện thông qua việc phân tích chuỗi lượng mưa ngày, tháng, mùa và năm. Điển hình như nghiên cứu của Phan Văn Tân (1997), tác giả đã xem xét xu thế biến đổi tuyến tính của chuỗi lượng mưa mùa, năm trên một số trạm ở Miền Trung. Nghiên cứu cho thấy xu thế biến đổi lượng mưa năm tại các trạm có sự khác nhau rõ rệt, xu thế mưa chung cho toàn khu vực tăng lên. Thêm vào đó, nghiên cứu cũng chỉ ra rằng tổng lượng mưa mùa khô có xu thế giảm, còn tổng lượng mưa mùa mưa có xu thế tăng đáng kể.

Nguyễn Trọng Hiệu và Phạm Thị Thanh Hương (2007) đã có nghiên cứu “Ước lượng một số đặc trưng hạn hán thông qua tần suất mưa hụt mức hàng tháng thời kỳ 1961-2004”. Bằng phương pháp thống kê, tác giả đã ước lượng một số đặc trưng hạn hán thông qua tần suất mưa thiếu hụt mức trung bình trong chuỗi lượng mưa tháng cho 17 trạm khí tượng tiêu biểu cho 7 vùng khí hậu Việt Nam. Kết quả cho thấy, tần suất mưa hụt mức cao nhất trong cả năm ở Tây Nguyên và Nam Bộ vào mùa đông, ở Bắc Trung Bộ và Nam Trung Bộ vào mùa hè. Trong 1 năm có 7 tháng mưa thiếu hụt ở các vùng phía bắc, và 8 tháng mưa thiếu hụt ở các vùng phía Nam.

Đào Thị Thúy và cs, 2010 có nghiên cứu “Diễn biến của mưa và sự thiếu hụt lượng mưa trong năm 2006 ở Việt Nam”. Trong đó tác giả sử dụng chỉ số tỷ chuẩn lượng mưa để xem xét sự thiếu hụt lượng mưa năm 2006 so với trung bình thời kỳ 1970-2000, và đã chỉ ra khu vực Trung Bộ và Tây Nguyên là hai nơi có lượng mưa hụt chuẩn nặng nhất.

Năm 2007, Mai Trọng Thông và cs đã có nghiên cứu “Mối quan hệ giữa lượng mưa với các chỉ số ENSO trên các vùng thuộc lãnh thổ Việt Nam”. Tác giả đã xem xét mối tương quan giữa chuỗi lượng mưa thời kỳ (1950-2005) ở một số trạm điển hình ở Việt Nam với các chỉ số ENSO (chỉ số dao động nam SOI và chuẩn sai nhiệt độ mặt nước biển). Mối tương quan chặt chẽ nhất thể hiện vào tháng 4 và tháng 5, tương quan nghịch giữa lượng mưa với SST và tương quan thuận với chỉ số SOI (tức là lượng mưa tăng lên khi SST tăng và SOI giảm, ngược lại). Như vậy, lượng mưa giảm trong các tháng đó liên quan đến thời kỳ El Nino, và lượng mưa tăng lên trong các tháng đó liên quan đến thời kỳ La Nina.

Trong những năm gần đây, biến đổi khí hậu đã gây ra những biến động lớn trong mùa mưa ở nhiều khu vực, dẫn đến tình trạng mưa lớn xảy ra nhiều hơn. Do vậy mà một số nghiên cứu đã xem xét xu thế biến đổi của số đợt mưa lớn trong quá khứ; dự tính sự biến đổi của mưa lớn trong tương lai bằng mô hình khí hậu khu vực. Một số được kể đến như: Vũ Thanh Hằng và cs (2010) đã nghiên cứu xu thế biến đổi lượng mưa ngày cực đại ở các vùng khí hậu Việt Nam thời kỳ 1961-2010 bằng số liệu mưa ngày. Nghiên cứu cho thấy xu thế biến đổi của lượng mưa ngày cực đại ở các vùng có sự khác nhau theo các giai đoạn. Xét cả giai đoạn dài 1961-2010, xu thế mưa ngày cực đại tăng lên ở hầu hết các vùng và giảm ở Đồng bằng Bắc Bộ.

Nguyễn Quang Kim (2005) đã sử dụng chỉ số liên quan đến lượng mưa (chỉ số SPI) để đánh giá và dự báo hạn hán trên khu vực Nam Trung Bộ và Tây Nguyên [19]. Nguyễn Trọng Yên (2006) đã sử dụng các chỉ số liên quan đến lượng mưa để đánh giá đặc điểm cơ bản về hạn hán ở Việt Nam được phân tích

đúc kết dựa trên các đặc trưng hạn như chỉ số khô hạn tháng, năm và tần suất hạn tháng. Tương tự theo cách tiếp cận này, Nguyễn Văn Thắng (2007) đã sử dụng chỉ số SPI để đánh xây dựng các mô hình dự báo hạn cho các tháng ít mưa ở các vùng khí hậu Việt Nam [26]. Trần Thục (2008) cũng đã sử dụng các chỉ số hạn liên quan đến lượng mưa để xây dựng các bản đồ thiếu hụt nước và hạn hán ở khu vực Nam Trung Bộ và Tây Nguyên [40].

Trong bài báo “Những hiện tượng khí hậu cực đoan năm 2007, 2008 và nửa đầu năm 2009 ở Việt Nam và trên thế giới”, Nguyễn Văn Thắng và cs (2009) đã chỉ ra rằng trong những năm gần đây số trận mưa lớn xảy ra nhiều hơn nhưng thời gian có mưa thường ngắn lại, sự xuất hiện mưa ngày càng thất thường. Số trận mưa lớn xảy ra càng nhiều dẫn đến lũ lụt ngày càng gia tăng và gây thiệt hại nhiều. Mưa lớn không chỉ xảy ra vào các tháng mùa mưa mà còn xảy ra vào các tháng ít mưa. Điển hình như năm 2008 và 2009, mưa lớn xảy ra vào tháng 1 và tháng 2 ở Trung Bộ, Tây Nguyên, Nam Bộ. Lượng mưa trái mùa này đã đem đến lượng nước quý hiếm cho vùng trồng cà phê ở Tây Nguyên nhưng lại gây ra lũ lụt ở Bắc Trung Bộ và làm cho côn trùng gây hại phát triển mạnh hơn ở Nam Bộ. Hơn nữa, sự xuất hiện thất thường, ít ỏi của lượng mưa không chỉ gây ra hạn hán vào mùa khô mà còn gây ra hạn vào mùa mưa.

Ở Tây Nguyên, mưa lớn xảy ra làm nước sông Đa Nhim năm 1999 dâng cao gây lụt ở huyện Cát Tiên đã cướp đi cuộc sống của 4 em nhỏ, làm ngập 3000 ha cây trồng các loại, tạo điều kiện thuận lợi cho sâu bệnh phát triển. Ngược lại hạn hán nghiêm trọng vào năm 1997-1998 xảy ra đã làm cho 20.00 ha cây ăn quả và cây công nghiệp chết, 7.800 ha lúa bị thiệt hại và khoảng 8000 người thiếu nước ngọt. Đặc biệt hạn ở Lâm Đồng những năm 2002 đến 2005 đã gây thiệt hại lên tới khoảng 300 tỷ đồng (Trần Xuân Hiền, 2011)

Lê Như Quân và cs, 2011 ứng dụng mô hình RegCM để mô phỏng và dự tính sự biến đổi của hai chỉ số khí hậu cực đoan liên quan đến hiện tượng mưa lớn ở Việt Nam trong tương lai theo kịch bản phát thải A1B. So với kết quả mô phỏng của mô hình trong thời kỳ chuẩn, nghiên cứu cho thấy mô hình mô phỏng

tốt sự phân bố mưa lớn theo không gian. Xu thế biến đổi của hai chỉ số giảm đi ở hầu hết các vùng trong giai đoạn (2011-2030) và tăng lên ở một số vùng trong giai đoạn (2031-2050) .

Gần đây nhất, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã công bố kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam (năm 2012). Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam được xây dựng theo các kịch bản phát thải khí nhà kính ở mức thấp, trung bình và cao. Trong đó kịch bản phát thải khí nhà kính được khuyến nghị sử dụng nhằm mục đích 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 ở Việt Nam. Theo kịch bản này, vào cuối thế kỷ 21, lượng mưa năm tăng lên ở hầu hết các khu vực, lượng mưa tăng lên ít nhất ở Tây Nguyên và Nam Trung Bộ. Xu thế mưa trong mùa khô giảm, xu thế mưa trong mùa mưa tăng lên. Thêm vào đó, lượng mưa ngày cực đại tăng lên so với thời kỳ chuẩn ở nhiều vùng nhưng lại giảm ở Tây Nguyên, Nam Trung Bộ và Nam Bộ.

Phan Văn Tân và ccs (2011) cũng đã thực hiện đề tài “Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam, khả năng dự báo và giải pháp chiến lược ứng phó” trong khuôn khổ Chương trình KC.08/06–10 (*“Khoa học và công nghệ phục vụ phòng tránh thiên tai, bảo vệ môi trường và sử dụng hợp lý các tài nguyên thiên nhiên”*), trong đó đã đưa ra các dự tính cho một số mô hình khu vực và đánh giá về sự biến đổi của một số yếu tố khí tượng cơ bản và hiện tượng cực đoan như nắng nóng, rét, mưa lớn, v.v... Ngoài ra đề tài cũng đã đề cập đến các giải pháp ứng phó với BĐKH.

### **1.3. Thích ứng với biến đổi lượng mưa trong bối cảnh biến đổi khí hậu**

Thích ứng là một khái niệm rất rộng, nó được áp dụng cho tất cả các lĩnh vực/các ngành bị tác động bởi BĐKH. Sau đây là một vài định nghĩa điển hình về sự thích ứng với BĐKH.

Thích ứng với BĐKH là sự điều chỉnh của hệ thống tự nhiên hoặc con người để ứng phó với những tác động thực tại hoặc tương lai của khí hậu do đó

làm giảm tác hại hoặc tận dụng những lợi ích mang lại (IPCC, 2007), trong đó tăng cường khả năng thích ứng là một phương thức giảm mức độ tổn thương và định hướng phát triển bền vững.

Thích ứng với BĐKH là sự điều chỉnh hệ thống tự nhiên hoặc con người đối với hoàn cảnh hoặc môi trường thay đổi, nhằm mục đích giảm khả năng bị tổn thương do dao động và biến đổi khí hậu hiện hữu hoặc tiềm tàng và tận dụng các cơ hội do nó mang lại (Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với BĐKH, 2008)

Thích ứng với BĐKH là sự điều chỉnh hệ thống tự nhiên hoặc con người đối với hoàn cảnh hoặc môi trường, nhằm giảm khả năng bị tổn thương do BĐKH và tận dụng các cơ hội do nó mang lại (Viện Khoa học KTTV và MT, 2011).

Như vậy có thể thấy các định nghĩa thích ứng với BĐKH trên đều nhằm mục đích nâng cao năng lực thích ứng và giảm nhẹ khả năng dễ bị tổn thương do tác động của BĐKH và tận dụng những lợi ích của môi trường khí hậu để duy trì và phát triển kinh tế - xã hội bền vững.

Thích ứng với BĐKH có vai trò bổ trợ quan trọng cho chiến lược giảm nhẹ BĐKH (giảm phát thải khí nhà kính) trên phạm vi toàn cầu bởi khả năng tiềm tàng của nó trong việc hạn chế và giảm nhẹ những tác động tiêu cực của BĐKH, kể cả biến đổi các trạng thái trung bình, những biến động khí hậu và các sự kiện khí hậu cực đoan. Nhiều giải pháp thích ứng cũng góp phần giảm nhẹ biến đổi khí hậu. (Phan Văn Tân, 2011)

Thích ứng với BĐKH là một chiến lược cần thiết ở tất cả các quy mô khác nhau theo một quy trình thống nhất, lâu dài, và đòi hỏi có sự tham gia của nhiều đối tượng và nhiều thành phần.

Việc đề xuất các hoạt động thích ứng với BĐKH được xây dựng trên những tác động của BĐKH biểu hiện trong hiện tại và dự báo trong tương lai. Từ đó xây dựng các giải pháp thích ứng phù hợp cho từng lĩnh vực bị tổn thương bởi BĐKH.

Thực tế, trên thế giới, nghiên cứu về thích ứng về BĐKH mới chỉ tập trung trong những năm gần đây, và xoay quanh các vấn đề như thích ứng trong các lĩnh vực nông lâm nghiệp (FAO, 2007), thích ứng dựa trên hệ sinh thái (Tổ chức IUCN2010), các hướng dẫn về quy hoạch phát triển nhằm thích ứng với BĐKH, thích ứng với BĐKH trong lĩnh vực tài nguyên nước... Trong nước, nghiên cứu về các giải pháp thích ứng với BĐKH cũng mới được quan tâm nên vẫn chưa nhiều, chưa đi sâu và cũng chưa có hệ thống (Những kiến thức cơ bản về biến đổi khí hậu, 2012).

Từ các nghiên cứu trên có thể nhận thấy rằng nghiên cứu về sự biến đổi lượng mưa trong các vùng khí hậu ở Việt Nam dựa trên kịch bản BĐKH vẫn còn rất nhiều hạn chế. Chính vì vậy mà nghiên cứu về sự biến đổi lượng mưa nói chung và sự thiếu hụt lượng mưa nói riêng ở các vùng thường xuyên khô hạn được mô phỏng và dự tính bằng mô hình khí hậu khu vực trên cơ sở kịch bản BĐKH sẽ là một trong những vấn đề khá mới trong xu thế hiện nay.

Thực tế đối với các vùng thường xuyên khô hạn ở Việt Nam, các nghiên cứu chủ yếu tập trung vào đề xuất các giải pháp ứng phó với hạn hán. Đề tài cấp Nhà nước “Nghiên cứu ứng dụng các giải pháp khoa học công nghệ phòng chống hạn hán phục vụ phát triển nông nghiệp bền vững ở các tỉnh miền Trung” do TS. Lê Trung Tuân (2009) thực hiện. Đề tài đã triển khai với mục tiêu nghiên cứu ứng dụng các giải pháp phòng chống hạn cho các tỉnh miền Trung. Các giải pháp đề xuất ứng dụng được chia thành 3 nhóm: (i) Thu trữ nước, bảo vệ đất và giữ ẩm; (ii) Quản lý vận hành công trình thủy lợi trong điều kiện hạn hán, chế độ tưới và (iii) Kỹ thuật tưới tiết kiệm nước [8]. Đề tài Khoa học Công nghệ trọng điểm cấp Nhà nước thuộc Chương trình KC 08/06-10 “Nghiên cứu cơ sở khoa học quản lý hạn hán và sa mạc hóa để xây dựng hệ thống quản lý, đề xuất các giải pháp chiến lược và giảm thiểu tác hại: Nghiên cứu điển hình cho đồng bằng sông Hồng và Nam Trung Bộ” do TS. Nguyễn Lập Dân (2010) thực hiện đã xây dựng hệ thống quản lý hạn hán vùng đồng bằng sông Hồng (ĐBSH), hệ thống quản lý sa mạc hóa vùng Nam Trung Bộ và đề xuất các giải pháp chiến lược và

tổng thể quản lý hạn ở cấp Quốc gia, phòng ngừa, ngăn chặn và phục hồi các vùng hoang mạc hóa, sa mạc hóa [18]. Hiện nay có một số đề tài KHCN cấp Nhà nước liên quan đến hạn hán hoặc ứng dụng mô hình động lực DBKH đang được triển khai thực hiện như đề tài về hạn kinh tế - xã hội vùng ĐBSH do Viện Địa lý thực hiện, TS. Vũ Thu Lan là chủ nhiệm, đề tài nghiên cứu về tác động của ENSO đến lũ lụt, hạn hán ở Việt Nam và khả năng dự báo với cách tiệm cận thống kê nhằm xây dựng các mô hình dự báo do Trung tâm KHCN KTTVMT thực hiện, GS. TS. Nguyễn Trọng Hiệu làm chủ nhiệm và đề tài nghiên cứu về ứng dụng mô hình động lực DBKH cho Việt Nam với thời hạn trên 3 tháng do Trường Đại học KHTN chủ trì thực hiện (GS. TS. Phan Văn Tân làm chủ nhiệm đề tài).

#### **1.4. Tổng quan bài học kinh nghiệm ứng phó với các hiện tượng cực đoan liên quan đến lượng mưa ở Việt Nam**

##### ***1.4.1. Mưa lớn gây lũ lụt, lũ quét***

###### **Bài học kinh nghiệm ứng phó với lũ lụt ở Việt Nam [43].**

Qua các trận lũ Đồng bằng sông Cửu Long nhận thấy, công tác ứng phó với lũ lụt hầu như mới chỉ tập trung vào cứu trợ, khắc phục hậu quả sau lũ, các hoạt động phòng tránh trước khi lũ xảy ra chưa được quan tâm đúng mức. Người dân chưa có kinh nghiệm, nhận thức và kiến thức trong công tác đối phó với thiên tai.

Liên tiếp trong những năm đầu của thập niên 90 thế kỷ trước, vùng Đồng bằng sông Cửu Long đã xuất hiện những trận lũ lớn gây thiệt hại đáng kể cho sản xuất, tài sản, cơ sở hạ tầng và tính mạng người dân. Nhiều chính sách đối với lũ lụt được đưa ra, trong đó phải kể đến Quyết định số 99/TTg về định hướng dài hạn và kế hoạch 5 năm (1996-2000) đối với việc phát triển thủy lợi, giao thông vùng đồng bằng sông Cửu Long. Năm 1996, dự án nghiên cứu về kiểm soát lũ ở tứ giác Long Xuyên cũng được triển khai với thành quả là công trình thoát lũ ra biển Tây. Hiệu quả của Dự án này đã được kiểm chứng qua việc không chế thành công lũ năm 1999, phát huy hiệu quả công trình trong trận lũ

lịch sử năm 2000 khi kênh Vĩnh Tế và hệ thống thoát lũ đã vận chuyển được 13 tỷ m<sup>3</sup>, góp phần làm giảm ngập lụt cho khu vực. Đến nay, sau hơn 10 năm vận hành, hệ thống thoát lũ biển Tây ngày càng phát huy hiệu quả toàn diện, các mục tiêu tổng hợp của công trình như ngăn lũ, thoát lũ, cải tạo môi trường, tạo nguồn, giữ nước và phối hợp thủy lợi – giao thông – dân cư được thực hiện đồng bộ (Bộ TNMT).

Do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, tình hình bão, lũ ngày càng phức tạp, có chiều hướng gia tăng cả về cường độ, tần suất xuất hiện, tính bất thường và mức độ nguy hiểm. Hình thế thời tiết gây mưa lũ lớn thường không phải do bão lớn, mà là do hoàn lưu sau bão, hội tụ nhiệt đới....Theo đánh giá của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, ngoài nguyên nhân kể trên, một trong những nguyên nhân dẫn đến lũ lụt kéo dài ở khu vực ven biển miền Trung là do quá trình đô thị hoá đã san lấp khu vực ven dòng chảy, cửa sông; rừng đầu nguồn, rừng phòng hộ bị thu hẹp, việc xây dựng cơ sở hạ tầng giao thông, một số các tuyến quốc lộ 1A, đường Hồ Chí Minh, đường sắt Bắc Nam có cao trình cao hơn tạo thành tuyến ngăn lũ. Ngoài ra, còn có các nguyên nhân như không quy hoạch cụ thể các hệ thống giao thông, các công trình phúc lợi phù hợp, nhất là hệ thống thủy lợi, thủy điện. Đến nay, nhiều hồ chứa nước thủy điện đã có quy trình vận hành, nhưng hầu hết các hồ chứa ở những công trình thủy điện vừa và nhỏ khi thiết kế xây dựng không có dung tích phòng lũ, không có tác dụng cắt lũ cho vùng hạ lưu; không có tràn sự cố, cho nên khi gặp mưa to, lũ lớn là xả để bảo đảm an toàn cho công trình mà chưa quan tâm đến thiệt hại của vùng hạ lưu công trình.

### **Bài học kinh nghiệm ứng phó với lũ quét ở Việt Nam [43]:**

Công tác di dời dân cư tại các vùng có nguy cơ xảy ra lũ đã làm giảm đáng kể thiệt hại về người, tuy nhiên quá trình thực hiện biện pháp này tốn rất nhiều thời gian và công sức vì ở địa bàn miền núi, người dân sống phân tán và hệ thống giao thông kém. Nhiều tổ chức phi chính phủ cũng đã tham gia hỗ trợ việc di dời người dân khỏi những nơi nguy hiểm. Kinh nghiệm cho thấy do tập

quán sinh hoạt lâu đời, rất khó thuyết phục bà con di chuyển hẳn đến nơi ở mới. Cần làm các nhà tạm lánh, hoặc thuyết phục bà con sinh sống tại nơi mới nhưng vẫn duy trì làm nương ruộng và chăm sóc gia súc gia cầm ở nhà cũ. Các biện pháp về di dời chỉ hiệu quả khi biết trước khả năng xảy ra lũ quét, tức là những thông tin cảnh báo, dự báo lũ quét (Trần Thục, Lã Thanh Hà, 2012).

Nguồn lực hạn chế là một trong những vấn đề quan trọng nhất trong công tác phòng ngừa và ứng phó với thiên tai (SREX, 2012). Lũ quét thường xảy ra ở các tỉnh miền núi, kinh tế chưa phát triển và trình độ dân trí thấp. Những người nghèo là đối tượng dễ bị tổn thương do thiên tai, bất chấp những nỗ lực của Chính phủ bỏ ra nhằm bảo vệ họ (World Bank, 2011b).

Để khắc phục một phần hạn chế về nguồn lực, các tổ chức phi chính phủ đã chỉ ra rằng công tác phòng tránh và giảm nhẹ thiệt hại của lũ quét cần phải có sự tham gia của người dân.

Tổ chức cuộc diễn tập phòng tránh và giảm nhẹ thiệt hại do lũ quét gây ra là rất quan trọng giúp chính quyền và người dân tích lũy kinh nghiệm và phản ứng kịp thời khi lũ quét bất ngờ xảy ra.

Ngoài những can thiệp trước mắt, các tổ chức phi chính phủ cho rằng cần có những biện pháp kết hợp như hỗ trợ một số các hoạt động sinh kế để cải thiện cuộc sống và thích ứng với BĐKH cho các hộ gia đình và đặc biệt là hộ nghèo ở địa bàn thường xuyên bị lũ quét và sạt lở đất. Sự tự chủ về kinh tế khiến bà con ứng phó tốt hơn trong những tình huống khẩn cấp xảy ra.

Kết hợp các hoạt động phòng tránh và giảm nhẹ lũ quét cần được xem xét và đánh giá trong bối cảnh chung với các tác động khác do BĐKH gây ra. Cần khuyến khích sự tham gia của người dân vào công tác đánh giá tác động, cung cấp cho họ thông tin về BĐKH và chương trình Giảm phát thải khí nhà kính từ mất rừng và suy thoái rừng (REDD+), khuyến khích người dân bảo vệ rừng đầu nguồn – lá chắn và tấm đệm làm giảm cường độ của các trận lũ quét.

**Bài học kinh nghiệm ứng phó với ngập lụt đô thị [43].**

Ngập lụt ở đô thị là một hiện tượng ngày càng phổ biến tại Việt Nam. Ngập lụt đô thị thường không gây nhiều thiệt hại về sinh mạng song lại gây tổn thất lớn về tài sản, ảnh hưởng nhiều đến đời sống sinh hoạt và sản xuất do những khu vực này có mật độ dân cư và cơ sở vật chất, của cải, tài sản tập trung cao.

Mỗi khu vực đô thị có những đặc điểm ngập lụt và nguyên nhân khác nhau, do đó đòi hỏi có những biện pháp phòng chống khác nhau.

Đối với khu vực đô thị như Hà Nội, vấn đề ngập lụt không chịu nhiều tác động của lũ thượng nguồn do có hệ thống đê bảo vệ cùng với hệ thống các khu phân chậm lũ và hàng loạt hồ chứa trên hệ thống sông Hồng. Ngập lụt ở Hà Nội chủ yếu là do mưa lớn cục bộ. Để giải quyết bài toán ngập lụt ở đây, biện pháp chính là cần có hệ thống cấp thoát nước đồng bộ cũng như nâng cấp và vận hành tốt các trạm bơm tiêu thoát nước.

Đối với khu vực trũng thấp như thành phố Hồ Chí Minh, do nằm ở vùng cửa của nhiều con sông lớn thuộc hệ thống sông Đồng Nai nên chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của những biến động dòng chảy trên sông và dòng triều trên biển. Trong khu vực cũng có những hồ chứa lớn ở thượng nguồn nhưng dung tích phòng lũ không lớn. Do đó, vấn đề ngập tại thành phố Hồ Chí Minh chủ yếu là do mưa và thủy triều, đôi khi cũng do chính việc xả lũ của các hồ chứa.

Đối với các thành phố ở miền Trung, do nằm bên các dòng sông có đặc điểm ngắn và dốc nên vấn đề ngập lụt phần lớn là do lũ thượng nguồn tràn bờ gây ra. Trên các hệ thống sông ở miền Trung có khá nhiều hồ chứa lớn, tuy nhiên, hầu hết các hồ chứa này đều không có hoặc có dung tích phòng lũ không đáng kể. Đôi khi, việc xả lũ đột ngột của các hồ chứa này cũng gây ngập lụt đáng kể cho các đô thị dưới hạ lưu.

Các đô thị của Việt Nam hiện nay đặc biệt nhạy cảm với những thiên tai, trong đó có ngập lụt. Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh và các đô thị khác ở Việt Nam đang dần mở rộng do sự gia tăng dân số và sức ép về cơ sở hạ tầng. Tuy nhiên, công tác quy hoạch của các đô thị chưa tốt, chưa lồng ghép yếu tố thích

ứng BDKH nên nguy cơ bị tác động bởi thiên tai, đặc biệt là ngập lụt do mưa cục đơan và nước biển dâng.

Về đõi phó khẩn cấp trong các trường hợp ngập lụt đô thị thời gian gần đây, Chính phủ và các ban, ngành Trung ương, địa phương đã có những hành đõng cứu hộ, cứu nạn kịp thời, đã huy đõng đợc sự phối hợp giữa các đơn vị liên quan Công an thành phố, Sở Giao thông công chính thành phố, Công ty TNHH MTV Thoát nước đô thị. Tuy nhiên, vì phương tiện tại chỗ nhiều nơi còn thiếu, người dân còn chủ quan dẫn đến nhiều thiệt hại.

Để phòng chống ngập lụt đô thị hiệu quả thì vấn đề quy hoạch tổng thể và đõng bộ lồng ghép thích ứng BDKH cần phải đợc xem xét hàng đầu. Thực tế các giải pháp riêng lẻ đã không mang lại hiệu quả.

### **Bài học kinh nghiệm ứng phó với điều kiện khô hạn và hạn hán [43]:**

#### **(1) Các hành đõng can thiệp**

Đõi với hạn hán năm 1997- 1998, cơ quan KTTV và Bộ NN& PTNT đã sớm dự báo tình hình hạn hán nghiêm trọng xảy ra. Các tỉnh và cơ quan chức năng các địa phương đều có kế hoạch và thực hiện nhiều biện pháp để đõi phó và giảm nhẹ thiên tai nhưng với tiềm năng kinh tế có hạn, cơ sở hạ tầng về thủy lợi và dân sinh còn thiếu và qui mô không lớn, nên kết quả đạt đợc bị hạn chế rất nhiều.

Đến trận hạn năm 2004- 2005, để đõi phó một cách khẩn cấp Bộ NN&PTNT đã đề ra một số giải pháp thiết thực như sau:

- Quản lý chặt chẽ nguồn nước hiện có để sử dụng hiệu quả, đúng lúc. Trong lúc nguồn nước hồ và tự nhiên còn khá thì phải tận dụng tối đa nước tự nhiên, bơm từ các sông suối. Dành nước hồ cho thời kỳ khó khăn nhất.

- Nạo vét đẽ trong trường hợp nước thấp nhất vẫn dẫn đợc nước. Chính phủ hỗ trợ khẩn cấp cho 2 trục lớn của đõng bằng sông Hồng là hệ thống sông Nhuệ và Bắc Hưng Hải 30 tỷ đõng để nạo vét các cửa khẩu, các trục chính.

- Điều hành, quản lý tốt nước phân phối, luân phiên giữa các địa phương để đõi phó nước tưới có hiệu quả.

- Sử dụng nước tiết kiệm<sup>1</sup>.

Trong công tác cứu trợ khẩn hạn, một số NGO như Oxfam, World Vision đã giúp người dân tại Ninh Thuận chống chọi với hạn hán thông qua cung cấp lương thực, nước, đồ chứa, hạt giống và cải tạo nguồn nước (Oxfam,2005)<sup>2</sup>.

Trận hạn hán 2010 đã có sự quan tâm chỉ đạo trực tiếp từ Chính phủ. Chính phủ đã yêu cầu Bộ NN&PTNN chỉ đạo các địa phương chuyển sang gieo cấy lúa mùa hoặc trồng cây lương thực ngắn ngày đối với diện tích không đảm bảo nguồn nước, trồng rau màu và các cây họ đậu có nhu cầu dùng nước ít; đồng thời có giải pháp cung cấp nước sinh hoạt cho nhân dân và nước uống cho gia súc.

### **Chính phủ cũng yêu cầu:**

- Các địa phương chủ động sử dụng nguồn ngân sách địa phương cho phòng, chống thiên tai để chi cho công tác chống hạn. Địa phương quá khó khăn có thể được hỗ trợ từ chính phủ. Thủ tướng ra quyết định hỗ trợ 300 tỉ đồng phân bổ về các tỉnh, đặc biệt hỗ trợ Bắc Trung Bộ 185 tỉ đồng, duyên hải Nam Trung Bộ 115 tỉ đồng để phục vụ công tác bơm nước chống hạn; những vùng cây trồng xác định mất trắng cần nhanh chóng mua giống để gieo trồng lại.

- Tập đoàn Điện lực Việt Nam ưu tiên cung cấp đủ điện phục vụ công tác chống hạn.

- Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia theo dõi chặt chẽ và thông báo kịp thời về dự báo, cảnh báo tình hình khô hạn, thiếu nước.

- Các Sở NN&PTNT và chính quyền địa phương triển khai đồng bộ các biện pháp chống hạn như: sử dụng nước tiết kiệm, đảm bảo cấp đủ nước dưỡng cho các diện tích lúa đã gieo cấy, diện tích có khả năng cấp nước cho canh tác lúa thì tranh thủ gieo trồng khi còn thời vụ...

### **(2) Bài học kinh nghiệm**

---

<sup>1</sup> <http://vnexpress.net/tin-tuc/thoi-su/nuoc-song-hong-can-toi-muc-co-the-loi-bo-qua-2029599.html>

<sup>2</sup> Oxfam, Report: Assessment of the Impact of Drought In Ninh Thuan Province, Vietnam, 2005.

Để giải quyết vấn đề hạn hán, thiếu nước cũng như phòng chống các tác hại do thiếu nước gây ra một cách lâu dài, bền vững cần phải thực hiện đồng thời nhiều biện pháp, trong đó, biện pháp sử dụng hợp lý tài nguyên nước là quan trọng, cụ thể:

- Xây dựng quy hoạch tổng hợp về tài nguyên nước lưu vực sông, vùng trọng điểm. Lập kế hoạch khai thác, sử dụng hợp lý tài nguyên nước cho từng địa phương, ngành;

- Quy hoạch phát triển nguồn nước, bao gồm các biện pháp công trình và phi công trình; gắn với việc bảo vệ, phát triển rừng và khả năng tái tạo nguồn nước;

- Xây dựng chính sách, cơ chế quản lý, vận hành, điều hoà phân phối nguồn nước các hồ chứa lớn đa mục tiêu;

- Xây dựng chính sách quy định thứ tự ưu tiên chia sẻ nguồn nước theo đối tượng sử dụng nhằm bảo đảm lợi ích chung và theo mức độ hạn hán thiếu nước;

- Chuyển đổi cơ cấu kinh tế cho phù hợp với khả năng nguồn nước ở mỗi vùng mỗi lưu vực sông, điều kiện tự nhiên. Xây dựng các mô hình với các loại cây, con đã được thử nghiệm có khả năng chịu khô hạn, tiêu thụ ít nước;

- Khuyến khích các kỹ thuật và công nghệ thúc đẩy việc dùng nước tiết kiệm, sử dụng tuần hoàn, tái sử dụng và giảm thiểu ô nhiễm nước;

- Xây dựng cơ chế, bộ máy làm công tác quản lý hạn hán, thiếu nước (*Lê Sâm và Nguyễn Đình Vương, 2008*).

Bên cạnh đó, công tác theo dõi, dự báo hạn cũng cần thực hiện thường xuyên, liên tục để có kế hoạch phòng chống, ứng phó hạn hán một cách chủ động và kịp thời. Ngoài ra, trồng rừng và bảo vệ rừng cũng là biện pháp giữ nước, hạn chế bốc hơi... giúp phòng chống hạn hán hiệu quả (*Nguyễn Đức Ngữ, 2002*).

## **1.5. Mục tiêu và cơ sở pháp lý của Nhiệm vụ**

### **1.5.1. Mục tiêu của Nhiệm vụ**

Trước đây, nghiên cứu về sự biến đổi lượng mưa còn gặp rất nhiều trở ngại do số liệu quan trắc còn rời rạc, thiếu sót. Ngày nay với sự phát triển của các mô hình số và vệ tinh, số liệu trở nên phong phú đầy đủ và chính xác hơn. Thêm vào đó, với sự phát triển của khoa học công nghệ, các hệ thống máy tính năng lực tính toán lớn có thể thực hiện những bài toán lớn, chạy được nhiều mô hình khí hậu, quản lý và lưu trữ một khối lượng số liệu lớn. Những điều này sẽ hỗ trợ lớn cho việc xác định tính chất, mức độ và xu thế biến đổi của lượng mưa tại 3 vùng: Tây Bắc, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên cả trong quá khứ và tương lai. Đây cũng là một trong những vấn đề nghiên cứu khá mới ở Việt Nam.

#### **Mục tiêu chung:**

Xác định được tính chất, mức độ và xu thế biến đổi của lượng mưa tại vùng: Tây Bắc, Nam Trung Bộ, Tây Nguyên ở Việt Nam theo kịch bản biến đổi khí hậu; xác định được các lĩnh vực bị tác động trực tiếp bởi sự biến đổi lượng mưa và các giải pháp thích ứng phù hợp với biến đổi khí hậu ở Việt Nam

#### **Mục tiêu cụ thể:**

- Xác định được tính chất, mức độ và xu thế biến đổi của lượng mưa trong tương lai so với thời kỳ chuẩn tại những vùng thường xuyên khô hạn ở Việt Nam gắn với các kịch bản biến đổi khí hậu
- Xác định được các lĩnh vực bị tác động trực tiếp bởi sự biến đổi của lượng mưa và đề xuất các giải pháp thích ứng phù hợp với sự biến đổi lượng mưa trong điều kiện BĐKH của 3 vùng: Tây Bắc, Nam Trung Bộ, Tây Nguyên.

### **1.5.2. Cơ sở pháp lý của Nhiệm vụ**

Các căn cứ pháp lý của việc xây dựng và thực hiện nhiệm vụ bao gồm:

- Thông tư liên tịch số 07/2010/TTLT-BTC-BKHCN-BTNMT ngày 15/3/2010 Hướng dẫn quản lý, sử dụng kinh phí ngân sách nhà nước thực hiện Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với BĐKH giai đoạn 2009-2015;

- Quyết định 2139/ QĐ-BTNMT ngày 31 tháng 5 năm 2011 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành quy chế Quản lý các đề án, dự án, nhiệm vụ chuyên môn thuộc Bộ Tài nguyên và Môi trường;

- Quyết định 2139/ QĐ-TTg ngày 05 tháng 12 năm 2011 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chiến lược quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu;

- Quyết định số 1183/QĐ-TTg ngày 30/8/2012 của Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với BĐKH giai đoạn 2012-2015.

## CHƯƠNG 2: SỐ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Đề đạt được các mục tiêu và nội dung như đã đề cập trong Chương 1, một trong những vấn đề then chốt là số liệu phục vụ các nội dung nghiên cứu và phương pháp thực hiện. Các nội dung này sẽ được trình bày chi tiết trong Chương 2. Cụ thể như sau:

### 2.1. Phạm vi khu vực nghiên cứu

(1) **Khu vực Tây Bắc:** Trong khuôn khổ nghiên cứu của Nhiệm vụ, khu vực Tây Bắc được lựa chọn bao gồm các tỉnh sau: Lai Châu, Lào Cai, Điện Biên, Yên Bái và Sơn La (Hình 2.1).



Hình 2.1. Bản đồ khu vực Tây Bắc

(2) **Khu vực Nam Trung Bộ:** Trong khuôn khổ nghiên cứu của Nhiệm vụ, khu vực Nam Trung Bộ bao gồm các tỉnh ven biển từ Đà Nẵng - Quảng Nam đến Bình Thuận. Phía Tây của Nam Trung Bộ là vùng đồi núi, trong đó có nhiều núi cao trên 1500m thuộc Trường Sơn Nam. Từ Tây sang Đông là sự chuyển tiếp từ vùng núi sang vùng đồi, địa hình thấp dần. Phía Đông của Nam Trung Bộ là vùng đồng bằng duyên hải từ đèo Hải Vân đến hết Bình Thuận. Ở phía Bắc là ba đồng bằng Quảng Nam, Quảng Ngãi và Bình Định tương đối

rộng, nhiều nơi len lỏi lên vùng đồi, ngược theo các thung lũng sông. Ở phía Nam, các đồng bằng Phú Yên, Khánh Hoà, Ninh Thuận, Bình Thuận tương đối hẹp, hẹp nhất ở Khánh Hoà, Ninh Thuận. Các đồng bằng thường bị ngăn cách bởi các đèo thấp như đèo Cù Mông, đèo Cả, .... (Hình 2.2).



Hình 2.2. Bản đồ khu vực Nam Trung Bộ

**(3) Khu vực Tây Nguyên:** Tây Nguyên là vùng sơn nguyên đồ sộ, có nhiều cao nguyên, phần lớn là cao nguyên ba dan, nhiều khối núi xen kẽ nhau, giữa chúng là những vùng trũng và thung lũng. Phía Bắc Tây Nguyên là khu vực đồi núi sông Bung tương đối thấp và có hướng Tây - Đông. Tiếp đó là khối Kon Tum nhô cao hẳn lên, nhiều núi cao trên 2000m, chạy theo hướng Tây Bắc -

Đông Nam, bao gồm Ngọc Linh (2598m), Ngọc Niay (2259m), Ngọc Krinh (2025m). Quá về phía Nam, địa hình lại thấp xuống, núi chỉ còn khoảng 1000m đồng thời phát triển địa hình đồi và cao nguyên. Ở đây, hai cao nguyên Kon Tum - Plei Ku và cao nguyên Đăk Lăk có độ cao 700 - 800m. ở cực Nam, địa hình lại cao lên, với một số núi cao trên 2000m như Vọng Phu (205m), Chư Yang Sin (2405m), Lang Biang (2163m), ... Đại bộ phận đất đai Tây Nguyên thuộc Tây Trường Sơn, tương đối phẳng và thoải so với Đông Trường Sơn.



Hình 2.3. Bản đồ khu vực Tây Nguyên

## 2.2. Số liệu nghiên cứu

### 2.2.1. Các loại số liệu và nguồn gốc

Các loại số liệu chính được sử dụng trong nghiên cứu của Nhiệm vụ bao gồm: (1) Số liệu quan trắc tại trạm; (2) Số liệu mô phỏng và dự tính bằng mô hình khí hậu khu vực PRECIS; (3) Số liệu kịch bản biến đổi khí hậu trong thế kỷ 21 ở Việt Nam (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012).

#### (1) Số liệu quan trắc tại trạm:

Số liệu quan trắc được thu thập bao gồm số liệu lượng mưa và bốc hơi tháng được thu thập 82 trạm/3 vùng nghiên (Bảng 2.1). Bộ số liệu quan trắc được thu thập từ Trung tâm Tư liệu Khí tượng Thủy văn, Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia.

Bảng 2.1. Danh sách các trạm thu thập số liệu phục vụ các nội dung nghiên cứu

Khu vực Tây Bắc		Khu vực Nam Trung Bộ		Khu vực Tây Nguyên	
TT	Tên trạm	TT	Tên trạm	TT	Tên trạm
1	Bắc Mê	1	Ba Tơ	1	An Khê
2	Bắc Yên	2	Cam Ranh	2	Ayun Pa
3	Chi Nê	3	Đà Nẵng	3	B.M. thuật
4	Cò Nòi	4	Hàm Tân	4	Bảo Lộc
5	Điện Biên	5	Hoài Nhơn	5	Buôn Hồ
6	Hoà Bình	6	Nha Trang	6	Đác Nông
7	Hoàng Su Phì	7	Phan Thiết	7	Đắc Tô
8	Kim Bôi	8	Phú Quý	8	Đà Lạt
9	Lạc Sơn	9	Quảng Ngãi	9	Kon Tum
10	Lai Châu	10	Quy Nhơn	10	Liên Khương
11	Mộc Châu	11	Sơn Hoà	11	M'đrăc
12	Mường Tè	12	Tam Kỳ	12	P-lâyCu
13	Pha Đin	13	Trà My		
14	Phù Yên	14	Trường Sa		
15	Quỳnh Nhai	15	Tuy Hoà		
16	Sìn Hồ				
17	Sông Mã				
18	Sơn La				
19	Tam Đường				
20	Thạn Uyên				
21	Tuần Giáo				
22	Yên Châu				

## **(2) Số liệu mô phỏng và dự tính bằng mô hình PRECIS:**

Số liệu kịch bản được sử dụng trong nghiên cứu là sản phẩm của mô hình PRECIS cho các thời kỳ trong tương lai và thời kỳ chuẩn (1980-1999) đối với kịch bản trung bình (A1B) do Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường cung cấp. Mô hình PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies) là mô hình động lực khí hậu khu vực, được xây dựng bởi Trung tâm Nghiên cứu Khí tượng Hadley nhằm phục vụ việc xây dựng các kịch bản biến đổi khí hậu cho khu vực nhỏ. Cho khu vực Việt Nam, mô hình được chạy với độ phân giải ngang là 25 km x 25 km với 5 phương án số liệu đầu vào. Mỗi phương án là một thành phần khác nhau của mô hình toàn cầu ứng với kịch bản phát thải trung bình A1B. Thời kỳ thực hiện tính toán từ 1950 đến 2100 (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012). Các phương án chạy mô hình PRECIS bao gồm: Q0, Q3, Q10, Q11 và Q13. Mỗi phương án là một thành phần khác nhau của mô hình toàn cầu ứng với kịch bản phát thải trung bình A1B. Cho khu vực Việt Nam, mô hình PRECIS được chạy với độ phân giải ngang là 25 km x 25 km. Trong đó:

- Q0: Là phương án chạy đầu vào từ sản phẩm mô hình HadCM3 không qua xử lý hiệu chỉnh;
- Q3: Là phương án chạy đầu vào từ sản phẩm mô hình HadCM3. Trong đó sản phẩm dự tính từ HadCM3 không qua xử lý hiệu chỉnh;
- Q10: Là phương án chạy đầu vào từ sản phẩm mô hình HadCM3 với kết quả dự tính khí hậu toàn cầu thiên khô;
- Q11: Là phương án chạy đầu vào từ sản phẩm mô hình HadCM3 với kết quả dự tính toàn cầu thiên ẩm;
- Q13: Là phương án chạy đầu vào từ sản phẩm mô hình HadCM3 với dự tính biến đổi của nhiệt độ là nhiều nhất.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng kết quả của mô hình theo các phương án Q10 và Q11. Để đơn giản, kịch bản Q10 (thiên ẩm) được gọi là kịch

bản phương án cao nhất và Q11 (thiên khô) được gọi là phương án kịch bản thấp nhất.

### **(3) Số liệu kịch bản biến đổi khí hậu trong thế kỷ 21 ở Việt Nam**

Số liệu kịch bản biến đổi khí hậu ở các thời kỳ trong thế kỷ 21 (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012) [4] do Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu cung cấp. Số liệu được thu thập là số liệu biến đổi lượng mưa (tháng, mùa, năm) so với thời kỳ 1980-1999 ở các thời kỳ trong thế kỷ 21. Kịch bản biến đổi lượng mưa được thu thập từ 3 kịch bản: 1) Thấp (B1); 2) Trung bình (B2); và cao (A2).

#### ***2.1.2. Phương pháp xử lý số liệu thô***

Mọi nguồn số liệu đều có thể có các sai số bởi nhiều nguyên nhân khác nhau. Bởi vậy, trước khi tiến hành tính toán cần phải kiểm tra, xử lý số liệu ban đầu để đảm bảo rằng các tập số liệu được sử dụng là đáng tin cậy. Thông thường, số liệu quan trắc thường có nhiều sai số khác nhau, trong đó có ba loại sai số chính là: Sai số thô, sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên. Số liệu được thu thập từ kho lưu trữ của trung tâm Tư liệu là số liệu đã được kiểm tra chất lượng, vì vậy sai số ngẫu nhiên và sai số hệ thống được coi như đã xử lý. Do đó chỉ có thể tồn tại sai số thô do lỗi sao chép, lỗi viết chữ số không rõ ràng, nhập máy tính nhầm lẫn....

Bài toán xử lý số liệu thô, thực chất là phát hiện các giá trị khác thường của chuỗi số liệu. Việc phát hiện các giá trị khác thường được thực hiện theo hai phương pháp sau:

Phương pháp “ba xích ma”: Sắp xếp các giá trị trong chuỗi từ nhỏ đến lớn, kiểm tra các phần tử trong chuỗi so với trung bình chuỗi cộng với ba độ lệch tiêu chuẩn, các thành phần trong chuỗi lớn hơn giá trị này được nghi ngờ là khác thường.

Phương pháp kiểm nghiệm xác định giá trị khác thường được thực hiện theo các bước sau đây:

Bước 1: Sắp xếp giá trị của chuỗi số liệu từ nhỏ đến lớn:  $x_1, x_2, \dots, x_{n-2}, x_{n-1}, x_n$ . Những số liệu cận kề cận trên và dưới là những giá trị lớn nhất và nhỏ nhất được nghi ngờ có thể là khác thường (nhỏ nhất  $x_1$  và lớn nhất  $x_n$ ).

Bước 2: Xác định giá trị ( $r_{11}$ ) bằng biểu thức:

- Đối với giá trị khác thường bé:

$$r_{11} = \frac{x_3 - x_2}{x_{n-2} - x_2} \quad (2.1)$$

- Đối với giá trị khác thường lớn:

$$r_{11} = \frac{x_n - x_{n-2}}{x_{n-2} - x_2} \quad (2.2)$$

Bước 3: Sử dụng phương pháp kiểm nghiệm Student với giả thiết  $H_0$ :  $x_1$  và  $x_n$  là không dị thường với ( $\alpha=5\%$  và  $\alpha=1\%$ ). Nếu  $r_{11} \geq r_{11\alpha}$  thì chấp nhận giả thiết  $H_0$ , có nghĩa giá trị  $x_1$  và  $x_n$  là khác thường. Nếu  $r_{11} \leq r_{11\alpha}$  thì bác bỏ giả thiết  $H_0$ , có nghĩa giá trị  $x_1$  và  $x_n$  không phải là điểm khác thường.

Bước 4: Nếu giá trị  $x_1$  và  $x_n$  là khác thường, giá trị này được kiểm duyệt lại đối chiếu với tập số liệu gốc, và kiểm nghiệm thành phần tiếp theo tương tự phương pháp trên ( $r_{ij}$ ).

### **2.1.3. Phương pháp bổ khuyết số liệu**

Trong quá trình nghiên cứu có thể do một lý do khách quan nào đó, số liệu khuyết thiếu và bị gián đoạn. Ngoài ra, để phục vụ đánh giá so sánh biến đổi của lượng mưa ở các vùng, số liệu quan trắc tại các trạm sẽ được quy về cùng thời kỳ 1961-2010. Chúng tôi tiến hành bổ khuyết và quy số liệu theo phương pháp sau:

Đối với các trường khí tượng trên thực tế thường giả thiết chấp nhận là đồng nhất và đẳng hướng địa phương. Tức là trong cùng một khu vực có nhiều trạm phân bố tại những địa điểm khác nhau, nhưng nhìn chung các trạm đều nằm trong cùng một phạm vi tác động của các nhân tố khí hậu. Như vậy hai trạm kế cận trong khu vực sẽ cùng chịu những tác động đồng thời của các nhân tố khí hậu. Và do đó từ những thông tin có được về mức độ tác động của trạm này ta có thể suy ra được mức độ tác động của trạm kia. Trên cơ sở qui luật phụ

thuộc thống kê giữa hai chuỗi được xây dựng từ nhóm n năm mà cả hai trạm cùng có số liệu, ta sẽ bỏ khuyết cho trạm bất kỳ dựa trên thông tin của trạm chuẩn trong vùng.

Các trạm chuẩn ở 3 vùng khí hậu được lựa chọn bao gồm: **Sơn La** (Tây Bắc), **Quy Nhơn** (Nam Trung Bộ), **Plâycu** (Tây Nguyên). Các trạm này mang đặc trưng chung nhất cho các vùng và có độ dài chuỗi số liệu đầy đủ nhất.

#### ***a. Các bước bỏ khuyết số liệu***

- Bước 1: Bỏ khuyết số liệu theo tháng cho các trạm chuẩn được lựa chọn ở các vùng khí hậu trong cả nước theo trạm chuẩn Hà Nội;

- Bước 2: Bỏ khuyết số liệu cho các trạm trong vùng theo trạm chuẩn được lựa chọn trong vùng đó.

#### ***b. Phương pháp bỏ khuyết số liệu***

Giả sử A là một trạm có n trị số của một đại lượng quan trắc nào đó, n trị số này có thể là những trị số ứng với n năm liên tiếp hoặc không liên tiếp. Trong khi đó, B là trạm khí tượng có N năm trị số. Ở đây N lớn hơn n và bao hàm n. Bỏ khuyết số liệu tức là ước lượng các trị số của A trong N - n năm còn lại của A.

Điều kiện cơ bản để ước lượng các trị số khuyết của A theo B là A và B đều thuộc phạm vi tác động chung của các quá trình thời tiết. Khi đó, ứng với n thời điểm mà cả hai trạm A và B đều có n trị số quan trắc lần lượt dưới đây:

$$y_1, y_2, y_n, \dots, y_n \text{ và } x_1, x_2, \dots, x_n$$

Ta dễ dàng tính được trị số trung bình số học của cả hai chuỗi ứng với thời gian quan trắc n nói trên:

$$\bar{y}_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n y_t \quad (2.3)$$

$$\bar{x}_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n x_t \quad (2.4)$$

Ứng với N thời điểm ta chỉ quan trắc được

$$x_1, x_2, \dots, x_N$$

Khi đó, ước lượng các giá trị lượng mưa và bốc hơi khuyết của trạm A được tính theo các phương trình sau đây:

- Đối với lượng mưa và bốc hơi, ước lượng giá trị theo phép quy chính tắc tỷ số tức là bằng phương trình tỷ số:

$$y_N' = k \cdot x_N \quad (2.5)$$

$$\text{Với} \quad k = \frac{\overline{x_n}}{\overline{y_n}} \quad (2.6)$$

## 2.3. Phương pháp nghiên cứu

### 2.3.1. Phương pháp đánh giá các đặc trưng của lượng mưa

Trên cơ sở các chuỗi số liệu đã được kết nối và xử lý, chúng tôi đã lựa chọn và tính toán một số các đặc trưng của lượng mưa cho các khu vực nghiên cứu. Có thể nói việc tính toán và chọn các đặc trưng, chỉ tiêu,... không phức tạp với các phương tiện tính toán hiện nay, nhưng khối lượng xác định là rất lớn.

Các đặc trưng được lựa chọn:

- Trung bình tháng;
- Trung bình mùa;
- Trung bình năm

Các đặc trưng trung bình này được tính toán theo công thức 2.7.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n x_t \quad (2.7)$$

Trong các công thức 2.7  $\{x_t, t = 1, \dots, n\}$  là chuỗi thời gian số liệu các yếu tố  $\bar{x}$  tương ứng là trung bình số học của  $\{x_t, t = 1, \dots, n\}$ .

### 2.3.2. Lựa chọn chỉ số khô hạn phục vụ đánh giá thiếu hụt lượng mưa

Để đánh giá lượng mưa (thiếu hụt hay thừa nước mưa), có thể sử dụng các đặc trưng thống kê (trung bình, chuẩn sai, ...) hoặc sử dụng các chỉ số khô hạn.

Chỉ số hạn, ký hiệu là  $H_t$ , là một trị số hoặc một hàm phản ánh tương quan so sánh giữa phần chi chủ yếu ( $C_t$ ) và phần thu chủ yếu ( $T_t$ ) của cán cân nước vào thời gian  $t$  (05 ngày, 10 ngày, tháng, mùa, vụ, năm,...).

$$H_t = \frac{C_t}{T_t} \quad (2.8)$$

$C_t$ : Phần chi chủ yếu của cán cân nước vào thời gian  $t$ .

$T_t$ : Phần thu chủ yếu của cán cân nước vào thời gian  $t$ .

Trong phạm vi nghiên cứu của Nhiệm vụ, chúng tôi kế thừa các nghiên cứu trước đó của Nguyễn Văn Thắng (2007) [26], Nguyễn Quang Kim (2005) [19], Trần Thục (2008) [40] để lựa chọn chỉ số khô hạn phục vụ đánh giá mức độ thiếu hụt lượng mưa ở các khu vực thường xuyên thiếu hụt mưa. Cụ thể, các chỉ số được lựa chọn:

**(1) Chỉ số phần trăm (hay còn gọi là chỉ số tỷ chuẩn -TC):**

$$TC = \frac{R_t}{\bar{R}} \times 100\% \quad (2.9)$$

Trong đó:  $R_t$  là lượng mưa thời kỳ  $t$  (tháng, mùa, vụ, năm,...);  $\bar{R}$  là lượng mưa trung bình nhiều năm hoặc trung bình theo thời kỳ chuẩn 30 năm cùng thời kỳ. Chỉ số phần trăm là một cách tính toán đơn giản phù hợp với các kiểu tính như chương trình ti vi (TV) dự báo thời tiết, hay cách nhìn nhận mang tính chất quần chúng. Chỉ số này có ưu điểm là khá hiệu quả đối với một vùng đơn lẻ hay cho một mùa nhất định; nhưng có nhược điểm là rất dễ dẫn đến hiểu sai, bài toán được đặt ra không nhất thiết phù hợp với thời tiết mà ta mong đợi (không phản ánh đúng trạng thái thời tiết).

Chỉ số phần trăm lượng giáng thủy là một trong những phương thức đơn giản nhất để đo lượng mưa của một vùng. Các phân tích sử dụng chỉ số phần trăm rất hiệu quả đối với một vùng đơn lẻ hay cho một mùa nhất định. Chỉ số phần trăm cũng rất dễ dẫn đến hiểu nhầm và đưa ra các dấu hiệu của tình trạng khác nhau, phụ thuộc vào vùng và mùa. Nó là tỉ số giữa lượng giáng thủy thực và lượng giáng thủy trung bình – tính trong khoảng 30 năm hoặc nhiều hơn nữa. Chỉ số này được tính toán cho các quy mô thời gian khác nhau. Các khoảng thời gian được sắp xếp từ một tháng tới vài tháng đặc trưng cho mùa, vụ, một năm hay cho năm mưa nhiều (water year). Trung bình giáng thủy của một vùng cụ thể được cho là 100%.

Theo Nguyễn Đức Ngữ (2002) [12], Nguyễn Văn Thắng (2007) [26], Trần Thục (2008) [40] có thể sử dụng phân cấp khô hạn cho các vùng khí hậu Việt Nam theo ngưỡng phân cấp trong Bảng 2.2.

*Bảng 2.2. Phân cấp hạn cho các vùng khí hậu Việt Nam theo chỉ số TC [26]*

<b>Phân cấp khô hạn</b>	<b>Khoảng giá trị TC (%)</b>
Bắt đầu Hạn (thiếu nước)	75 ÷ 100
Hạn vừa	50 ÷ 75
Hạn nặng	25 ÷ 50
Hạn rất nặng đến rất nghiêm trọng	< 25

## **(2) Chỉ số chuẩn hoá giáng thủy (SPI)**

Chỉ số chuẩn hoá giáng thủy (SPI) là một chỉ số tương đối mới dựa trên cơ sở xác suất lượng giáng thủy trong một thời gian nào đó do McKee T. B., Doesken N. J. và Kleist J., Đại học Tổng hợp Bang Colorado đề xuất năm 1993. Nó được tính toán đơn giản bằng sự chênh lệch của lượng giáng thủy thực tế  $R$  (tổng lượng mưa tuần, tháng, mùa, vụ thực tế) so với trung bình nhiều năm và chia cho độ lệch chuẩn  $\sigma$ :

$$SPI = \frac{R - \bar{R}}{\sigma} \quad (2.10)$$

Chỉ số SPI là một chỉ số không thứ nguyên: khi các giá trị của SPI mang dấu âm, nó biểu thị các điều kiện khô hạn; còn khi giá trị SPI dương, nó biểu thị tình trạng dư thừa ẩm. Do sự phân bố của giáng thủy đối với các qui mô thời gian nhỏ hơn một năm không phải là một phân bố chuẩn, vì vậy để hiệu chỉnh nó về phân bố chuẩn ta cần thực hiện các bước tính toán chỉ số SPI như sau:

- Trước tiên phải hiệu chỉnh sự phân bố giáng thủy về một hàm phân bố mật độ xác suất chuẩn Gama. Phân bố Gama được xác định bằng hàm mật độ

tần số hay xác suất: 
$$g(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta}$$

Trong đó các tham số  $\alpha$  và  $\beta$  của hàm mật độ xác suất Gama ước lượng cho mỗi trạm và cho mỗi qui mô thời gian (3 tháng, 6 tháng, 12 tháng ...), và cho mỗi tuần của năm. Các chỉ số  $\alpha$  và  $\beta$  được ước lượng tối ưu như sau:

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right)$$

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha}$$

với  $A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n}$ , trong đó  $x$  là lượng giáng thủy và  $n$  là số các quan sát giáng thủy.

- Các tham số sau đó được dùng vào việc xác định xác suất tích lũy :

$$G(x) = \int_0^x g(x) dx = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} dx$$

cho  $t = x/\beta$  khi đó phương trình trở thành:

$$G(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^t t^{\alpha-1} e^{-t} dt$$

Ta thấy rằng, đối với  $x = 0$  và phân bố giáng thủy có thể chứa cả số 0 thì xác suất tích lũy trở thành:

$$H(x) = q + (1 - q) G(x)$$

với  $q$  là xác suất tại điểm giáng thủy = 0.

- Cuối cùng, xác suất tích lũy được biến đổi tới biến ngẫu nhiên chuẩn hóa  $Z$  với giá trị trung bình bằng 0 và phương sai bằng 1, và  $Z$  chính là giá trị SPI.

$$Z = SPI = -\left( t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right)$$

đối với  $0 < H(x) \leq 0.5$

$$Z = SPI = +\left( t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right)$$

đối với  $0.5 < H(x) \leq 1.0$

Trong đó,  $t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(H(x))^2}\right)}$  đối với  $0 < H(x) \leq 0.5$

$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(1.0 - H(x))^2}\right)}$  đối với  $0.5 < H(x) \leq 1.0$

và các hằng số được cho như sau:

$$c_0 = 2.515517$$

$$c_1 = 0.802853$$

$$c_2 = 0.010328$$

$$d_1 = 1.432788$$

$$d_2 = 0.189269$$

$$d_3 = 0.001308$$

Chỉ số SPI dựa trên khả năng có giáng thủy cho các khoảng thời gian bất kỳ; được các nhà hoạch định và nghiên cứu đánh giá cao tính đa dụng của nó. Chỉ số này có thể tính cho các khoảng thời gian khác nhau (3, 6, 12, 24, 48 tháng) và có khả năng đưa ra cảnh báo sớm về hạn; giúp ước tính mức độ hạn và ít phức tạp hơn chỉ số Palmer. Hạn xảy ra trong thời gian SPI âm và cường độ đạt tới -1,0 hoặc nhỏ hơn, hạn kết thúc khi SPI trở lại dương.

Theo Nguyễn Văn Thắng (2007) [26], phân cấp khô hạn/ẩm ướt theo chỉ số SPI có thể áp dụng cho các vùng khí hậu Việt Nam như trong Bảng 2.3.

*Bảng 2.3. Phân cấp hạn cho các vùng khí hậu Việt Nam theo chỉ số SPI [26]*

<b>Phân cấp hạn</b>	<b>Khoảng giá trị SPI</b>
Bắt đầu Hạn (thiếu nước)	-0,49 ÷ 0,25
Hạn vừa	-0,99 ÷ -0,5
Hạn nặng	-1,44 ÷ -1,0
Hạn rất nặng	-1,99 ÷ -1,5
Hạn rất nghiêm trọng	< -2,0

Theo Nguyễn Văn Thắng (2007), lý do phân cấp hạn theo chỉ số SPI khác chút ít so với phân cấp theo tài liệu của Mỹ ở chỗ: chỉ số SPI ở các khu vực của Việt Nam tương đối cao và nếu lấy theo giá trị SPI từ -0,99 đến 0,99 là giá trị gần chuẩn thì không miêu tả được tình hình xảy ra hạn ở Việt Nam. Một ví dụ minh họa qua số liệu SPI các mùa của năm 1993 là năm xảy ra El Nino từ mùa 2 (tháng 2, 3, 4) đến mùa 6 (tháng 6, 7, 8) cho thấy hầu như không có hạn hán xảy ra trên cả nước nếu lấy SPI nhỏ hơn -0,99 [26].

Trong khuôn khổ nghiên cứu của Nhiệm vụ, chúng tôi kế thừa phân cấp ngưỡng khô hạn/ẩm ướt như được trình bày trong Bảng 2.2 và Bảng 2.3 để đánh giá mức độ khô hạn/ẩm ướt ở các khu vực.

### 2.3.3. Phương pháp đánh giá biến đổi

**Phân tích mức độ biến đổi:** Theo Nguyễn Văn Thắng và CS (2010), để đánh giá mức độ biến đổi của các yếu tố khí hậu, cần phải thực hiện các các bước chính sau [29]:

1) Lập chuỗi thời gian (t)

$$t: 1, 2, \dots, n-1, n$$

2) Chuỗi số liệu quan trắc ( $x_t$ )

$$\{x_t\}: x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, x_n$$

3) Trung bình số học ( $\bar{x}$ )

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n x_t$$

4) Chuẩn sai ( $\Delta x_t$ )

$$\Delta x_t = x_t - \bar{x}$$

5) Độ lệch tiêu chuẩn (S)

$$S = \left[ \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

6) Biến suất (Sr)

$$S_r = \frac{S}{\bar{x}} * 100\%$$

7) Cực đại của chuỗi (Max)

$$\text{Max}_{x_t} = \text{Max} (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

8) Cực tiểu của chuỗi (Min)

$$\text{Min}_{x_t} = \text{Min} (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

9) Biên độ của chuỗi (d)

$$d(x) = \text{Max} (x_t) - \text{Min} (x_t)$$

**Phân tích xu thế biến đổi:** Theo Nguyễn Văn Thắng và nnk (2010), để đánh giá xu thế biến đổi của các yếu tố khí hậu, cần phải thực hiện các các bước chính sau [29]:

1) Phát hiện xu thế bằng phương pháp trung bình trượt

Trung bình trượt được coi là công cụ phát hiện sơ bộ tính xu thế bằng cách san bằng những ảnh hưởng của biến đổi ngẫu nhiên đối với chuỗi quan trắc khí hậu. Trong hoàn cảnh dung lượng của chuỗi số liệu ngắn như của Việt Nam dùng 2 dạng trượt sau đây:

- Trung bình trượt với  $m = 5, m = 11$  (trọng lượng đồng đều)

Biến đổi chuỗi  $\{x_t\}: x_1, x_2, \dots, x_n$  thành chuỗi  $\{\tilde{x}_t\}$  không có hoặc có rất ít thành phần ngẫu nhiên:

$$\tilde{x}_{\frac{m+1}{2}} + \tilde{x}_{\frac{m+1}{2}+1} + \dots + \tilde{x}_{\frac{n-m+1}{2}}$$

Bằng cách lấy trung bình của  $m$  thành phần liên tiếp làm trị số của thành phần giữa với điều kiện  $m$  lẻ,  $\frac{n}{10} \leq m \leq \frac{n}{3}$ , khi đó trị số trung bình trượt với  $m$

thành phần  $j$  là  $\{\tilde{x}_j\}$  có dạng:

$$\tilde{x}_j = \frac{1}{m} \sum_{t=j-\frac{m-1}{2}}^{j+\frac{m-1}{2}} x_t$$

Trong chuỗi  $\{\tilde{x}_j\}$  không có  $\frac{m-1}{2}$  thành viên đầu và  $\frac{m-1}{2}$  thành viên cuối

- Trung bình trượt  $m = 5$  với tỷ trọng  $\frac{1}{12}, \frac{3}{12}, \frac{4}{12}, \frac{3}{12}, \frac{1}{12}$

Chuỗi  $x_t$  ban đầu được biến thành chuỗi  $\{\tilde{x}_t\}$  với trị số của thành viên thứ  $j$  như sau:

$$\{\tilde{x}_j\} = \frac{1}{12} x_{j-2} + \frac{3}{12} x_{j-1} + \frac{4}{12} x_j + \frac{3}{12} x_{j+1} + \frac{1}{12} x_{j+2}$$

2) *Lập phương trình xu thế theo phương pháp bình phương tối thiểu*

$$x_t = b_0 + b_1 t$$

Trong đó:

$$b_1 = \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})(t - \bar{t})}{\sum_{t=1}^n (t - \bar{t})^2} ; \quad b_0 = \bar{x} - b_1 \bar{t}$$

Các đặc trưng thu được từ phương trình xu thế bao gồm

+ Tốc độ xu thế:  $b_1$

+ Góc xu thế:  $b_0$

+ Mức tăng hay giảm trong thời kỳ nghiên cứu

$$D = b_1 n$$

+ Hệ số tương quan ( $r_{xt}$ )

$$r_{xt} = \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})(t - \bar{t})}{\left[ \sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2 \sum_{t=1}^n (t - \bar{t})^2 \right]^{\frac{1}{2}}}$$

### 3) Xác nhận xu thế

Để xác nhận sự tồn tại hay không xu thế, tính độ chênh lệch ( $\Delta$ ) về trị số trung bình của các yếu tố khí hậu giữa thời kỳ gần đây (1991 – 2007). Trong một số trường hợp, thời kỳ gần đây có thể là 1991-2008 hay 1991-2009 và thời kỳ chuẩn hay thời kỳ trước (1961 – 1990).

$$\Delta = \bar{x}^{n_2} - \bar{x}^{n_1}$$

Trong đó:

$\bar{x}^{n_2}$  là trung bình của thời kỳ gần đây:

$$\bar{x}^{n_2} = \frac{1}{n} \sum_{1991}^{2007} x_t$$

Và  $\bar{x}^{n_1}$  là trung bình của thời kỳ trước:

$$\bar{x}^{n_1} = \frac{1}{n} \sum_{1961}^{1990} x_t$$

### 4) Kiểm nghiệm xu thế

- Kiểm nghiệm độ tin cậy của hệ số tương quan  $r_{xt}$

Độ tin cậy của  $r_{xt}$  được kiểm nghiệm bằng giả thiết  $H_0$ :

$$H_0: r = 0 \quad (*)$$

Tiêu chuẩn kiểm nghiệm ban đầu (\*) là

$$(*) \quad \left\{ \begin{array}{ll} r - 0 \geq d\alpha & r \text{ được thừa nhận là đáng kể} \\ r - 0 < 0 & r \text{ là không đáng kể} \end{array} \right.$$

$d\alpha$  phải bảo đảm sao cho

$$\text{Khi } H_0 \text{ đúng} \quad P\{|r-0| \geq d\alpha\} = \varepsilon$$

Theo lý thuyết xác suất thống kê, biến  $t$  với

$$t = \frac{r}{\frac{\sqrt{1-r^2}}{\sqrt{n-2}}}$$

Có phân bố Student nên tiêu chuẩn (\*) được thay thế bằng (\*\*) sau đây:

$$(**) \quad \left\{ \begin{array}{ll} |t| \geq t\alpha & r \text{ là đáng kể} \\ |t| < t\alpha & r \text{ là không đáng kể} \end{array} \right.$$

Với điều kiện khi  $H_0$  đúng

$$P\{|t| \geq t\alpha\} = \alpha$$

Theo phương pháp nói trên, hệ số tương quan với dung lượng mẫu  $n$  được coi là đáng kể khi thỏa mãn tiêu chuẩn tương ứng với  $\alpha = 0,05$  và  $0,01$  như sau:

*Bảng 2.4. Tiêu chuẩn tin cậy của  $r$*

n-2	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$\alpha = 0,05$	0,576	0,423	0,349	0,304	0,273	0,250	0,232	0,217	0,205	0,195
$\alpha = 0,01$	0,708	0,537	0,449	0,393	0,362	0,325	0,302	0,283	0,267	0,254

- Kiểm nghiệm sự tồn tại của xu thế trong các chuỗi khí hậu theo phương pháp Spearman

Từ chuỗi số liệu ban đầu  $\{x_t\}$

$$x_1, x_2, \dots, x_n$$

Lập chuỗi trình tự  $\{y_i\}$

$$y_1, y_2, \dots, y_n$$

Trong đó  $y_1 < y_2 < \dots < y_n$

Chuỗi  $\{x_t\}$  được coi là có xu thế khi  $\{x_t\}$  tương tự  $\{y_i\}$ , nói cách khác, khi các trị số  $t$  của  $x_t$  gần đúng với  $i$  trong  $y_i$

Lập hệ số tương quan hạng  $r_s$  với

$$r_s = 1 - \frac{6}{n(n^2 - 1)} \sum_{t,i=1}^n [t(x_t) - i(y_i)]^2$$

Theo Spearman, kỳ vọng của  $r_s$  bằng không ( $M(r_s) = 0$ ) và phương sai của  $r_s$ , được tính bằng:

$$D(r_s) = \frac{1}{n-1}$$

Chuỗi  $\{x_t\}$  được coi là không có xu thế khi giả thiết ban đầu

$H_0; r_s = 0$  được chấp nhận với mức tin cậy  $\alpha$

Tiêu chuẩn kiểm nghiệm:

$$\{|r_s| \geq \alpha\}, \text{ bác bỏ giả thiết}$$

$$\{|r_s| < \alpha\}, \text{ chấp nhận giả thiết}$$

d phải xác định sao cho khi  $H_0$  đúng

$$P\{|r_s| \geq d\} = \alpha$$

$$\text{Đặt } u = \frac{r_s - M(r_s)}{\sqrt{D(r_s)}} \text{ và } U\alpha = \frac{d}{\sqrt{D(r_s)}}$$

Tiêu chuẩn kiểm nghiệm trở thành:

$$|u| \geq u_0, \text{ bác bỏ giả thiết}$$

$$|u| < u_0, \text{ chấp nhận giả thiết}$$

Bởi vì  $u$  có phân bố tiêu chuẩn hóa ( $N(0,1)$ ) và do đó:

$$\frac{\alpha}{2} = \int_{u_0}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}t^2} dt$$

$$\text{Với } \alpha = 0,05, u_\alpha = 1,96$$

Như vậy, khi  $|u| \geq 1,96$  chuỗi khí hậu được coi là có xu thế rõ rệt và ngược lại

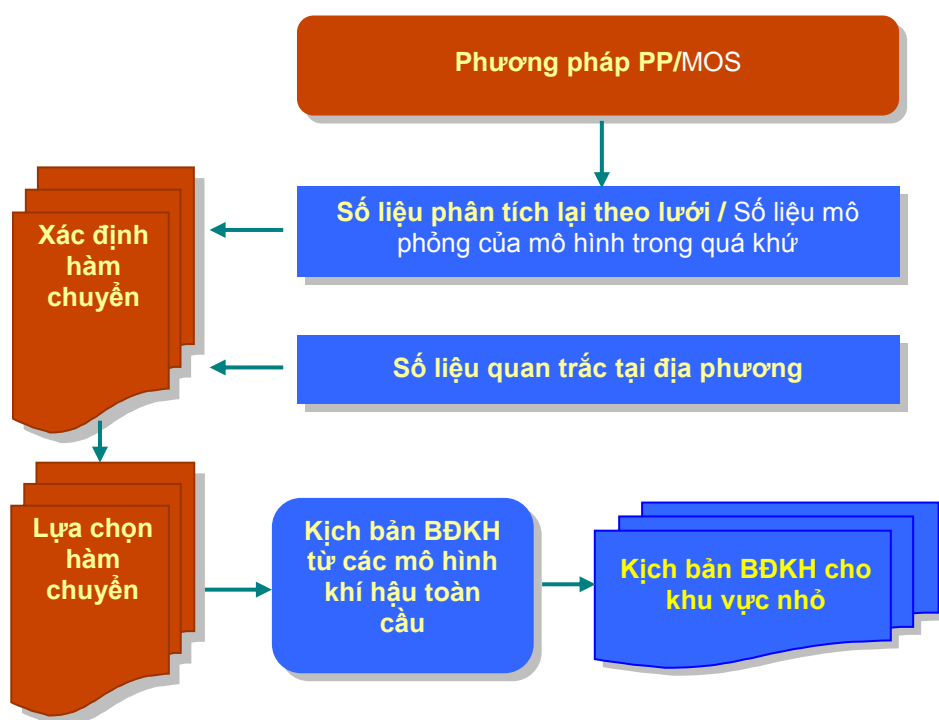
Khi  $|u| < 1,96$  chuỗi được coi là không có xu thế

#### 2.3.4. Phương pháp xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu đối với lượng mưa

Kịch bản biến đổi khí hậu đối với lượng mưa trong thế kỷ 21 được sử dụng từ sản phẩm mô hình PRECIS và số liệu kịch bản của Bộ Tài nguyên Môi trường (2012) do Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu cung cấp. Do vậy, trong nội dung này, chúng tôi không đi sâu vào trình bày các quá trình xây dựng kịch bản. Nội dung trình bày chỉ giới hạn ở phạm vi giới thiệu về phương pháp xây dựng kịch bản được sử dụng.

##### 2.3.4.1. Phương pháp xây dựng kịch bản bằng mô hình thống kê

Trong các nghiên cứu xây dựng mô hình dự báo và xây dựng kịch bản BĐKH, hai phương pháp thường được dùng là phương pháp thống kê đầu ra của mô hình (MOS) và phương pháp sử dụng số liệu "phân tích lại" kết hợp với nguồn số liệu quan trắc tương ứng để thiết lập mô hình (PP), như được trình bày trong Hình 2.1 [4].



Hình 2.1. Sơ đồ xây dựng hàm chuyển theo phương pháp PP và MOS

- Phương pháp "*Thống kê từ đầu ra của mô hình*" (Model Output Statistics - MOS). Phương pháp này sử dụng kết quả đầu ra của mô hình trong quá khứ, kết hợp với số liệu quan trắc tương ứng tại các trạm để xây dựng mô hình hồi quy, chuyển các kịch bản có được từ các mô hình này cho tương lai về các khu vực nghiên cứu.

- Phương pháp sử dụng số liệu "phân tích lại" kết hợp với nguồn số liệu quan trắc tương ứng để thiết lập mô hình (Perfect Prognosis - PP). Do nguồn số liệu tái phân tích được coi là nguồn số liệu gần thực tế, tương tự như số liệu quan trắc nên mối quan hệ tạo ra giữa chúng được coi là gần với quan hệ thực.

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

#### 2.3.4.2. *Mô hình PRECIS xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu*

PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies) là mô hình động lực khí hậu khu vực được xây dựng bởi Trung tâm Nghiên cứu Khí hậu toàn cầu Hadley. Mô hình được dùng để xây dựng các kịch bản BĐKH cho khu vực nhỏ và có thể chạy trên máy tính cá nhân. Sơ đồ tính và miền tính của mô hình PRECIS được trình bày trong Hình 2.2.

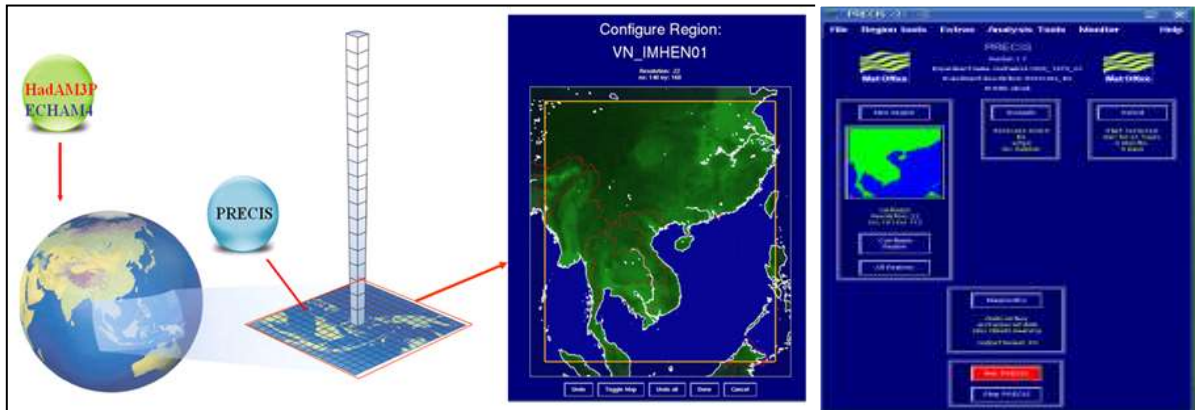
Mô hình sử dụng hệ tọa độ lai (Hybrid,  $\eta$ ) gồm 19 mực thẳng đứng với mỗi mực  $\eta$ ,  $k$  ( $k = 1, \dots, 19$ ) xác định bởi sự kết hợp tuyến tính giữa độ cao địa hình và các mực khí áp. Lưới ngang là lưới xen kẽ, các biến vô hướng như nhiệt độ, khí áp, độ ẩm được xác định tại tâm ô lưới còn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

Các sơ đồ tham số hóa vật lý được xét đến là: Sơ đồ mây và giáng thủy; Sơ đồ bức xạ; Sơ đồ sol khí; Sơ đồ lớp biên; Sơ đồ bề mặt đất; Sơ đồ sóng trọng trường. Điều kiện biên xung quanh được lấy từ mô hình toàn cầu hoặc dữ liệu phân tích, bao gồm gió, nhiệt độ, độ ẩm, áp suất bề mặt, ... Kết quả của mô hình

gồm khoảng hơn 100 biến khí tượng, trong đó nhiệt độ trung bình, cao nhất, thấp nhất bề mặt và lượng mưa theo ngày, tháng, năm được dùng trong xây dựng kịch bản BĐKH.

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

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



Hình 2.2. Sơ đồ tính và miền tính của mô hình PRECIS

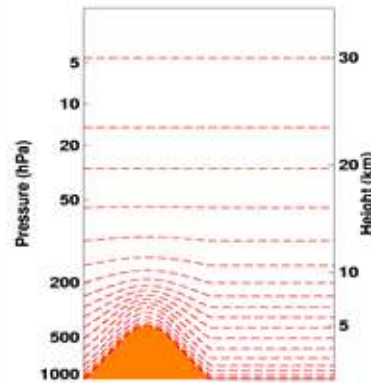
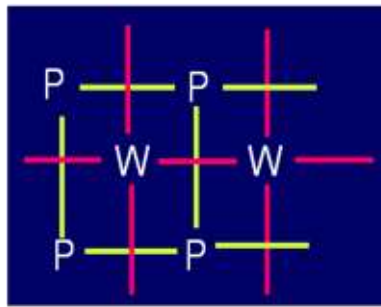
### Hệ tọa độ và lưới tính mô hình PRECIS:

Hệ tọa độ thẳng đứng của mô hình PRECIS hệ tọa độ Lai (Hybrid,  $\eta$ ) gồm 19 mực thẳng đứng (Hình 2.3). Mỗi mực  $\eta$ ,  $k$  ( $k = 1, \dots, 19$ ) xác định bởi sự kết hợp tuyến tính giữa độ cao địa đỉnh và các mực khí áp được đưa ra bởi công thức:

$$\eta_k = \left( \frac{A_k}{10^5 P_\alpha} \right) + B_k$$

Cấu trúc lưới theo phương thẳng đứng của mô hình có đặc điểm: dày hơn ở lớp sát mặt (mực 1 - 4) và thưa hơn trong khí quyển tự do (mực 17 - 19). Các lớp sát mặt uốn lượn theo địa hình nên mô tả rất tốt hiệu ứng địa hình đến các biến khí hậu.

Lưới ngang của mô hình là lưới xen kẽ Arakawa B theo phương ngang, các biến vô hướng như nhiệt độ, khí áp, độ ẩm được xác định tại tâm ô lưới ký hiệu là chữ P, còn các thành phần gió được xác định tại các điểm nút lưới ký hiệu là W. Mô hình PRECIS sử dụng phép chiếu cực quay, đảm bảo cho sự ổn định mô hình mà không cần tới phép lọc phi vật



Hình 2.3. Lưới ngang và lưới thẳng đứng của mô hình PRECIS

### Động lực của mô hình PRECIS

Hệ phương trình trong mô hình được tính bằng phương pháp số 3 chiều. Mô hình mô phỏng các biến riêng biệt, khoảng cách giữa các lưới và thời gian là như nhau. Theo không gian, dữ liệu được tính trung bình theo ô lưới, theo thời gian, dữ liệu được tính toán là các giá trị tức thời. Sự thay đổi của áp suất, gió, nhiệt độ, độ ẩm và các yếu tố khác tuân theo 3 định luật bảo toàn chính: định luật bảo toàn mô men động lượng, bảo toàn khối lượng và định luật bảo toàn năng lượng. Định luật bảo toàn mô men động lượng sẽ giúp ta giải các phương trình chuyển động theo phương ngang và cụ thể từ định luật II Newton.

$$\frac{DU}{Dt} = -2\Omega \cdot U - \frac{1}{\rho} \nabla p + g + F_r$$

Phương trình này sẽ giúp ta mô phỏng sự chuyển động, đối lưu của các thành phần khí quyển. Bên cạnh đó còn các yếu tố khác ảnh hưởng tới sự chuyển động của các thành phần trong khí quyển như:

Lực Coriolis

$$F_c = -2m\Omega \cdot v$$

Lực này được sinh ra do chuyển động quay và nó làm cho vật chuyển động ở bắc bán cầu từ nam lên bắc sẽ lệch đông và ngược lại cho nam bán cầu.

Lực gradient áp suất:

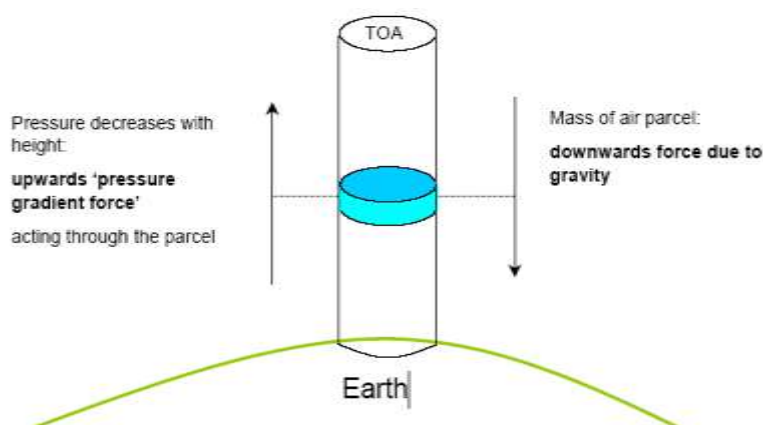
$$\frac{F_x}{m} = -\frac{1}{\rho} \frac{dp}{dx}$$

Lực này làm cho các thành phần khí quyển chuyển động từ nơi có áp suất cao tới nơi có áp suất thấp. Ngoài ra lực trọng trường và lực ma sát ảnh hưởng tới sự chuyển động ngang.

Thành phần chuyển động thẳng đứng được đưa vào theo phương trình thủy tĩnh:

$$\frac{dp}{dz} = -\rho g$$

Phương trình thủy tĩnh nói lên mối liên hệ của áp suất theo phương đứng với độ cao. Sự chuyển động thẳng đứng còn chịu ảnh hưởng của lực gradient khí áp và lực trọng trường:



Hình 2.4. Mô tả khí quyển thủy tĩnh. Khối khí ở giữa bề mặt trái đất và đỉnh khí quyển. Thừa nhận rằng khối khí được cân bằng bởi lực khí áp và trọng trường.

Tuy nhiên trong mô hình PRECIS vận tốc và gia tốc thẳng đứng của các yếu tố là rất nhỏ. Do đó theo quy mô synóp gia tốc đứng cùng với sự bảo toàn mô men động lượng có thể bỏ qua.

Ta coi khí quyển là liên tục và cô lập. Các phương trình chuyển động thẳng đứng được suy ra từ sự hội tụ và phân kì của trường gió theo phương ngang. Vùng hội tụ và phân kì ngang được tính toán do sự chuyển khối giữa các lớp thẳng đứng. Chuyển động thẳng đứng được dự báo từ quá trình này thông qua phép giải ẩn. Định luật bảo toàn năng lượng trong mô hình, định luật này là định luật bảo toàn tổng quan nhất của vật lí. Trong mô hình áp dụng nó cho bảo toàn nhiệt và ẩm.

Do các dòng khí là chất lưu nên nó sẽ tuân theo định luật I nhiệt động lực học

$$dU = \delta Q - \delta W$$

Và phương trình trạng thái của khí quyển

$$PV = RT$$

Thông qua định luật I và phương trình trạng thái thì thấy rằng nhiệt và ẩm xảy tạo ra các quá trình bình lưu và đối lưu. Nhiệt và ẩm tại mỗi điểm của khí quyển sẽ bị thay đổi, nếu nhiệt độ lạnh hơn thì môi trường khô hơn và ngược lại nếu nhiệt ẩm hơn thì môi trường cũng sẽ ẩm hơn.

Khi có sự chênh lệch về nhiệt độ, khí quyển hình thành các đối lưu, bay hơi và ngưng tụ.

### **Tham số hóa vật lý**

Có nhiều quá trình vật lý quan trọng xảy ra trong khí quyển và đại dương ở quy mô nhỏ hơn quy mô lưới ảnh hưởng tới các quá trình lớn trong mô hình. Hiệu ứng dưới lưới các phương trình không được giải một cách triệt để hoặc bỏ qua ở quy mô dưới lưới nên ảnh hưởng tới các biến dự báo như nhiệt, ẩm... Do vậy cần có các mô đun nhỏ hơn có thể tính toán tới điều này. Các mô đun này gọi là các sơ đồ tham số hóa vật lý của mô hình.

### **Các sơ đồ tham số hóa vật lý trong mô hình là:**

- Sơ đồ mây và giáng thủy
- Sơ đồ bức xạ
- Sơ đồ xon khí
- Sơ đồ lớp biên
- Sơ đồ bề mặt đất
- Sơ đồ sóng trọng trường

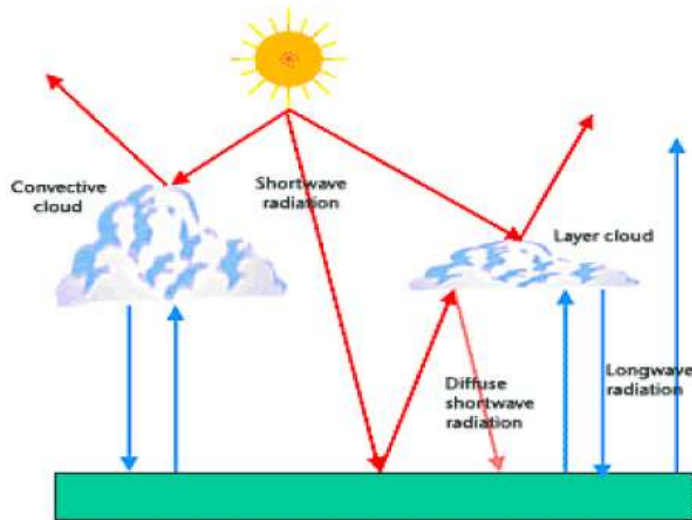
#### **a. Sơ đồ mây và giáng thủy:**

**Mây** và giáng thủy là các quá trình đối lưu và quy mô lớn trong mô hình. Chúng có một vài điểm chung: mây và giáng thủy đều có thể ở dạng hạt lỏng và băng, giáng thủy rắn và lỏng có thể dự báo quá trình này trong sơ đồ. Mây chứa nước và mây băng đều được mô phỏng. Mây nước ảnh hưởng tới giáng thủy phụ thuộc vào số lượng mây nước hiện tại và giáng thủy trong lưới. Giáng thủy có tan chảy hoặc bay hơi ngay khi giáng thủy. Mây được hình thành phụ

thuộc vào sự mô phỏng của nhiệt độ, áp suất, độ ẩm, nhân tạo mây, dòng đi ra và dòng đi vào và hình dạng của mây hiện tại. Đây chính là quá trình đối lưu tạo ra mây và mưa.

**b. Sơ đồ bức xạ**

Do sự chiếu sáng không đồng đều của mặt trời tới các vị trí khác nhau trên trái đất tạo nên các hoàn lưu và các hoàn lưu này được duy trì bởi quá trình cân bằng nhiệt.



Hình 2.5. Thông lượng bức xạ mặt trời

Mô hình mô phỏng lượng nhiệt trái đất nhận từ mặt trời thông qua bức xạ sóng ngắn theo ngày, tháng, mùa và năm. Thông lượng sóng ngắn và sóng dài được tính toán riêng biệt. Thông lượng sóng ngắn phụ thuộc vào góc thiên văn và khả năng hấp thụ của vật chất, albedo và tán xạ. Thông lượng sóng dài phụ thuộc vào trạng thái phát xạ của môi trường hiện tại, nhiệt độ và mức độ phát xạ của vật chất.

Thông lượng bức xạ trong mô hình chia ra 14 tần số phát xạ, 6 tần số bức xạ sóng ngắn và 8 tần số bức xạ sóng dài.

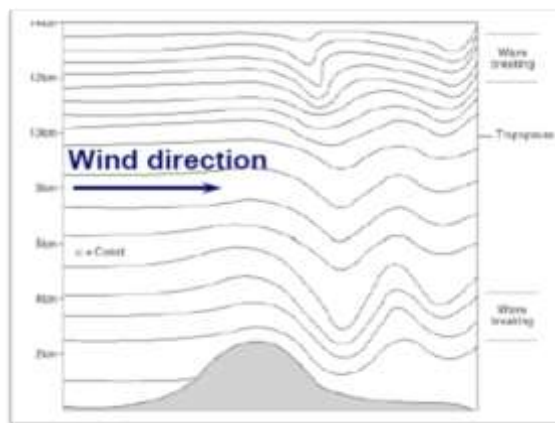
**c. Sơ đồ xon khí**

Mô hình chỉ mô phỏng sự phân bố theo không gian, chu trình của lưu huỳnh trong khí quyển, các loại hạt khoáng, bụi và xon khí khác không được tính đến. Thành phần xon khí sun phat ( $SO_4$ ) có khuynh hướng làm cho nhiệt độ bề mặt lạnh đi. Xon khí tác động trực tiếp tới sự tán xạ và khuếch tán ngược của bức xạ mặt trời. Tác động gián tiếp làm tăng albedo bề mặt của các giọt nước trong mây và tăng khả năng khuếch tán ngược vào vũ trụ của bức xạ mặt

trời. Ngày nay lượng xon khí tăng lên do phun trào núi lửa, quá trình sun phát hóa ở bề mặt đại dương và hoạt động công nghiệp của con người.

#### ***d. Sơ đồ lớp biên***

Ma sát bề mặt tác động tới lớp biên khí quyển, từ vài chục mét cho tới vài cây số. Trao đổi rối ở quy mô dưới lưới thực hiện thông qua lớp biên bề mặt khí quyển. Trao đổi rối rộng hay hẹp phụ thuộc vào độ ổn định các quá trình quy mô lớn và bản chất của bề mặt. Trao đổi thông lượng thẳng đứng giữa đất và khí quyển phụ thuộc vào độ ổn định của khí quyển và độ nhám bề mặt. Các quá trình trao đổi nhiệt ẩm giữa lớp phủ thực vật và khí quyển cũng được tính đến trong sơ đồ này.



*Hình 2.6. Sóng trọng trường sinh ra địa hình núi*

#### ***e. Sơ đồ sóng trọng trường***

Đọc theo địa hình núi cũng có thể sinh ra sóng trọng trường trong khí quyển. Sóng sinh ra có thể làm tăng các quá trình thẳng đứng gây ra sự bất ổn định của khí quyển. Hướng núi cũng ảnh hưởng tới sự hình thành sóng. Trong sơ đồ này tính đến cả sóng gây ra do hướng núi theo 3 chiều.

### CHƯƠNG 3: BIẾN ĐỔI LƯỢNG MƯA THỜI KỲ 1961-2010

Trên cơ sở phương pháp luận và số liệu được trình bày trong Chương 2, trong Chương 3, chúng tôi tập trung vào đánh giá lượng mưa thời kỳ 1961-2010. Bài toán đặt ra đối với các khu vực thường xuyên khô hạn, do vậy để thấy được diễn biến và đặc điểm khô hạn ở các khu vực này, chúng tôi tiến hành đánh giá các chỉ số hạn liên quan đến lượng mưa. Nhìn chung, có nhiều chỉ số khô hạn có thể sử dụng để đánh giá. Tuy nhiên, trong khuôn khổ nghiên cứu của Nhiệm vụ, chúng tôi kế thừa các nghiên cứu trước đó ở trong nước [12, 15, 17, 19, 26] đã lựa chọn chỉ số khô hạn phù hợp cho khu vực.

#### 3.1. Đánh giá diễn biến lượng mưa khu vực Tây Bắc

##### 3.1.1. Đặc điểm mưa thời kỳ 1961-2010

###### 3.1.1.1. Lượng mưa trung bình

**Tổng lượng mưa năm:** Theo số liệu quan trắc thời kỳ 1961-2010, tổng lượng mưa năm ở khu vực Tây Bắc dao động từ 1171mm (tại trạm Sông Mã) đến khoảng 2.800mm (tại trạm Sa Pa). Trong đó, hầu hết các trạm đều quan trắc được tổng lượng mưa năm thấp hơn 2.000mm (Bảng 3.1). Nếu lấy ngưỡng tổng lượng mưa năm lớn hơn 2.400mm là tâm mưa lớn [15], trên khu vực Tây Bắc có các tâm mưa lớn: Mường Tù, Sìn Hồ, Tam Đường (Lai Châu), Sa Pa (Lào Cai). Kết quả phân tích theo số liệu thời kỳ 1961-2010 là phù hợp với các kết quả nghiên cứu trước đó [15]. Tương tự, nếu lấy ngưỡng tổng lượng mưa năm thấp hơn 1.400mm là tâm bé, khu vực có các trung tâm mưa bé: Sông Mã (1.171mm), Cò Nòi (1.286mm), Yên Châu (1.217mm) (Bảng 3.1, Hình 3.1). Như vậy, có thể thấy rằng, các tỉnh phía Bắc (Lai Châu, Lào Cai, Yên Bái) có lượng mưa cao hơn; các tỉnh phía Nam (Điện Biên, Sơn La, Hòa Bình) có lượng mưa thấp hơn. Trong đó, điểm có tổng lượng mưa năm thấp nhất là Sìn Hồ.

Sự khác biệt lượng mưa theo mùa ở khu vực Tây Bắc là rất rõ ràng, chủ yếu tập trung vào mùa hè (mùa mưa) và ít hơn vào mùa đông (mùa khô). Trung bình cả khu vực, tổng lượng mưa năm trung bình trên khu vực Tây Bắc có giá trị

khoảng 1.835mm; mùa hè (V-X) có giá trị khoảng 1.525mm; mùa đông có giá trị khoảng 310mm. Như vậy, tổng lượng mưa mùa hè chiếm khoảng 83% tổng lượng mưa trên khu vực; mùa đông chỉ chiếm khoảng 17% tổng lượng mưa năm.

Phân bố của tổng lượng mưa các tháng mùa hè theo quy luật cao hơn ở các tỉnh phía Bắc và thấp hơn ở các tỉnh phía Nam. Ở các tỉnh Lai Châu, Lào Cai, Yên Bái, Hòa Bình, tổng lượng mưa chủ yếu phân bố trong khoảng 1.600 đến 2.000mm; ở các tỉnh Điện Biên, Sơn La, tổng lượng mưa mùa hè chủ yếu trong khoảng 1.200 đến 1.600mm. Vào các tháng mùa hè, có thể chỉ ra các tâm mưa chính ở khu vực Tây Bắc: Mường Tè (2.097mm), Sìn Hồ (2.270mm), Tam Đường (2.245mm), Sa Pa (2.169mm). Bên cạnh đó, cũng tồn tại các trung tâm mưa bé: Sông Ma (964mm), Cò Nòi (1.053mm), Yên Châu (1.021mm) (Hình 3.2, Bảng 3.1).

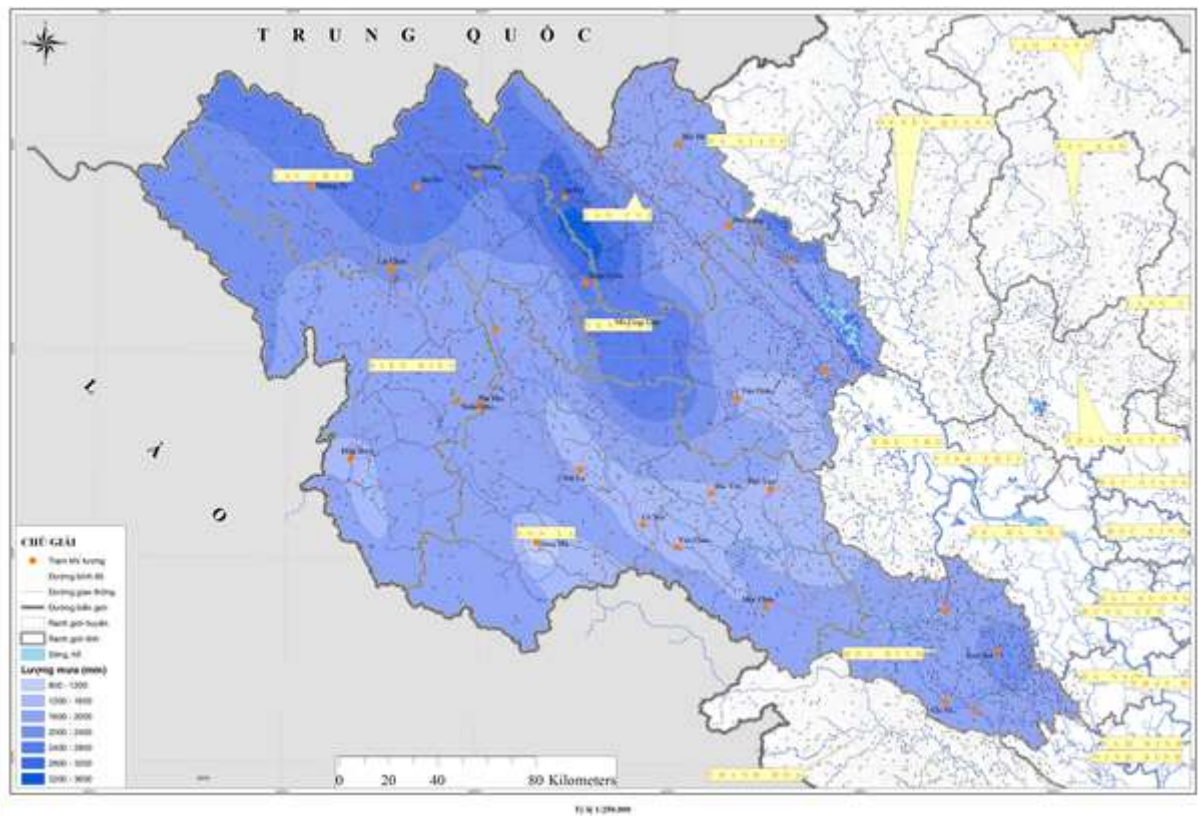
Phân bố của tổng lượng mưa các tháng mùa đông (V-X): Vào các tháng mùa đông, tổng lượng mưa khu vực Tây Bắc là rất thấp, và có phân bố khá đồng đều theo không gian. Nhìn chung, tổng lượng mưa các tháng mùa đông trên khu vực dao động trong khoảng từ khoảng 190mm (Yên Châu) đến khoảng 600mm (Sa Pa). Quy luật phân bố lượng mưa trong các tháng mùa đông cũng là cao hơn ở phía Bắc và thấp hơn ở phía Nam. Trong đó, tổng lượng mưa trong khoảng từ 400 đến 600mm ở các tỉnh Lai Châu, Lào Cai; với tâm mưa lớn nhất là Sa Pa. Ở các tỉnh còn lại (Điện Biên, Yên Bái, Sơn La, Hòa Bình), tổng lượng mưa chủ yếu phân bố trong khoảng 200 đến 400mm; tâm ít mưa nhất là Yên Châu (Hình 3.2).

Mùa mưa khu vực Tây Bắc: Mùa mưa từ tháng V đến tháng IX, mưa nhiều nhất vào 3 tháng: VI, VII, VIII, ít nhất vào 3 tháng XI, XII, I (Hình 3.4); riêng các trạm thuộc Hòa Bình có mùa mưa giống với khu vực đồng bằng Bắc Bộ, kéo dài từ tháng V đến tháng X. Ngược lại, mùa khô ở khu vực Tây Bắc từ tháng X năm trước đến tháng IV năm sau, với phân bố của lượng mưa mùa ít mưa là tăng dần từ Bắc xuống Nam, từ Đông sang Tây. Tháng có lượng mưa

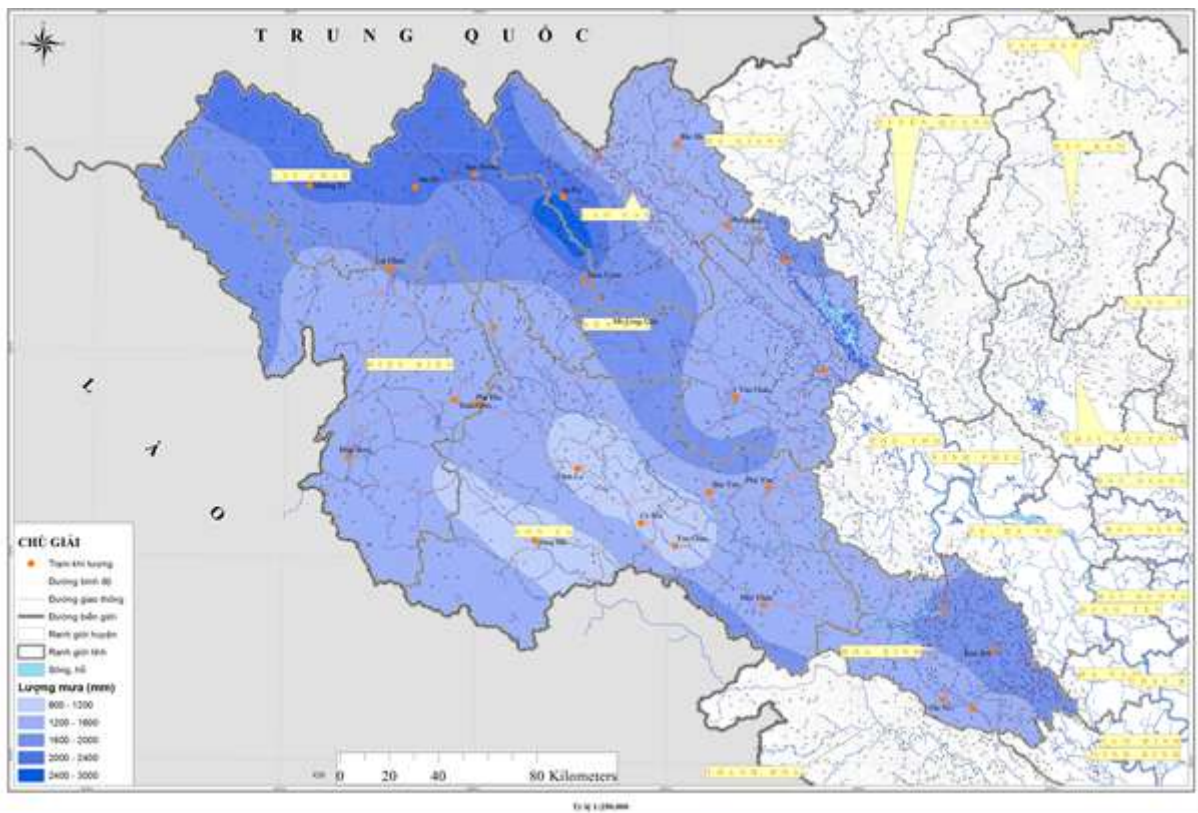
thấp nhất là tháng XII, I. Đáng chú ý, tại trạm Sông Mã, Yên Châu, Cò Nòi , lượng mưa trong 2 tháng này đạt khoảng 10 đến 2mm mỗi tháng; các trạm khác lượng mưa các tháng này cũng chỉ trong khoảng 20 đến 40mm (Bảng 3.1, Hình 3.4).

*Bảng 3.1. Lượng mưa (mm) tháng và năm tại một số trạm tiêu biểu khu vực Tây Bắc*

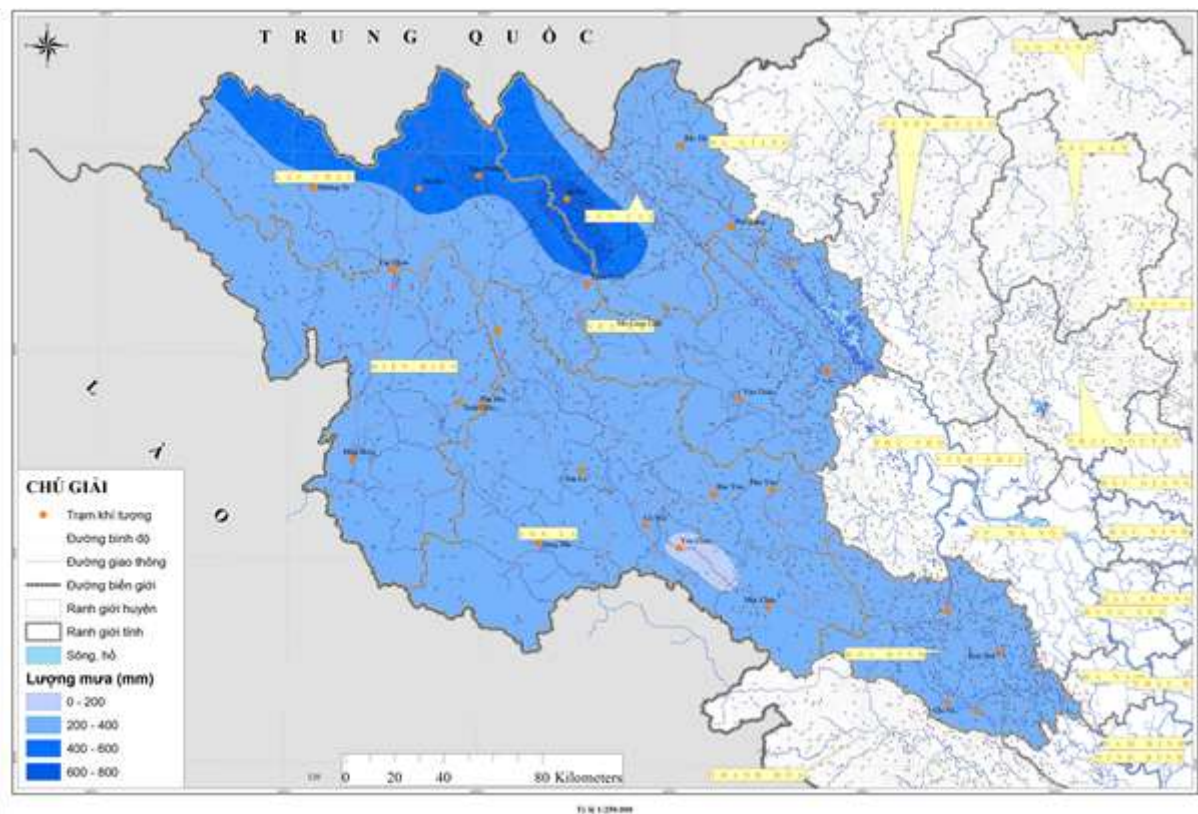
Tên trạm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
Mường Tè	26,3	28,9	48,9	127,6	267,6	464,1	621,0	447,5	190,7	106,3	64,4	28,5	2421,7
Sìn Hồ	40,9	44,4	75,3	185,0	324,2	504,7	600,6	456,2	241,3	143,0	79,1	41,2	2735,9
Tam Đường	30,5	42,0	75,2	185,7	331,7	501,2	538,8	360,8	177,0	136,0	69,7	30,0	2478,6
Than Uyên	28,2	39,2	63,4	152,5	239,4	394,7	425,0	348,0	144,1	69,9	43,3	21,6	1969,3
Lai Châu	28,1	35,3	60,6	136,0	270,6	436,0	474,2	367,0	145,6	86,3	50,6	23,6	2113,8
Tuần Giáo	22,7	27,8	58,2	134,3	219,3	296,7	308,2	273,8	137,6	65,7	39,5	21,3	1605,0
Pha Đin	24,9	28,9	63,7	132,7	223,5	319,6	343,3	327,9	166,5	72,2	39,2	22,2	1764,6
Điện Biên	21,0	28,2	54,7	112,4	187,5	266,4	308,8	309,2	150,0	60,7	30,5	20,6	1550,0
Quỳnh Nhai	27,1	30,6	58,9	135,9	208,0	300,5	349,5	310,5	148,4	74,6	41,8	21,3	1707,1
Sông Mã	13,3	18,4	38,2	100,3	151,9	204,8	221,0	231,9	117,1	38,1	23,4	13,0	1171,3
Cò Nòi	15,4	21,3	44,3	113,4	174,2	220,2	235,5	243,3	128,0	52,5	24,6	14,1	1286,8
Yên Châu	10,2	15,8	34,6	106,4	154,6	194,4	215,1	252,6	146,8	58,0	19,2	9,2	1217,0
Bắc Yên	21,0	23,7	47,0	113,8	190,8	261,3	253,9	276,5	163,3	77,8	28,5	18,4	1475,9
Phù Yên	20,3	23,7	40,4	111,7	198,8	228,2	237,1	265,2	205,8	111,5	34,0	15,1	1491,7
Mộc Châu	18,3	22,9	50,7	101,7	184,6	232,3	267,4	315,3	259,1	136,0	38,3	15,5	1642,0
Sơn La	18,9	24,9	48,3	116,9	186,3	241,0	265,7	260,9	137,7	63,9	33,8	16,6	1414,9
Kim Bôi	30,2	32,2	55,5	104,1	271,9	317,7	334,0	353,0	348,6	223,1	76,4	24,0	2170,7
Chi Nê	19,5	19,3	40,9	75,4	203,3	238,8	303,5	359,7	345,8	216,3	65,3	19,3	1907,2
Lạc Sơn	29,7	26,9	46,0	95,3	247,8	263,2	305,7	344,9	308,8	198,4	80,7	24,5	1971,8
Hoà Bình	19,0	15,9	35,6	96,4	244,4	276,9	312,8	325,5	290,0	188,5	58,4	16,8	1880,1
Bắc Hà	23,5	33,4	55,3	124,5	192,6	243,8	277,6	347,7	207,6	121,1	62,1	22,1	1711,3
Sa Pa	64,8	77,9	105,2	218,3	353,5	391,1	461,8	455,9	302,9	204,1	106,2	64,2	2805,8
M. Căng Chải	25,0	33,8	64,4	130,2	216,9	352,3	380,1	315,2	126,9	66,8	33,8	21,0	1766,4
Văn Chấn	16,1	21,3	42,7	91,5	157,1	214,0	222,9	301,2	230,8	142,3	40,5	14,5	1494,9
Lục Yên	33,1	41,1	68,7	135,7	211,6	280,6	326,2	417,5	256,7	145,0	60,6	28,0	2004,7
Yên Bái	32,7	42,3	71,6	126,7	219,4	276,9	300,8	364,4	272,5	168,5	60,0	26,3	1962,3



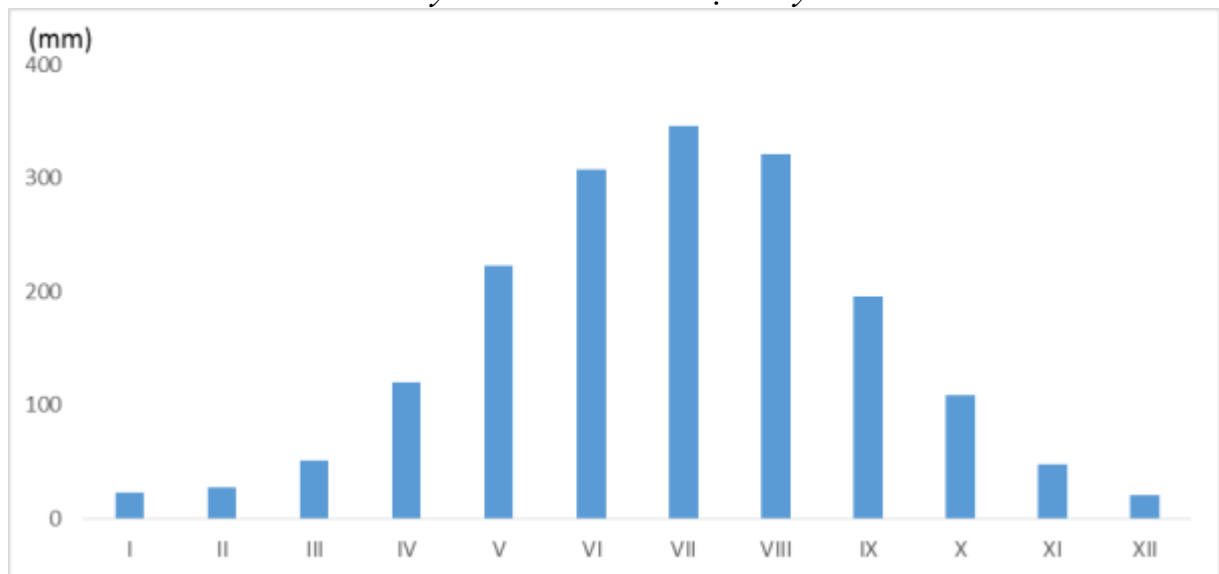
Hình 3.1. Bản đồ phân bố tổng lượng mưa (mm) năm trung bình thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Bắc



Hình 3.2. Bản đồ phân bố tổng lượng mưa (mm) mùa hè (V-X) trung bình thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Bắc



Hình 3.3. Bản đồ phân bố tổng lượng mưa (mm) mùa đông (XI-IV) trung bình thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Bắc



Hình 3.4. Biến trình tổng lượng mưa tháng (mm) trung bình thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Bắc

### 3.1.1.2. Đánh giá lượng mưa theo chỉ số hạn

Như đã phân tích trong Chương 2, để đánh giá điều kiện khô hạn cho khu vực Tây Bắc, chúng tôi sử dụng chỉ số tỷ chuẩn (TC) và chỉ số chuẩn hóa giáng thủy (SPI). Trong đó, các phân tích chủ yếu sẽ được thực hiện theo chỉ số SPI để phản ánh mức độ khô hạn của khu vực.

Kết quả tính tần suất hạn tháng theo chỉ số SPI cho thấy, trên khu vực Tây Bắc, tình trạng thiếu hụt nước (khô hạn) xuất hiện ở hầu hết các tháng trong năm với tần suất phổ biến là 60 đến 80%. Trong đó, tần suất hạn từ 70 đến trên 80% chủ yếu xảy ra vào các tháng XI, XII, I, II, III; cao nhất vào tháng XI và XII. Trong các tháng mùa hè (mùa mưa), tần suất khô hạn tháng vẫn khá cao, phổ biến khoảng 50 đến 60%. Nhìn chung, các tỉnh phía Nam có tần suất khô hạn cao hơn so với các tỉnh phía Bắc (Bảng 3.2).

Kết quả tính tần suất hạn tháng theo chỉ số TC cho thấy, trên khu vực Tây Bắc, mức độ thiếu hụt nước so với trung bình thời kỳ xảy ra trong suốt cả năm với tần suất phổ biến từ 60 đến 70% (vào mùa khô) và 50 đến 60% (vào mùa mưa), trong đó tần suất xuất hiện hạn nhiều nhất là các tháng XI – XII, I-III; thấp nhất là 2 tháng XI-XII. Mức độ thiếu hụt mưa với tần suất cao hơn ở các tỉnh phía Nam khu vực Tây Bắc. Theo chỉ số TC, mức độ thiếu hụt mưa xảy ra cao nhất với tần suất là khoảng 70%. Vào các tháng mùa mưa, thiếu hụt mưa vẫn xảy ra với tần suất khoảng 45 -60%.

Nhìn chung, chỉ số SPI phản ánh tần suất khô hạn tháng cao hơn so với chỉ số TS. Tuy nhiên, các chỉ số này đều phản ánh vào các tháng mùa khô tần suất khô hạn cao hơn; vào các tháng mùa hè có tần suất khô hạn thấp hơn. Ngoài ra, các tỉnh phía Nam khu vực Tây Bắc đều có tần suất khô hạn cao hơn so với các tỉnh phía Bắc.

Điều đáng lưu ý, lượng mưa vào các tháng mùa khô thường rất thấp ở khu vực Tây Bắc. Hay nói cách khác, tình trạng khô hạn là thường xuyên vào các tháng mùa khô. Do vậy, mức độ khô hạn sẽ nghiêm trọng hơn khi lượng mưa mùa khô tiếp tục bị thiếu hụt. Đặc biệt, tần suất khô hạn (thiếu hụt) rất cao vào

các tháng mùa khô, dẫn đến tình trạng khô hạn nghiêm trọng thường xuyên xảy ra vào mùa khô ở khu vực Tây Bắc. Ngoài ra, tình trạng thiếu hụt lượng mưa cũng xảy ra vào các tháng mùa mưa, với tần suất khá cao theo cả chỉ số SPI và TC.

*Bảng 3.2. Phân bố tần suất khô hạn theo tháng (%) thời kỳ 1961-2010 tính theo chỉ số SPI cho các trạm thuộc khu vực Tây Bắc*

Tên trạm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Mường Tè	70	64	66	68	66	60	64	72	62	66	72	70
Sìn Hồ	68	70	62	66	64	68	56	58	56	60	68	62
Điện Biên	62	72	68	68	62	68	64	60	74	64	68	74
Sông Mã	76	68	60	66	70	58	56	62	70	66	76	82
Yên Châu	74	70	66	64	70	54	62	60	70	70	70	84
Sơn La	76	66	70	56	62	64	64	58	68	64	72	72
Kim Bôi	68	72	80	62	60	68	58	68	70	64	80	76
Hoà Bình	72	74	74	62	68	52	66	64	68	64	70	72
Bắc Hà	58	70	68	68	64	68	64	68	62	62	76	72
Sa Pa	68	66	68	68	70	74	64	64	70	66	72	70
Văn Chấn	74	70	72	76	66	62	66	58	68	68	78	70
Yên Bái	66	64	70	62	66	68	66	66	60	62	70	64

*Bảng 3.3. Phân bố tần suất hạn theo tháng (%) thời kỳ 1961-2010 tính theo chỉ số TC cho các trạm thuộc khu vực Tây Bắc*

Tên trạm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Mường Tè	60	56	56	54	54	48	58	58	56	58	64	64
Sìn Hồ	48	54	56	64	46	54	48	50	48	56	60	56
Điện Biên	60	66	60	58	56	60	60	50	66	52	64	64
Sông Mã	64	58	54	52	60	54	50	50	64	56	68	70
Yên Châu	60	66	64	54	52	48	54	54	64	56	62	66
Sơn La	60	62	56	54	52	60	52	54	52	62	64	64
Kim Bôi	62	60	62	52	54	54	58	58	64	56	68	62
Hoà Bình	68	66	70	60	60	46	58	54	60	58	62	64
Bắc Hà	50	66	58	52	56	58	52	54	58	54	66	66
Sa Pa	56	62	64	54	54	68	50	56	60	56	64	64
Văn Chấn	66	64	66	68	58	56	58	52	62	64	64	62
Yên Bái	58	56	64	52	56	56	62	58	54	54	62	58

### **3.1.2. Biến đổi lượng mưa thời kỳ 1961-2010**

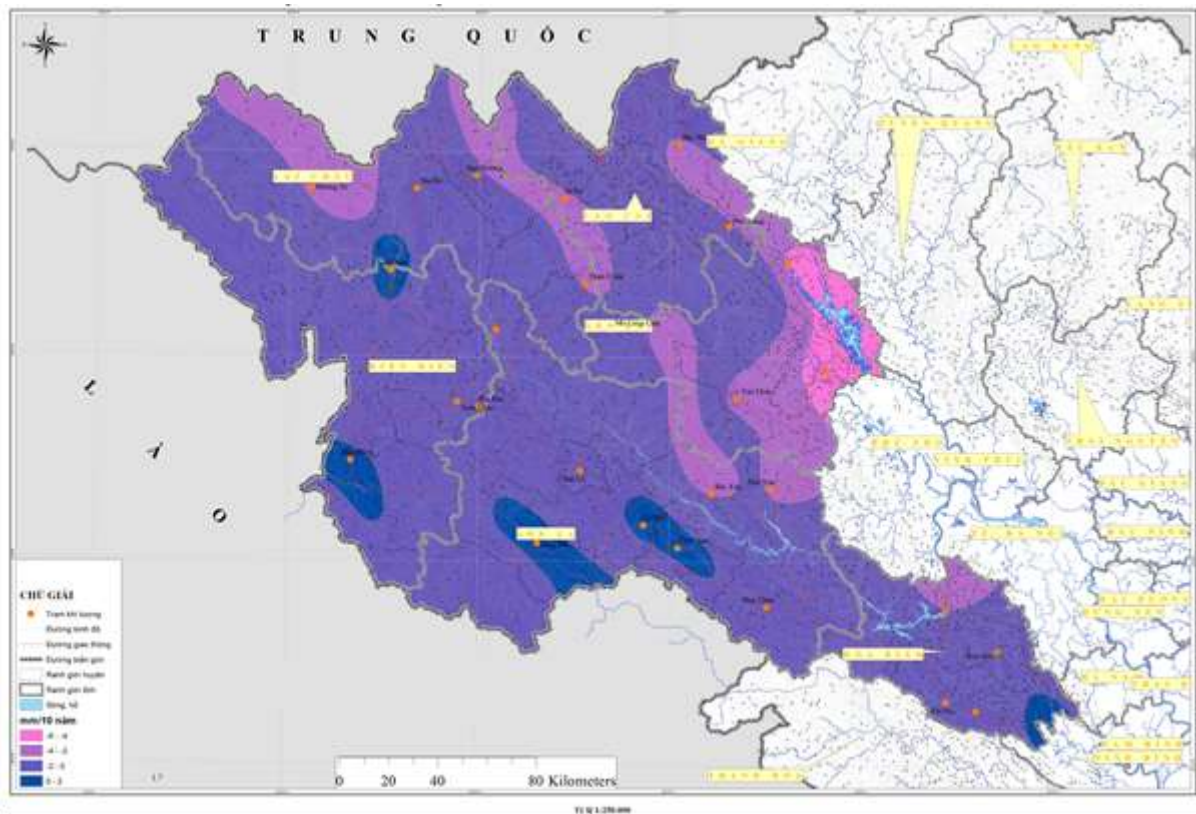
Như đã phân tích ở Mục 3.1.1, mức độ thiếu hụt mưa tháng ở khu vực Tây Bắc thời kỳ 1961-2010 xảy ra với tần suất rất cao vào các tháng mùa khô. Ngoài ra, các tháng mùa mưa, tần suất thiếu hụt mưa tháng cũng xảy ra với tần suất cao. Nếu mức độ thiếu hụt ngày càng tăng thì tình trạng khô hạn của khu vực ngày càng nghiêm trọng. Để thấy rõ vấn đề này, chúng tôi tiếp tục phân tích đánh giá sự biến đổi mức độ thiếu hụt lượng mưa thời kỳ 1961-2010 theo các chỉ số khô hạn ở khu vực Tây Bắc. Cụ thể, các nội dung phân tích như sau:

#### **3.1.2.1. Biến đổi lượng mưa**

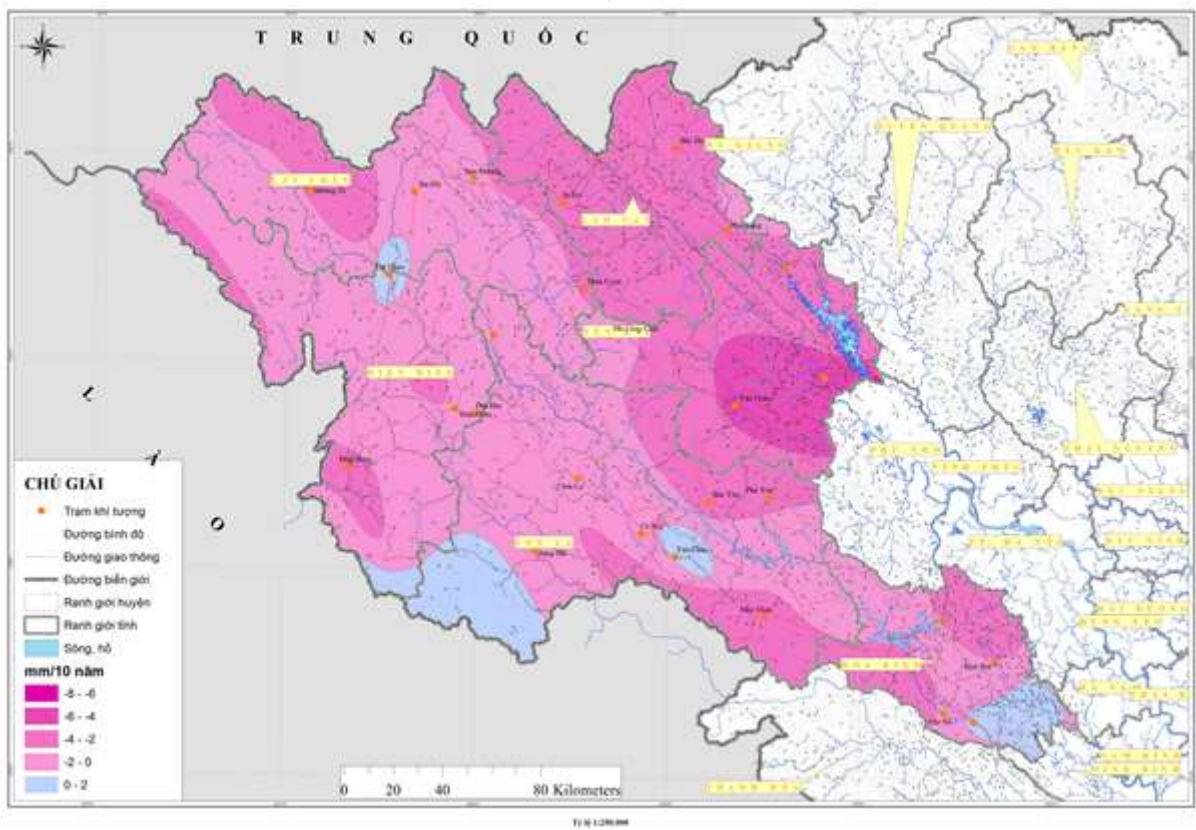
Kết quả tính toán thời kỳ 1961-2010 cho thấy, lượng mưa trung bình năm trên khu vực Tây Bắc giảm với mức độ khoảng 1,1%/10 năm. Nhìn chung, mức độ giảm khoảng từ 0 đến 2%/10 năm ở hầu hết diện tích khu vực; giảm từ 2 đến 4%/10 năm ở Yên Bái, một phần phía Bắc Lai Châu, Lào Cai và một phần nhỏ diện tích thuộc phía Bắc Hòa Bình; giảm từ 4 đến 6%/10 năm ở Yên Bái (Hình 3.5).

Vào các tháng mùa hè, lượng mưa giảm trên hầu hết diện tích khu vực, với mức độ giảm phổ biến từ 0 đến 6%/10 năm. Các tỉnh Lai Châu, Lào Cai, Yên Bái có mức độ giảm đáng kể nhất; các tỉnh còn lại có mức độ giảm thấp hơn. Tuy nhiên, một số trạm quan trắc được lượng mưa có mức độ tăng nhẹ, khoảng từ 0 đến 2%/10 năm (Lai Châu, Yên Châu, Lạc Sơn) (Hình 3.6).

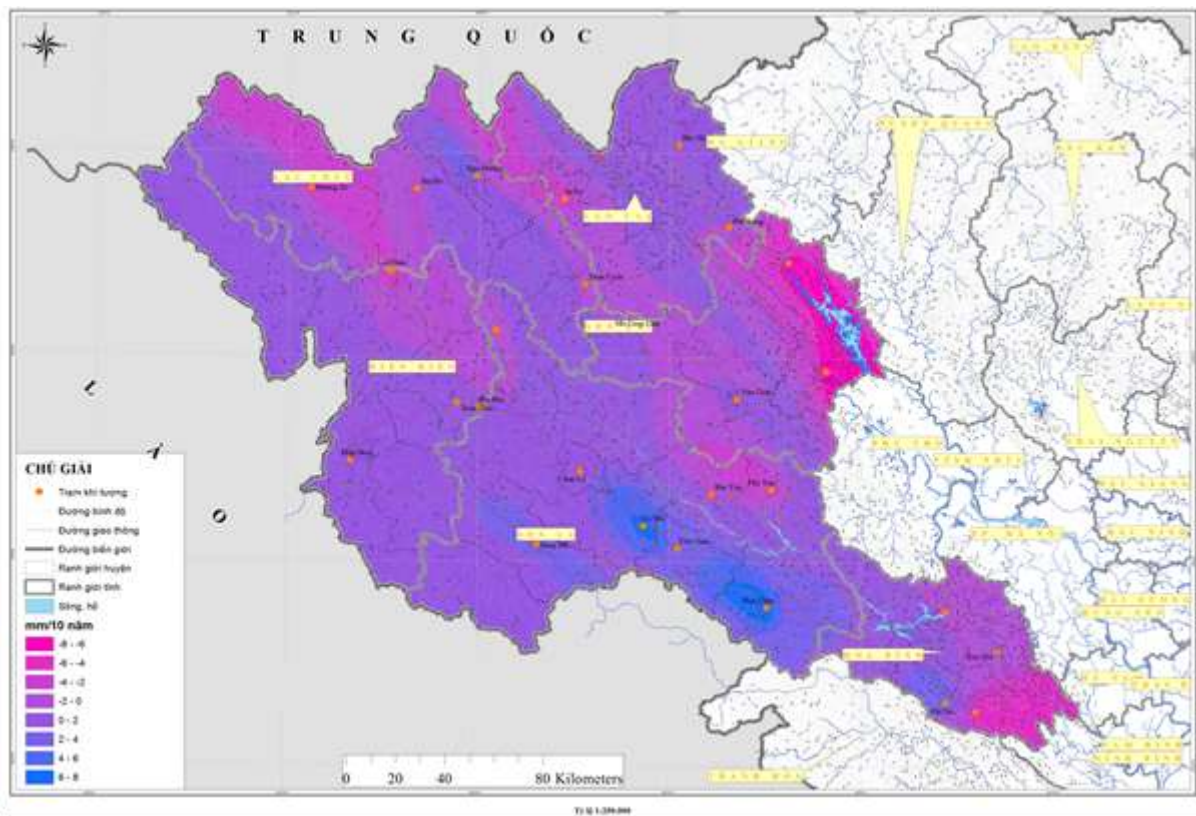
Vào các tháng mùa đông, hầu hết các trạm đều quan trắc được lượng mưa có xu thế giảm trong những năm qua, mức độ giảm đáng kể nhất tại Mường Tè (3,4%/10 năm), Phù Yên (3%/10 năm), Lạc Sơn (4,9%/10 năm). Tuy nhiên, một số trạm có mức tăng lượng mưa mùa đông rất đáng chú ý, như tại Cò Nòi (8,7%/10 năm), Mộc Châu (6,6%/10 năm). Tuy nhiên, lượng mưa vào mùa khô tại khu vực Tây Bắc là rất thấp, do vậy mức tăng của lượng mưa vào mùa khô ở khu vực này cũng không cải thiện nhiều tình trạng khô hạn. Về phân bố theo không gian, các tỉnh Lai Châu, Lào Cai, Yên Bái, Hòa Bình có mức lượng mưa mùa khô giảm trong thời kỳ 1961-2010. Trong đó, giảm đáng chú ý nhất tại Yên Bái và Hòa Bình (Hình 3.7).



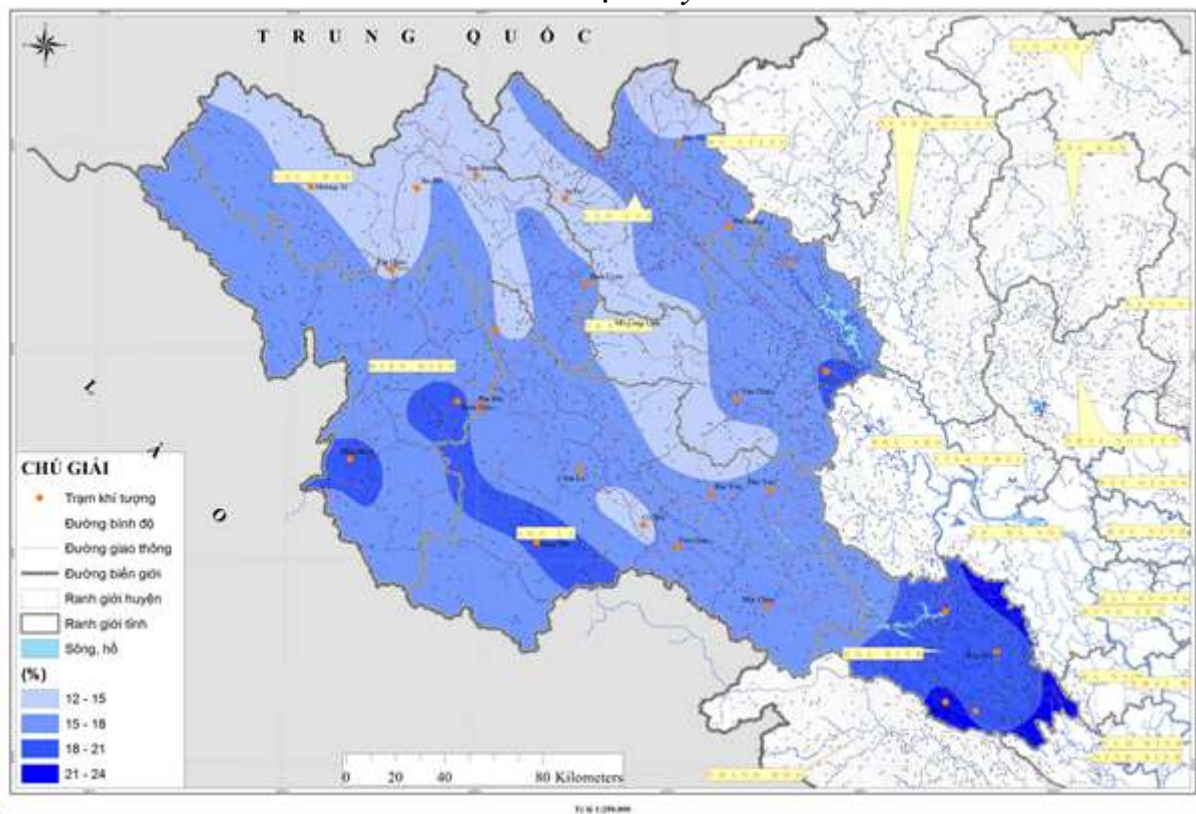
Hình 3.5. Mức độ biến đổi lượng mưa năm (mm/10 năm) thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Bắc



Hình 3.6. Mức độ biến đổi lượng mưa mùa hè (mm/10 năm) thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Bắc



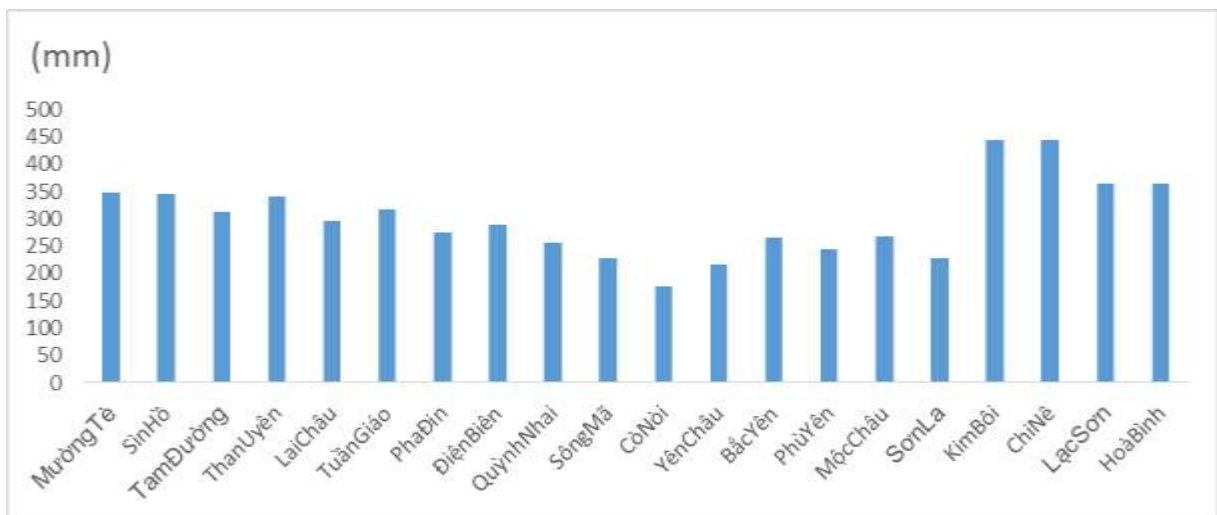
Hình 3.7. Mức độ biến đổi lượng mưa mùa đông (mm/10 năm) thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Bắc



Hình 3.8. Biến suất lượng mưa năm (%) thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Bắc

Biến suất của lượng mưa năm ở khu vực Tây Bắc là khá cao, giá trị phổ biến trong khoảng từ 12 đến 24%. Trong đó, biến suất cao hơn ở phía Nam và thấp hơn ở phía Bắc. Khu vực tỉnh Hòa Bình có biến suất lượng mưa năm cao nhất, giá trị biến suất khoảng từ 18 đến 24% (Hình 3.8).

Mặc dù biến suất lượng mưa ở khu vực Tây Bắc là khá lớn. Tuy nhiên, do khu vực có lượng mưa năm không cao nên độ lệch tiêu chuẩn của lượng mưa năm cũng không cao. Kết quả tính toán cho thấy, độ lệch tiêu chuẩn lượng mưa năm khu vực Tây Bắc phổ biến trong khoảng từ 200 đến gần 450mm. Trong đó, độ lệch tiêu chuẩn của lượng mưa cao nhất ở Hòa Bình và thấp nhất ở Sơn La. Hay nói cách khác, trong thời kỳ 1961-2010, lượng mưa ở khu vực Tây Bắc biến động không nhiều; thấp nhất ở Sơn La và cao nhất ở Hòa Bình (Hình 3.9).



Hình 3.9. Độ lệch tiêu chuẩn lượng mưa (mm) năm thời kỳ 1961-2010 tại một số trạm tiêu biểu khu vực Tây Bắc

So sánh lượng mưa thời kỳ 1981-2010 so với thời kỳ 1961-1981: Kết quả tính toán cho thấy, lượng mưa thời kỳ 1981-2010 thấp hơn so với thời kỳ 1961-1981 ở hầu hết các trạm (màu đỏ - Bảng 3.4). Đối với tổng lượng mưa năm, mức độ thiếu hụt là phổ biến và cao hơn so với mức độ tăng. Nhìn chung, tổng lượng mưa năm thời kỳ 1981-2010 bằng khoảng 93 đến 100% so với thời kỳ 1961-2010 ở hầu hết các trạm (Bảng 3.4).

Mức độ thiếu hụt lượng mưa mùa hè thời kỳ 1981-2010 so với thời kỳ 1961-2010 thể hiện rõ ràng hơn so với trung bình năm. Trong đó, tổng lượng mưa mùa hè phổ biến chỉ bằng khoảng 93 đến 97% so với thời kỳ 1961-2010 ở

hầu hết các trạm. Một số trạm như Lai Châu, Điện Biên có lượng mưa tăng khoảng 4% (Bảng 3.4).

Vào các tháng mùa đông, tỷ lệ lượng mưa thời kỳ 1981-2010 so với thời kỳ 1961-1981 khác biệt khá nhiều giữa các trạm. Mức tăng đáng kể nhất là tại trạm Cò Nòi, có mức tăng khoảng 17%. Mức giảm đáng kể nhất khoảng 6,4% tại trạm Mường Tè. Nhìn chung, xu thế là lượng mưa mùa đông các trạm phía Bắc giảm và tăng ở các trạm phía Nam (Bảng 3.4).

*Bảng 3.4. Tỷ lệ (%) lượng mưa thời kỳ 1981-2010 so với thời kỳ 1961-1991 tại một số trạm tiêu biểu khu vực Tây Bắc*

<b>TT</b>	<b>Trạm</b>	<b>Mùa đông</b>	<b>Mùa hè</b>	<b>Năm</b>
1	Mường Tè	93,6	96,6	96,2
2	Sìn Hồ	96,6	99,3	98,8
3	Tam Đường	102,7	97,1	98,1
4	Than Uyên	97,6	94,2	94,8
5	Lai Châu	96,3	104,0	102,7
6	Tuần Giáo	97,5	97,8	97,7
7	Pha Đin	97,4	97,3	97,3
8	Điện Biên	99,4	104,2	103,3
9	Quỳnh Nhai	95,4	97,3	97,0
10	Sông Mã	102,8	99,6	100,2
11	Cò Nòi	117,5	96,9	100,3
12	Yên Châu	102,1	100,2	100,6
13	Bắc Yên	103,4	92,1	94,0
14	Phù Yên	94,5	92,6	92,9
15	Mộc Châu	111,6	91,8	94,6
16	Sơn La	100,1	96,3	97,0
17	Kim Bôi	100,8	95,0	95,8
18	Chi Nê	108,8	93,5	95,4
19	Lạc Sơn	92,4	99,5	98,4

### *3.1.2.2. Đánh giá biến đổi điều kiện khô hạn khu vực Tây Bắc*

Như đã phân tích ở trên, lượng mưa trong thời kỳ 1961-2010 có xu thế giảm ở hầu hết khu vực Tây Bắc. Mức độ thiếu hụt lượng mưa xảy ra cả vào các tháng mùa hè và mùa đông. Kéo theo đó, điều kiện khô hạn được nhận định là sẽ ngày càng nghiêm trọng hơn. Để thấy rõ điều này, chúng tôi tiếp tục phân tích biến đổi của các chỉ số hạn ở khu vực Tây Bắc.

### **a) Theo chỉ số SPI**

Nhìn chung, chỉ số SPI ở khu vực Tây Bắc có xu thế giảm trong những năm qua ở khu vực Tây Bắc. Tuy nhiên mức độ giảm ở các trạm có diễn biến khác nhau. Trong đó, khu vực Yên Bái có mức độ giảm đáng chú ý nhất (vào cả mùa hè và mùa đông). Hay nói cách khác, trong những năm qua điều kiện khô hạn ở khu vực Tây Bắc có xu thế gia tăng (Bảng 3.5, Hình 3.9, Hình 3.10, Hình 3.11).

**Xu thế biến đổi của SPI mùa mưa:** Chỉ số SPI có xu thế giảm ở hầu hết các trạm, mức độ giảm phổ biến từ 0,02 đến 0,23 đơn vị/10 năm. Tuy nhiên, tại trạm Điện Biên và Yên Châu, SPI có xu thế tăng nhẹ với mức độ tăng lần lượt tương ứng 0,08 và 0,1 đơn vị/10 năm (Bảng 3.5, Hình 3.10).

**Xu thế biến đổi của SPI mùa khô:** SPI cũng có xu thế giảm ở đa số các trạm, mức độ giảm phổ biến từ 0,01 đến 0,22 đơn vị/10 năm. Mức độ tăng của chỉ số SPI mùa khô là không lớn (Bảng 3.5, Hình 3.11). Điều đó cho thấy nguy cơ thiếu hụt ẩm tăng cao trong mùa khô, dễ dẫn đến tình trạng hạn hán. Càng về các thập kỷ gần đây độ chênh lệch chỉ số SPI giữa các năm càng lớn, có nghĩa là có những năm lượng mưa lớn hơn chuẩn nhưng cũng có những năm lượng mưa nhỏ hơn chuẩn rất nhiều, chính điều này làm tăng nguy cơ các thiên tai như lũ lụt hay hạn hán, gây ảnh hưởng đến đời sống.

### **b) Theo chỉ số TC**

**Xu thế biến đổi của TC năm:** Nhìn chung, chỉ số TC trung bình năm tại các trạm thuộc khu vực Tây Bắc có xu thế giảm trong những năm qua (1961-2010) (Bảng 3.5, Hình 3.12). Mức độ giảm phổ biến trong khoảng từ 1 đến hơn 6%/10 năm. Tại các trạm thuộc tỉnh Yên Bái có mức giảm của chỉ số TC là lớn nhất.

Vào mùa mưa, chỉ số TC có xu thế giảm ở hầu hết các trạm. Vào mùa khô, mức độ tăng/giảm là khác nhau giữa các trạm và lớn hơn vào mùa mưa. Nhìn chung, trong các tháng mùa khô, chỉ số TC có xu thế giảm ở đa số các trạm (Bảng 3.5, Hình 3.13, Hình 3.14).

Từ các kết quả phân tích xu thế biến đổi của các chỉ số hạn cho thấy, chỉ số TC và SPI có xu thế biến tương đồng nhau ở các trạm trên khu vực Tây Bắc. Điều đó cho thấy, điều kiện thiếu nước (mùa mưa) và khô hạn (mùa khô) có xu hướng gia tăng ở khu vực Tây Bắc Trong những năm qua (1961-2010).

*Bảng 3.5. Tốc độ xu thế biến đổi của chỉ số SPI (đơn vị/10 năm) tại một số trạm tiêu biểu khu vực Tây Bắc*

TT	Tên trạm	Mùa khô	Mùa mưa	Năm
1	Mường Tè	-0,10	-0,16	-0,19
2	Sìn Hồ	-0,09	-0,01	-0,05
3	Điện Biên	-0,13	0,08	0,03
4	Sông Mã	0,08	-0,02	0,01
5	Yên Châu	-0,04	0,10	0,08
6	Sơn La	0,02	-0,10	-0,08
7	Kim Bôi	-0,04	-0,08	-0,09
8	Hoà Bình	-0,08	-0,08	-0,10
9	Bắc Hà	-0,10	-0,18	-0,19
10	Sa Pa	-0,18	-0,09	-0,17
11	Văn Chấn	-0,01	-0,20	-0,20
12	Yên Bái	-0,22	-0,23	-0,31

*Bảng 3.6. Tốc độ xu thế biến đổi của chỉ số TC (đơn vị/10 năm) tại một số trạm tiêu biểu khu vực Tây Bắc*

TT	Tên trạm	Mùa khô	Mùa mưa	Năm
1	Mường Tè	-3,55	-2,57	-2,69
2	Sìn Hồ	-3,13	-0,10	-0,57
3	Điện Biên	-4,81	1,51	0,63
4	Sông Mã	3,97	-0,41	0,13
5	Yên Châu	-2,12	1,87	1,39
6	Sơn La	0,74	-1,58	-1,24
7	Kim Bôi	-1,90	-1,77	-1,80
8	Hoà Bình	-3,53	-1,62	-1,96
9	Bắc Hà	-4,36	-2,57	-2,91
10	Sa Pa	-6,28	-1,29	-2,40
11	Văn Chấn	-0,68	-4,21	-3,56
12	Yên Bái	-8,00	-5,01	-5,62



Hình 3.10. Xu thế biến đổi chỉ số SPI trung bình năm giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm tiêu biểu ở khu vực Tây Bắc



Hình 3.11. Xu thế biến đổi chỉ số SPI mùa mưa giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Tây Bắc



Hình 3.12. Xu thế biến đổi chỉ số SPI mùa khô giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Tây Bắc



Hình 3.13. Xu thế biến đổi chỉ số TC trung bình năm giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Tây Bắc



Hình 3.14. Xu thế biến đổi chỉ số TC mùa mưa giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Tây Bắc



Hình 3.15. Xu thế biến đổi chỉ số TC mùa khô giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Tây Bắc

## 3.2. Đánh giá diễn biến lượng mưa ở khu vực Nam Trung Bộ

### 3.2.1. Đặc điểm mưa thời kỳ 1961-2010

#### 3.2.1.1. Lượng mưa trung bình

##### Lượng mưa năm:

Lượng mưa năm trung bình thời kỳ 1961-2010 của vùng Nam Trung Bộ đạt 2.138mm, trong đó đã có sự chi phối lớn của lượng mưa trung bình năm của trạm Trà My, vì lượng mưa của vùng cực nam của Nam Trung Bộ rất thấp (Nha Trang đạt trên 1300 mm, Phan Rang chỉ đạt 700 - 800mm). Do vậy không nên lấy giá trị trung bình vùng của lượng mưa năm ở đây để làm căn cứ đánh giá. Nếu ở vùng Đông Bắc Bắc Bộ người ta coi Bắc Quang là "rốn mưa" của miền khí hậu Bắc Việt Nam, thì Trà My cũng có thể được coi là "rốn mưa" của Trung Trung Bộ thuộc miền khí hậu Nam Việt Nam. Lượng mưa trung bình năm ở vùng Trà My đạt 3.974mm.

Nhìn chung, lượng mưa năm trung bình ở khu vực Nam Trung Bộ phổ biến là 1.200 – 2.000mm ở nửa phía Bắc và chỉ 1.200 - 1.600mm ở phía Nam. Có nơi lượng mưa trung bình năm chưa đến 800mm như ở Nha Hồ. Theo các số liệu quan trắc trên lưới trạm khí tượng và lưới trạm đo mưa thì trên hầu khắp lãnh thổ, trị số phổ biến của lượng mưa năm nước ta phổ biến là từ 1.400 – 2.400mm, những nơi có lượng mưa ngoài phạm vi phổ biến đó chủ yếu là các trung tâm mưa lớn hoặc các trung tâm mưa bé [15]. Với các số liệu quan trắc được thì khu vực Nam Trung Bộ có 1 số trung tâm mưa lớn như Tam Kỳ (2.400 – 3.400mm), Trà My (2.400 – 4.000mm) và Ba Tư (2.400 – 3.600mm). Bên

cạnh đó là các trung tâm mưa bé là như Cam Ranh (1.000-1.600mm) và Phan Thiết (1.100-1.400mm).

Nhìn chung, lượng mưa năm ở khu vực Nam Trung Bộ có sự phân hóa khá rõ ràng theo không gian giữa các khu vực. Trong đó, lượng mưa năm lớn nhất ở phía Bắc (Quảng Nam, Đà Nẵng, Quảng Ngãi) (Hình 3.16). Khu vực có lượng mưa năm thấp nhất là từ Bình Định đến Ninh Thuận, giá trị phổ biến trong khoảng từ 800 đến 1.200mm; thậm chí dưới 800mm ở dải ven biển từ Khánh Hòa đến Ninh Thuận (Hình 3.16).

#### **Lượng mưa tháng và mùa:**

Mùa mưa phổ biến từ tháng IX đến tháng XII, trừ một vài nơi thuộc Nam Bình Thuận có mùa mưa tương tự Nam Bộ. Mưa nhiều nhất vào 3 tháng IX, X, XI. Lượng mưa trung bình tháng nhiều nhất đạt trên 930mm cũng ở Trà My; vùng Đà Nẵng, Quảng Ngãi trên 600mm,... Nhìn chung lượng mưa tháng nhiều mưa nhất ở Nam Trung Bộ đạt được khá cao. Lượng mưa tháng ít mưa nhất ở đây từ 20 - 58mm, ngoại trừ vùng cực nam Trung Bộ; thậm trí các trạm Phan Rang, Phan Thiết, Hàm Tân, có lượng mưa quan trắc được chỉ khoảng từ 0,2 đến 6,8mm/tháng (từ tháng I đến tháng III) (Bảng 3.6, Hình 3.17, Hình 3.18, Hình 3.19).

Nhìn chung, lượng mưa tháng thấp nhất ở khu vực Nam Trung Bộ diễn ra từ tháng I đến tháng VIII. Trong đó, lượng mưa thấp nhất xảy ra vào từ tháng I đến IV (Bảng 3.6, Hình 3.19).

Lượng mưa theo mùa cũng có quy luật phân bố theo không gian tương tự như mưa năm, cao hơn ở phía Bắc (Quảng Nam, Đà Nẵng, Quảng Ngãi) thấp hơn đáng kể ở phía Nam (từ Bình Định đến Bình Thuận). Sự phân hóa theo không gian của lượng mưa mùa cũng rất rõ ràng giữa các khu vực (Hình 3.17, Hình 3.18).

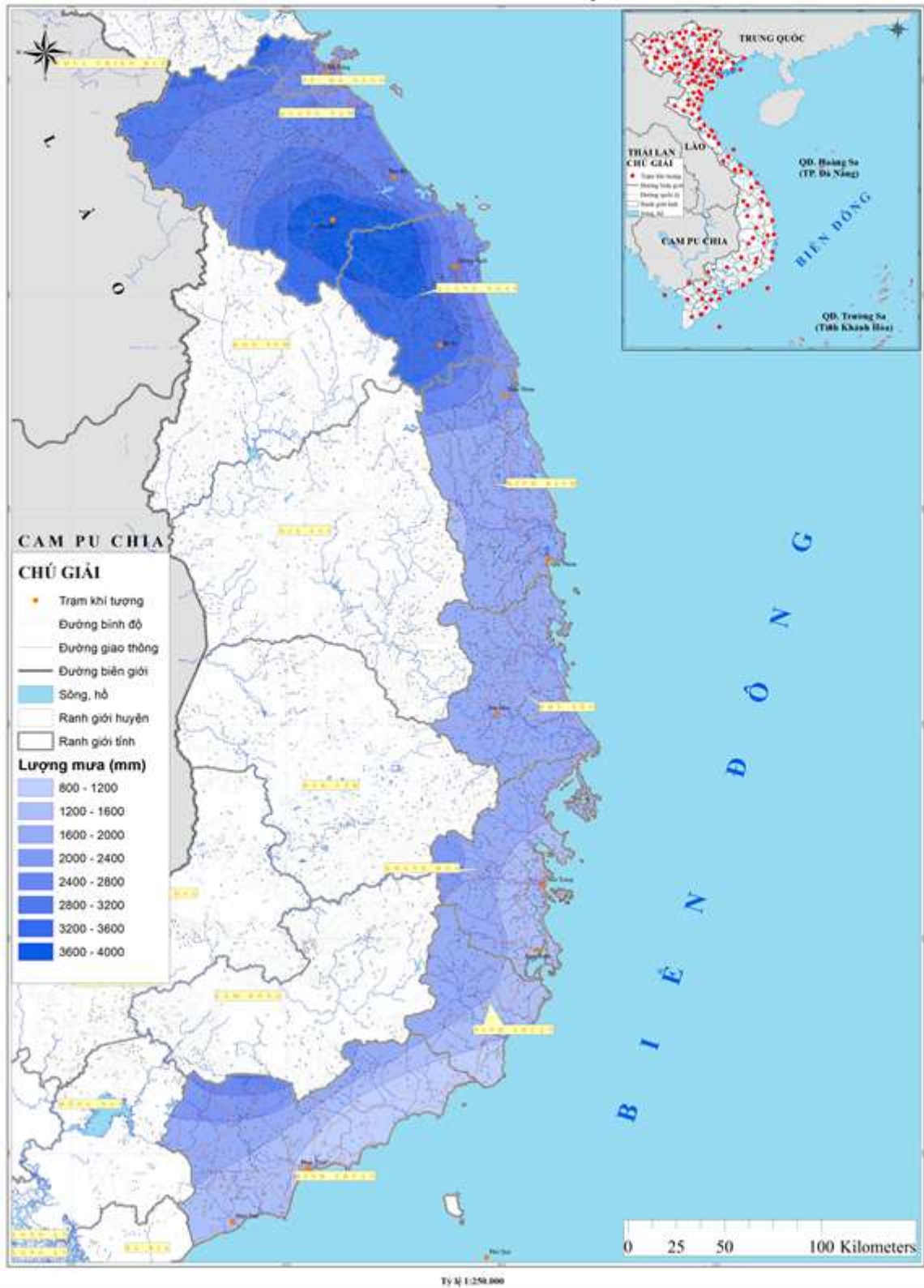
Từ các phân tích này có thể thấy, khu vực Nam Trung Bộ có số tháng với lượng mưa ít là đáng kể, từ tháng I đến tháng VIII. Hay nói cách khác, mùa khô ở khu vực này là tương đối kéo dài và mùa mưa thì tương đối ngắn. Ngoài ra, tổng lượng mưa trong năm chủ yếu do lượng mưa mùa mưa đóng góp tỷ trọng cao nhất (chiếm 67%); lượng mưa mùa khô đóng góp tỷ trọng thấp hơn (chiếm 33%). Đáng chú ý, các tỉnh từ Bình Định đến Ninh Thuận, lượng mưa mùa mưa

đóng góp tới 80% tổng lượng mưa năm; mùa khô đóng góp khoảng 20% tổng lượng mưa năm.

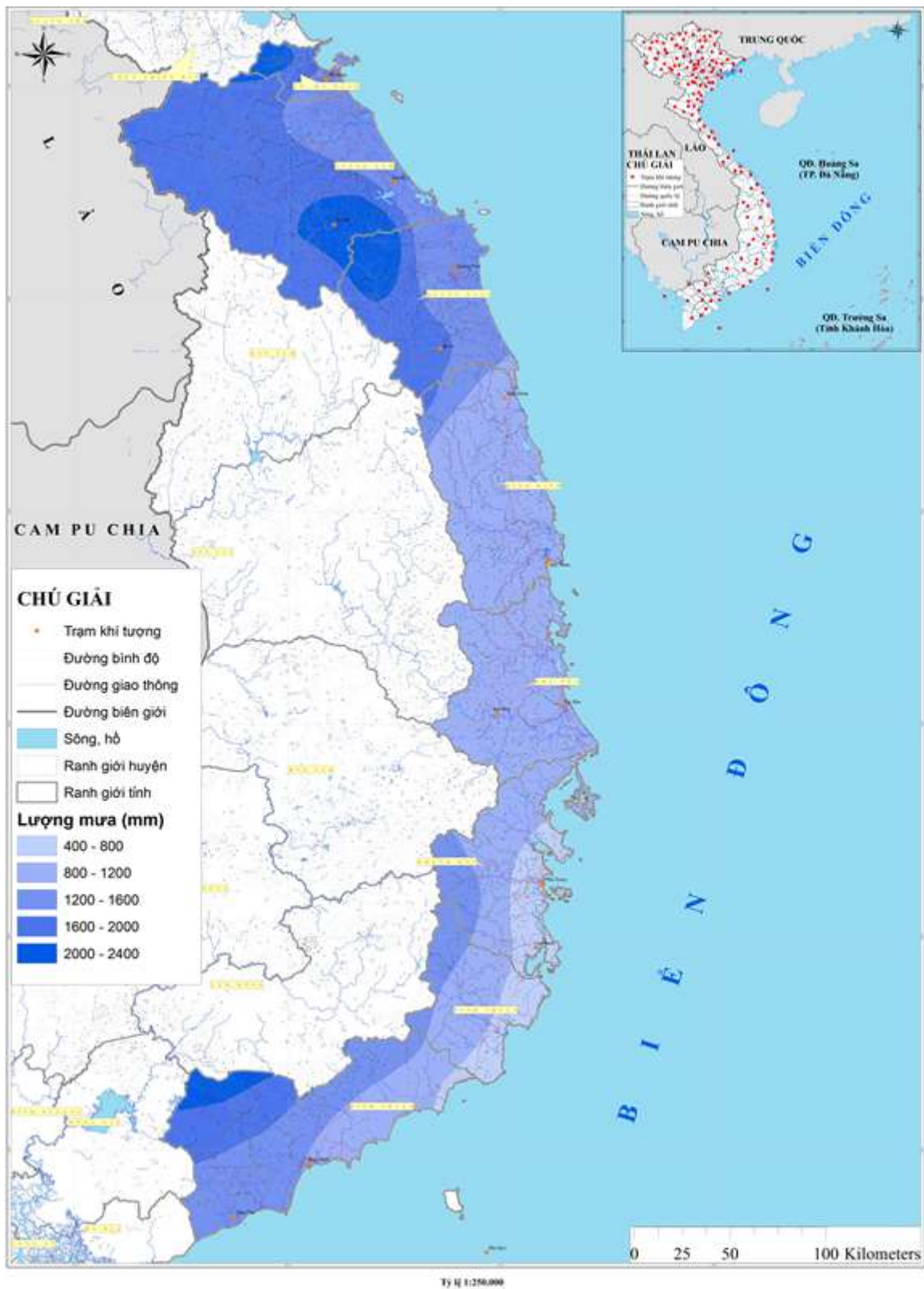
Do mùa khô ở khu vực Nam Trung Bộ kéo dài 8 tháng, nên nếu xảy ra thiếu hụt lượng mưa mùa khô sẽ dẫn đến tình trạng khô hạn sẽ càng nghiêm trọng hơn. Ngược lại, mùa mưa ở khu vực là tương đối ngắn, mưa chỉ tập trung trong 4 tháng, do vậy nếu xảy ra d thừa lượng mưa, có khả năng sẽ khiến tình trạng lũ lụt nghiêm trọng hơn.

*Bảng 3.7. Lượng mưa (mm) tháng và năm trên khu vực Nam Trung Bộ*

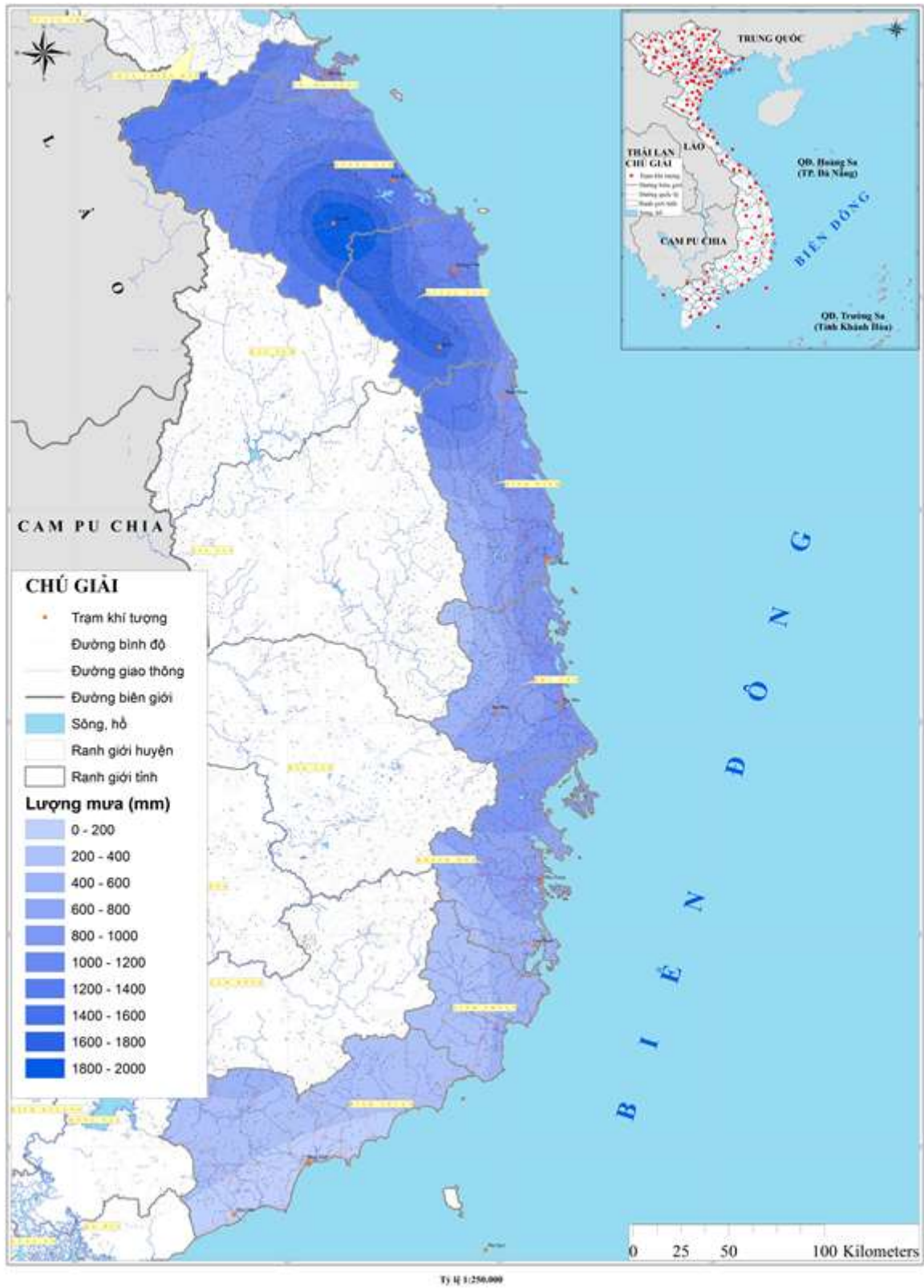
Tên trạm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
<b>Đà Nẵng</b>	82,5	23,7	22,7	36,0	88,4	87,0	91,5	139,1	327,1	646,5	430,8	210,3	2185,7
<b>Tam Kỳ</b>	137,6	50,1	41,7	59,6	102,0	86,1	87,1	124,6	328,7	690,4	578,2	351,7	2637,9
<b>Trà My</b>	152,9	66,9	58,9	110,9	252,8	185,6	172,4	207,3	412,5	930,1	947,8	476,2	3974,2
<b>Ba Tơ</b>	169,2	69,1	58,0	83,8	181,6	159,9	123,3	171,9	325,2	775,8	881,6	496,6	3495,8
<b>Quảng Ngãi</b>	131,6	36,8	39,1	48,4	100,7	97,8	86,6	143,0	323,9	653,7	594,1	285,3	2541,1
<b>Hoài Nhơn</b>	90,4	32,6	23,5	39,2	100,9	76,3	60,5	112,4	284,3	563,3	456,2	211,4	2051,0
<b>Quy Nhơn</b>	69,0	25,7	30,5	32,4	89,5	66,6	38,7	73,4	236,5	538,8	467,5	194,0	1862,6
<b>Sơn Hoà</b>	31,2	10,2	32,1	43,0	133,7	97,3	88,5	104,4	202,2	424,8	396,2	129,7	1693,3
<b>Tuy Hoà</b>	65,4	19,2	32,6	42,2	90,9	53,9	43,6	52,8	229,8	556,9	499,8	203,5	1890,7
<b>Nha Trang</b>	40,0	15,9	29,9	41,1	83,2	49,9	37,0	48,4	164,0	326,5	379,6	174,2	1389,6
<b>Cam Ranh</b>	23,0	7,9	36,4	38,3	83,8	60,0	53,3	49,6	164,9	283,5	300,2	142,8	1243,6
<b>Phan Rang</b>	6,6	6,2	10,6	23,0	66,3	56,4	54,6	51,5	145,7	170,1	157,7	67,1	815,8
<b>Phan Thiết</b>	2,5	0,2	5,5	30,3	149,5	143,1	169,0	168,7	188,1	154,9	56,9	18,9	1087,5
<b>Hàm Tân</b>	1,2	0,3	6,8	45,0	174,0	214,2	294,1	302,4	250,7	188,3	47,5	22,2	1546,7



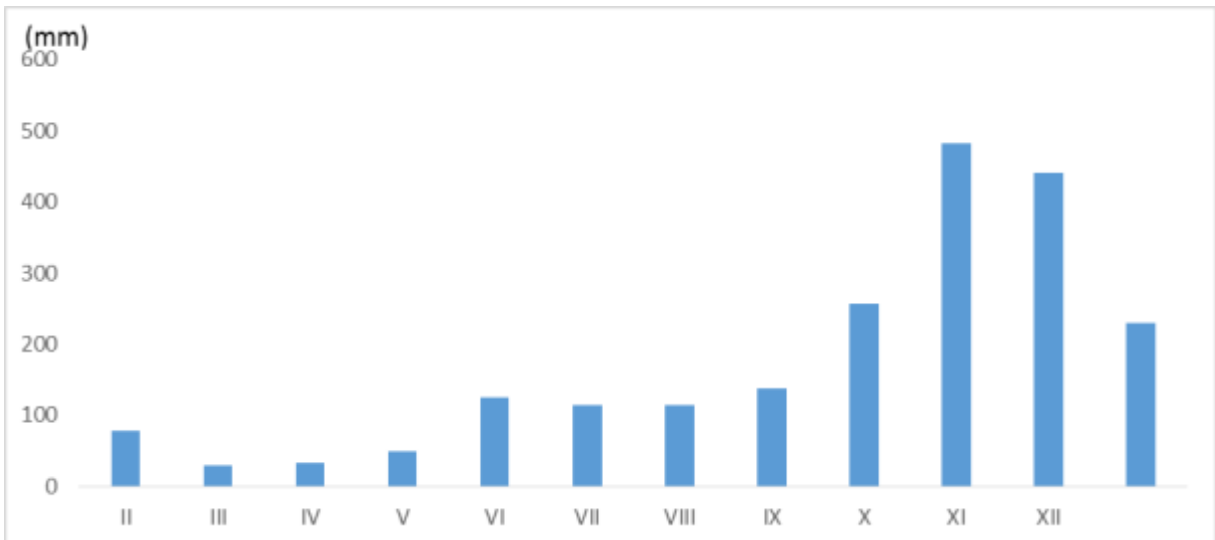
Hình 3.16. Bản đồ phân bố tổng lượng mưa (mm) năm trung bình thời kỳ 1961-2010 khu vực Nam Trung Bộ



Hình 3.17. Bản đồ phân bố tổng lượng mưa (mm) các tháng mùa hè (tháng V-X) trung bình thời kỳ 1961-2010 khu vực Nam Trung Bộ



Hình 3.18. Bản đồ phân bố tổng lượng mưa (mm) các tháng mùa đông (tháng XI-IV) trung bình thời kỳ 1961-2010 khu vực Nam Trung Bộ



Hình 3.19. Diễn biến tổng lượng mưa tháng trung bình thời kỳ 1961-2010 ở khu vực Nam Trung Bộ

### 3.2.1.2. Đánh giá đặc điểm khô hạn theo chỉ số

Tương tự như khu vực Tây Bắc, chúng tôi cũng sử dụng chỉ số SPI và TC để phân tích điều kiện khô hạn trên khu vực Nam Trung Bộ.

**Chỉ số SPI:** Kết quả tính tần suất hạn tháng theo chỉ số SPI (Bảng 3.8) cho thấy, trên khu vực Nam Trung Bộ, tình trạng thiếu hụt nước xuất hiện ở hầu hết các tháng trong năm với tần suất phổ biến là 60 đến 80%; tần suất xuất hiện hạn trên 80% ở các trạm cực nam Trung Bộ vào tháng I-III (Bảng 3.8).

**Chỉ số TC:** Kết quả tính tần suất hạn tháng theo chỉ số TC (Bảng 3.9) cho thấy, trên khu vực Nam Trung Bộ, mức độ thiếu hụt nước so với trung bình thời kỳ xảy ra trong suốt cả năm với tần suất phổ biến từ 60 đến 75% (vào mùa khô) và 55 đến 65% (vào mùa mưa), trong đó tần suất xuất hiện hạn nhiều nhất là 3 tháng I – III; thấp nhất là 3 tháng VIII – X. Các trạm được xếp là các trung tâm mưa lớn có tần suất hạn thấp hơn so với các trạm khác trong khu vực và phân bố của tần suất này không có sự khác biệt nhiều giữa mùa khô và mùa mưa.

Từ kết quả phân tích có thể thấy, trong hầu hết các tháng sự thiếu hụt lượng mưa đều xuất hiện với tần suất khá cao, đặc biệt vào các tháng mùa khô. Trong đó, chỉ số SPI thể hiện điều kiện khô hạn xảy ra với tần suất cao hơn so với chỉ số TC. Số tháng khô hạn ở các tỉnh thuộc trung tâm của Nam Trung Bộ (Bình Định đến Ninh Thuận) có số tháng khô hạn cao nhất; các tỉnh phía Bắc

(Quảng Nam, Đà Nẵng, Quảng Ngãi), điều kiện khô hạn chủ yếu xảy ra vào các tháng đầu năm (từ tháng I đến tháng V); khu vực tỉnh Ninh Thuận, điều kiện khô hạn chủ yếu xảy ra vào thời kỳ XI-XII và I-IV. Tuy nhiên, tần suất khô hạn ở các tỉnh từ Bình Định đến Bình Thuận là cao hơn so với các tỉnh phía Bắc.

*Bảng 3.8. Phân bố tần suất hạn theo tháng (%) tính theo chỉ số SPI cho các trạm thuộc khu vực Nam Trung Bộ*

Tên trạm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Đà Nẵng	80	62	72	72	70	78	74	80	72	62	68	72
Tam Kỳ	70	72	76	80	74	66	70	64	70	62	68	68
Trà My	78	74	76	68	64	66	68	58	68	62	66	60
Ba Tơ	72	70	78	76	64	64	62	60	68	60	66	64
Quảng Ngãi	74	68	76	76	74	62	74	62	74	56	72	76
Hoài Nhơn	70	72	78	80	70	68	72	62	62	54	68	64
Quy Nhơn	76	72	80	80	76	72	68	66	64	66	70	62
Sơn Hoà	76	70	80	80	66	54	62	60	70	70	62	66
Tuy Hoà	80	72	80	70	72	60	78	72	76	76	74	70
Nha Trang	74	76	84	74	70	70	64	66	62	72	68	66
Cam Ranh	74	78	82	76	66	66	70	66	68	60	72	66
Phan Thiết	96	82	90	70	60	64	66	58	64	70	72	76
Hàm Tân	86	74	88	76	62	62	66	62	68	60	70	82

*Bảng 3.9. Phân bố tần suất hạn theo tháng (%) tính theo chỉ số TC cho các trạm thuộc khu vực Nam Trung Bộ*

Tên trạm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Đà Nẵng	64	60	60	70	62	64	68	58	64	52	60	64
Tam Kỳ	64	60	72	70	66	54	62	62	58	56	58	60
Trà My	68	64	68	58	54	50	58	56	60	54	60	56
Ba Tơ	70	60	70	62	62	56	54	60	58	56	56	62
Quảng Ngãi	70	62	68	70	60	54	68	58	60	52	54	68
Hoài Nhơn	68	62	66	72	62	64	64	60	56	50	62	60
Quy Nhơn	68	64	72	68	68	66	62	58	60	56	64	58
Sơn Hoà	74	62	76	68	58	50	56	56	52	56	60	60
Tuy Hoà	70	62	72	64	68	54	66	62	60	58	62	66
Nha Trang	64	64	76	66	66	60	54	56	54	58	62	62
Cam Ranh	68	70	74	64	58	58	64	60	58	58	60	58
Phan Thiết	86	82	84	66	50	50	56	50	58	62	68	68
Hàm Tân	80	70	82	70	54	54	56	50	58	56	66	68

### **3.2.2. Đặc điểm biến đổi lượng mưa thời kỳ 1961-2010**

#### **3.2.2.1. Biến đổi lượng mưa trung bình**

Kết quả tính toán cho thấy, lượng mưa năm có xu hướng tăng trên toàn vùng Nam Trung Bộ với mức độ tăng khoảng 0 đến 14%/10 năm. Trong đó, tăng nhiều hơn ở dải ven biển và tăng ít hơn ở các khu vực xa biển. Khu vực Phú Yên – Khánh Hòa có mức độ tăng cao nhất khu vực, phổ biến trong khoảng từ 8 đến 14%/10 năm (Hình 3.20).

Mức độ dao động của lượng mưa của các trạm đại diện khá cao (Hình 3.21, Hình 3.22). Ví dụ: ở Đà Nẵng có một số năm lượng mưa chỉ đạt 1.400mm, nhưng cũng có năm đạt trên 3.000mm, thậm chí năm 1999 (năm La Nina hoạt động mạnh) đạt đến 3.900mm; hay ở Nha Trang, nơi có lượng mưa trung bình năm không cao, cũng dao động khá mạnh: có năm đạt 700 - 800mm, nhưng cũng có năm đo được trên 2500mm.

Biến suất lượng mưa ở khu vực Nam Trung Bộ là khá cao, phổ biến trong khoảng giá trị từ 12 đến 36%. Trong đó ở khu vực Phú Yên – Ninh Thuận có biến suất cao nhất, đặc biệt là ở Nha Trang; sau đó đến khu vực Đà Nẵng – Bình Định; khu vực Bình Thuận có biến suất thấp nhất (Hình 3.22). Độ lệch tiêu chuẩn của lượng mưa năm khu vực Nam Trung Bộ phổ biến trong khoảng từ trên 300 đến gần 1.000mm; cao nhất ở khu vực phía Bắc (Quảng Nam, Đà Nẵng, Quảng Ngãi) (Hình 3.23). Vùng Nam Trung Bộ cũng là một trong 2 vùng chịu ảnh hưởng nhiều nhất của nhiễu động nhiệt đới (bão và hội tụ nhiệt đới) ở Việt Nam, và sự biến động lớn của lượng mưa năm ở khu vực này đặt trong mối quan hệ tác động của nhiễu động nhiệt đới là hợp lý.

Tỷ lệ lượng mưa thời kỳ 1981-2010 so với thời kỳ 1961-1981: Kết quả cho thấy, lượng mưa thời kỳ 1981-2010 cao hơn so với thời kỳ 1961-1981 trong khoảng từ 10 đến 28%. Trong đó, tăng nhiều nhất tại trạm Tuy Hòa (28%), tăng ít nhất tại trạm Quảng Ngãi, Phan Thiết (khoảng 4%) (Bảng 3.10).

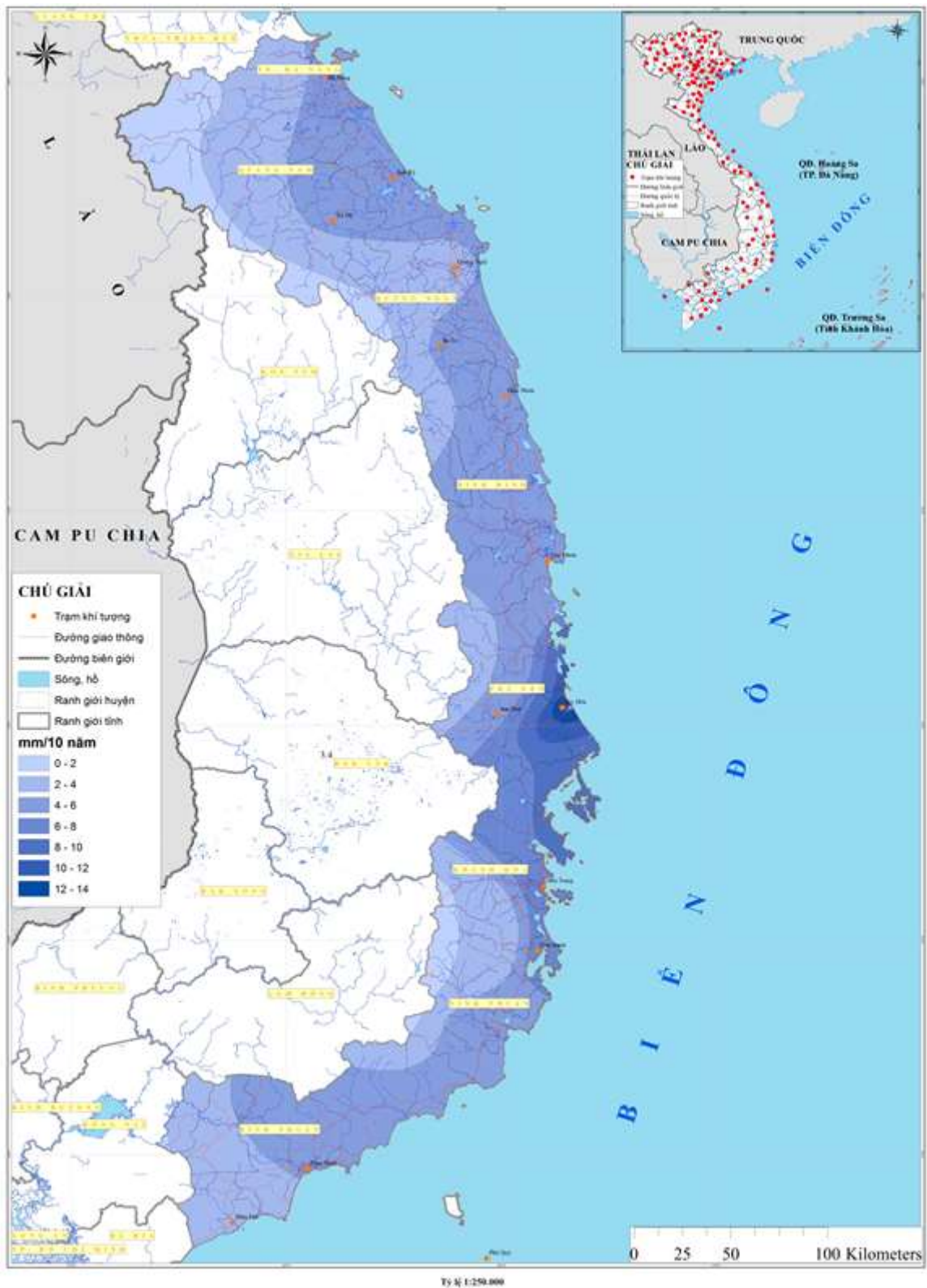
Lượng mưa mùa hè có xu thế tăng trên hầu hết khu vực, với mức tăng khoảng từ 0 đến 10%/10 năm. Trong đó tăng nhiều hơn ở các khu vực ven biển

(Hình 3.24). Lượng mưa mùa đông có xu thế tăng trên toàn bộ khu vực, với mức tăng khoảng từ 0 đến 18%/10 năm. Trong đó, các khu vực phía Nam có mức tăng nhiều hơn phía Bắc (Hình 3.25). Trong cả các tháng mùa đông và mùa hè, lượng mưa thời kỳ 1981-2010 đều tăng so với thời kỳ 1961-1981. Trừ trường hợp mùa đông tại trạm Hàm Tân, lượng mưa thời kỳ 1981-2010 chỉ bằng khoảng 98,5 so với thời kỳ 1961-2010 (Bảng 3.10).

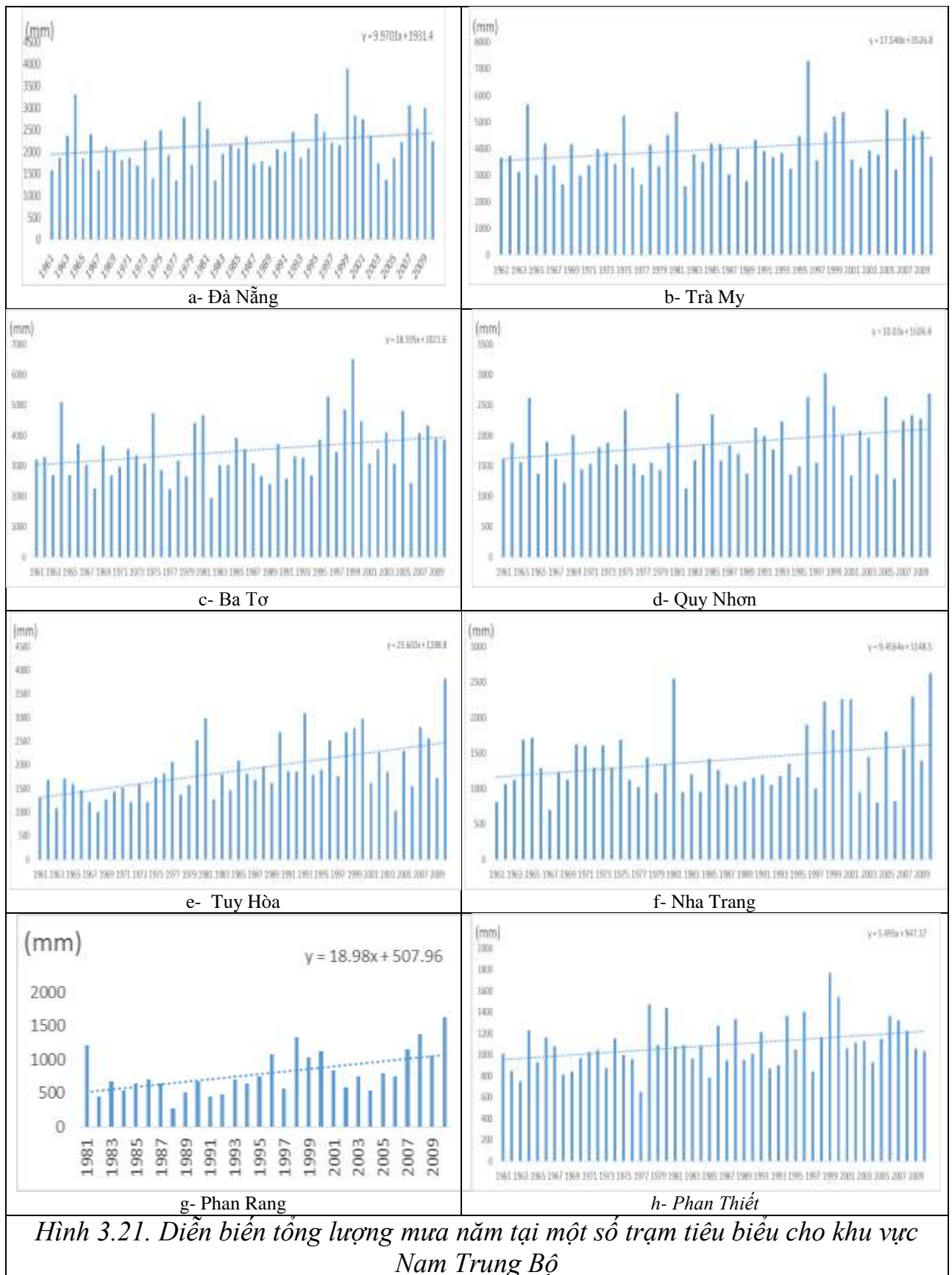
Nhìn chung, lượng mưa thời kỳ 1961-2010 có xu thế tăng ở khu vực Nam Trung Bộ; tăng cả trong mùa đông và mùa hè. Nhận xét này phù hợp với kết luận của Bộ Tài nguyên và Môi trường [4]. Trong đó, mức độ tăng nhanh nhất ở khu vực Phú Yên – Nha Trang. Tuy nhiên, diễn biến mưa ở khu vực Nam Trung Bộ có diễn biến rất phức tạp, thay đổi theo từng năm, biến suất và độ lệch tiêu chuẩn khá cao. Do vậy, mặc dù lượng mưa năm có xu thế tăng, nhưng chủ yếu là do đóng góp của các năm gần đây.

Ngoài ra, đặc điểm chế độ mưa ở khu vực Nam Trung Bộ có sự phân bố không đồng đều giữa các mùa trong năm; tập trung mưa vào mùa mưa; lượng mưa rất thấp vào các tháng mùa khô. Nhìn chung, diễn biến lượng mưa ở khu vực Nam Trung Bộ có sự tương đồng với các pha hoạt động của ENSO; thấp đáng kể trong các năm El Nino; cao hơn đáng kể trong các năm La Nina. Ngoài ra, diễn biến mưa ở khu vực cũng liên quan mật thiết với hoạt động của xoáy thuận nhiệt đới.

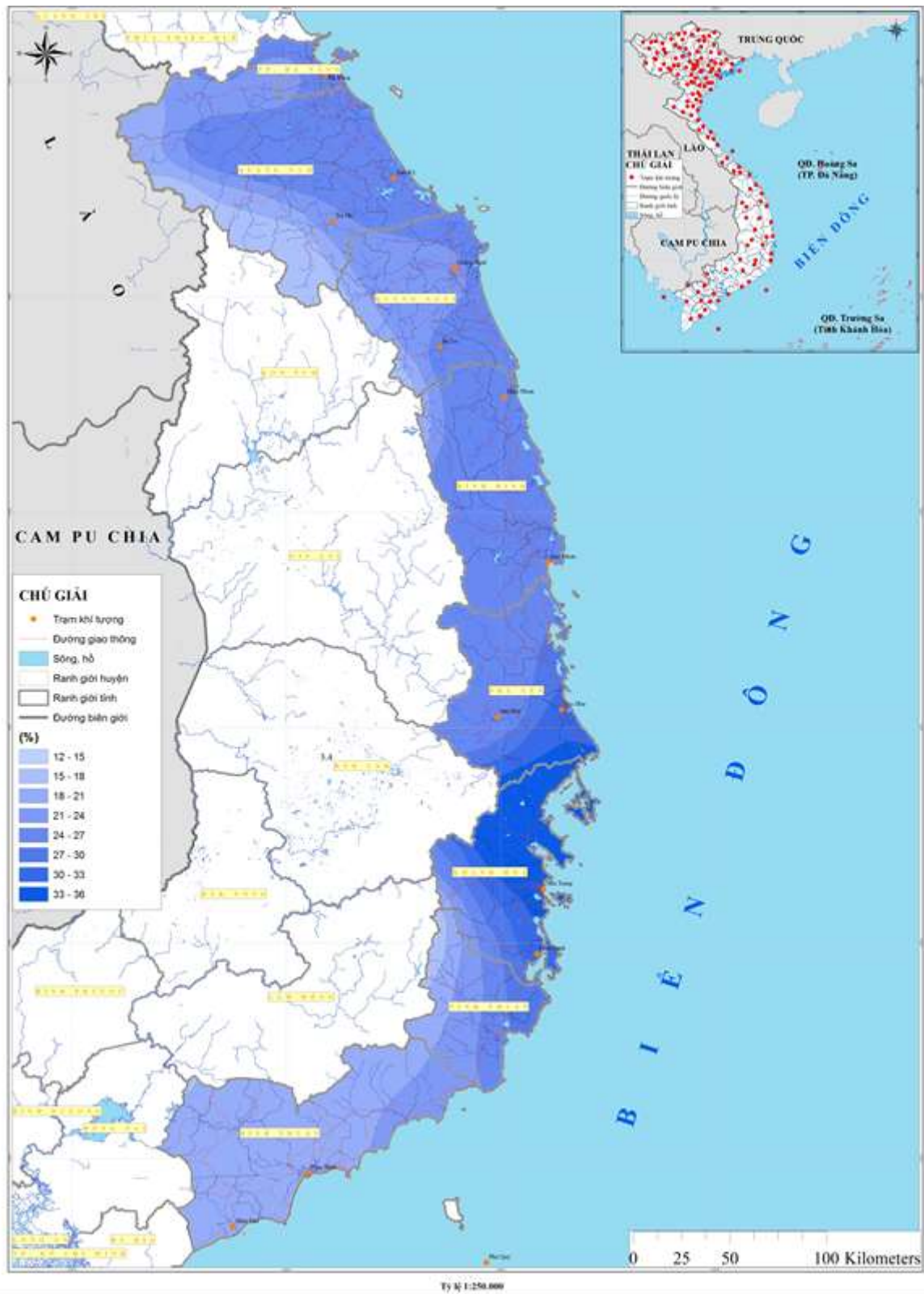
Do vậy, mặc dù lượng mưa mùa khô có tăng, thì tình trạng khô hạn vẫn tồn tại. Ngoài ra, lượng mưa mùa mưa tăng đáng kể có tương đồng với các năm xảy ra mưa lớn, lũ lụt. Chính vì tính phức tạp và cự đoan của lượng mưa trên khu vực Nam Trung Bộ, dẫn đến những ảnh hưởng rất nặng nề đến sản xuất, môi trường, ... ở khu vực.



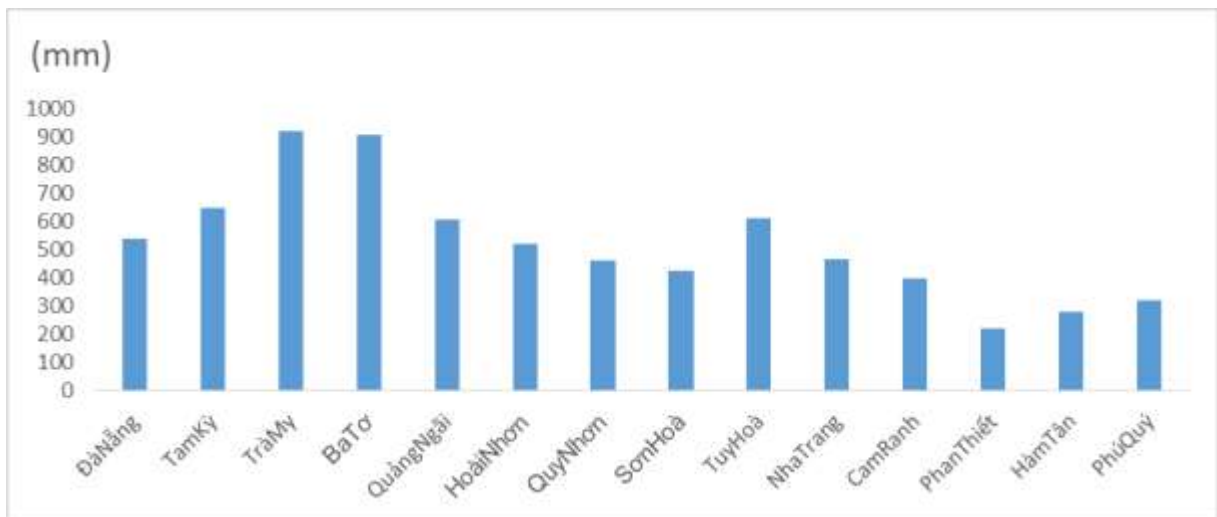
Hình 3.20. Mức độ biến đổi lượng mưa năm (mm/10 năm) thời kỳ 1961-2010 khu vực Nam Trung Bộ



Hình 3.21. Diễn biến tổng lượng mưa năm tại một số trạm tiêu biểu cho khu vực Nam Trung Bộ



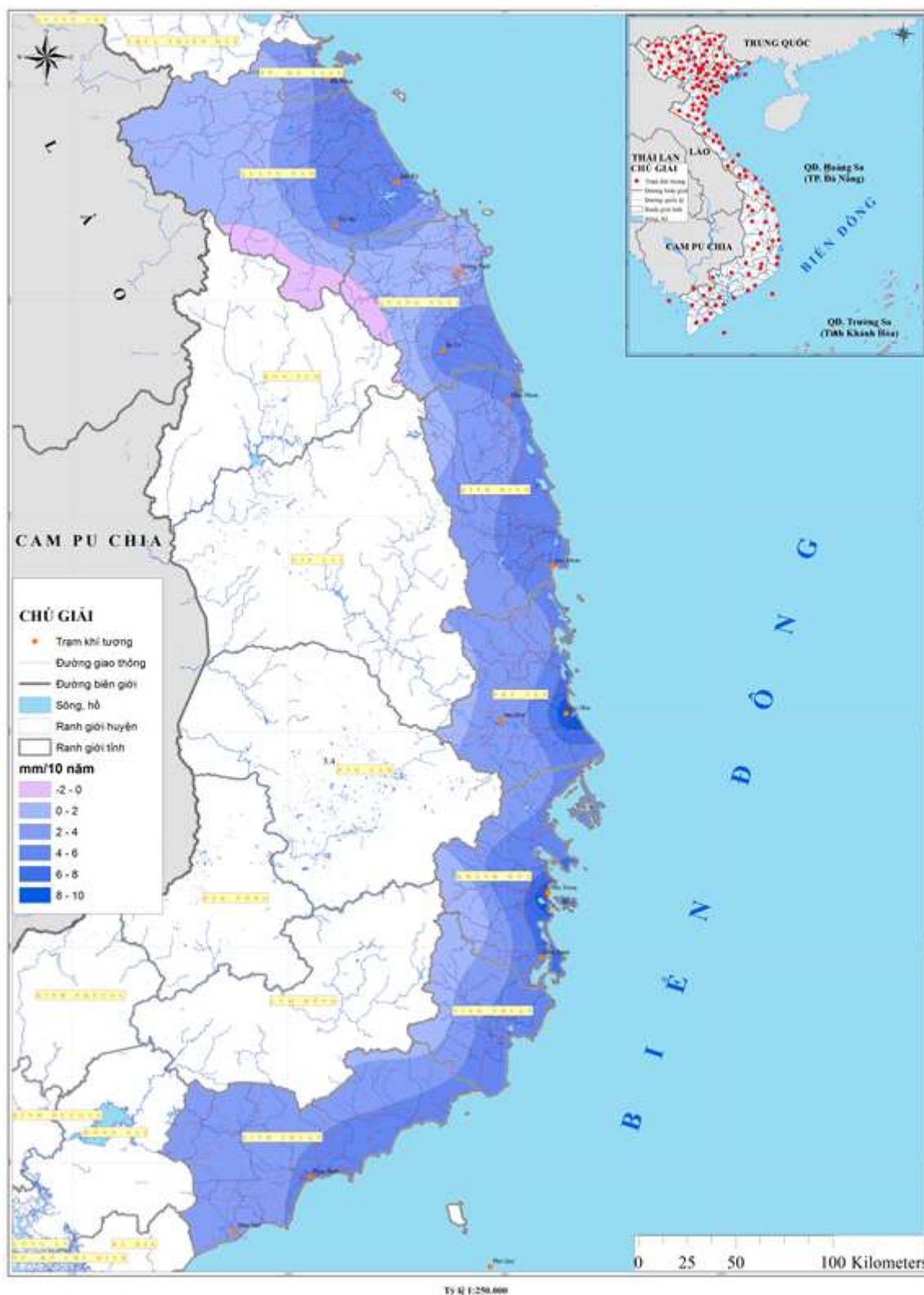
Hình 3.22. Mức Biến suất lượng mưa năm (%) thời kỳ 1961-2010 khu vực Nam Trung Bộ



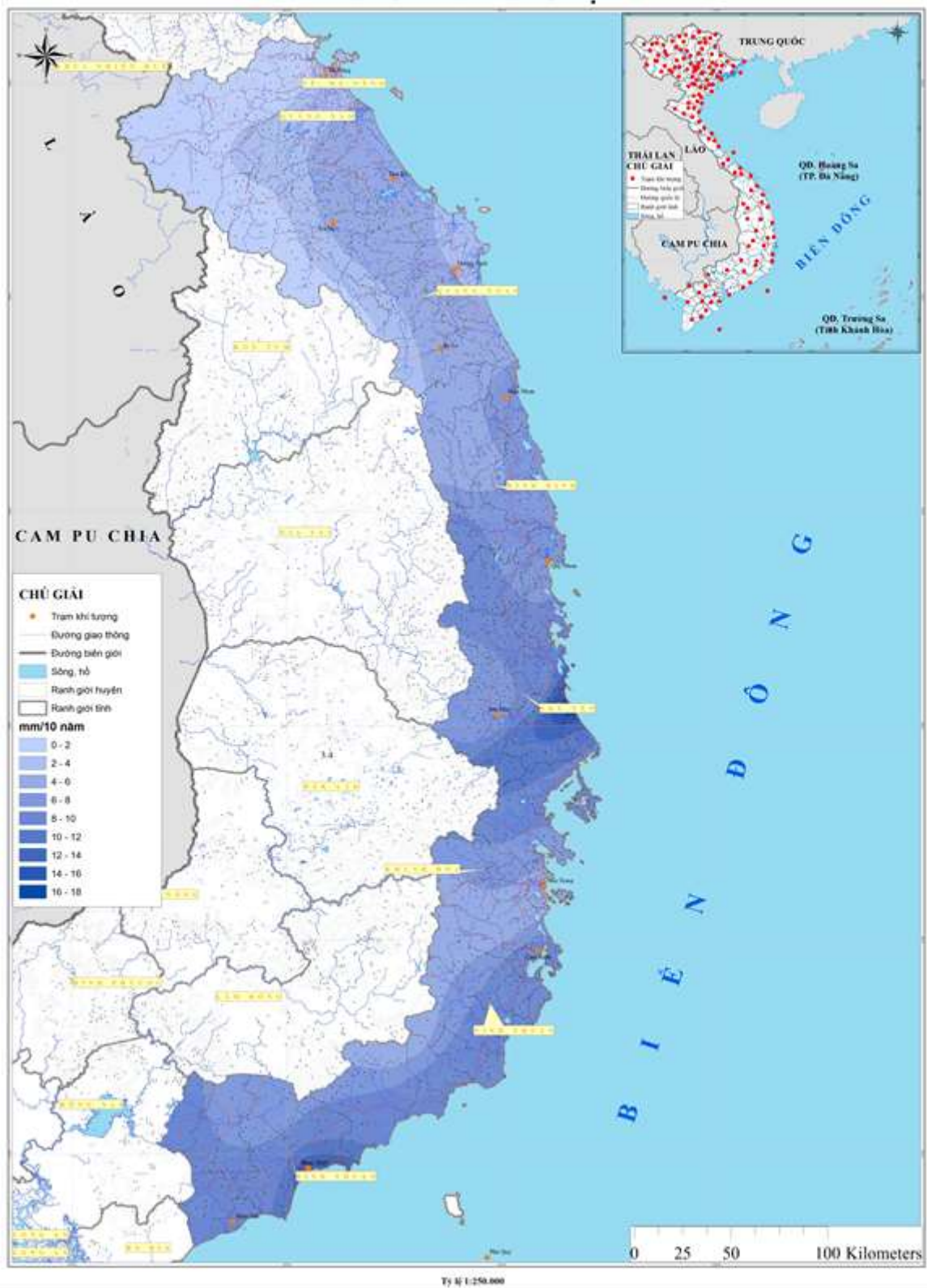
Hình 3.23. Độ lệch tiêu chuẩn lượng mưa (mm) năm thời kỳ 1961-2010 tại một số trạm tiêu biểu khu vực Nam Trung Bộ

Bảng 3.10. Tỷ lệ (%) lượng mưa thời kỳ 1981-2010 so với thời kỳ 1961-1991 tại một số trạm tiêu biểu khu vực Nam Trung Bộ

TT	Tên trạm	Mùa đông	Mùa hè	Năm
1	Đà Nẵng	111,7	109,7	110,4
2	Tam Kỳ	114,1	115,5	114,8
3	Trà My	111,6	110,1	110,7
4	Ba Tơ	112,4	112,6	112,5
5	Quảng Ngãi	106,0	102,5	104,1
6	Hoài Nhơn	114,3	107,9	110,5
7	Quy Nhơn	113,6	112,0	112,7
8	Sơn Hoà	114,4	109,5	111,3
9	Tuy Hoà	135,5	123,6	128,8
10	Nha Trang	110,2	117,7	114,0
11	Cam Ranh	118,1	112,1	114,6
13	Phan Thiết	130,4	108,1	110,2
14	Hàm Tân	98,5	104,9	104,3
15	Phú Quý	111,7	109,9	110,4



Hình 3.24. Mức độ biến đổi lượng mưa mùa hè (mm/10 năm) thời kỳ 1961-2010 khu vực Nam Trung Bộ



Hình 3.25. Mức độ biến đổi lượng mưa mùa đông (mm/10 năm) thời kỳ 1961-2010 khu vực Nam Trung Bộ

### 3.2.2.2. Đánh giá biến đổi điều kiện khô hạn theo chỉ số

#### a) Chỉ số SPI

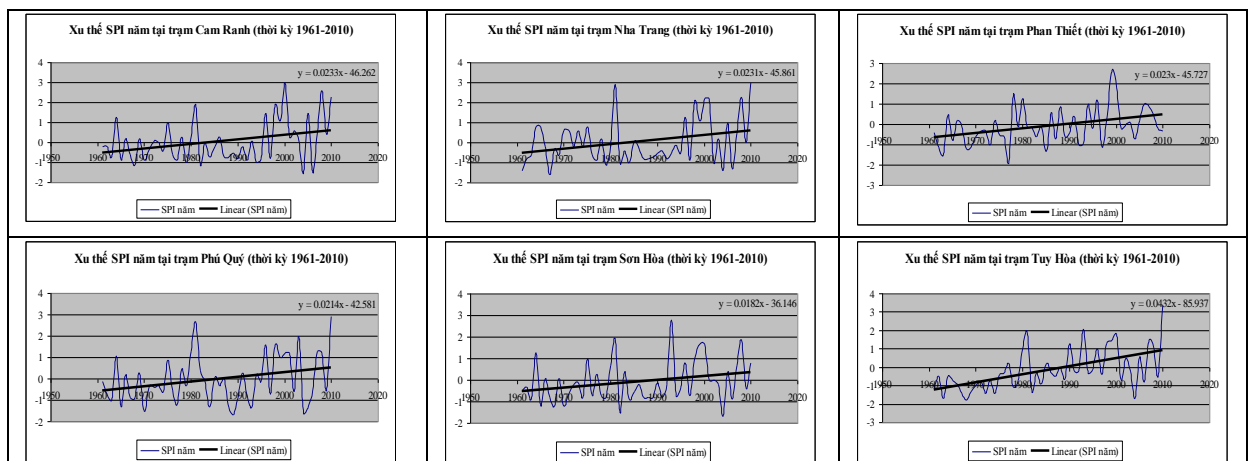
Các kết quả tính toán xu thế và mức độ biến đổi chỉ số SPI khu vực Nam Trung Bộ được trình bày trong Bảng 3.11 và Hình 3.26-Hình 3.28. Kết quả cho thấy rằng:

Nhìn chung, chỉ số SPI năm, mùa mưa, mùa khô đều có xu thế tăng trong thời kỳ 1961-2010 ở khu vực Nam Trung Bộ. Trong đó, chỉ số SPI năm có xu thế tăng trên toàn bộ khu vực với mức tăng phổ biến là 0,1 đến 0,2 đơn vị/10 năm. Mức tăng cao nhất của SPI năm xảy ra tại trạm Tuy Hòa (0,39 đơn vị/10 năm); thấp nhất là trạm Hàm Tân (0,13 đơn vị/10 năm). Trung bình mùa khô, SPI có xu thế tăng ở hầu hết các trạm, với mức tăng phổ biến khoảng 0,1 đơn vị/10 năm. Trong đó, mức tăng lớn nhất ở Tuy Hòa (0,25 đơn vị/10 năm) và Cam Ranh (0,24 đơn vị/10 năm). Riêng ở Quảng Ngãi lại có xu thế ngược lại, giảm 0,01 đơn vị/năm. Trung bình mùa mưa, chỉ số SPI có xu thế tăng ở hầu hết các trạm, với mức tăng cao hơn so với mùa khô, khoảng 0,2 đơn vị/10 năm, trong đó mức tăng nhiều nhất là Tuy Hòa (0,32 đơn vị/10 năm), riêng Hàm Tân lại có xu thế giảm (-0,01 đơn vị/10 năm).

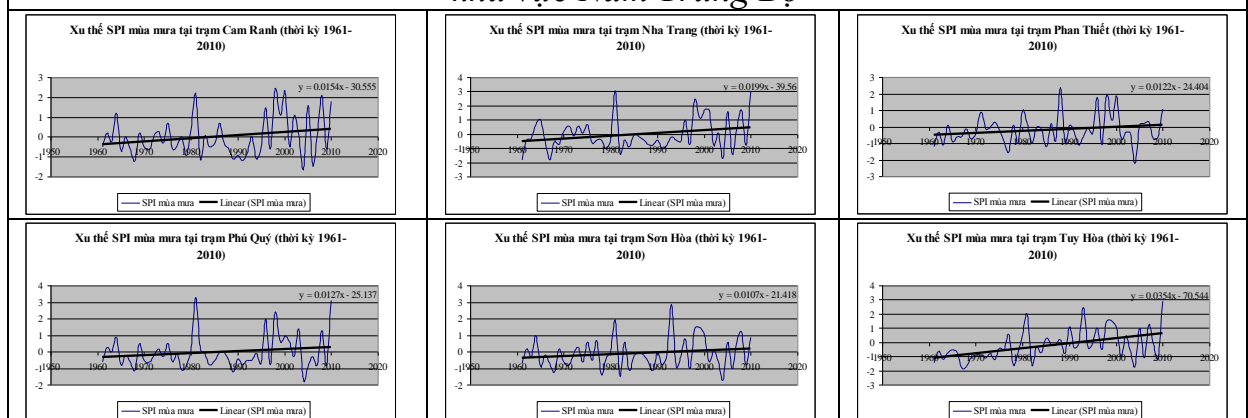
Chỉ số SPI tăng phản ánh mức độ dư thừa lượng mưa so với trung bình nhiều năm. Tuy nhiên, mặc dù SPI tăng, điều kiện khô hạn vẫn tồn tại trên khu vực Nam Trung Bộ vào các tháng mùa mưa. Thực tế như đã phân tích ở trên, vào các tháng mùa khô, lượng mưa ở khu vực Nam Trung Bộ là rất thấp và mùa khô thường kéo dài. Ngoài ra, điều kiện khô hạn còn phụ thuộc nhiều yếu tố khác như nhiệt độ tăng khiến bốc hơi tăng, gió cũng là yếu tố khiến tăng cường bốc hơi, ... Do vậy, thực tế điều kiện khô hạn vẫn tiếp diễn hàng năm ở khu vực Nam Trung Bộ trong những năm qua. Mặt khác, trong những năm gần đây, biến động của chỉ số SPI là khá lớn (Hình 3.26, Hình 3.27, Hình 3.28), có những năm vào mùa khô SPI dương khá lớn, nhưng cũng có năm SPI mùa khô đạt giá trị âm lớn. Do vậy, tình trạng khô hạn nghiêm trọng là không thể tránh khỏi. Mặc dù vậy, vào các tháng mùa, SPI có xu thế tăng, dẫn đến điều kiện d thừa lượng nước mưa trong các tháng mùa mưa.

Bảng 3.11. Tốc độ xu thế của chỉ số SPI (đơn vị/10 năm) tại Nam Trung Bộ

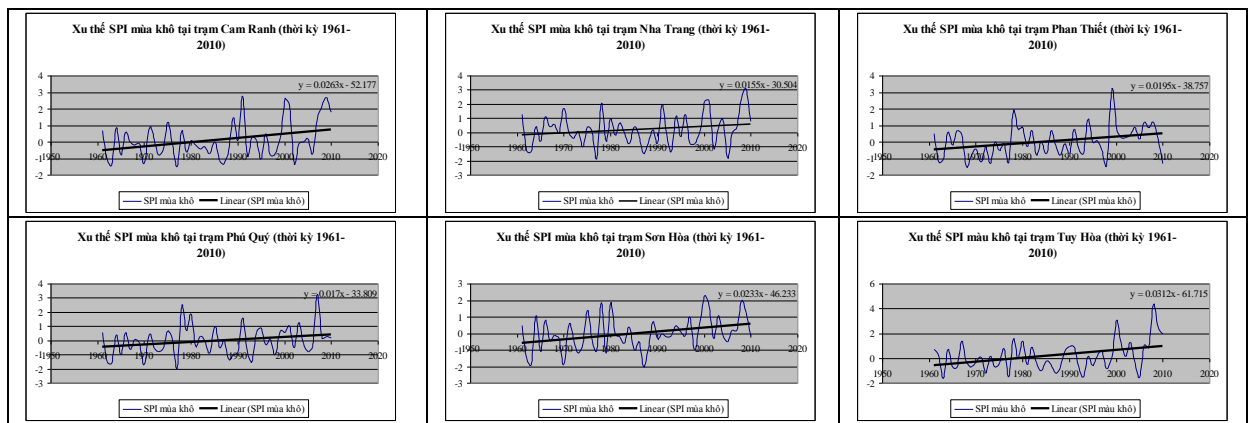
TT	Tên trạm	Mùa khô	Mùa mưa	Năm
1	Đà Nẵng	0,07	0,17	0,18
2	Tam Kỳ	0,07	0,21	0,22
3	Trà My	0,08	0,19	0,19
4	Ba Tư	0,11	0,19	0,21
5	Quảng Ngãi	-0,09	0,14	0,09
6	Hoài Nhơn	0,14	0,17	0,20
7	Quy Nhơn	0,13	0,19	0,22
8	Sơn Hoà	0,19	0,13	0,19
9	Tuy Hoà	0,25	0,32	0,39
10	Nha Trang	0,11	0,19	0,20
11	Cam Ranh	0,24	0,16	0,22
12	Phan Thiết	0,17	0,19	0,25
13	Hàm Tân	0,17	-0,01	0,14



Hình 3.25. Xu thế biến đổi chỉ số SPI năm thời kỳ 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Nam Trung Bộ



Hình 3.26. Xu thế biến đổi chỉ số SPI mùa mưa thời kỳ 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Nam Trung Bộ



Hình 3.27. Xu thế biến đổi chỉ số SPI mùa khô thời kỳ 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Nam Trung Bộ

## b) Chỉ số TC

Chỉ số TC năm có xu thế tăng trên toàn khu vực, mức tăng phổ biến trong khoảng từ 4 đến 7%/10 năm. Mức tăng thấp nhất tại trạm Quảng Ngãi và Hàm Tân (khoảng 2%/10 năm). Mức tăng lớn nhất khoảng 12,5%/10 năm tại trạm Tuy Hòa (Bảng 3.12).

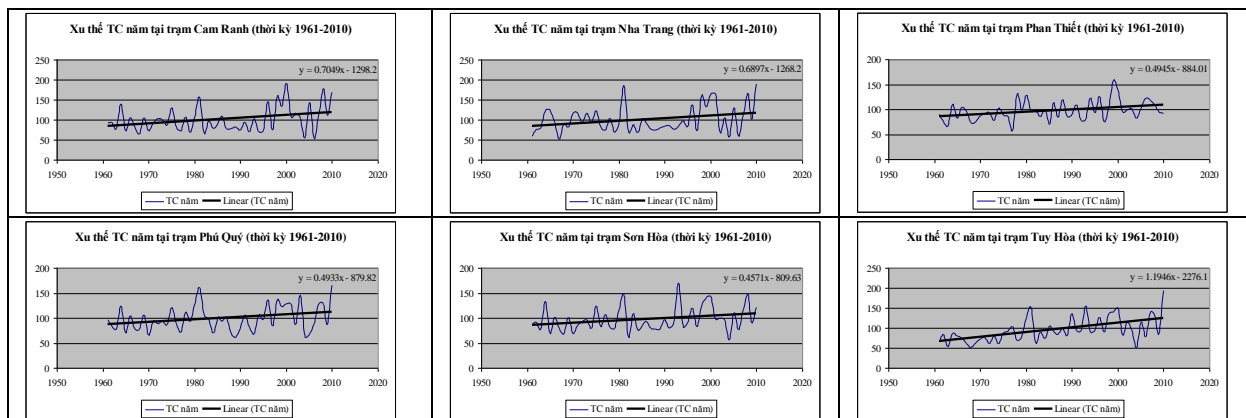
Vào mùa khô, chỉ số TC có xu thế tăng ở hầu hết các trạm, với mức tăng khoảng từ 3 đến 6%/10 năm; riêng trạm Tuy Hòa và Cam Ranh có mức tăng cao hơn, trên 10%/10 năm. Ngược lại, tại Quảng Ngãi, chỉ số TC có xu thế giảm, với mức giảm là 3,6%/10 năm (Bảng 3.12).

Vào mùa mưa, chỉ số TC cũng có xu thế tăng ở hầu hết các trạm, với mức tăng cao hơn so với mùa khô, phổ biến từ 4 đến 7%/10 năm. Mức tăng lớn nhất vào khoảng 12,6%/10 năm tại trạm Tuy Hòa. Ngược lại, xu thế giảm quan trắc được tại trạm Hàm Tân, với mức giảm khoảng 1%/10 năm (Bảng 3.12).

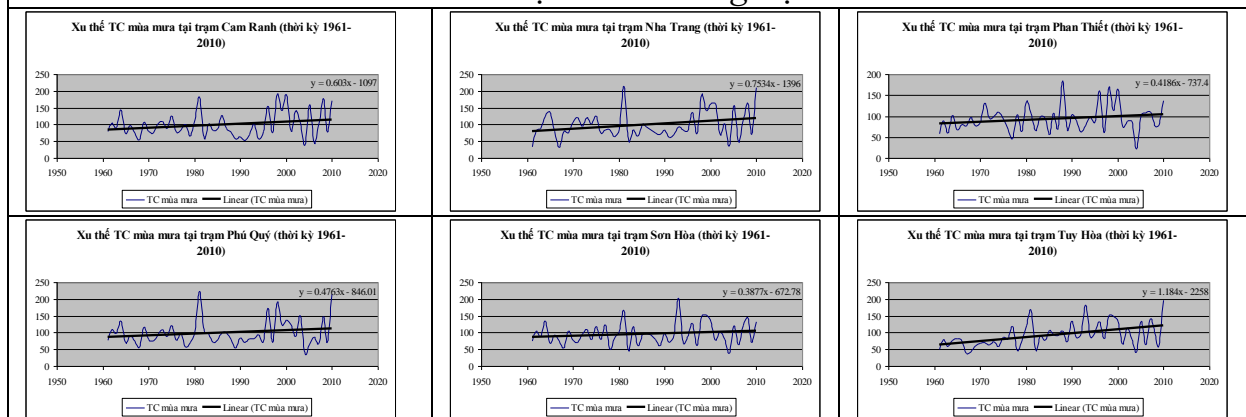
Nhìn chung, kết quả phân tích xu thế biến đổi chỉ số TC khá tương đồng với chỉ số SPI. Kết quả cho thấy, TC có xu thế tăng ở hầu hết các trạm vào cả mùa khô và mùa mưa. Tuy nhiên, kết quả trên Hình 3.26-Hình 3.28 cho thấy, trong những năm gần đây biến động của chỉ số TC là khá lớn, nhiều giá trị TC xuống thấp hơn và lên cao hơn so với trước đó. Do vậy, điều kiện khô hạn nghiêm trọng xảy ra nghiêm trọng hơn trước đó; mức độ thừa nước mưa lớn hơn trước đó.

Bảng 3.12. Tốc độ xu thế của chỉ số TC (%/10 năm) khu vực Nam Trung Bộ

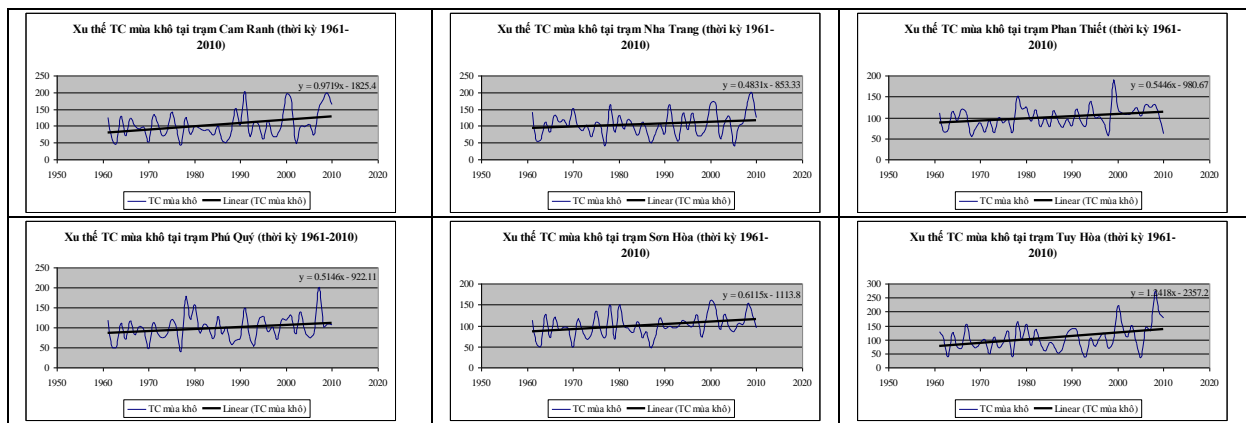
TT	Tên trạm	Mùa khô	Mùa mưa	Năm
1	Đà Nẵng	2,61	5,04	4,56
2	Tam Kỳ	2,76	6,09	5,37
3	Trà My	2,57	5,04	4,42
4	Ba Tơ	3,43	5,92	5,32
5	Quảng Ngãi	-3,64	3,72	2,16
6	Hoài Nhơn	5,08	4,93	4,96
7	Quy Nhơn	5,26	5,41	5,39
8	Sơn Hoà	6,31	4,10	4,67
9	Tuy Hoà	12,15	12,56	12,48
10	Nha Trang	4,53	7,42	6,81
11	Cam Ranh	10,82	5,70	6,95
12	Phan Thiết	5,72	4,49	5,05
13	Hàm Tân	5,26	-0,15	2,42



Hình 3.28. Xu thế biến đổi chỉ số TC năm thời kỳ 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Nam Trung Bộ



Hình 3.29. Xu thế biến đổi chỉ số TC mùa mưa thời kỳ 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Nam Trung Bộ



Hình 3.30. Xu thế biến đổi chỉ số TC mùa khô thời kỳ 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Nam Trung Bộ

### 3.3. Đánh giá diễn biến lượng mưa khu vực Tây Nguyên

#### 3.2.1. Đặc điểm lượng mưa thời kỳ 1961-2010

##### 3.2.1.1. Lượng mưa trung bình

Kết quả tính toán dựa trên số liệu quan trắc thời kỳ 1961-2010 cho thấy, tổng lượng mưa năm trên khu vực Tây Nguyên đạt giá trị khoảng 1.892mm. Trong đó, tổng lượng mưa các tháng mùa đông (XI-IV) có trị khoảng 374,6mm (chiếm 20% tổng lượng mưa năm); tổng lượng mưa các tháng mùa hè (V-X) có giá trị khoảng 1.518mm (chiếm khoảng 80% tổng lượng mưa năm). Như vậy có thể thấy, về cơ bản mưa ở khu vực Tây Nguyên chủ yếu tập trung vào các tháng mùa hè (Bảng 3.12).

Nhìn chung, lượng mưa năm trung bình ở khu vực Tây Nguyên trong khoảng từ 1.200 đến trên 2.800 mm, trong đó Gia Lai và Đắk Lắk là 2 tỉnh có lượng mưa thấp hơn cả. Tổng lượng mưa năm trên khu vực Tây Nguyên có sự phân hóa khá rõ ràng theo khu vực, cao hơn ở phía Bắc và Nam; thấp hơn ở khu vực trung tâm (Hình 3.31). Các trạm quan trắc được tổng lượng mưa năm trung bình thời kỳ 1961-2010 lớn nhất: Bảo Lộc (2.863mm), Đắk Nông (2.537mm), Plây Cu (2.184mm). Tuy nhiên, cũng có nhiều khu vực có lượng mưa năm rất thấp, như tại trạm Ayunpa (1.257mm), An Khê (1.461mm).

Theo các số liệu quan trắc trên lưới trạm khí tượng và lưới trạm đo mưa thì trên hầu khắp lãnh thổ, trị số phổ biến của lượng mưa năm nước ta phổ biến là từ 1.400 – 2.400mm, những nơi có lượng mưa ngoài phạm vi phổ biến đó chủ yếu là các trung tâm mưa lớn hoặc các trung tâm mưa bé. Với các số liệu quan trắc được thì khu vực Tây Nguyên có 1 trung tâm mưa lớn là Bảo Lộc (Lâm Đồng) với lượng mưa năm từ 2.400 đến 2.800mm (thậm chí năm 2000 có lượng

mưa năm trên 5000mm). Bên cạnh đó là một trung tâm mưa bé là Ayunpa (Gia Lai) có lượng mưa năm là 1.200 đến 1.400mm (nhiều năm cũng có lượng mưa năm dưới 1000mm).

Kết quả xây dựng bản đồ phân bố lượng mưa năm cho thấy, ngoài tâm mưa lớn ở Bảo Lộc, khu vực phía Bắc tỉnh Kon Tum (giáp với Thừa Thiên Huế và Quảng Nam) cũng có lượng mưa năm lớn, thậm chí còn lớn hơn so với tổng lượng mưa khu vực Bảo Lộc. Ngoài ra, kết quả cũng cho thấy, lượng mưa thấp nhất ở hầu khắp tỉnh Gia Lai, Đắk Lắk và khu vực Liên Khương (Lâm Đồng), với tổng lượng mưa năm phân bố trong khoảng từ 1.200 đến 1.600mm (Hình 3.31).

Vào mùa hè, tổng lượng mưa trên khu vực Tây Nguyên phân bố trong khoảng từ 800 đến 2.400mm. Trong đó, các tập mưa chính tập trung ở phía Bắc (Kon Tum) và ở phía Nam (Đắk Nông, Lâm Đồng) với lượng mưa chủ yếu trong khoảng 1.600 đến 2.000 mm. Khu vực trung tâm (Gia Lai, Đắk Lắk) có tổng lượng mưa thấp hơn, phổ biến dao động trong khoảng 1.000 đến 1.600 mm (Hình 3.32).

Vào mùa đông, lượng mưa trên khu vực Tây Nguyên thấp hơn hẳn các tháng mùa hè và có sự phân hóa rất lớn theo không gian. Theo số liệu quan trắc, tổng lượng mưa mùa đông ở khu vực dao động trong khoảng từ 200 đến 800mm. Trong đó, các tâm mưa chính vào mùa đông chủ yếu ở Kon Tum, phía Đông Bắc của Gia Lai (giáp với Bình Định), phía Tây Đắk Lắk (giáp với Khánh Hòa) và phía Nam khu vực (Hình 3.33).

Mùa mưa ở khu vực Tây Nguyên là từ tháng V đến tháng X, với sự phân bố tăng dần từ Đông sang Tây. Tháng có lượng mưa cao điếm nhất là tháng VIII, IX. Tỷ trọng lượng mưa trong mùa mưa chiếm từ 75 đến 90%; riêng 2 trạm An Khê và M'Đrăc, do mùa mưa kéo dài đến tháng XII, thì tổng lượng mưa trong các tháng V đến tháng X chỉ chiếm khoảng 60% lượng mưa năm (Hình 3.34).

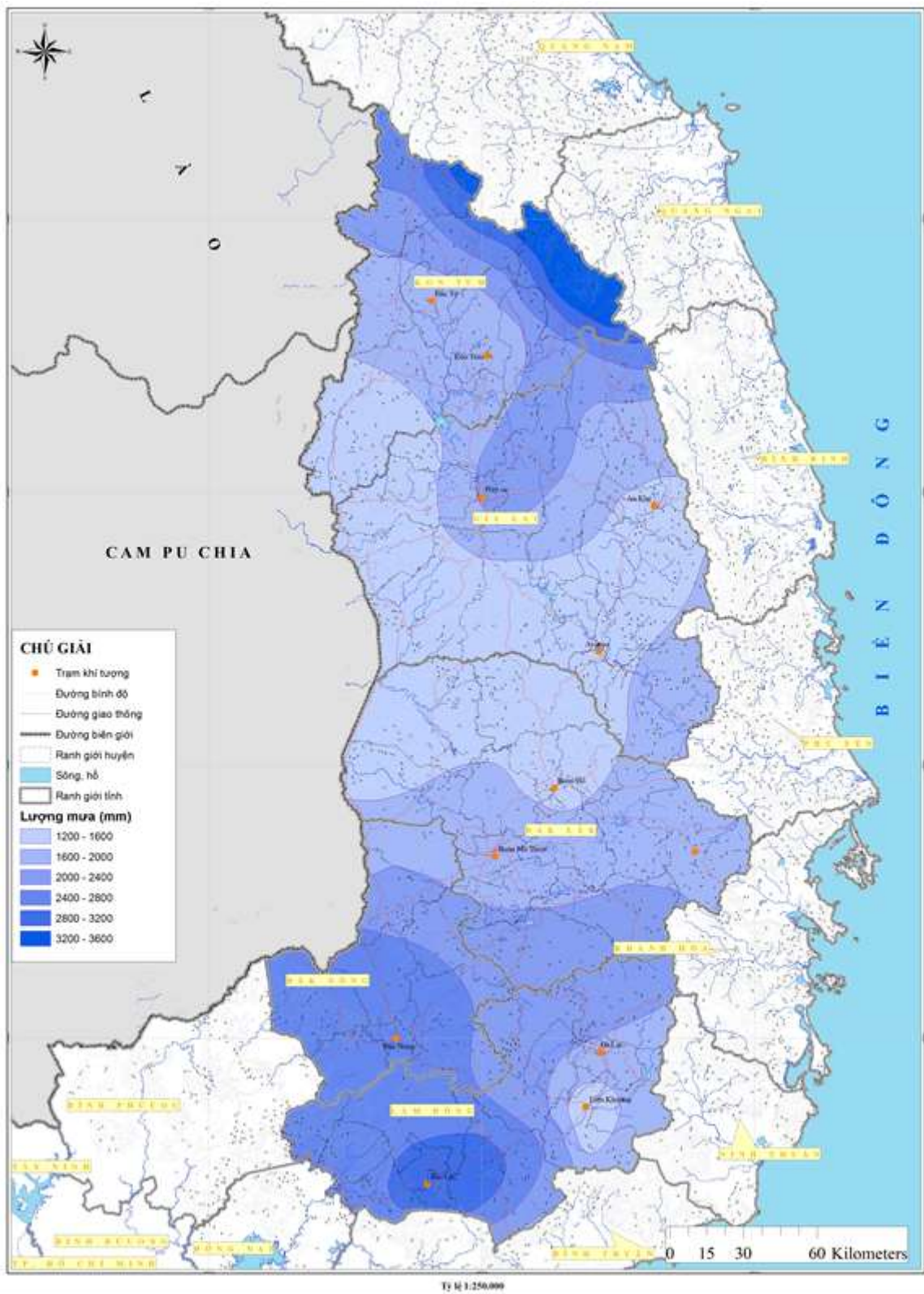
Mùa khô ở khu vực Tây Nguyên được tính từ tháng XI năm trước đến tháng IV năm sau, với phân bố của lượng mưa mùa khô là tăng dần từ Tây sang Đông. Tháng có lượng mưa thấp nhất là tháng I, II, trong đó phải kể đến 2 trạm

có lượng mưa tháng I rất thấp, chỉ khoảng 1 - 2 mm là Kon Tum và Ayunpa (Hình 3.34).

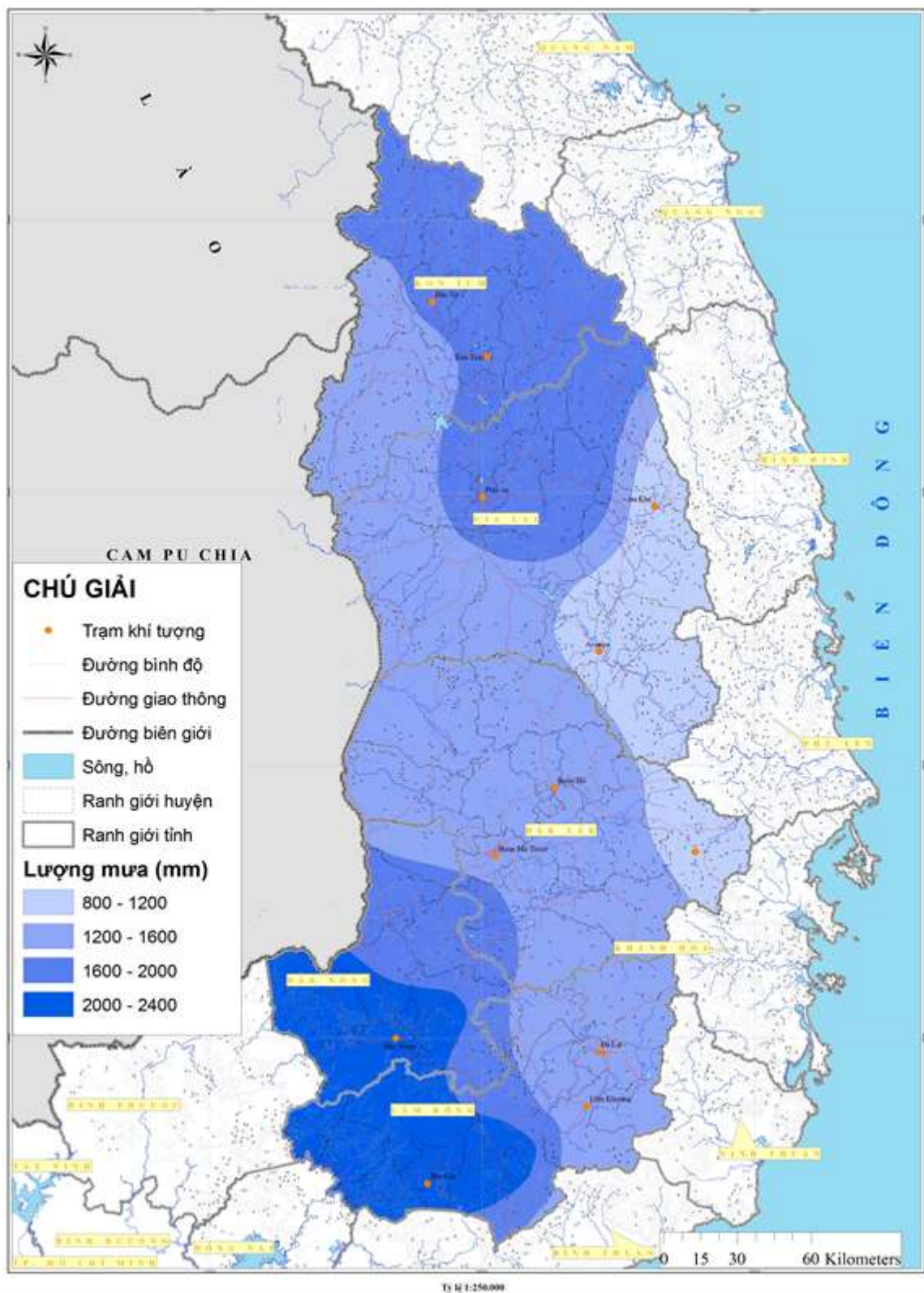
Nhìn chung, mùa mưa và mùa khô ở khu vực Tây Nguyên khá tương đồng với khu vực Tây Bắc và tổng lượng mưa năm cũng khá tương đồng nhau.

*Bảng 3.13. Lượng mưa (mm) tháng và năm trên khu vực Tây Nguyên*

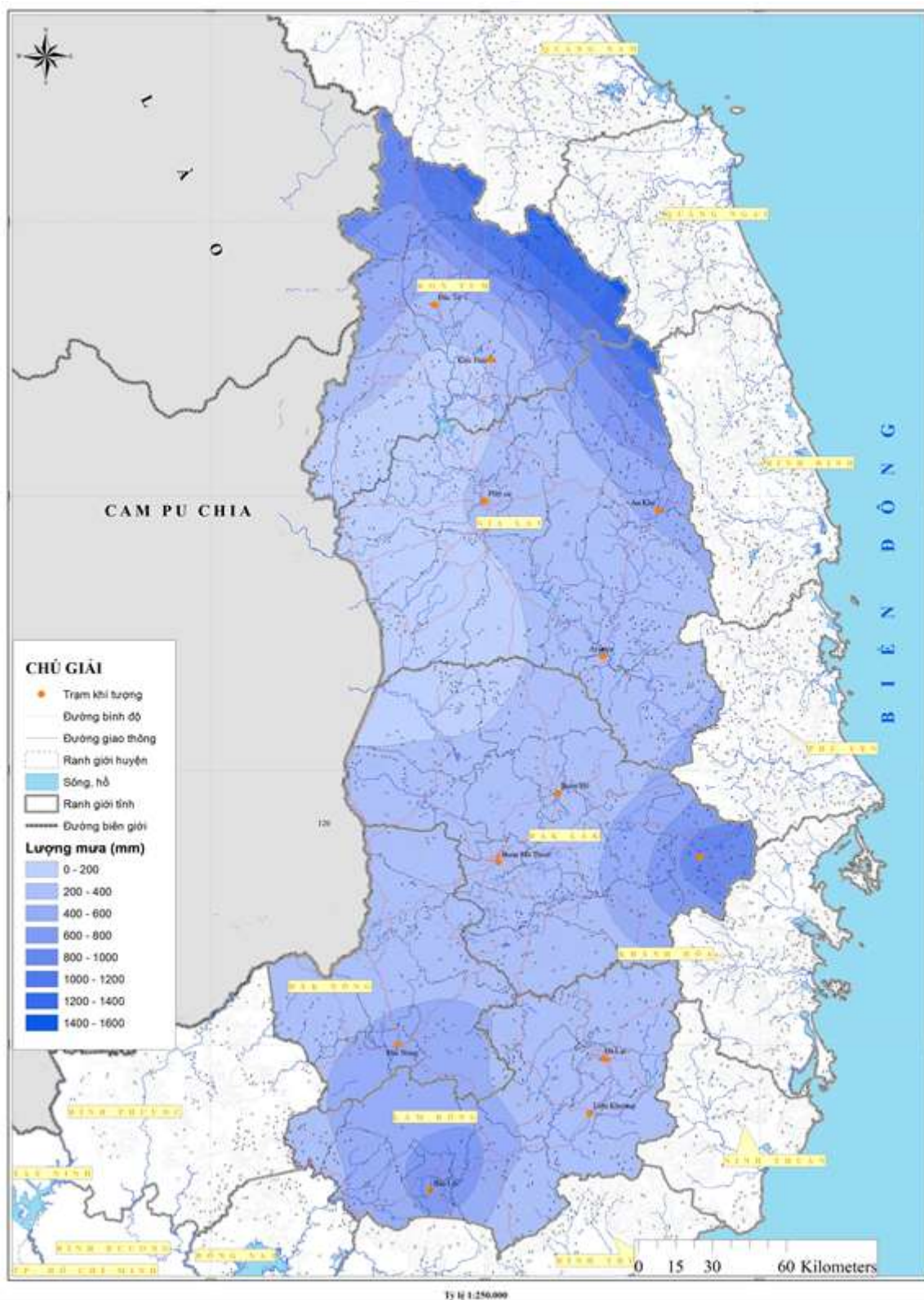
<b>Tên trạm</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VII</b>	<b>VIII</b>	<b>IX</b>	<b>X</b>	<b>XI</b>	<b>XII</b>	<b>Năm</b>
ĐắcTô	3,1	9,2	34,5	91,0	235,5	270,2	318,8	393,9	279,4	138,5	50,3	12,7	1837,1
KonTum	0,7	10,3	27,7	99,7	246,6	262,8	323,0	336,6	300,4	157,7	56,3	8,1	1829,8
P-lâyCu	2,5	7,2	25,4	92,3	252,5	321,0	398,8	473,8	354,6	184,0	63,8	10,1	2185,8
An Khê	22,1	15,1	15,5	57,1	148,9	99,3	120,9	132,0	180,1	293,6	266,0	111,0	1461,6
AyunPa	1,7	5,0	12,3	62,7	163,1	138,6	130,9	154,7	226,1	197,9	138,6	25,9	1257,4
M'đrăc	37,3	22,8	28,4	98,9	200,0	120,8	128,4	123,9	216,9	357,0	433,2	220,9	1988,6
B.M.thuot	5,6	3,7	24,2	81,4	233,4	239,4	251,3	324,6	308,2	202,3	101,8	26,1	1802,0
BuônHồ	6,7	7,6	15,2	86,6	215,6	209,8	187,3	271,2	251,3	171,4	105,2	29,5	1557,3
Đắc Nông	11,7	46,2	86,1	181,2	290,1	328,3	423,3	446,0	402,1	233,1	68,1	21,4	2537,5
Liên Khương	6,6	18,3	54,3	124,8	235,6	178,3	189,6	180,7	277,4	215,5	85,9	30,5	1597,5
Đà Lạt	9,3	21,2	70,5	167,6	210,6	201,2	229,7	242,0	275,2	238,5	94,9	35,3	1796,0
Bảo Lộc	62,0	52,6	115,0	203,4	261,0	301,6	386,3	481,3	407,1	338,1	170,2	84,8	2863,4



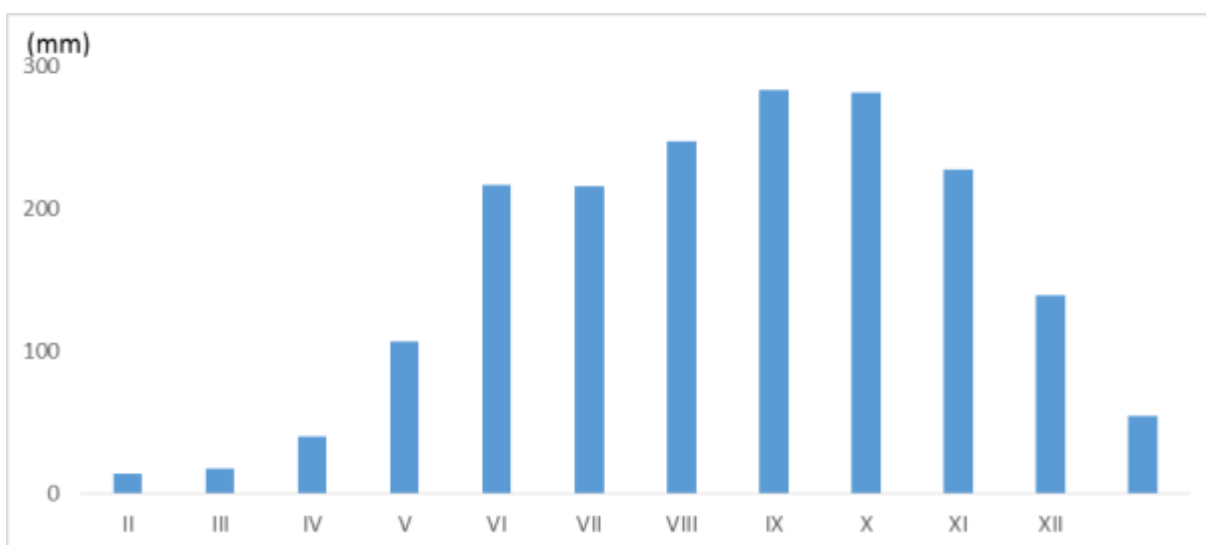
Hình 3.31. Bản đồ phân bố tổng lượng mưa (mm) năm trung bình thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Nguyên



Hình 3.32. Bản đồ phân bố tổng lượng mưa (mm) mùa hè (V-X) trung bình thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Nguyên



Hình 3.33. Bản đồ phân bố tổng lượng mưa (mm) mùa đông (XI-IV) trung bình thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Nguyên



Hình 3.34. Biến trình tổng lượng mưa tháng (mm) trong năm trung bình thời kỳ 1961-2010 trên khu vực Tây Nguyên

### 3.2.1.2. Đánh giá đặc điểm khô hạn theo các chỉ số

Tương tự như cách đánh giá đối với khu vực Tây Bắc và Nam Trung Bộ, trên khu vực Tây Nguyên, chúng tôi cũng sử dụng chỉ số SPI và chỉ số TC để khảo sát đặc điểm khô hạn ở khu vực Tây Nguyên.

#### **Chỉ số SPI:**

Kết quả tính tần suất hạn tháng theo chỉ số SPI cho thấy, trên khu vực Tây Nguyên, tình trạng thiếu hụt nước xuất hiện ở hầu hết các tháng trong năm với tần suất phổ biến là 60 đến 85% và tháng có tần suất cao hơn cả là các tháng mùa khô (Bảng 3.14).

#### **Chỉ số TC:**

Kết quả tính tần suất hạn tháng theo chỉ số TC cho thấy, trên khu vực Tây Nguyên, mức độ thiếu hụt nước so với trung bình thời kỳ xảy ra trong suốt cả năm với tần suất phổ biến từ 55 đến 75%, trong đó tần suất xuất hiện hạn nhiều nhất là 2 tháng I và II (75 – 80%), tần suất thấp nhất là tháng VI và VII (50-55%). Riêng tại trạm Bảo Lộc (trung tâm mưa lớn) có tần suất hạn thấp hơn so

với các trạm khác trong khu vực và phân bố của tần suất này không có sự khác biệt nhiều giữa mùa khô và mùa mưa (Bảng 3.14).

*Bảng 3.14. Phân bố tần suất khô hạn theo tháng (%) tính theo chỉ số SPI cho các trạm thuộc khu vực Tây Nguyên*

Tên trạm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Kon Tum	84	84	64	60	66	68	62	68	66	70	70	78
P-lây Cu	88	82	64	70	62	60	68	64	62	70	70	78
An Khê	90	84	62	64	66	66	62	66	70	70	64	80
AyunPa	82	80	68	70	64	64	68	64	66	64	64	74
M'đrăc	82	84	76	68	64	64	64	62	58	74	64	76
B.M Thuật	76	84	70	72	64	62	64	64	62	64	70	76
Buôn Hồ	86	90	78	64	62	70	58	72	68	68	68	74
Đắk Nông	84	84	76	62	66	66	62	76	66	70	62	74
Liên Khương	74	86	62	72	72	60	62	62	60	70	70	72
Đà Lạt	88	84	62	64	68	62	64	64	60	64	54	76
Bảo Lộc	72	74	62	64	70	64	62	66	62	60	60	68
Kon Tum	76	70	60	64	70	68	62	66	70	78	72	62

*Bảng 3.14. Phân bố tần suất khô hạn theo tháng (%) tính theo chỉ số TC cho các trạm thuộc khu vực Tây Nguyên*

Tên trạm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Kon Tum	82	78	56	46	64	60	54	58	54	60	62	74
P-lây Cu	84	80	60	54	58	52	56	50	50	58	58	74
An Khê	86	78	56	52	60	58	52	54	56	60	60	76
AyunPa	74	74	60	52	56	54	52	56	54	54	62	68
M'đrăc	76	82	66	54	58	50	52	52	50	60	52	72
B.M Thuật	70	72	66	60	52	50	54	58	50	56	56	72
Buôn Hồ	78	80	60	56	50	62	52	60	64	60	60	70
Đắk Nông	84	82	68	52	64	50	50	60	56	58	58	70
Liên Khương	72	76	54	56	66	50	52	58	50	56	56	68
Đà Lạt	78	78	58	54	60	52	50	60	46	56	54	66
Bảo Lộc	70	68	52	58	58	52	56	56	54	46	52	62
Kon Tum	64	58	58	54	64	52	52	58	58	60	64	54

Nhìn chung, cả chỉ số SPI và TC đều cho thấy tần suất khô hạn tháng xảy ra với tần suất rất cao, hầu hết trên 50%. Trong đó, vào các tháng mùa khô, tần suất hạn đạt rất cao, hầu hết đều đạt tần suất trên 70%, thậm chí theo chỉ số SPI tần suất khô hạn còn đạt trên 90%. Theo kết quả phân tích của cả hai chỉ số SPI và TC cho thấy, tần suất khô hạn tháng cao nhất vào tháng XI, I-II.

### **3.3.2. Đặc điểm biến đổi lượng mưa thời kỳ 1961-2010**

#### **3.3.2.1. Lượng mưa trung bình**

Nhìn chung, tổng lượng mưa năm thời kỳ 1961-2010 có xu thế tăng trên hầu hết khu vực Tây Nguyên. Mức độ tăng dao động trong khoảng từ 0 đến 6%/10 năm. Trong đó, mức độ tăng lớn nhất ở khu vực phía Tây Gia Lai, Tây Đắk Lắk và Nam Lâm Đồng. Tuy nhiên, một phần diện tích thuộc Tây Kon Tum, Tây Bắc Gia Lai và khu vực trạm Liên Khương lại có xu thế giảm, với mức độ giảm khoảng 0 đến 2%/10 năm (Hình 3.35).

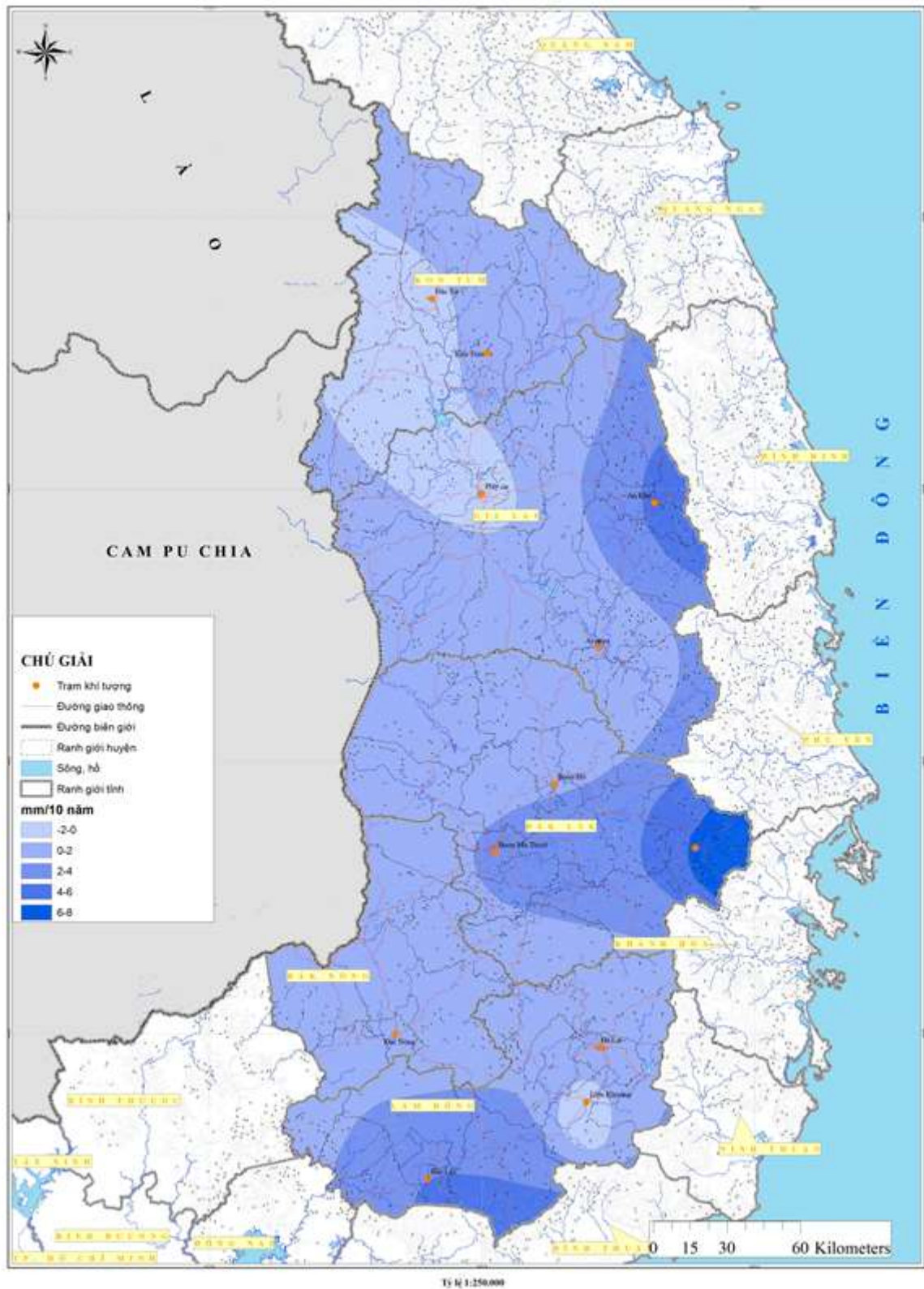
Mức độ dao động của lượng mưa của các trạm đại diện tương đối cao, nhất là ở phần phía Tây Gia Lai, Đắk Lắk, ở phần phía nam vùng này biên độ dao động của lượng mưa năm nhỏ hơn. Biến suất lượng mưa ở khu vực Tây Nguyên dao động trong khoảng từ 12 đến 36%, cao hơn ở phía Bắc và thấp hơn ở phía Nam; cao nhất ở phần phía Tây Gia Lai và Đắk Lắk (Hình 3.36). Độ lệch tiêu chuẩn lượng mưa năm dao động trong khoảng từ 231 đến 704 mm (Hình 3.37). Trong đó, độ lệch tiêu chuẩn lớn nhất tại trạm M'đrắc, với giá trị 704mm; trạm Bảo Lộc với giá trị 539,9mm; tiếp đó đến trạm Chi Nê. Độ lệch tiêu chuẩn thấp nhất có giá trị 231mm tại trạm Đà Lạt (Hình 3.37).

Kết quả tính toán tỷ lệ lượng mưa giữa thời kỳ 1981-2010 so với thời kỳ 1961-1981 cho thấy, lượng mưa thời kỳ 1981-2010 cao hơn so với thời kỳ 1961-1981 ở hầu hết các trạm. Trong đó, lượng mưa năm thời kỳ 1981-2010 cao hơn phổ biến từ 2 đến gần 10% so với thời kỳ 1961-1981; riêng trạm Plây Cu và Liên Khương có lượng mưa thấp hơn (lần lượt tương ứng khoảng 1% và 5%) (Bảng 3.15).

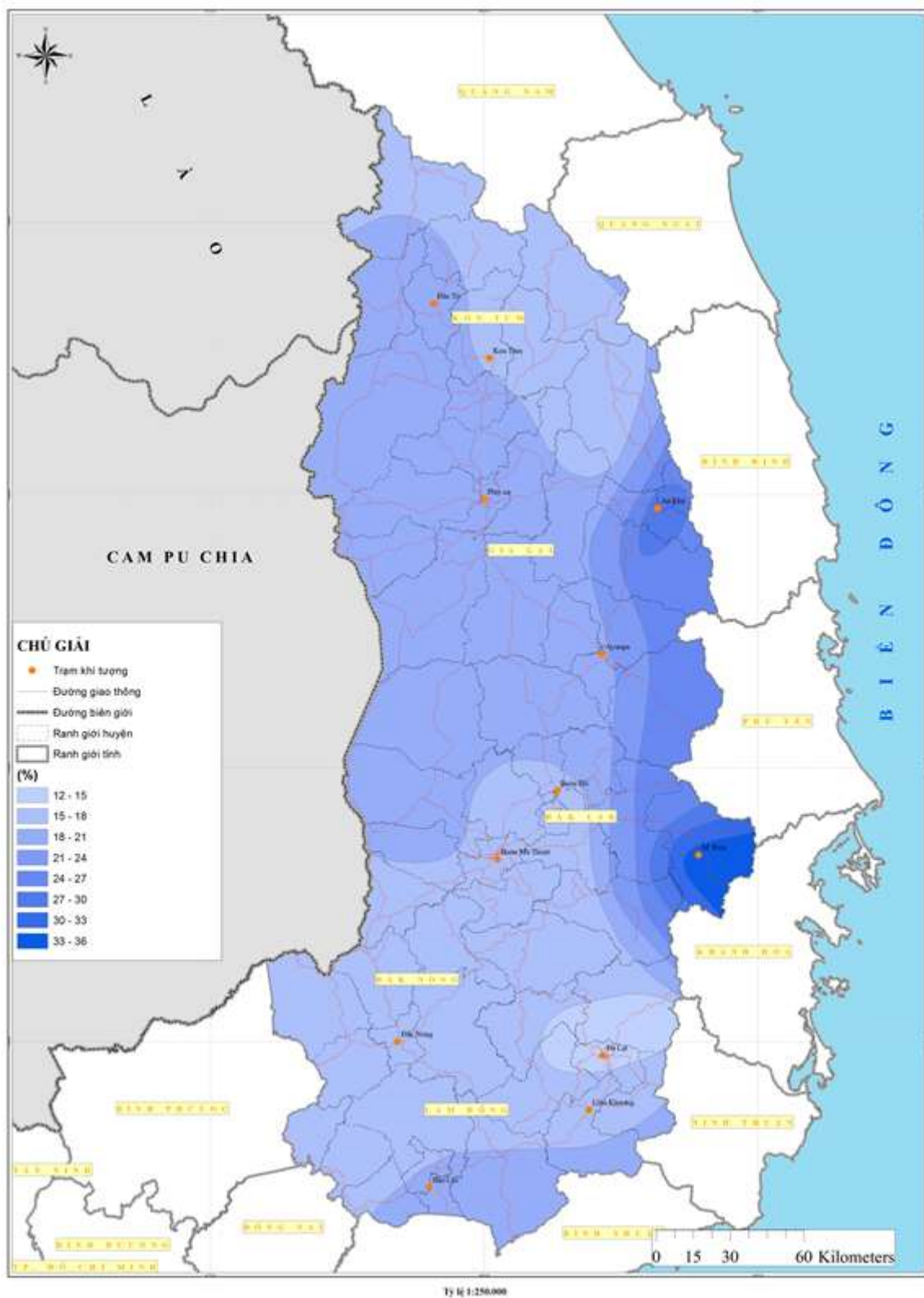
Trung bình các tháng mùa đông, lượng mưa thời kỳ 1981-2010 cao hơn so với thời kỳ 1961-1981 ở tất cả các trạm, mức độ chênh lệch khoảng từ 0,5 đến gần 22%. Trong đó, mức độ chênh lệch cao nhất là 21,9 % tại trạm M'đrắc; mức độ chênh thấp nhất ở trạm Liên Khương, với giá trị khoảng 0,5% (Bảng 3.15). Kết quả tính toán mức độ biến đổi lượng mưa mùa đông thời kỳ 1961-2010 cũng cho thấy, lượng mưa mùa đông có xu thế tăng ở hầu hết khu vực Tây Nguyên, với mức độ tăng phổ biến từ 2 đến 12. Trong đó, mức tăng cao nhất ở khu vực phía Tây Gia Lai, Tây Đăk Lăk, Đăk Nông; mức tăng thấp nhất ở phía Bắc Kon Tum và Lâm Đồng (Hình 3.39).

Trung bình các tháng mùa hè, lượng mưa thời kỳ 1981-2010 cao hơn so với thời kỳ 1961-1981 ở hầu hết các trạm; riêng tại trạm Plây Cu và Liên Khương có lượng mưa thấp hơn (lần lượt tương ứng 1,6% và 2,3%). Trong đó, mức độ lớn hơn của lượng mưa thời kỳ 1981-2010 so với thời kỳ 1961-2010 phổ biến trong khoảng từ 1,3 đến 10,3%; cao nhất tại trạm M'đrắc; thấp nhất tại trạm Ayunpa (Bảng 3.15). Kết quả tính toán mức độ biến đổi lượng mưa mùa hè thời kỳ 1961-2010 cho thấy, lượng mưa có xu thế giảm với mức độ khoảng từ 0 đến 4% ở khu vực Kon Tum, một phần diện tích Gia Lai, khu vực trạm Liên Khương. Ngược lại, lượng mưa mùa hè tăng ở hầu hết diện tích khu vực Tây Nguyên, với mức độ tăng khoảng từ 0 đến 4% (Hình 3.38).

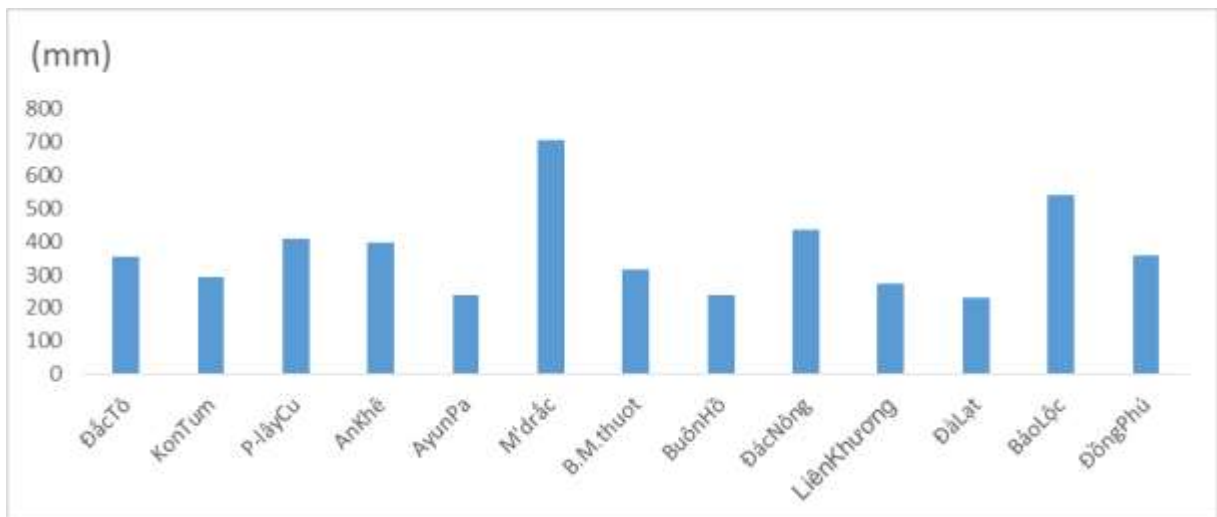
Từ các phân tích trên cho thấy, kết quả cho thấy lượng mưa ở khu vực Tây Nguyên hầu hết có xu thế tăng trong những năm qua, kết quả này phù hợp với nhận định của Bộ Tài nguyên và Môi trường [4]. Thực tế, lượng mưa ở khu vực Tây Nguyên là không cao, đặc biệt rất thấp vào các tháng mùa khô. Do vậy, mặc dù lượng mưa các tháng mùa khô có tăng (khoảng từ 1,3 đến 10,3%), thì về lượng mưa cũng tăng không nhiều và điều kiện khô hạn vẫn tồn tại. Trong những năm gần đây, xuất hiện nhiều đợt hạn nghiêm trọng hơn và kéo dài hơn.



Hình 3.35. Tốc độ xu thế biến đổi lượng mưa năm (mm/10 năm) thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Nguyên



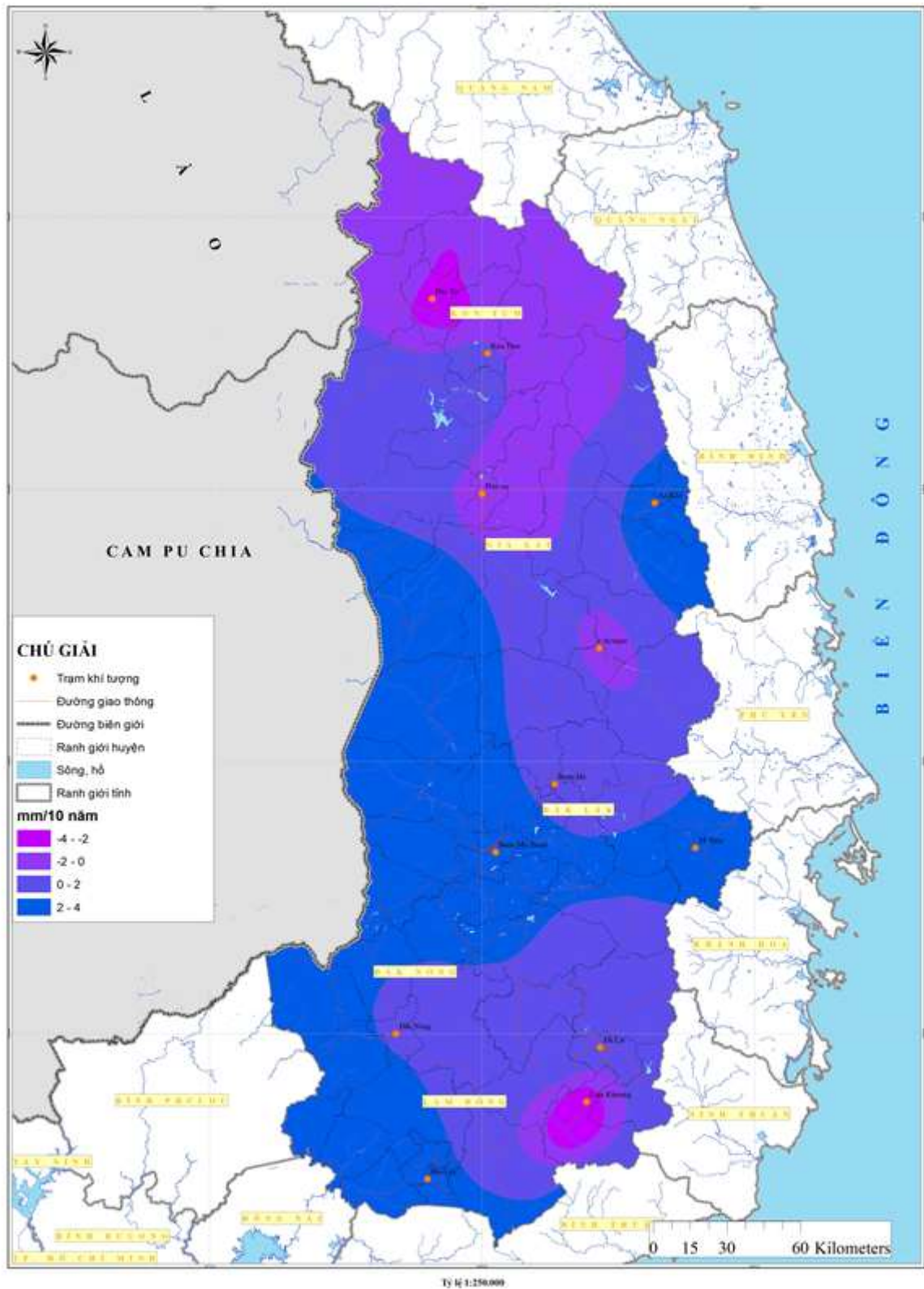
Hình 3.36. Biến suất lượng mưa năm (mm) thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Nguyên



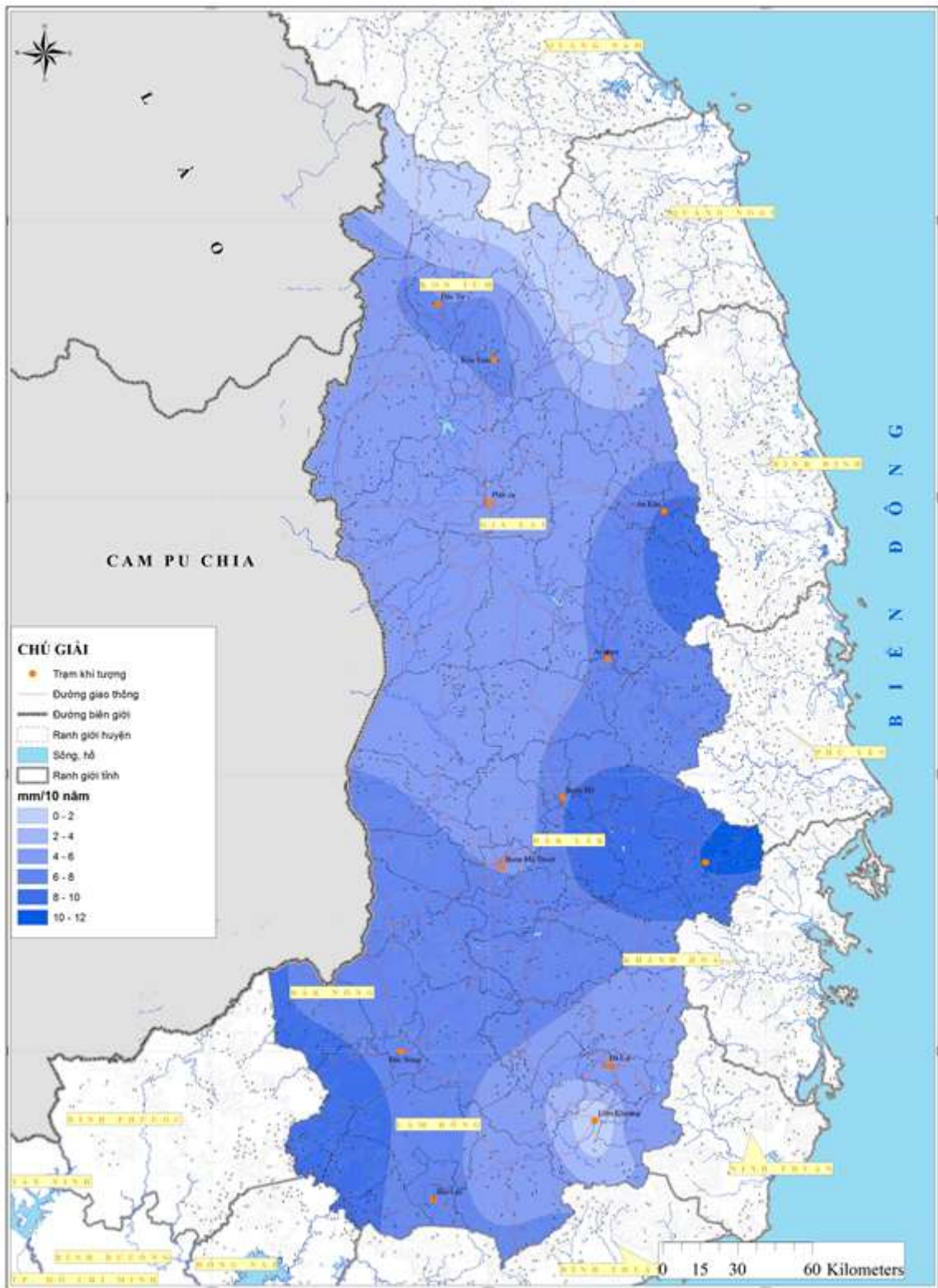
Hình 3.37. Độ lệch chuẩn lượng mưa năm (mm) tại một số trạm tiêu biểu khu vực Tây Nguyên

Bảng 3.15. Tỷ lệ lượng mưa (%) trung bình thời kỳ 1981-2010 so với thời kỳ 1961-1981 tại một số trạm thuộc khu vực Tây Nguyên

TT	Tên trạm	Mùa đông	Mùa hè	Năm
1	Kon Tum	114,8	101,7	103,1
2	P-lây Cu	108,1	98,4	99,3
3	An Khê	116,3	104,9	108,5
4	Ayun Pa	110,8	101,3	103,1
5	M'đrắc	121,9	110,3	115,0
6	B.M Thuật	110,2	107,5	107,8
7	Buôn Hồ	116,6	101,3	103,6
8	Đắc Nông	111,7	103,6	104,9
9	Liên Khương	100,5	93,7	95,0
10	Đà Lạt	110,6	99,7	102,0
11	Bảo Lộc	113,6	105,8	107,6



Hình 3.38. Tốc độ xu thế biến đổi lượng mưa mùa hè (mm/10 năm) thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Nguyên



Hình 3.39. Tốc độ xu thế biến đổi lượng mưa mùa đông (mm/10 năm) thời kỳ 1961-2010 khu vực Tây Nguyên

### 3.3.2.2. Đánh giá biến đổi điều kiện khô hạn

#### **Biến đổi chỉ số SPI:**

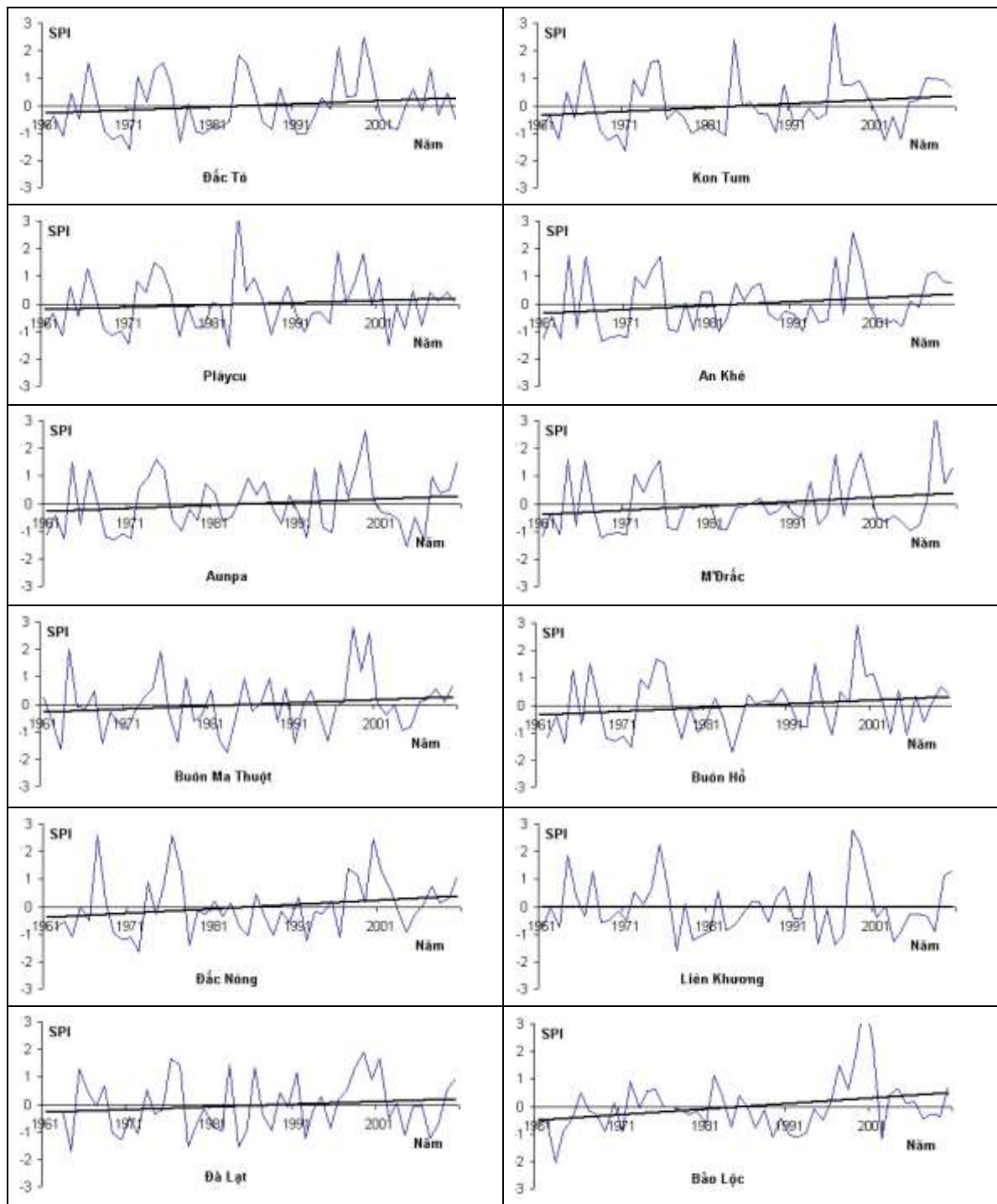
Tại khu vực Tây Nguyên, chỉ số SPI trong mùa khô giai đoạn 1961 - 2010 có xu hướng tăng ở hầu hết các trạm với mức tăng chủ yếu 0,1 đơn vị/năm, trong đó mức tăng lớn nhất ở Bảo Lộc (0,21 đơn vị/10 năm) và thấp nhất là Liên Khương (0,08 đơn vị/10 năm) (Bảng 3.16).

Chỉ số SPI vào mùa mưa trên đa phần các trạm trong khu vực này có xu thế tăng, với mức tăng chủ yếu là 0,1 – 0,2 đơn vị/10 năm, trong đó mức tăng nhiều nhất là Buôn Ma Thuột (0,11 đơn vị/10 năm) và thấp nhất là Đà Lạt (0,006 đơn vị/10 năm). Các trạm có xu thế giảm là Đắc Tô, PlâyCu, Ayunpa và Liên Khương, trong đó mức giảm cao nhất xảy ra ở Đắc Tô (-0,14 đơn vị/10 năm) (Bảng 3.16).

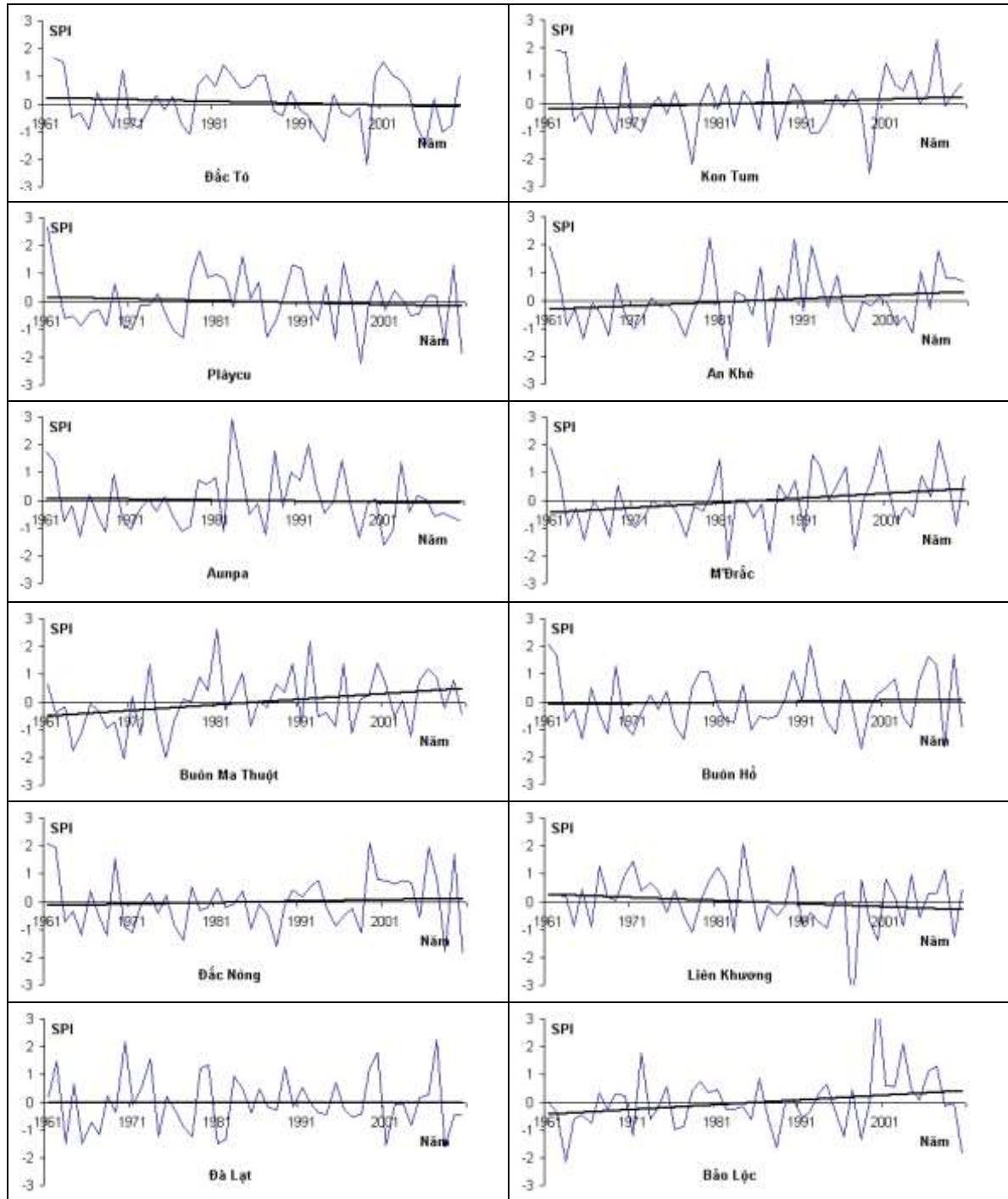
Do lượng mưa trong mùa mưa chiếm từ 75 đến 90% tổng lượng mưa năm, nên chỉ số SPI năm có xu thế tương tự như xu thế của SPI mùa mưa. Tuy nhiên, trạm Ayunpa lại có xu thế SPI năm ngược với xu thế SPI mùa mưa (trong mùa mưa SPI tại trạm này có xu thế giảm, nhưng SPI năm lại có xu thế tăng). Mức tăng cao nhất của SPI năm xảy ra tại trạm Buôn Ma Thuột và thấp nhất là Ayunpa (Bảng 3.16).

*Bảng 3.16. Tốc độ xu thế của chỉ số SPI (đơn vị/10 năm) khu vực Tây Nguyên*

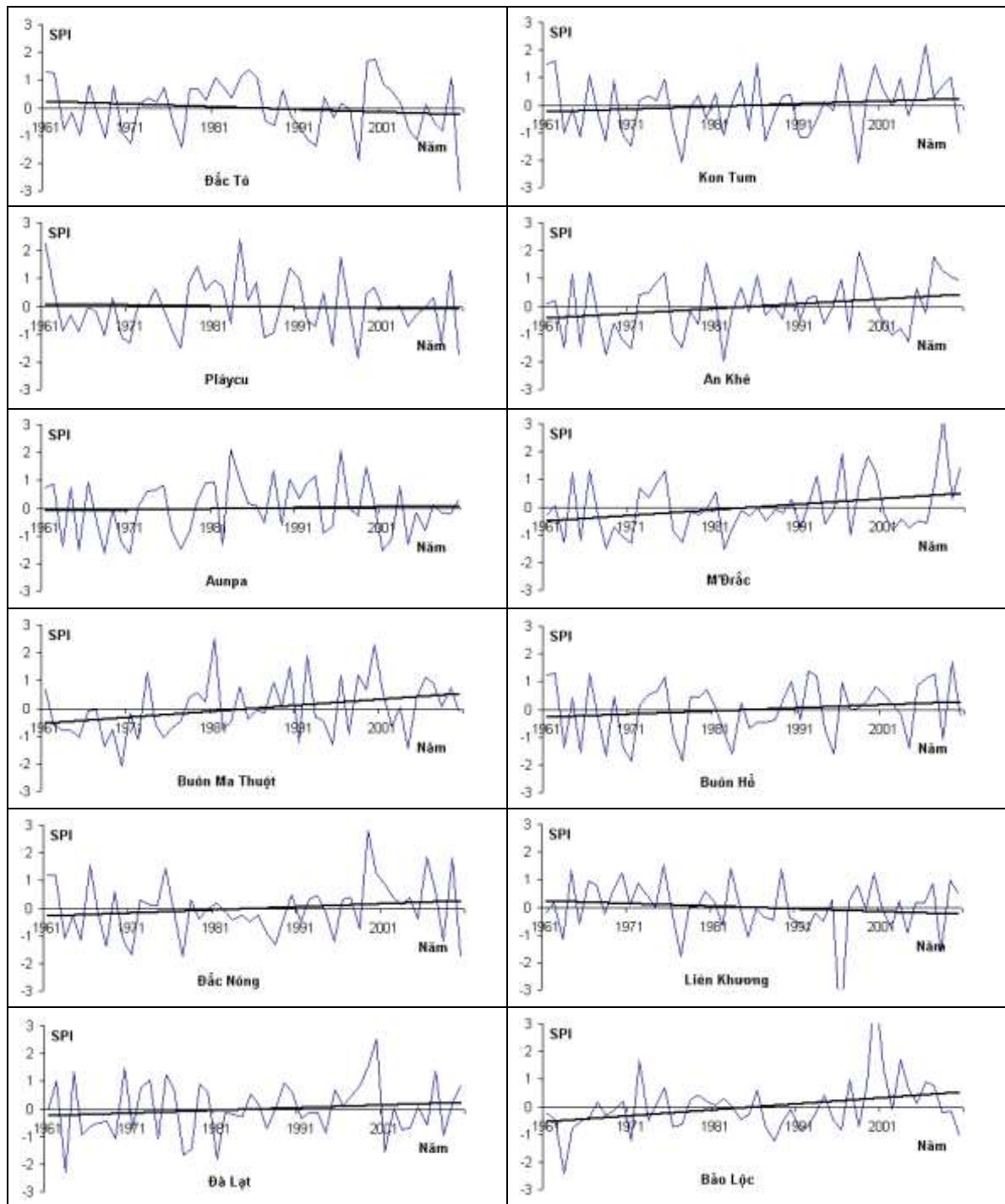
Tên trạm	Mùa khô	Mùa mưa	Năm
ĐắcTô	0,12	-0,14	-0,10
KonTum	0,15	0,05	0,10
P-lâyCu	0,08	-0,06	-0,04
An Khê	0,15	0,12	0,18
AyunPa	0,11	-0,04	0,04
M'drăc	0,17	0,18	0,20
B.M.thuot	0,11	0,20	0,22
BuônHồ	0,16	0,04	0,12
Đắc Nông	0,13	0,06	0,11
Liên Khương	0,01	-0,11	-0,10
Đà Lạt	0,14	0,01	0,10
Bảo Lộc	0,21	0,17	0,21



*Hình 3.40. Xu thế biến đổi chỉ số SPI trong mùa khô giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Tây Nguyên*



*Hình 3.41. Xu thế biến đổi chỉ số SPI trong mùa mưa giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Tây Nguyên*



*Hình 3.42. Xu thế biến đổi chỉ số SPI năm giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Tây Nguyên*

### **Biến đổi của chỉ số TC:**

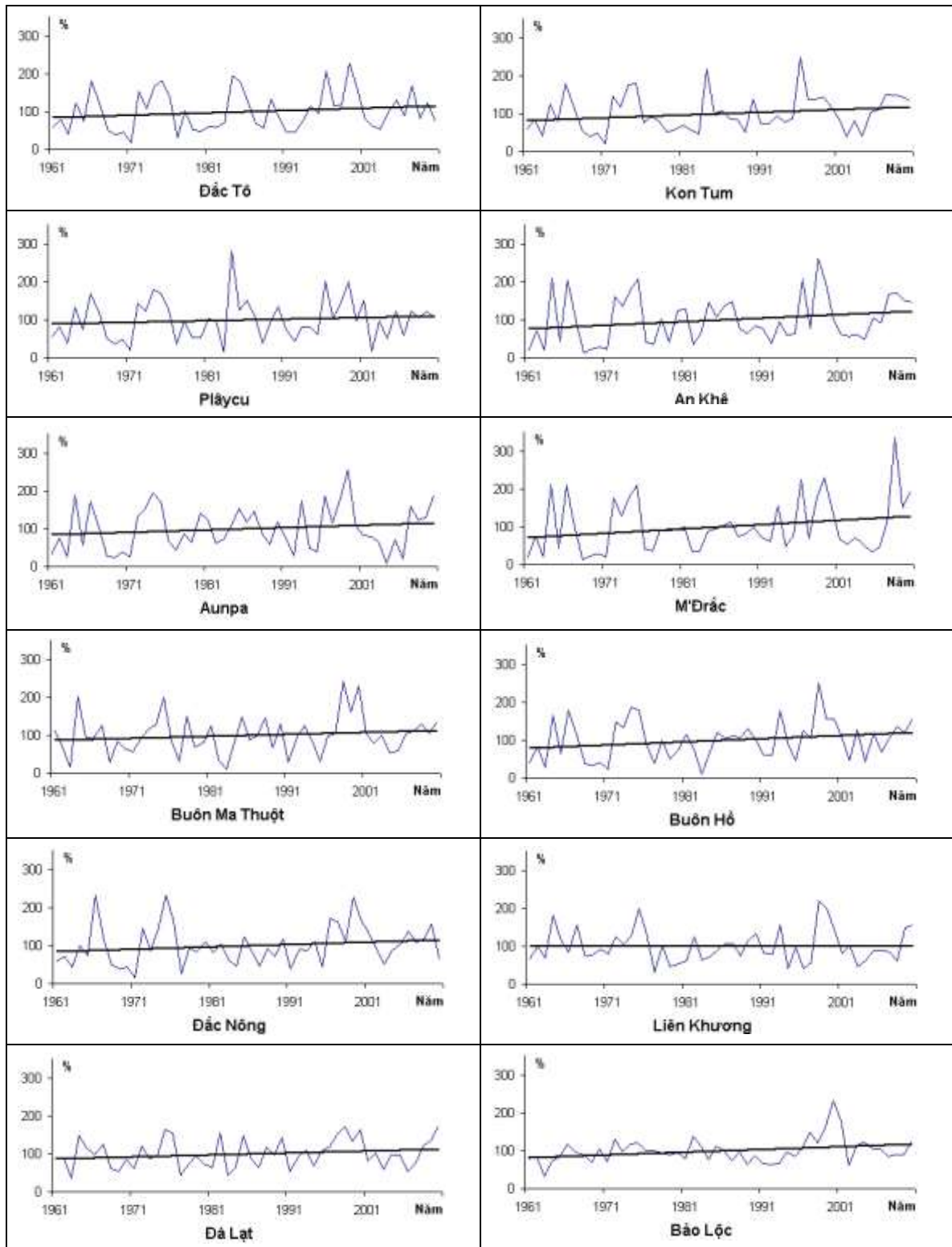
Tại khu vực Tây Nguyên, chỉ số TC trong mùa khô giai đoạn 1961 – 2010 có xu hướng tăng ở hầu hết các trạm với mức tăng chủ yếu từ 5 đến 10%/10 năm, trong đó mức tăng lớn nhất ở M'Đrăc (11,5%/ 10 năm) và thấp nhất là Liên Khương (0,34%/10 năm) (Bảng 3.17).

Chỉ số TC vào mùa mưa trên đa phần các trạm trong khu vực này cũng có xu thế tăng, nhưng mức tăng không cao, chỉ vào khoảng 1 – 3%/10 năm, trong đó mức tăng nhiều nhất vẫn là M'Đrăc (3,9%/10 năm) và thấp nhất là Đà Lạt (0,08%/10 năm). Các trạm có xu thế giảm là Đắc Tô, PlâyCu, Ayunpa và Liên Khương, trong đó mức giảm cao nhất xảy ra ở Đắc Tô (-2,78%/10 năm), sau đó là Liên Khương (-2,16%/10 năm) (Bảng 3.17).

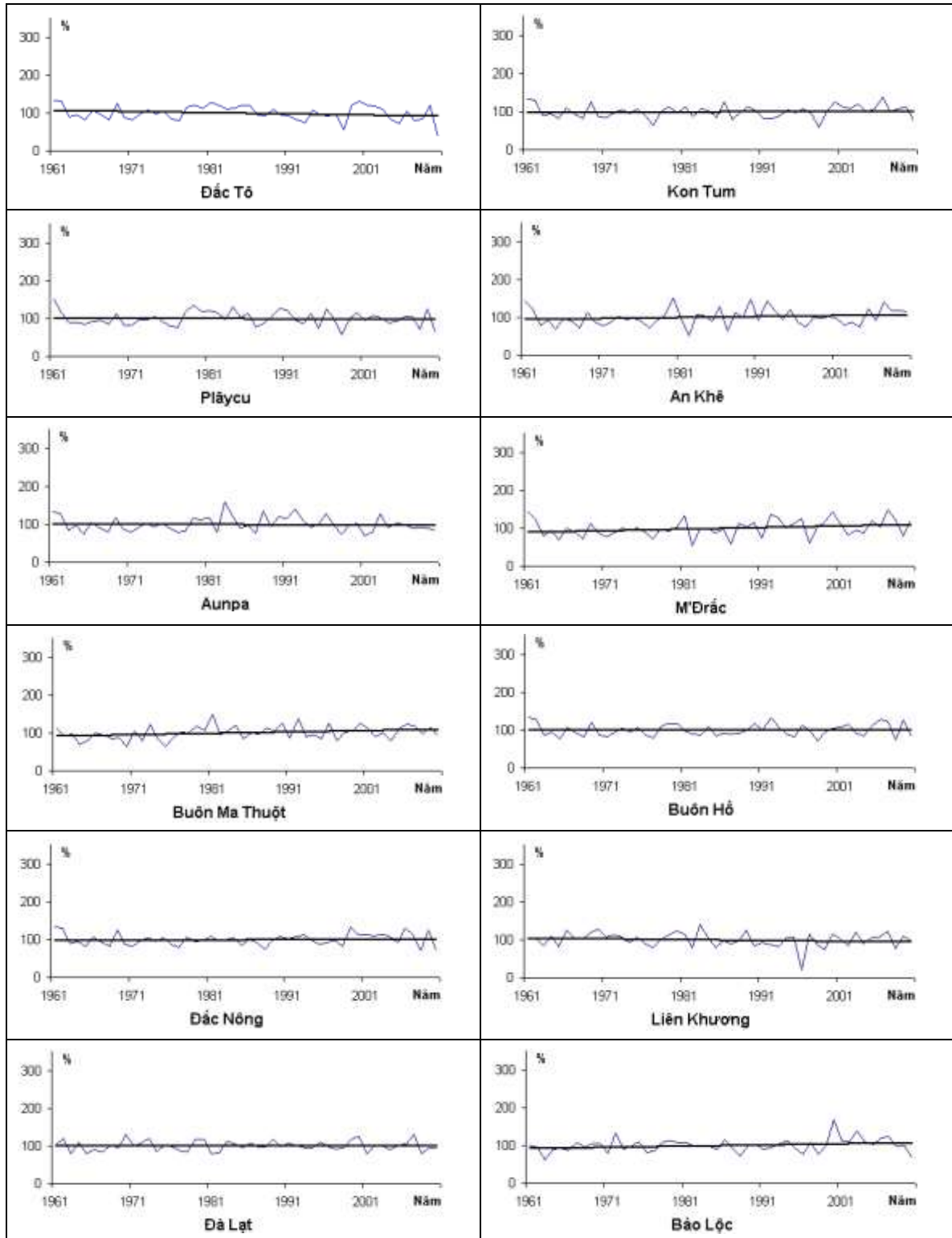
Do lượng mưa trong mùa mưa chiếm từ 75 đến 90% tổng lượng mưa năm, nên chỉ số TC năm có xu thế tương tự như xu thế của TC mùa mưa. Tuy nhiên, trạm Ayunpa lại có xu thế TC năm ngược với xu thế SPI mùa mưa (trong mùa mưa TC tại trạm này có xu thế giảm, nhưng TC năm lại có xu thế tăng). Mức tăng cao nhất của TC năm xảy ra tại trạm M'Đrăc và thấp nhất là Ayunpa (Bảng 3.6) (Bảng 3.17).

*Bảng 3.17. Tốc độ xu thế của chỉ số TC (%/10 năm) khu vực Tây Nguyên*

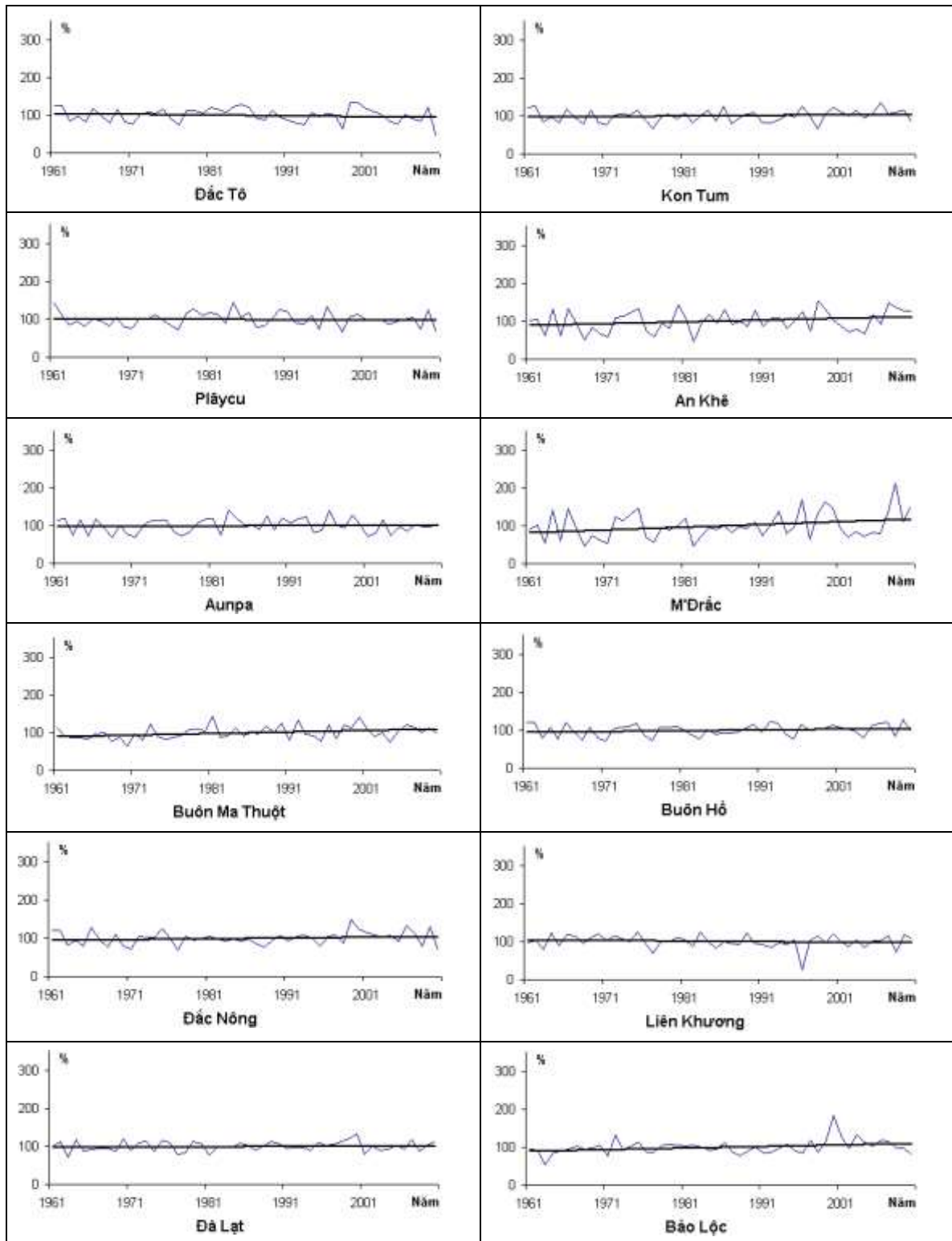
<b>Tên trạm</b>	<b>Mùa khô</b>	<b>Mùa mưa</b>	<b>Năm</b>
Đắc Tô	6,02	-2,78	-1,82
KonTum	7,26	0,86	1,57
P-lâyCu	4,16	-1,20	-0,70
An Khê	9,09	2,70	4,83
AyunPa	6,41	-0,71	0,68
M'đrăc	11,49	3,93	7,13
B.M.thuot	5,58	3,58	3,85
BuônHồ	8,01	0,59	1,78
Đắc Nông	6,58	0,90	1,83
Liên Khương	0,34	-2,16	-1,66
Đà Lạt	5,24	0,08	1,22
Bảo Lộc	6,94	3,12	4,04



Hình 3.43. Xu thế biến đổi chỉ số TC trong mùa khô giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Tây Nguyên



*Hình 3.44. Xu thế biến đổi chỉ số TC trong mùa mưa giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Tây Nguyên*



*Hình 3.45. Xu thế biến đổi chỉ số TC năm giai đoạn 1961-2010 tại một số trạm ở khu vực Tây Nguyên*

## CHƯƠNG 4: DỰ TÍNH BIẾN ĐỔI LƯỢNG MƯA

Như đã giới thiệu trong Chương 2, trong khuôn khổ nghiên cứu của Nhiệm vụ, chúng tôi sử dụng kết quả dự tính biến đổi lượng mưa trong thế kỷ 21 theo kịch bản trung bình (A1B) và kịch bản trung bình (B2) từ mô hình thống kê. Ở đây, mô hình PRECIS được chạy với 5 phương án (Q0, Q3, Q10, Q11, Q13) mô phỏng khác nhau cho kịch bản A1B. Tuy nhiên do tính biến động rất khác nhau về dự tính lượng mưa giữa các phương án khác nhau, nên chúng tôi lựa chọn hướng tiếp cận tổ hợp các thành phương án tổ hợp. Ngoài ra, trong khuôn khổ nghiên cứu của Nhiệm vụ, chúng tôi tập trung vào phân tích kết quả dự tính cho thời kỳ nửa đầu của thế kỷ 21 (2020s – 2050s). Cụ thể, các kết quả chính sẽ được đề cập dưới đây.

### 4.1. Tính chưa chắc chắn của kịch bản

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

#### *Về các kịch bản phát thải khí nhà kính:*

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

#### *Về nồng độ khí nhà kính trong khí quyển:*

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

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

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

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

### ***Về các phương pháp chi tiết hóa thông tin từ mô hình toàn cầu về khu vực nhỏ:***

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

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

- *Đối với mô hình PRECIS:* Số liệu tái phân tích với độ phân giải 0,25 x 0,25 độ kinh vĩ (Aphdorite) và số liệu thực đo tại các trạm ở 3 khu vực nghiên cứu (Tây Bắc, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên) được dùng để kiểm định mô hình. Mô hình mô phỏng khá tốt nhiệt độ (giá trị, biến trình năm và phân bố theo không gian). Mô hình mô phỏng tốt biến trình năm của lượng mưa ở Bắc Bộ và

Nam Bộ, mô phỏng được các tâm mưa lớn ở phía Bắc, nhưng thiên thấp đối với lượng mưa cho khu vực Trung Bộ và Nam Bộ, mô phỏng không tốt lượng mưa vào các tháng cao điểm mùa mưa ở Trung Bộ.

## **4.2. Dự tính khí hậu theo mô hình PRECIS**

### **4.2.1. Đánh giá mô hình**

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đánh giá kết quả mô phỏng khí hậu thời kỳ 1980-1999 bằng mô hình PRECIS dựa theo số liệu quan trắc tại trạm và số liệu tái phân tích (Aphdorite-APH). Do vậy, nhằm đánh giá kỹ năng của mô hình, chúng tôi tiến hành đánh giá khả năng mô phỏng nhiệt độ và lượng mưa. Từ những đánh giá này, có thể phân nào kết luận được khả năng mô phỏng của mô hình PRECIS cho khu vực nghiên cứu. Ở đây, chúng tôi không đi chi tiết đánh giá kỹ năng mô phỏng nhiệt và mưa của từng thành phần (Q0, Q3, Q10, Q11 và Q13) của mô hình PRECIS. Các đánh giá tập trung vào kết quả tổng hợp trung bình từ các thành phần này.

#### **a) Kỹ năng mô phỏng nhiệt độ**

**Nhiệt độ trung bình năm:** Nhiệt độ trung bình năm mô phỏng bằng mô hình PRECIS phổ biến cao hơn so với số liệu APH từ 0 đến 1°C ở hầu hết diện tích cả nước; riêng một phần nhỏ diện tích thuộc Bắc Tây Nguyên là thấp hơn APH khoảng từ 0 đến 1°C. Tuy nhiên, ở một số khu vực nhỏ thuộc Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, Nam Tây Nguyên và Đông Nam Bộ, sai số mô phỏng trong khoảng từ 1 đến 2°C. Đối với khu vực Tây Bắc, nhiệt độ trung bình năm mô phỏng bằng mô hình phổ biến là cao hơn so với APH khoảng từ 1 đến 2°C. Khu vực Nam Trung Bộ có sai số mô phỏng thấp hơn so với khu vực Tây Bắc, nhiệt độ mô phỏng cao hơn APH trong khoảng từ 0 đến 1°C. Khu vực Tây Nguyên, sai số mô phỏng phổ biến trong khoảng từ -1 đến 2°C. Trong đó, mô phỏng thấp hơn từ 0 đến 1°C ở một phần nhỏ diện tích phía Bắc; cao hơn từ 0 đến 1°C ở khu vực Trung tâm; cao hơn từ 1 đến 2°C ở phía Nam (Hình 4.1).

**Nhiệt độ tháng 1/1980-1999:** Nhiệt độ mô phỏng thấp hơn khoảng từ 0 đến 2°C ở đa phần diện tích Bắc Bộ, Trung Bộ và Tây Nguyên; cao hơn khoảng từ 0 đến 3°C ở Nam Tây Nguyên và Nam Bộ. Trên khu vực Tây Bắc, nhiệt độ mô phỏng phổ biến thấp hơn so với APH trong khoảng từ 0 đến 1°C. Trên khu vực Nam Trung Bộ, nhiệt độ mô phỏng thấp hơn so với APH từ 0 đến 1°C ở

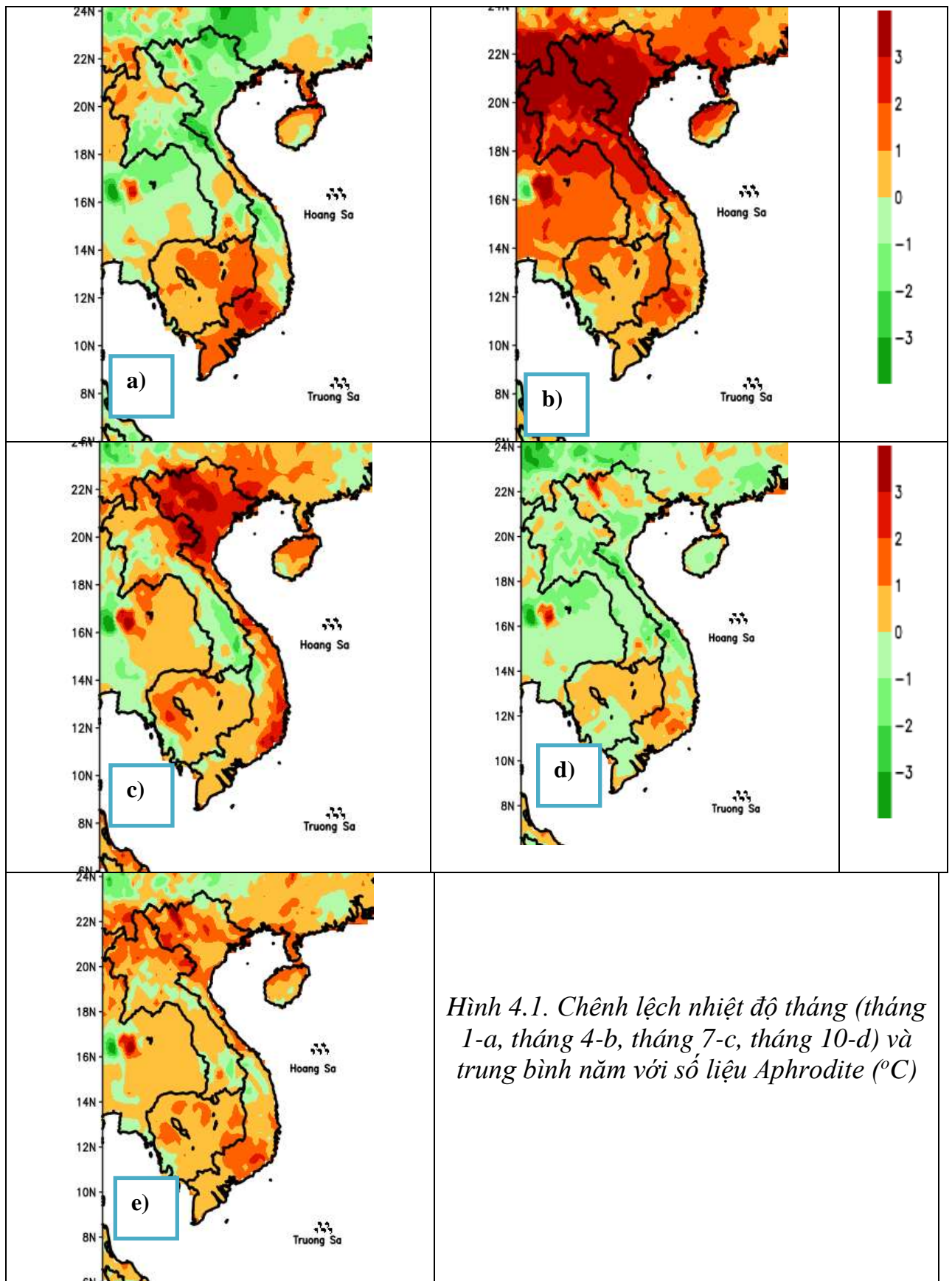
phía Bắc; cao hơn từ 0 đến 1°C ở cực Nam Nam Trung Bộ. Trên khu vực Tây Nguyên, nhiệt độ mô phỏng thấp hơn so với APH từ 0 đến 1°C ở phía Bắc; cao hơn từ 0 đến 1°C ở Trung tâm; cao hơn từ 1 đến 2°C ở phía Nam (Hình 4.1).

**Nhiệt độ tháng 4/1980-1999:** Nhiệt độ mô phỏng cao hơn từ 0 đến 3°C so với APH ở quy mô cả nước; sai số lớn nhất ở phía Bắc và thấp hơn ở phía Nam. Trên khu vực Tây Bắc, nhiệt độ mô phỏng phổ biến cao hơn so với APH khoảng 3°C. Trên khu vực Nam Trung Bộ, nhiệt độ mô phỏng phổ biến cao hơn so với APH khoảng từ 0 đến 1°C. Trên khu vực Tây Nguyên, nhiệt độ mô phỏng phổ biến cao hơn so với APH khoảng từ 0 đến 1°C (Hình 4.1).

**Nhiệt độ tháng 7/1980-1999:** Nhiệt độ mô phỏng cao hơn từ 0 đến 3°C so với APH ở quy mô cả nước; sai số lớn nhất ở phía Bắc và thấp hơn ở phía Nam. Trên khu vực Tây Bắc, nhiệt độ mô phỏng phổ biến cao hơn so với APH khoảng từ 2 đến 3°C. Trên khu vực Nam Trung Bộ, nhiệt độ mô phỏng phổ biến cao hơn so với APH khoảng từ 2 đến 3°C. Trên khu vực Tây Nguyên, nhiệt độ mô phỏng phổ biến cao hơn so với APH khoảng từ 0 đến 1°C (Hình 4.1).

**Nhiệt độ tháng 10/1980-1999:** Nhìn chung, nhiệt độ mô phỏng vào tháng 10/1980-1999 có sai số thấp hơn so với các tháng khác; phổ biến trong khoảng từ -1 đến 1°C. Trong đó, nhiệt độ mô phỏng phổ biến thấp hơn APH ở phía Bắc và cao hơn APH ở phía Nam. Trên khu vực Tây Bắc, nhiệt độ mô phỏng phổ biến thấp hơn so với APH khoảng từ 0 đến 1°C. Trên khu vực Nam Trung Bộ, nhiệt độ mô phỏng phổ biến thấp hơn từ 0 đến 1°C ở phía Bắc và cao hơn từ 0 đến 1°C ở phía Nam. Trên khu vực Tây Nguyên, nhiệt độ mô phỏng phổ biến thấp hơn từ 0 đến 1°C ở phía Bắc và cao hơn từ 0 đến 1°C ở phía Nam (Hình 4.1).

Nhìn chung, nhiệt độ mô phỏng bằng mô hình PRECIS phổ biến là cao hơn so với số liệu APH ở hầu hết các tháng được đánh giá. Trong đó, riêng tháng 1 và tháng 10, nhiệt độ mô phỏng có thiên hướng thấp hơn so với APH ở đa phần diện tích cả nước. Nhìn chung, PRECIS có thiên hướng mô phỏng nhiệt độ cao hơn vào các tháng mùa hè và thấp hơn vào các tháng mùa đông. Tháng 4 và tháng 7 là các tháng có sai số mô phỏng rõ ràng nhất. Khu vực Tây Bắc và phía Nam của Tây Nguyên thường tồn tại sai số mô phỏng nhiệt độ rõ ràng nhất.



Hình 4.1. Chênh lệch nhiệt độ tháng (tháng 1-a, tháng 4-b, tháng 7-c, tháng 10-d) và trung bình năm với số liệu Aphrodite ( $^{\circ}\text{C}$ )

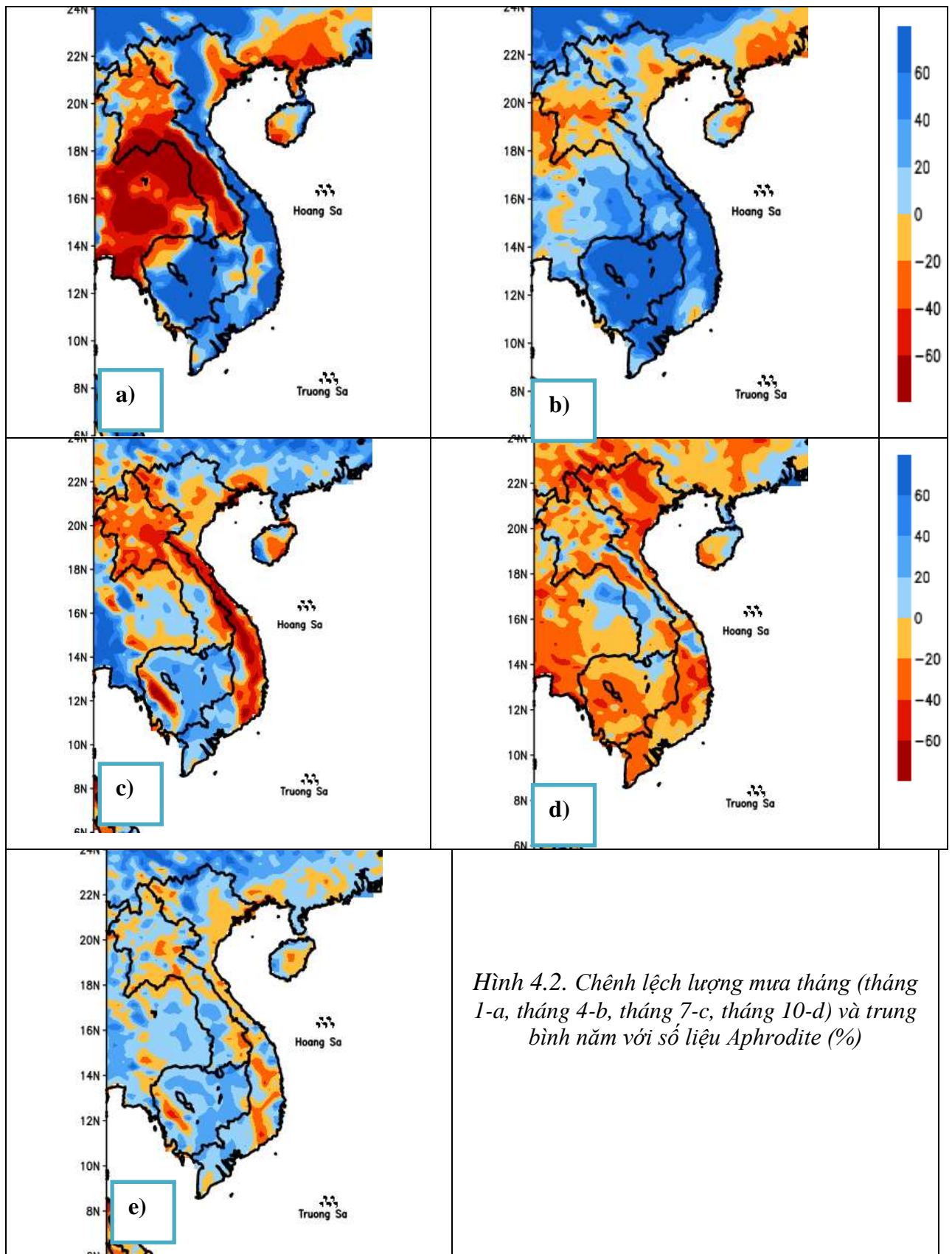
## **b) Kỹ năng mô phỏng lượng mưa**

**Lượng mưa năm 1980-1999:** Sai số mô phỏng phổ biến trong khoảng từ -40 đến 40%; lượng mưa mô phỏng thấp hơn APH ở dải ven biển Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ và Tây Nguyên; cao hơn ở các khu vực còn lại. Trên khu vực Tây Bắc, lượng mưa mô phỏng thấp hơn từ 0 đến 20% ở phía Tây; cao hơn từ 0 đến 20% ở phía Đông. Trên khu vực Nam Trung Bộ, lượng mưa mô phỏng thấp hơn từ 0 đến 20% ở Trung tâm và cực Nam; cao hơn từ 0 đến 20% ở phía Bắc và một phần phía Nam của khu vực. Trên khu vực Tây Nguyên, sai số mô phỏng phổ biến trong khoảng từ -20 đến 20%. Có thể thấy, mô hình PRECIS mô phỏng tương đối tốt lượng mưa cho 3 khu vực được xét tới trong dự án này. Sai số phổ biến hầu như chỉ giới hạn trong khoảng từ -20 đến 20% (Hình 4.2).

**Lượng mưa tháng 1/1980-1999:** Mô hình PRECIS có xu thế mô phỏng lượng mưa cao hơn trên khu vực Nam Trung Bộ và thấp hơn số liệu Aphrodite ở 2 khu vực Tây Bắc và Tây Nguyên. Cụ thể, trên khu vực Tây Bắc, chênh lệch trung bình dao động từ 0 đến 20%, trên khu vực Tây Nguyên là từ 0 đến 20%, có nơi từ 20 đến 40%. Trên khu vực Nam Trung Bộ, chênh lệch lượng mưa trung bình là khoảng 60% (Hình 4.2).

**Lượng mưa tháng 4/1980-1999:** Đối với tháng 04, khu vực Tây Bắc vẫn có lượng mưa mô phỏng bởi mô hình phổ biến thấp hơn so với số liệu Aphrodite, trong khi đó, lượng mưa mô phỏng bởi mô hình PRECIS có phần cao hơn so với số liệu Aphrodite trên khu vực Nam Trung Bộ và Tây Nguyên. Chênh lệch trung bình trên khu vực Tây Bắc trong tháng 04 dao động từ -20 đến 20%, có khu vực nhỏ sai số khoảng 60%. Chênh lệch trung bình trên khu vực Nam Trung Bộ là từ 40 đến trên 60%, và trên khu vực Tây Nguyên là từ 0 đến 40% (Hình 4.2).

**Lượng mưa tháng 7/1980-1999:** Đối với tháng 07, cả 3 khu vực trên đều có lượng mưa mô phỏng thấp hơn so với số liệu Aphrodite. Trên khu vực Tây Bắc, chênh lệch phổ biến từ -60 đến -20%, khu vực Nam Trung Bộ và Tây Nguyên từ dưới -60 đến -20%. Tuy nhiên, vẫn có 1 diện tích nhỏ trên khu vực Tây Nguyên (phía tây Tây Nguyên), lượng mưa mô phỏng cao hơn so với số liệu Aphrodite từ 0 đến 40% (Hình 4.2).



Hình 4.2. Chênh lệch lượng mưa tháng (tháng 1-a, tháng 4-b, tháng 7-c, tháng 10-d) và trung bình năm với số liệu Aphrodite (%)

**Lượng mưa tháng 10/1980-1999:** Đối với tháng 10, cũng tương tự như tháng 7, lượng mưa mô phỏng bởi mô hình ở cả 3 khu vực trên đều thấp hơn so với số liệu Aphrodite. Trên khu vực Tây Bắc và Nam Trung Bộ, mức độ chênh lệch phổ biến trong khoảng từ dưới -60 đến 20%, tuy nhiên, phần diện tích có lượng mưa mô phỏng bởi PRECIS lớn hơn so với Aphrodite là không nhiều. Trên khu vực Tây Nguyên, chênh lệch lượng mưa dao động trong khoảng từ -40 đến -20%, có nơi khoảng -60% (Hình 4.2).

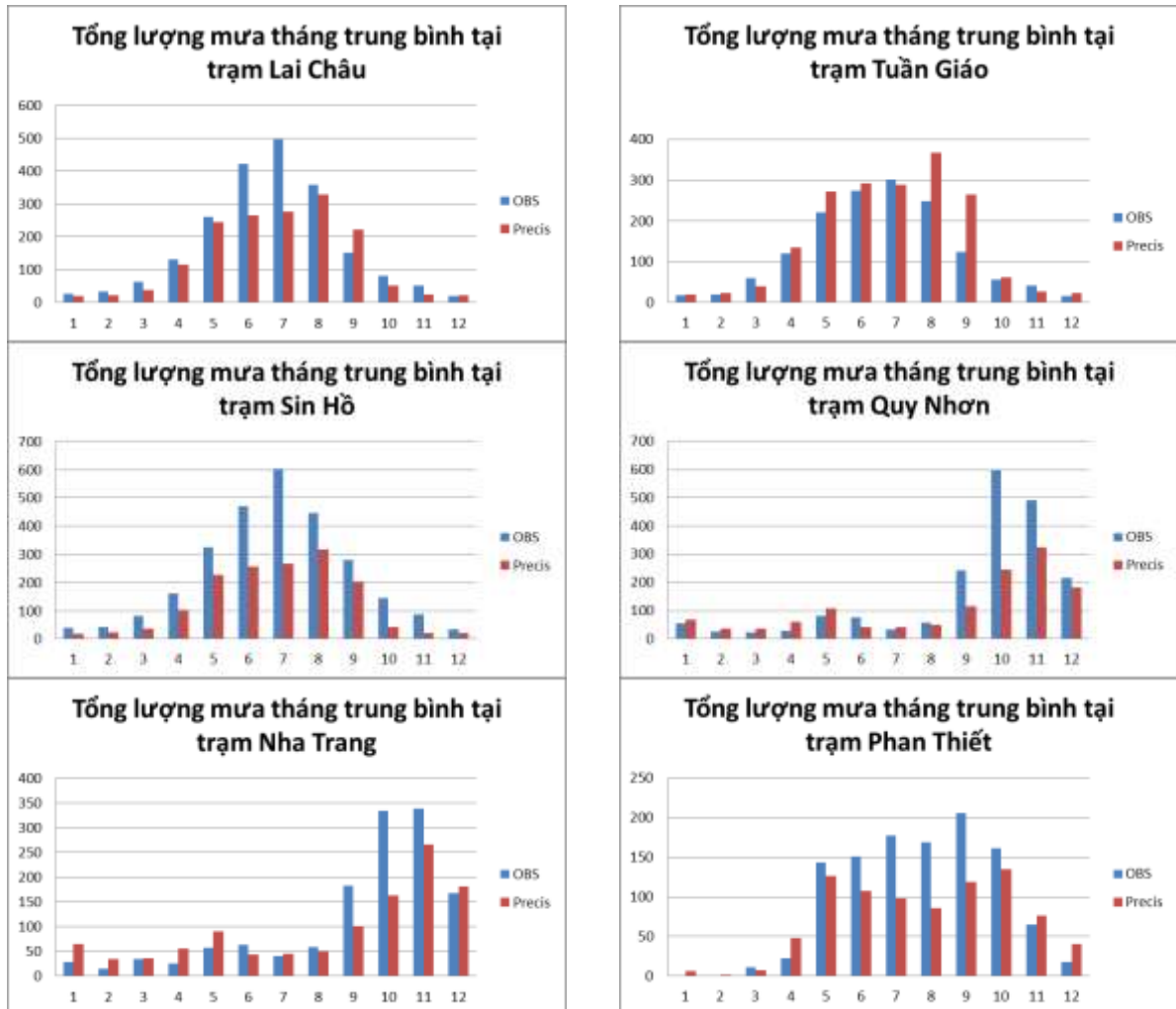
Đối với phân bố theo thời gian, mô hình PRECIS mô phỏng tương đối tốt xu thế mưa trong năm tại các trạm tiêu biểu đại diện cho 3 vùng. Có thể thấy rõ ràng rằng, mô hình PRECIS đã mô phỏng đúng thời điểm xảy ra mùa mưa và mùa khô đối với 3 vùng khí hậu này.

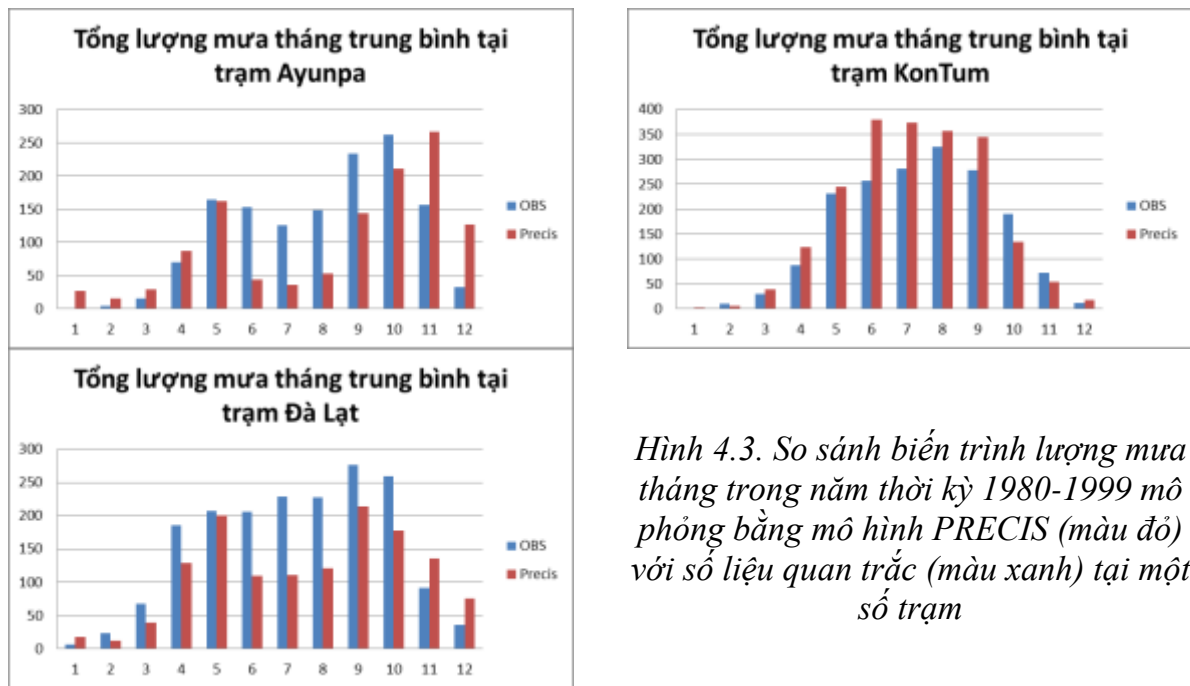
Tại một số trạm như Lai Châu, Tuần Giáo, Quy Nhơn, Nha Trang và KonTum, lượng mưa được mô phỏng bởi mô hình gần như đạt tới giá trị ngang bằng với số liệu quan trắc ở hầu hết các tháng trong năm. Đối với các trạm còn lại như Sin Hồ, Phan Thiết, Ayunpa và Đà Lạt, mô hình PRECIS cũng đã mô phỏng tốt lượng mưa cho 2/3 các tháng trong năm với độ chính xác tương đối cao (Hình 4.3).

Trong các tháng mùa mưa, PRECIS thường mô phỏng lượng mưa thấp hơn so với số liệu quan trắc tại các trạm. Tuy nhiên, trong các tháng mùa khô, sai số mô phỏng là rất thấp. Ngoài ra, trong các tháng mùa hè, mô hình thường mô phỏng lượng mưa thấp hơn đáng kể so với số liệu quan trắc ở một số trạm thuộc khu vực Tây Nguyên (Hình 4.3).

Nhìn chung, mô hình PRECIS đã đạt được những yêu cầu cần thiết trong mô phỏng lượng mưa tại 3 vùng khí hậu Tây Bắc, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên. Các sai số gặp phải phần lớn là các sai số hệ thống và các giá trị sai số này cũng không quá lớn, hoàn toàn có thể chấp nhận được. Như vậy, có thể sử dụng mô hình PRECIS với mục tiêu dự tính sự biến đổi lượng mưa trong tương theo các kịch bản biến đổi khí hậu đối với 3 vùng Tây Bắc, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên.

Một điều đáng lưu tâm, mặc dù sai số mô phỏng đối với lượng mưa là đáng kể ở các khu vực nghiên cứu. Tuy nhiên, mô hình thể hiện khá rõ sai số hệ thống trong mô phỏng lượng mưa. Do vậy, khi khai thác sản phẩm mô hình, đặc biệt là kịch bản biến đổi trong tương lai, để thấy được biến đổi của các yếu tố cần phải thực hiện so sánh giữa dự tính với mô phỏng của mô hình. Đây là một trong các giải pháp thường thấy trong khai thác các sản phẩm mô hình số trị; nếu so sánh dự tính với số liệu quan trắc, sẽ dẫn đến các đánh giá không đúng về bản chất biến đổi được tính toán bởi mô hình. Do vậy, kịch bản biến đổi khí hậu từ mô hình PRECIS chính là mức độ thay đổi so với thời kỳ quá khứ (mô phỏng bằng mô hình).





Hình 4.3. So sánh biến trình lượng mưa tháng trong năm thời kỳ 1980-1999 mô phỏng bằng mô hình PRECIS (màu đỏ) với số liệu quan trắc (màu xanh) tại một số trạm

#### 4.1.2. Kết quả dự tính biến đổi trong tương lai bằng mô hình PRECIS

##### 4.1.2.1. Khu vực Tây Bắc

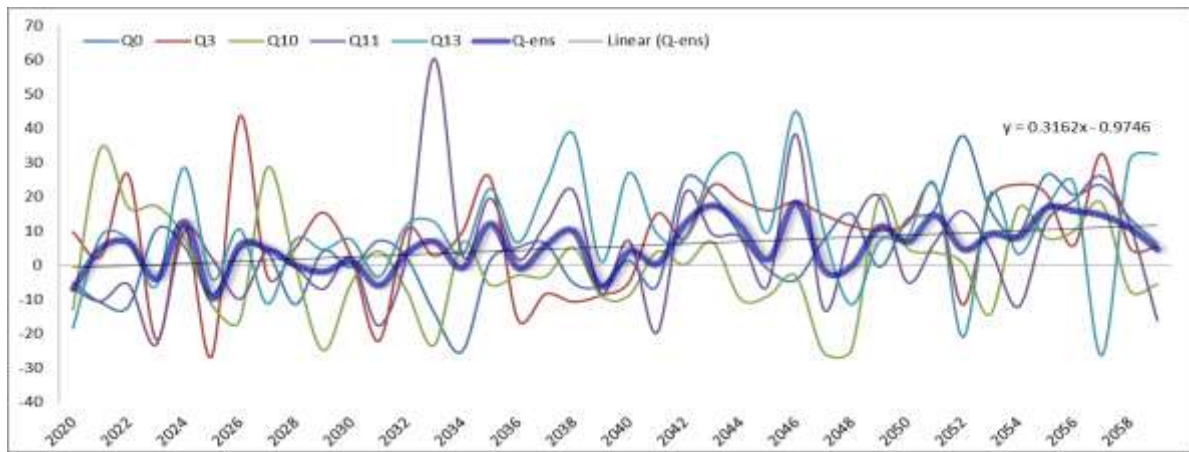
Theo phương án tổ hợp (Q-ens), lượng mưa năm trên khu vực Tây Bắc được dự tính bằng mô hình PRECIS có xu hướng tăng dần trong nửa đầu thế kỷ 21 (2020-2059) theo kịch bản A1B. Tốc độ tăng của lượng mưa trong nửa đầu thế kỷ 21 của lượng mưa năm vào khoảng 0,3%/năm.

Kết quả cho thấy, các phương án dự tính khác nhau (Q0, Q3, Q10, Q11, Q13) cho kết quả khác nhau khá rõ ràng, nhiều khi còn ngược phá nhau. Ví dụ, lượng mưa năm 2030 theo phương án Q11 là tăng khoảng 60%, tuy nhiên theo phương án Q10 lại giảm khoảng 20% (Hình 4.3). Một điều đáng lưu ý, mặc dù xu thế chung là tăng lượng mưa trong tương lai, tuy nhiên tồn tại các giai đoạn hoặc một số năm có lượng mưa giảm đáng kể. Thông tin này là rất quan trọng đối với các khu vực thường xuyên khô hạn như Tây Bắc.

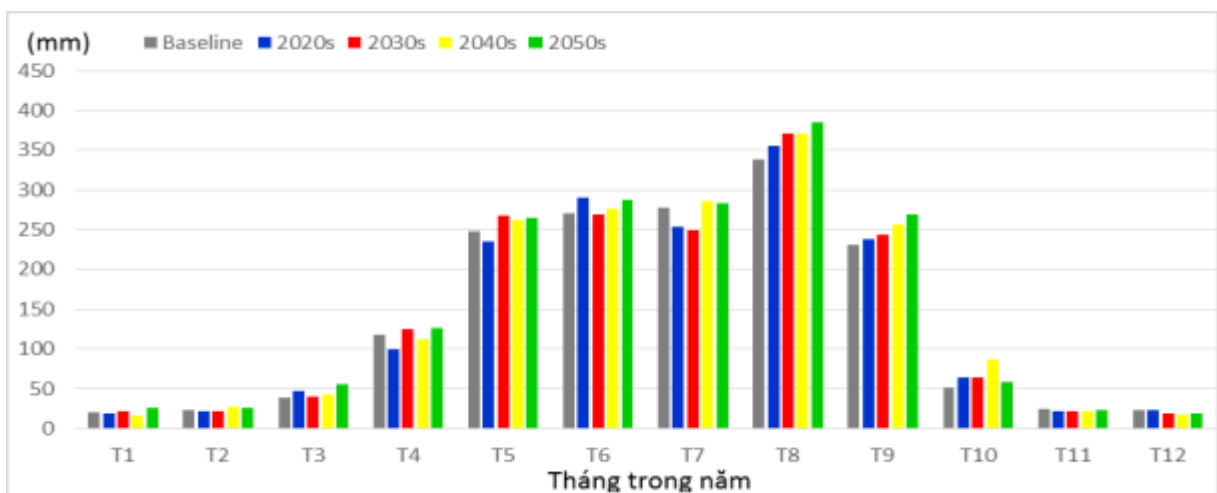
Kết quả phân tích trên Hình 4.5 cho thấy, vào các tháng mùa khô ở khu vực Tây Bắc (từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau), sự biến động của lượng mưa theo phương án tổ hợp là không nhiều. Trong đó, thời kỳ từ tháng 11 đến tháng 12, lượng mưa được dự tính sẽ giảm nhẹ trong các thập kỷ đầu của thế kỷ 21. Thực tế quan trắc, lượng mưa vào các tháng mùa khô ở khu vực Tây Bắc là rất

thấp. Do vậy, sự biến đổi (tăng/giảm) của lượng mưa trong tương lai cũng không lớn. Sự biến đổi của lượng mưa đáng chú ý nhất là vào các tháng mùa mưa, phổ biến là tăng, đặc biệt vào tháng 8 và tháng 9 (Hình 4.5).

Kết quả phân tích này cho thấy, lượng mưa các tháng mùa khô trên khu vực Tây Bắc được dự tính là biến đổi không nhiều và giảm nhẹ; lượng mưa các tháng mùa mưa được dự tính là tăng theo kịch bản A1B của mô hình PRECIS. Do vậy, rủi ro trong tương lai có thể có là mùa khô sẽ khô hạn hơn; và mùa mưa sẽ ẩm ướt hơn, khả năng mưa lớn xảy ra nhiều hơn. Hay nói cách khác, cực đoan, cực trị của lượng mưa có khả năng sẽ được tăng cường trong nửa đầu của thế kỷ 21.



Hình 4.4. Kết quả dự tính biến đổi lượng mưa năm trong thế kỷ 21 so với thời kỳ 1980-1999 (%) theo kịch bản A1B cho khu vực Tây Bắc bằng mô hình PRECIS (Q0, Q3, Q10, Q11, Q13, Q-ens-tổ hợp)



Hình 4.5. So sánh lượng mưa tháng dự tính bằng mô hình PRECIS phương án Q-ens ở các thập kỷ trong thế kỷ 21 với thời kỳ 1980-1999 (Baseline) theo kịch bản A1B cho khu vực Tây Bắc

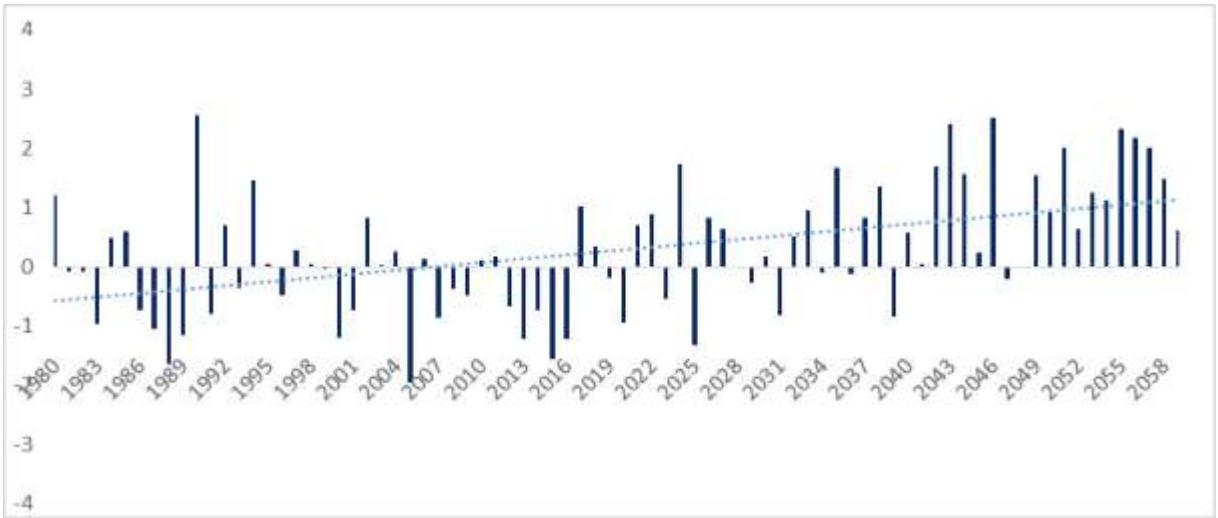
Để đánh giá mức độ thiếu hụt hoặc thừa nước trong tương lai, chúng tôi sử dụng chỉ số SPI để đánh giá. Kết quả dự tính theo phương án tổ hợp kịch bản A1B của mô hình PRECIS cho thấy:

**SPI trung bình năm:** Nhìn chung, cùng với xu thế biến đổi lượng mưa được dự tính, chỉ số SPI năm cũng có xu thế tăng trong nửa đầu thế kỷ 21. Trong giai đoạn 2020s-2050s, hầu hết các năm đều tồn tại SPI dương (thừa nước). Trong đó, những năm 2040s, 2050s, tồn tại nhiều năm liên tiếp của SPI lớn hơn 1. Mặc dù SPI dương chiếm ưu thế trong thời kỳ nửa đầu thế kỷ 21, nhưng vẫn tồn tại những năm có SPI âm (Hình 4.6).

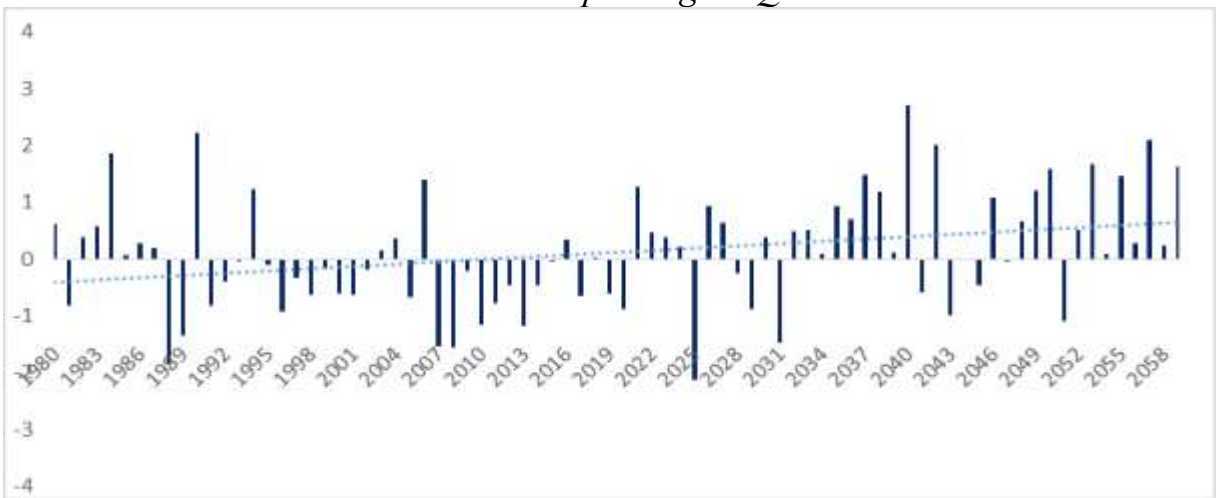
**Mùa khô:** SPI khu vực Tây Bắc cũng có xu hướng tăng trong nửa đầu thế kỷ 21. Trong đó, SPI dương vẫn chiếm ưu thế trong thời kỳ 2020s-2050s. Tuy nhiên, mức độ biến động của chỉ số SPI mùa khô là không cao. Đáng lưu ý vào các tháng mùa khô, tồn tại nhiều năm có chỉ số SPI âm với giá trị khá lớn (có khả năng hạn nghiêm trọng).

**Mùa mưa:** SPI khu vực Tây Bắc có xu hướng tăng trong nửa đầu thế kỷ 21. Trong đó, giai đoạn 2040s-2050s, SPI mùa mưa đạt giá trị lớn hơn 1, giá trị lớn nhất có thể đến trên 3.

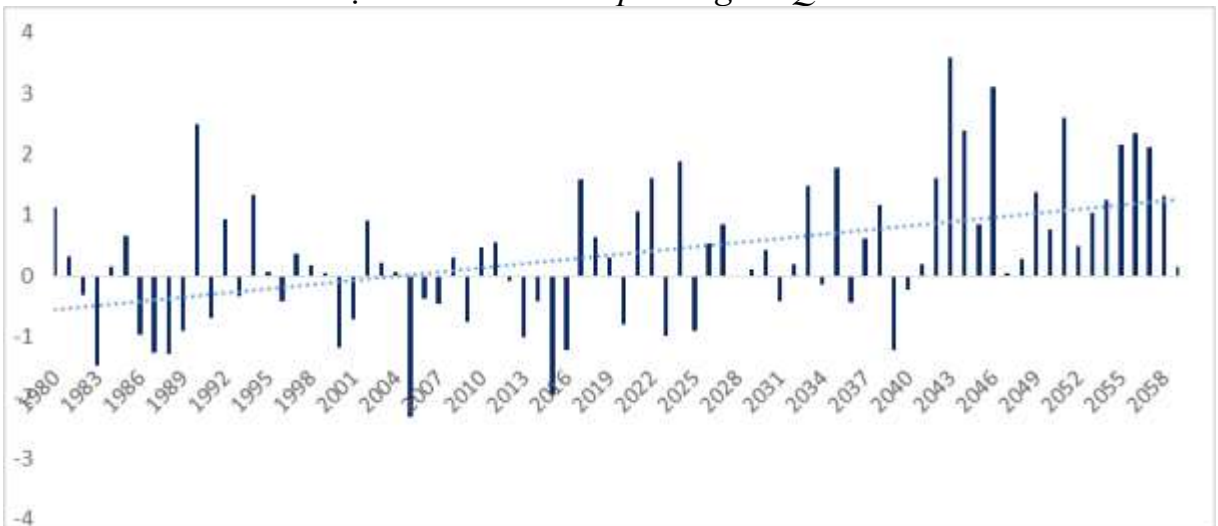
Như vậy có thể thấy, rủi ro lớn nhất liên quan đến lượng mưa ở khu vực Tây Bắc đó là khả năng dư thừa lượng mưa vào các tháng mùa mưa. Như vậy, khả năng xảy ra các hiện tượng cực đoan liên quan đến mưa lớn ở khu vực Tây Bắc có thể tăng trong nửa đầu thế kỷ 21. Tuy nhiên, trong các tháng mùa khô, sẽ có khả năng tồn tại các năm có hạn nghiêm trọng hơn.



Hình 4.6. Dự tính chỉ số SPI năm khu vực Tây Bắc thời kỳ 1980-2059 theo kịch bản A1B theo phương án Q-ens



Hình 4.7. Dự tính chỉ số SPI mùa khô khu vực Tây Bắc thời kỳ 1980-2059 theo kịch bản A1B theo phương án Q-ens



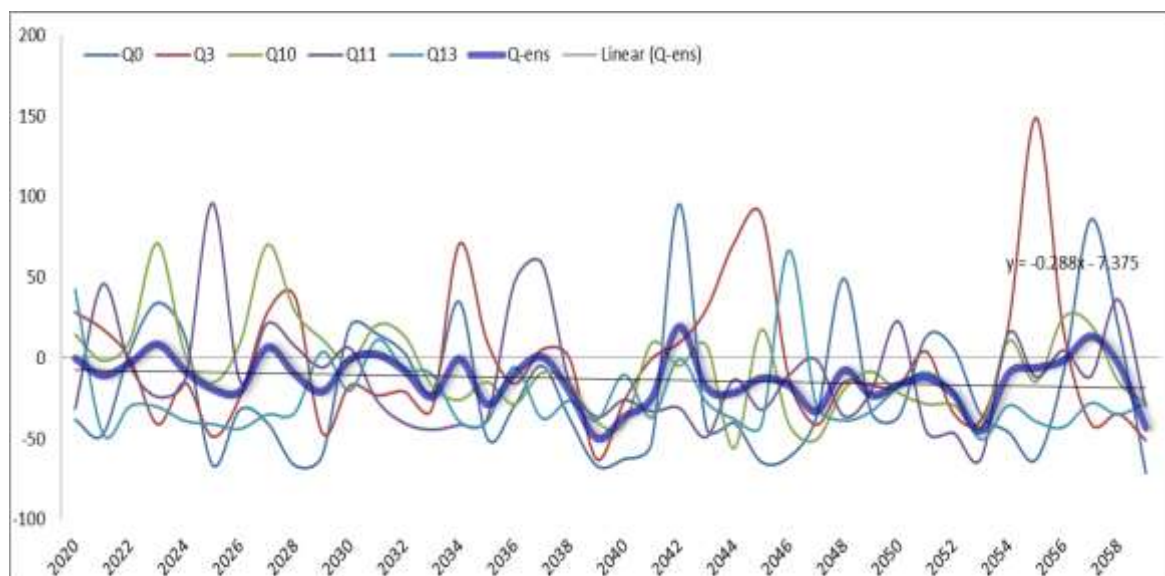
Hình 4.8. Dự tính chỉ số SPI mùa mưa khu vực Tây Bắc thời kỳ 1980-2059 theo kịch bản A1B theo phương án Q-ens

#### 4.1.2.2. Khu vực Nam Trung Bộ

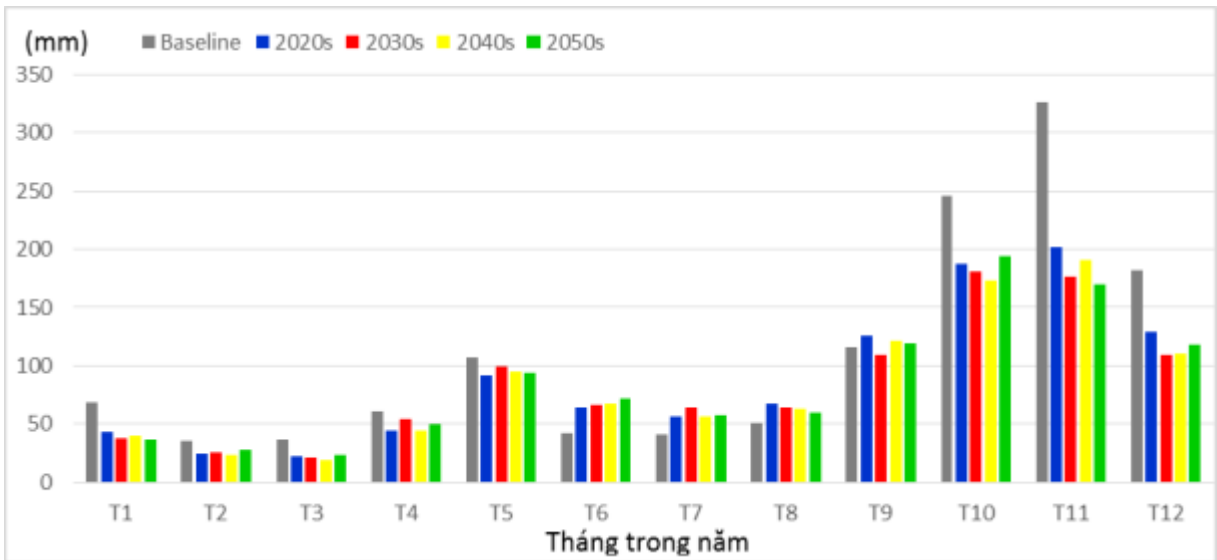
Các phương án dự tính biến đổi lượng mưa bằng mô hình PRECIS theo kịch bản A1B cho khu vực Nam Trung Bộ được trình bày trong Hình 4.9. Kết quả phân tích cho thấy:

Các phương án dự tính lượng mưa của mô hình PRECIS khác nhau đáng kể. Theo phương án tổ hợp (Q-ens), lượng mưa trên khu vực Nam Trung Bộ có xu hướng giảm trong nửa đầu của thế kỷ 21. Tốc độ giảm của lượng mưa vào khoảng 0,28%/năm. Đáng lưu tâm, có thời kỳ, lượng mưa năm giảm tới 50% so với thời kỳ chuẩn (Hình 4.9).

Hầu hết các trường hợp dự tính theo phương án Q-ens bằng mô hình PRECIS đều cho thấy lượng mưa các tháng đều thấp hơn so với trung bình thời kỳ chuẩn (1980-1999), đặc biệt vào thời kỳ từ tháng 10 đến tháng 11. Như vậy có thể thấy, khả năng thiếu nước trong các tháng mùa khô sẽ gia tăng, hay nói cách khác mức độ khắc nghiệt của hạn hán trên khu vực Nam Trung Bộ được dự tính sẽ gia tăng. Ngoài ra, có khả năng thiếu nước so với trung bình thời kỳ 1980-1999 trong tương lai vào các tháng mùa mưa (Hình 4.10).

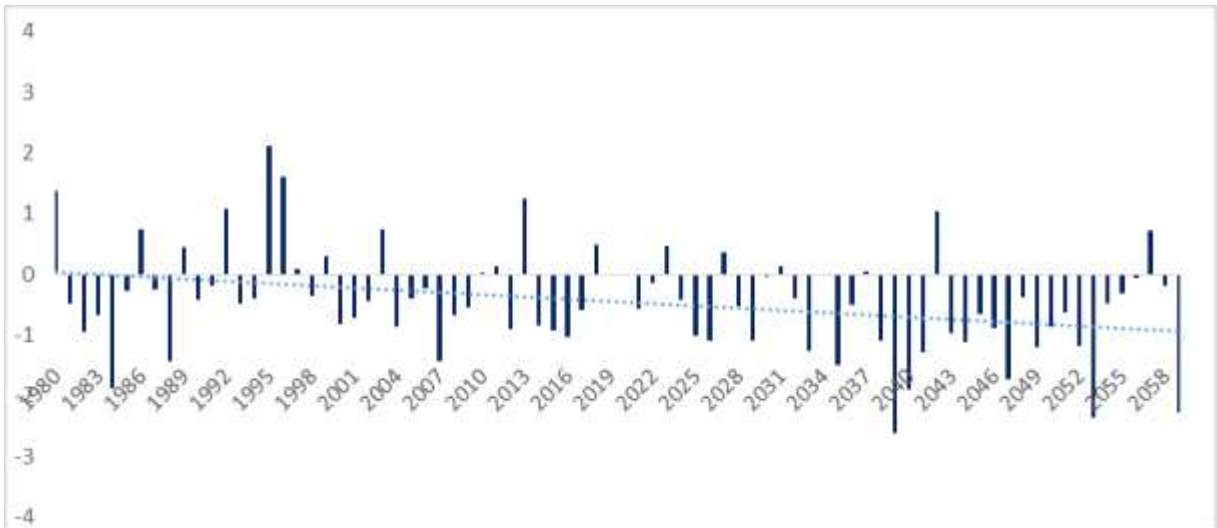


Hình 4.9. Kết quả dự tính biến đổi lượng mưa năm trong thế kỷ 21 so với thời kỳ 1980-1999 (%) theo kịch bản A1B cho khu vực Nam Trung Bộ bằng mô hình PRECIS (Q0, Q3, Q10, Q11, Q13, Q-ens-tổ hợp)

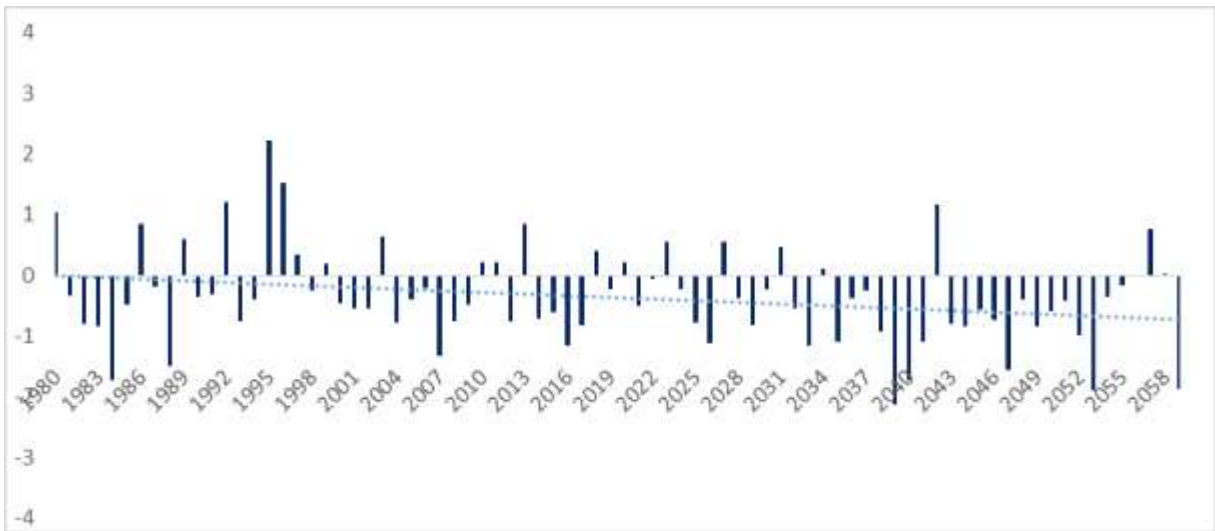


Hình 4.10. So sánh lượng mưa tháng dự tính bằng mô hình PRECIS phương án Q-ens ở các thập kỷ trong thế kỷ 21 với thời kỳ 1980-1999 (Baseline) theo kịch bản A1B cho khu vực Nam Trung Bộ

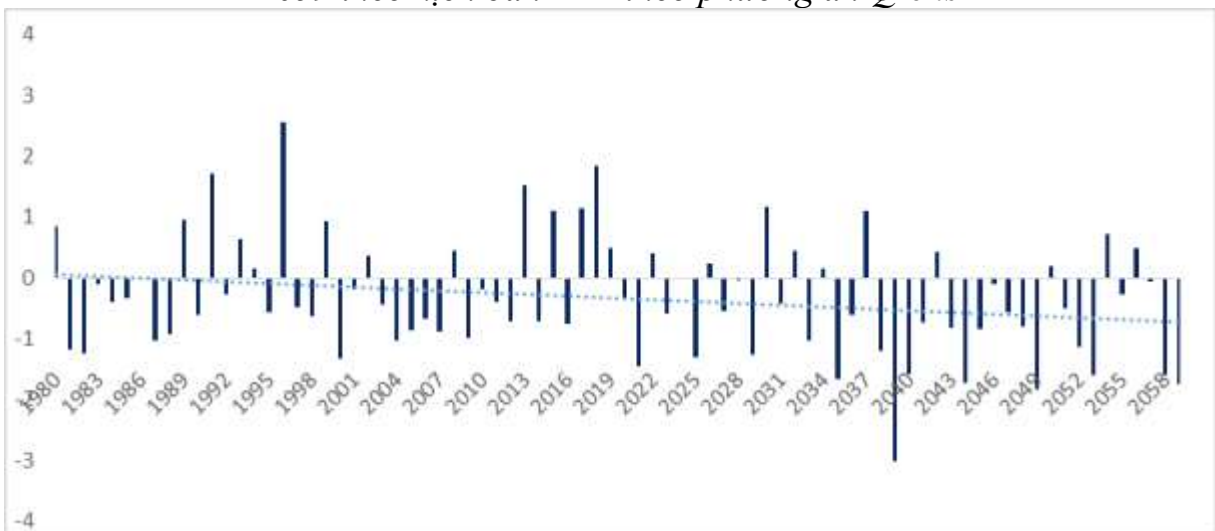
Kết quả dự tính chỉ số SPI (trung bình năm, mùa khô, mùa mưa) khu vực Nam Trung Bộ đều cho thấy, SPI có xu thế giảm trong nửa đầu của thế kỷ 21. Trong đó, hầu hết các năm trong nửa đầu thế kỷ 21, SPI chiếm đa số với giá trị âm có thể đạt giá trị thấp hơn -3 (Hình 4.11, Hình 4.12, Hình 4.13). Như vậy có thể thấy, khả năng rủi ro hạn hán, thiếu nước ở khu vực Nam Trung Bộ được dự tính sẽ gia tăng theo kịch bản A1B.



Hình 4.11. Dự tính chỉ số SPI năm khu vực Nam Trung Bộ thời kỳ 1980-2059 theo kịch bản A1B theo phương án Q-ens



Hình 4.12. Dự tính chỉ số SPI mùa khô khu vực Nam Trung Bộ thời kỳ 1980-2059 theo kịch bản A1B theo phương án Q-ens



Hình 4.13. Dự tính chỉ số SPI mùa khô mưa vực Nam Trung Bộ thời kỳ 1980-2059 theo kịch bản A1B theo phương án Q-ens

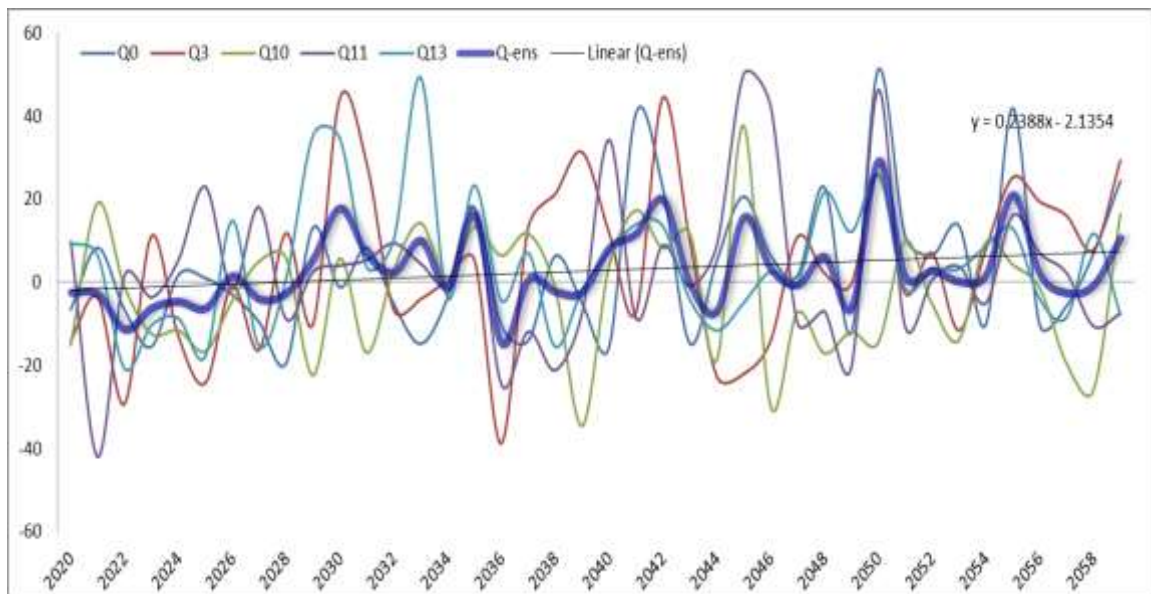
#### 4.1.2.3. Khu vực Tây Nguyên

Kết quả dự tính bằng mô hình PRECIS cho thấy, lượng mưa năm biến động khác nhau ở nửa đầu thế kỷ 21. Nhìn chung, lượng mưa được dự tính có xu thế tăng trong nửa đầu thế kỷ 21. Tốc độ tăng của lượng mưa năm được dự tính theo phương án Q-ens vào khoảng 0,23%/năm. Mặc dù xu thế chung là lượng mưa năm tăng trong nửa đầu thế kỷ 21, tuy nhiên có khả năng sẽ tồn tại các năm có sự thâm hụt lượng mưa đáng kể so với trung bình thời kỳ 1980-1999 (Hình 4.14).

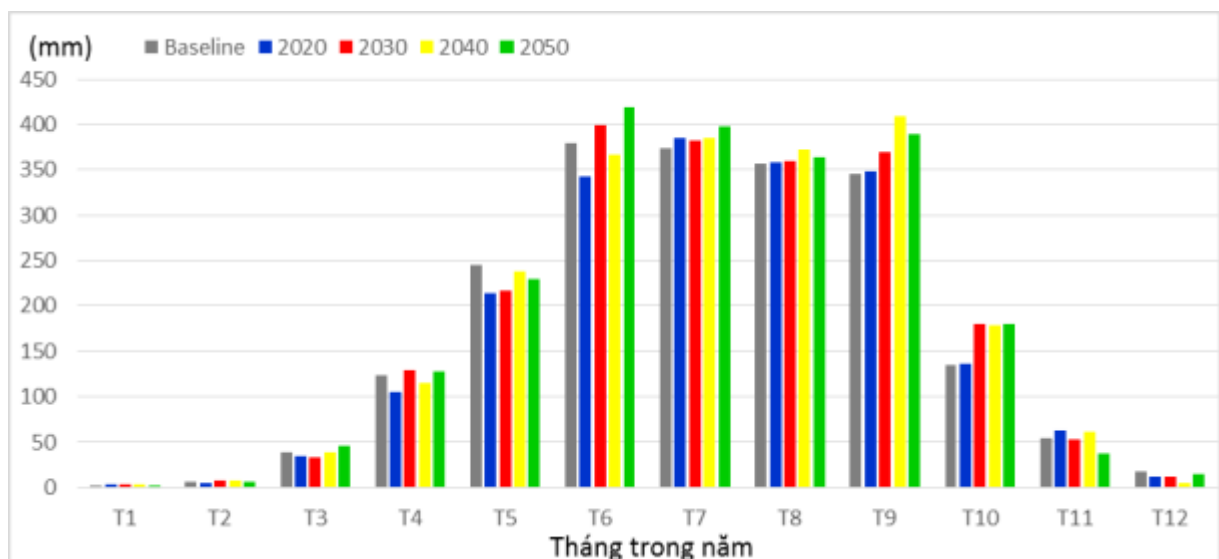
Kết quả dự tính cho thấy, lượng mưa thời kỳ từ tháng 4 đến tháng 10 trung bình các thập kỷ trong nửa đầu thế kỷ 21 có xu thế tăng so với thời kỳ

chuẩn. Trong khi đó, thời kỳ từ tháng 11 đến tháng 3, mức độ biến đổi của lượng mưa là không nhiều hoặc giảm nhẹ (Hình 4.15).

Như vậy có thể thấy, các rủi ro thừa nước trong nước tháng mùa mưa được dự tính sẽ gia tăng trong tương lai. Bên cạnh đó, các tháng mùa khô cũng được dự tính sẽ hạn hán ở mức độ trung bình thời kỳ 1980-1999 hoặc nghiêm trọng hơn.

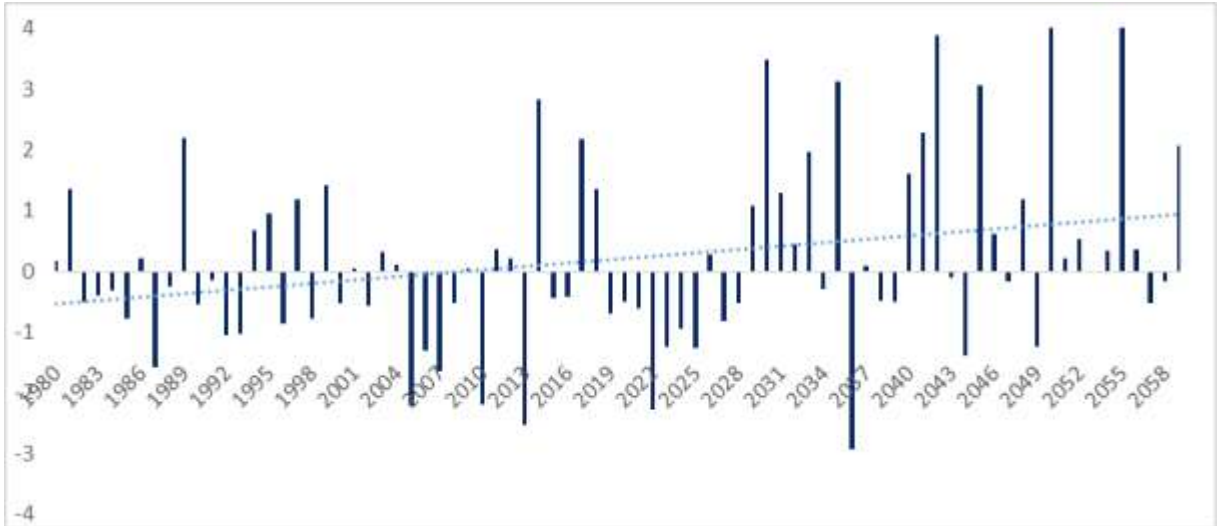


Hình 4.14. Kết quả dự tính biến đổi lượng mưa năm trong thế kỷ 21 so với thời kỳ 1980-1999 (%) theo kịch bản A1B cho khu vực Tây Bắc bằng mô hình PRECIS (Q0, Q3, Q10, Q11, Q13, Q-ens-tổ hợp)

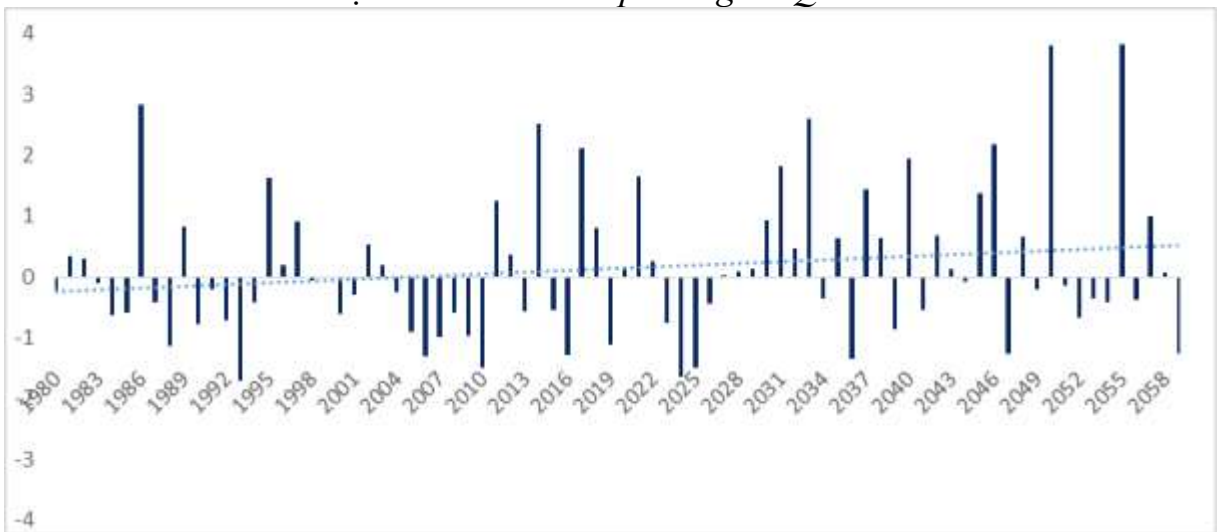


Hình 4.15. So sánh lượng mưa tháng dự tính bằng mô hình PRECIS phương án Q-ens ở các thập kỷ trong thế kỷ 21 với thời kỳ 1980-1999 (Baseline) theo kịch bản A1B

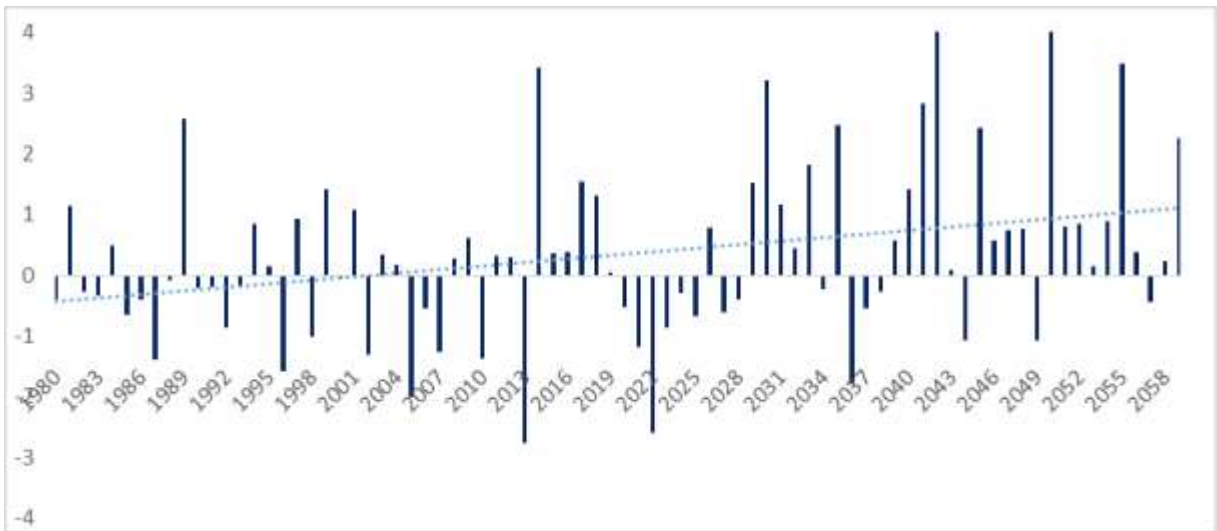
Kết quả dự tính chỉ số SPI cũng cho thấy khả năng thừa nước (SPI dương) trong các năm thuộc nửa đầu thế kỷ 21. Tuy nhiên, tồn tại nhiều năm có giá trị SPI đạt giá trị âm (thiếu hụt nước), đặc biệt chủ yếu xảy ra vào các tháng mùa khô. Điều này cho thấy, rủi ro khô hạn có thể tiếp tục khắc nghiệt hơn ở khu vực Tây Nguyên (Hình 4.16, Hình 4.17, Hình 4.18).



Hình 4.16. Dự tính chỉ số SPI năm khu vực Tây Nguyên thời kỳ 1980-2059 theo kịch bản A1B theo phương án Q-ens



Hình 4.17. Dự tính chỉ số SPI mùa khô khu vực Tây Nguyên thời kỳ 1980-2059 theo kịch bản A1B theo phương án Q-ens



Hình 4.18. Dự tính chỉ số SPI mùa mưa khu vực Tây Nguyên thời kỳ 1980-2059 theo kịch bản A1B theo phương án Q-ens

## 4.2. Dự tính biến đổi lượng mưa bằng mô hình thống kê

### 4.2.1. Khu vực Tây Bắc

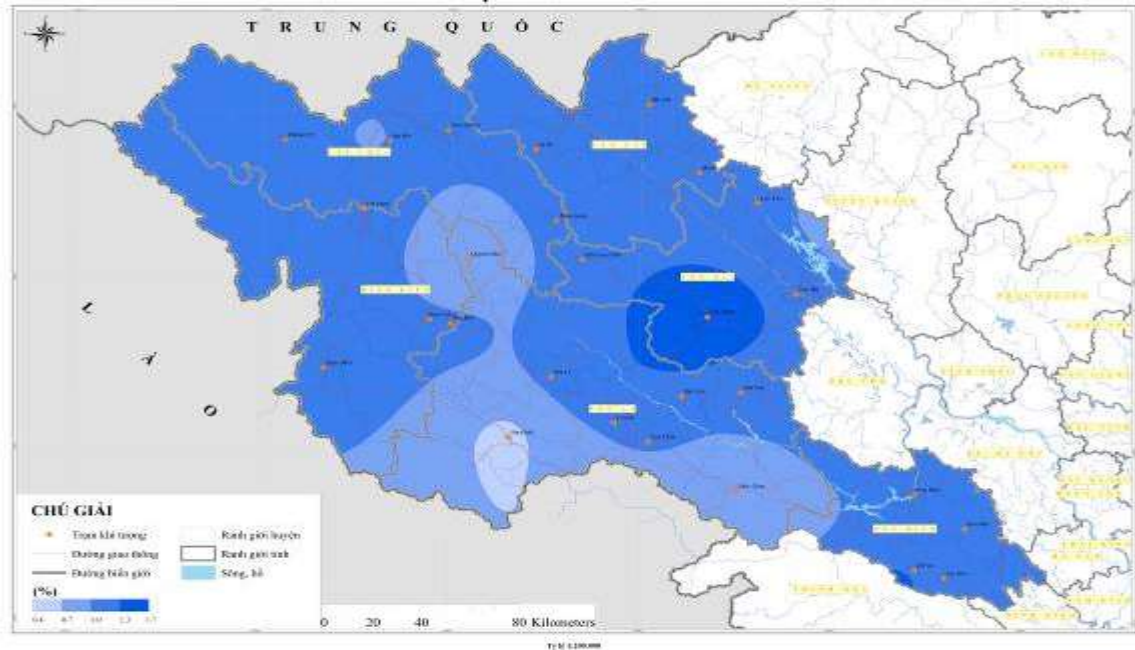
#### 4.2.1.1. Lượng mưa năm

So với thời kỳ chuẩn 1980 – 1999, lượng mưa năm trong thời kỳ 2020s ở khu vực Tây Bắc có xu thế tăng, mức tăng dao động trong khoảng 0,4 – 1,7 %, trong đó tăng nhiều nhất là ở Văn Chấn (Yên Bái) với mức tăng có thể lên đến 1,7 %; khu vực sông Mã là nơi có mức tăng thấp nhất, chỉ trong khoảng từ 0,4 – 0,7 % (Hình 4.19).

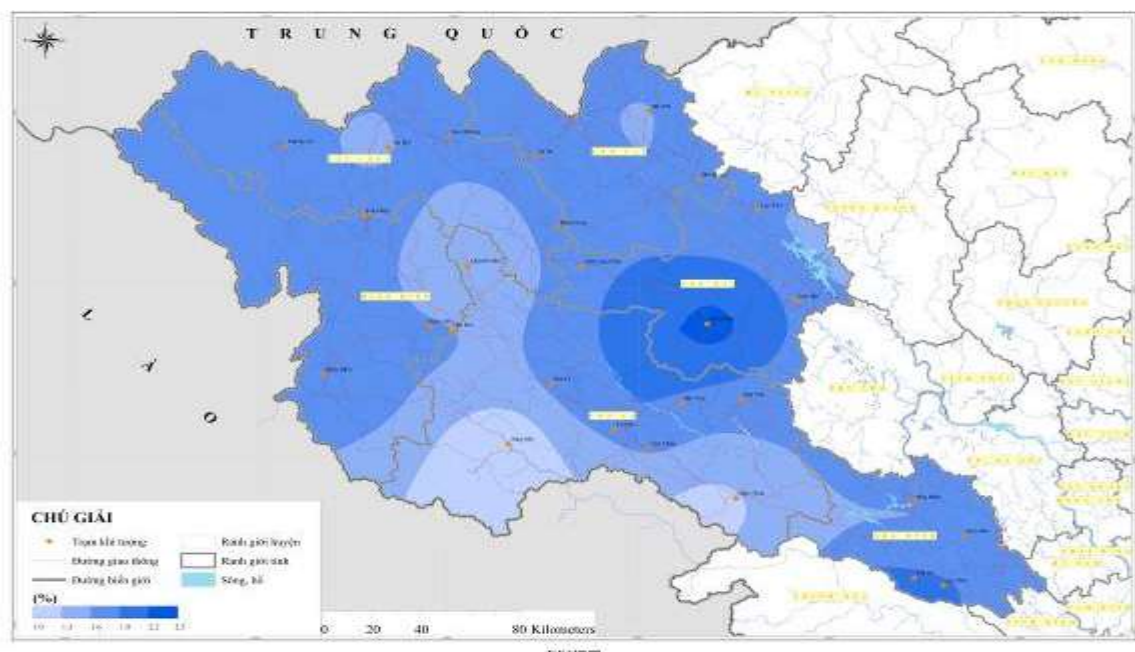
Tương tự như thời kỳ 2020s, lượng mưa năm thời kỳ 2030s ở khu vực Tây Bắc có mức tăng từ 1 đến 2,5 % so với thời kỳ chuẩn 1980 – 1999. Lượng mưa năm tăng lớn nhất vẫn diễn ở Văn Chấn (Yên Bái), với mức tăng từ 1,9 – 2,5 %, và ít nhất ở khu vực sông Mã và cao nguyên Mộc Châu (Sơn La) với mức tăng từ 1,0 – 1,3 %.

Đến giai đoạn giữa thế kỷ 2050s, lượng mưa năm ở vùng Tây Bắc có xu thế tăng lên trên phạm vi cả vùng với mức tăng lớn hơn so với các thời kỳ 2020s, 2030, trong khoảng 1,3 – 4,0 %. Lượng mưa năm tăng lớn nhất vẫn ở Văn Chấn (Yên Bái), Chi Nê, Lạc Sơn (Hòa Bình) với mức tăng có thể lên đến 4%, và ít nhất ở khu vực sông Mã và cao nguyên Mộc Châu (Sơn La) với mức tăng khoảng hơn 1,3% so với thời kỳ 1980 – 1999.

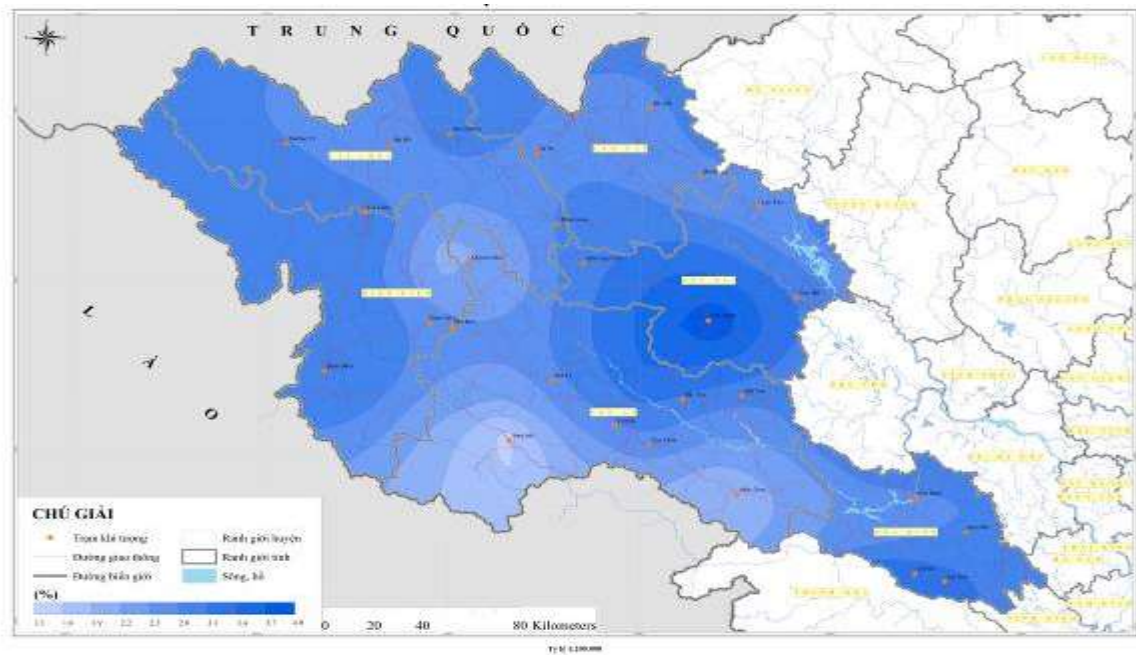
Nhu vậy, theo kịch bản BĐKH, lượng mưa năm ở khu vực Tây bắc có xu thế tăng lên trong tương lai và càng về giữa thế kỷ, mức tăng càng lớn. Trong đó, Văn Chấn (Yên Bái), Chi Nê, Lạc Sơn (Hòa Bình) là các địa điểm có lượng mưa tăng nhiều nhất so với các địa điểm khác trong vùng.



Hình 4.19. Mức độ thay đổi lượng mưa năm (%) thời kỳ 2020s khu vực Tây Bắc



Hình 4.20. Mức độ thay đổi lượng mưa năm (%) thời kỳ 2030s khu vực Tây Bắc



Hình 4.21. Mức độ thay đổi lượng mưa năm (%) thời kỳ 2050s khu vực Tây Bắc

Để đánh giá tính chất, mức độ biến đổi và xu thế biến đổi của lượng mưa năm tại khu vực Tây Bắc, chúng tôi sử dụng các đại lượng độ lệch chuẩn (S), biến suất (Sr) để biểu thị mức độ biến động của lượng mưa và tốc độ biến đổi (a).

Độ lệch chuẩn của lượng mưa năm ở vùng Tây Bắc có giá trị trung bình là 10.8 mm và biến suất của lượng mưa năm trong tương lai vào khoảng từ 0,6%, cho thấy mức độ biến động lượng mưa giữa các năm trong tương lai theo kịch bản BĐKH không quá lớn; trong đó Điện Biên là nơi lượng mưa năm có độ lệch chuẩn cao nhất vào khoảng 14.5 mm; Sơn La là nơi có độ lệch chuẩn thấp nhất vào khoảng 7.2 mm. Về tốc độ biến đổi, trạm Yên Bái là nơi có tốc độ biến đổi lượng mưa nhanh nhất so với với các trạm khác trong khu vực với mức tăng 0.68 %/10 năm; Sơn La là trạm có tốc độ biến đổi lượng mưa thấp nhất, vào khoảng 0.5 %/10 năm. Tính trung bình cả khu vực Tây Bắc, tốc độ biến đổi lượng mưa là 0.58 %/10 năm.

*Bảng 4.1. Các chỉ số đánh giá tính chất, mức độ và xu thế biến đổi của lượng mưa năm trong tương lai theo kịch bản BĐKH cho vùng Tây Bắc (S: độ lệch chuẩn, Sr: Biến suất, a: tốc độ biến đổi)*

	<b>Điện Biên</b>	<b>Sơn La</b>	<b>Lai Châu</b>	<b>Hòa Bình</b>	<b>Lào Cai</b>	<b>Yên Bái</b>	<b>Khu vực</b>
S (mm)	14,5	7,2	12,3	11,9	11,7	12,5	10,8
Sr (%)	0,7	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6
a (%/10năm)	0,67	0,50	0,58	0,60	0,57	0,68	0,58

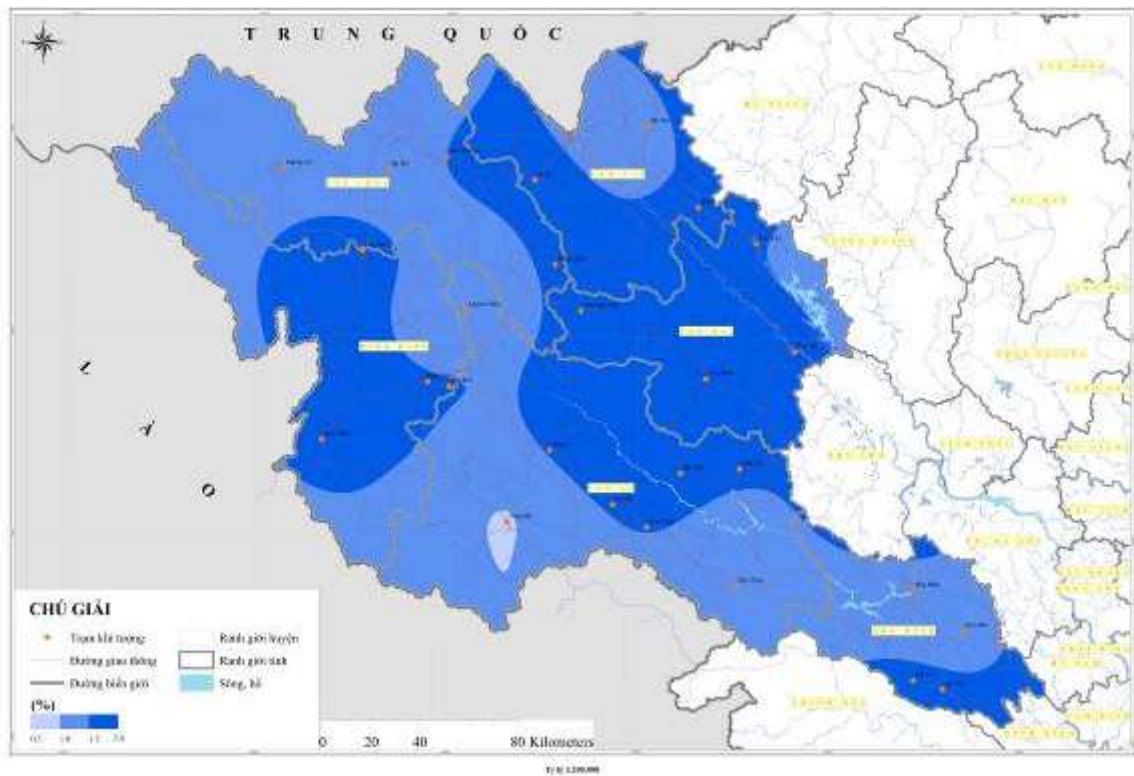
#### 4.2.1.2. Lượng mưa mùa

##### **Mùa mưa:**

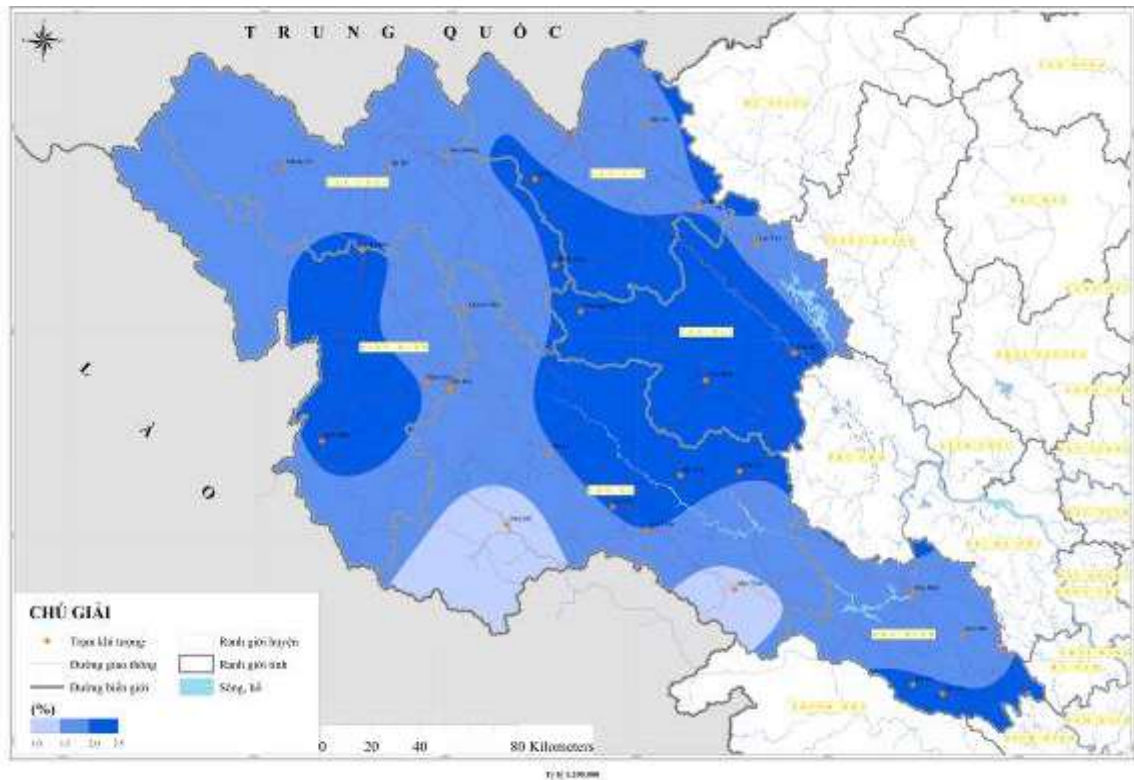
Thời kỳ 2020s, lượng mưa mùa mưa có xu thế tăng ở khu vực Tây Bắc với mức tăng không quá lớn, chỉ chưa tới 2%. Các tỉnh phía Đông của khu vực có mức tăng lượng mưa mùa mưa lớn hơn so với các khu vực còn lại với mức tăng 1.5 – 2%. Khu vực sông Mã là nơi có mức tăng lượng mưa mùa mưa ít nhất, chỉ khoảng 0.5%.

Thời kỳ 2030s, lượng mưa mùa mưa vẫn có xu thế tăng ở khu vực Tây Bắc, mức tăng lớn hơn so với thời kỳ 2020s, vào khoảng 1 – 2.5%. Các tỉnh phía Đông của khu vực vẫn là nơi có mức tăng lượng mưa lớn nhất với mức tăng lượng mưa vào khoảng 2 – 2.5%. Khu vực Sông Mã và Mộc Châu là những nơi lượng mưa có sự biến đổi ít nhất, chỉ khoảng hơn 1%.

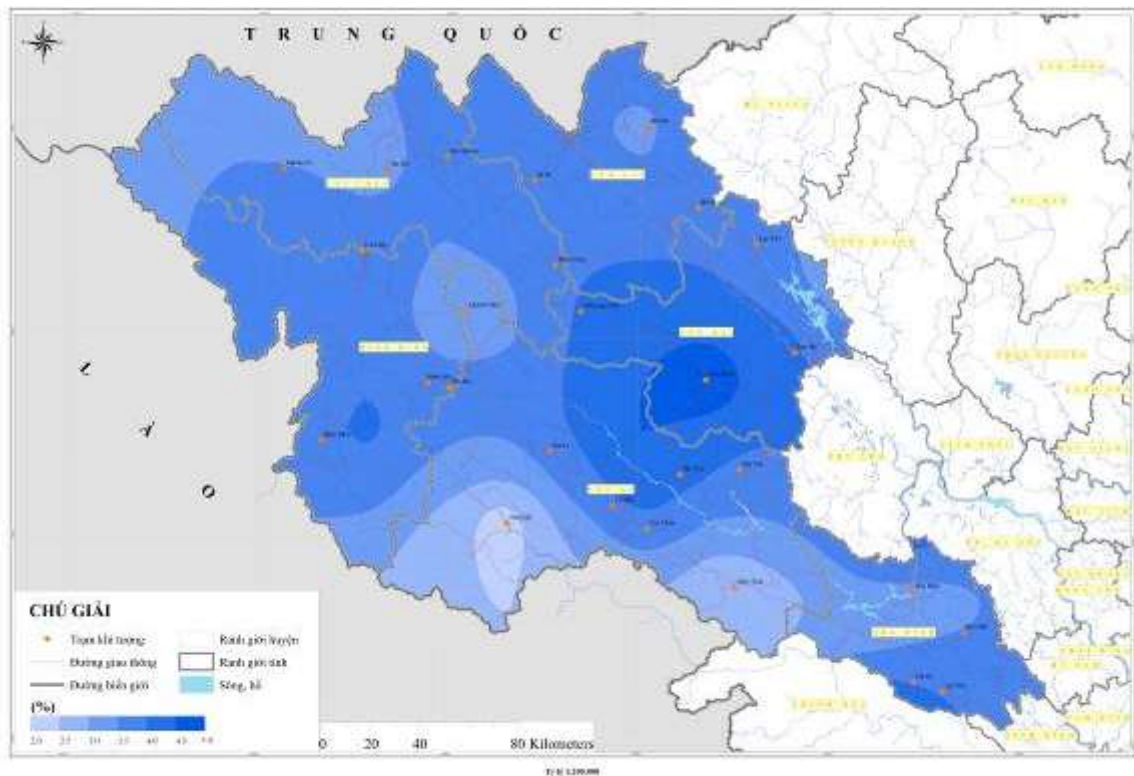
Cũng tương tự như thời kỳ 2020s và 2030s, lượng mưa mùa mưa thời kỳ 2050s cũng có xu thế tăng so với thời kỳ chuẩn 1980 - 1999 trên cả khu vực Tây Bắc, mức tăng phổ biến trong khoảng từ 2.5 – 4.5%. Mộc Châu là khu vực có mức độ tăng của lượng mưa mùa mưa lớn nhất, lên đến 5%, còn khu vực Sông Mã là nơi có mức độ tăng của lượng mưa mùa mưa thấp nhất, chỉ khoảng hơn 2%.



Hình 4.22. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa mưa (%) thời kỳ 2020s khu vực Tây Bắc



Hình 4.23. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa mưa (%) thời kỳ 2030s khu vực Tây Bắc



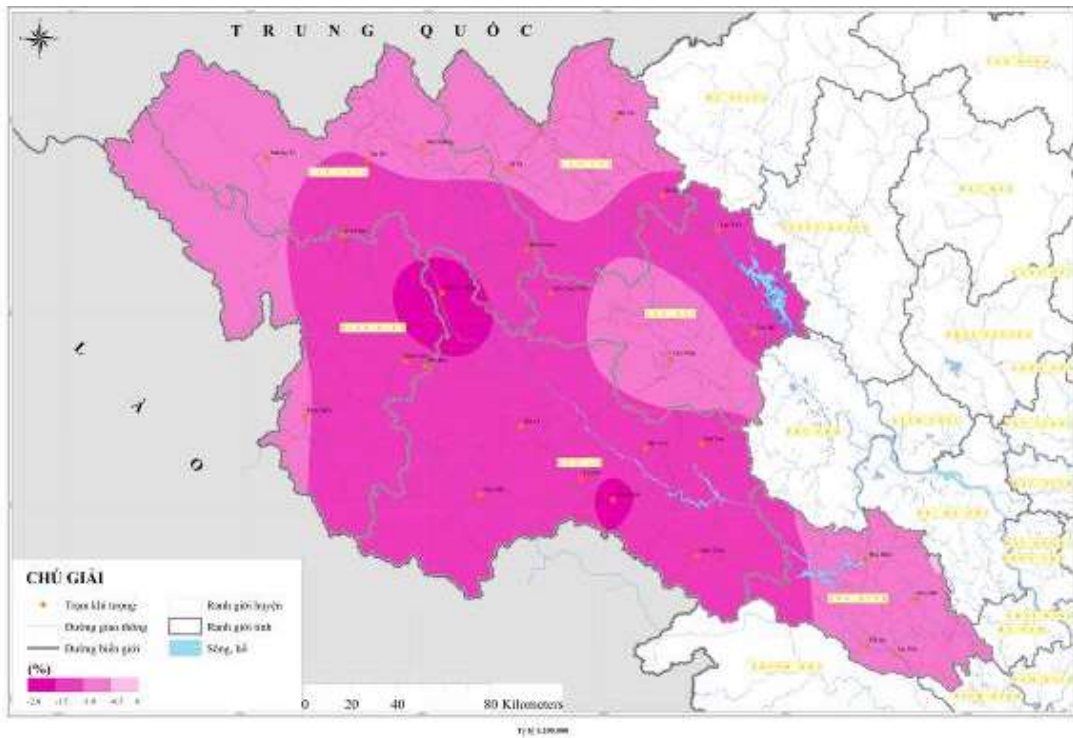
Hình 4.24. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa mưa (%) thời kỳ 2050s khu vực Tây Bắc

#### Mùa khô:

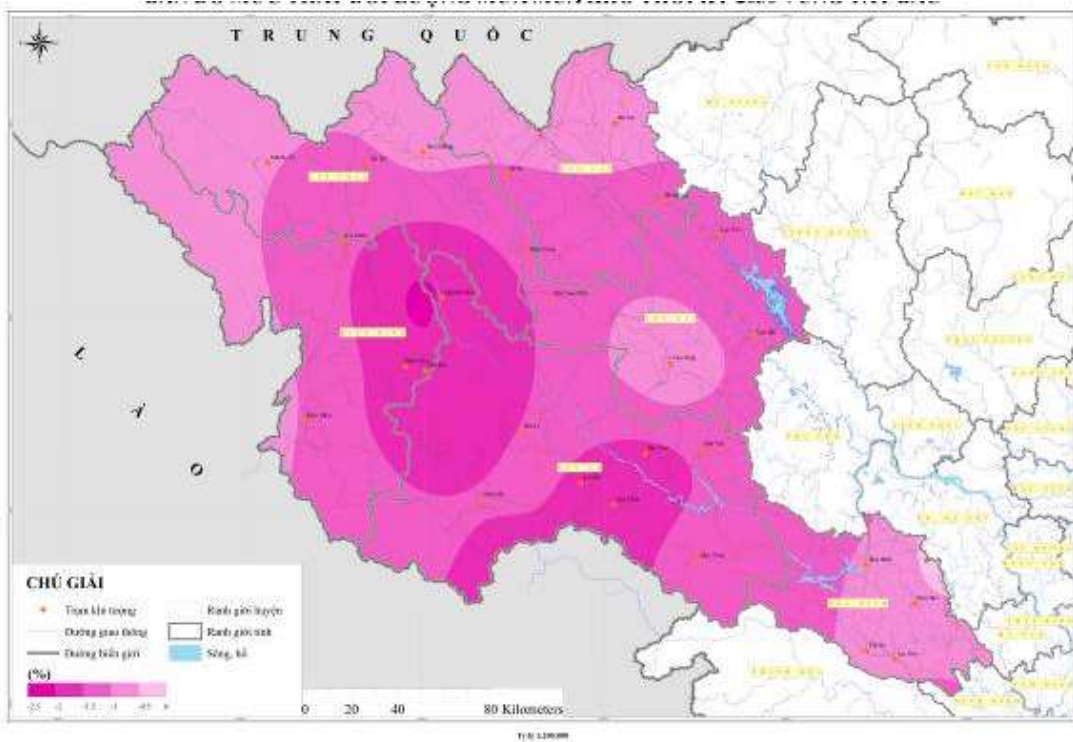
Vào thời kỳ 2020s, lượng mưa mùa khô ở khu vực Tây Bắc lại có xu thế giảm nhẹ với mức giảm phổ biến dưới 2%. Các tỉnh phía Bắc có mức độ giảm ít hơn so với các tỉnh còn lại trong khu vực với mức giảm không quá 0.5%. Khu vực Quỳnh Nhai và Yên Châu là 2 nơi có mức độ giảm lượng mưa mùa khô lớn nhất, vào khoảng 2%.

Đến thời kỳ 2030s, lượng mưa mùa khô ở khu vực Tây Bắc tiếp tục giảm thêm so với thời kỳ chuẩn 1980 – 1999, mức giảm trên toàn khu vực phổ biến trong khoảng 1 – 2%. Quỳnh Nhai, Tuần Giáo, Cò Nòi, Yên Châu là những khu vực có mức giảm lượng mưa mùa khô lớn nhất lên đến 2,5%.

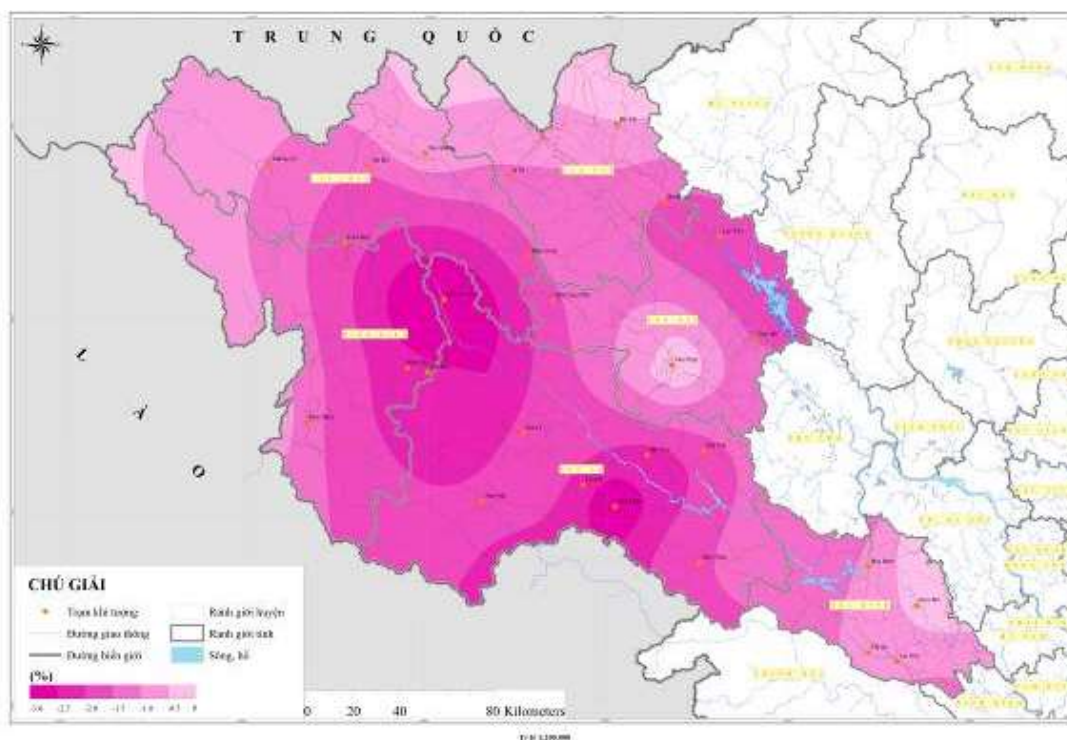
Trong thời kỳ 2050s, lượng mưa mùa khô ở khu vực Tây Bắc có xu thế giảm so với thời kỳ 1980 – 1999, mức giảm phổ biến trong khoảng từ 0,5 – 2,5%. Các tỉnh phía Tây có xu thế giảm mạnh hơn so với các tỉnh phía Đông. Quỳnh Nhai và Yên Châu là 2 khu vực có mức độ giảm lượng mưa mùa khô lớn nhất trong toàn khu vực với mức giảm lên đến 3%. Kim Bôi và Văn Chấn lại là những nơi có mức giảm lượng mưa mùa khô ít nhất, chỉ khoảng dưới 0.5%.



Hình 4.25. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa khô (%) thời kỳ 2020s khu vực Tây Bắc



Hình 4.26. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa khô (%) thời kỳ 2030s khu vực Tây Bắc



Hình 4.27. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa khô (%) thời kỳ 2050s khu vực Tây Bắc

Nhìn chung, tại khu vực Tây Bắc, lượng mưa khô trong tương lai theo kịch bản BĐKH có xu thế tăng vào mùa mưa và giảm vào mùa. Càng về giữa thế kỷ, mức độ tăng hoặc giảm càng lớn. Mộc Châu là nơi có mức độ tăng lượng mưa mùa mưa lớn nhất, còn Quỳnh Nhai và Yên Châu là các khu vực có mức giảm lượng mưa mùa khô lớn nhất.

Để đánh giá tính chất, mức độ biến đổi và xu thế biến đổi của lượng mưa mùa tại khu vực Tây Bắc, ta sử dụng các đại lượng độ lệch chuẩn (S), biến suất (Sr) để biểu thị mức độ biến động của lượng mưa và tốc độ biến đổi (a).

Độ lệch chuẩn của lượng mưa mùa khô ở vùng Tây Bắc có giá trị trung bình là 0.9 mm và biến suất của lượng mưa mùa khô vào khoảng 0,3%, cho thấy mức độ biến động lượng mưa giữa các mùa khô của các năm trong tương lai theo kịch bản BĐKH không quá lớn; trong đó Yên Bái là nơi lượng mưa mùa khô có độ lệch chuẩn cao nhất chỉ khoảng 1,2 mm; Điện Biên là nơi có độ lệch chuẩn thấp nhất chỉ khoảng 0,6 mm. Lượng mưa mùa khô ở khu vực Tây Bắc có xu thế giảm, trạm Sơn La là nơi có tốc độ giảm lượng mưa nhanh nhất so với

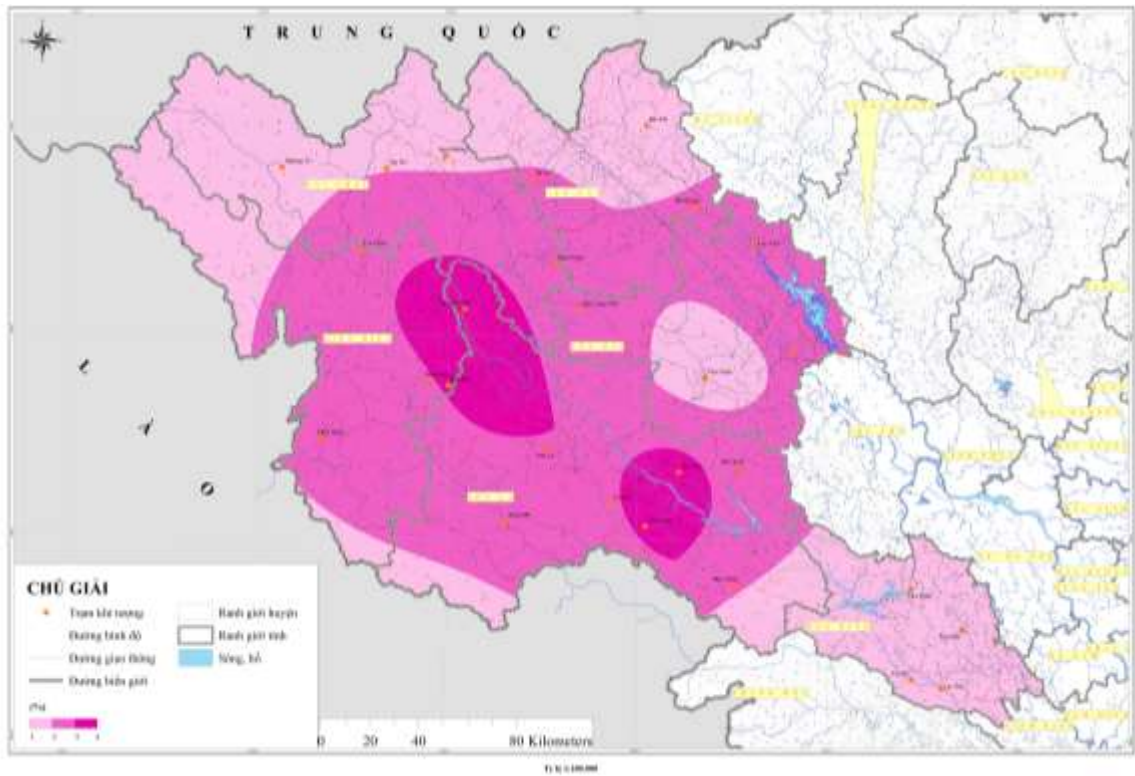
với các trạm khác trong khu vực với mức giảm -0,51 %/10 năm; Hòa Bình là trạm có tốc độ giảm lượng mưa thấp nhất, vào khoảng -0,04%/10 năm. Tính trung bình cả khu vực Tây Bắc, tốc độ biến đổi lượng mưa là -0.28 %/10 năm.

Vào mùa mưa, độ lệch chuẩn của lượng mưa ở khu vực Tây Bắc có giá trị trung bình là 12,6 mm và giá trị của biến suất lượng mưa là 0,8%, cho thấy thấy mức độ biến động lượng mưa giữa các mùa mưa của các năm trong tương lai theo kịch bản BĐKH không quá lớn. Mức độ dao động lớn nhất là ở trạm Yên Bái với biến suất 0.9%. Lượng mưa mùa mưa ở khu vực Tây Bắc có xu thế tăng trung bình khoảng 0.78%/10 năm, trong đó Yên Bái là nơi có tốc độ tăng lớn nhất (0,93%/10 năm) và Sơn La là nơi có tốc độ giảm nhỏ nhất, chỉ 0,68%/10 năm.

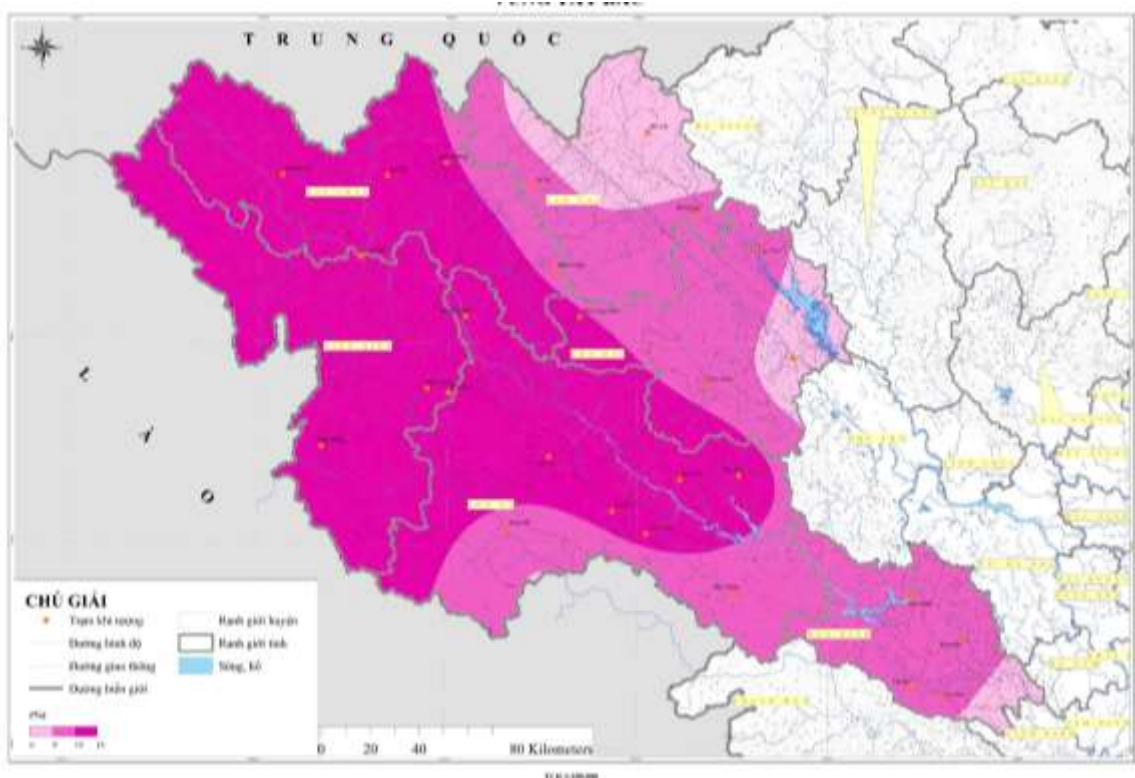
*Bảng 4.2. Các chỉ số đánh giá tính chất, mức độ và xu thế biến đổi của lượng mưa mùa khô và mùa mưa trong tương lai theo kịch bản BĐKH cho vùng Tây Bắc*

	<b>Điện Biên</b>	<b>Sơn La</b>	<b>Lai Châu</b>	<b>Hòa Bình</b>	<b>Lào Cai</b>	<b>Yên Bái</b>	<b>Khu vực</b>
<b>Mùa khô</b>							
S (mm)	0,6	1,1	1,1	0,1	1,1	1,2	0,9
Sr (%)	0,2	0,5	0,4	0,0	0,3	0,3	0,3
a (%/10năm)	-0,23	-0,51	-0,38	-0,04	-0,25	-0,29	-0,28
<b>Mùa mưa</b>							
S (mm)	15,2	8,3	13,4	12,0	12,8	13,7	12,6
Sr (%)	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,8
a (%/10năm)	0,83	0,68	0,73	0,77	0,76	0,93	0,78

Nhìn chung, mức độ thiếu hụt lượng mưa trong mùa khô trung bình thời kỳ 2030-2050 so với 1980-1999 vào khoảng từ 1 đến 4% ở khu vực Tây Bắc (Hình 4.28). Điều đáng chú ý, mức độ thiếu hụt này chủ yếu tập trung vào tháng ít mưa nhất. Cụ thể, mức độ thiếu hụt lượng mưa tháng ít mưa nhất trung bình thời kỳ 2030-2050 so với 1980-1999 phổ biến trong khoảng 6 đến 15%; cao hơn ở phía Tây và thấp hơn ở phía Đông (Hình 4.29).



Hình 4.28. Mức độ thiếu hụt lượng mưa trong mùa khô thời kỳ 2030-2050 so với thời kỳ 1980-1999 (%) theo kịch bản trung bình



Hình 4.29. Mức độ thiếu hụt lượng mưa trong tháng ít mưa nhất thời kỳ 2030-2050 so với thời kỳ 1980-1999 (%) theo kịch bản trung bình

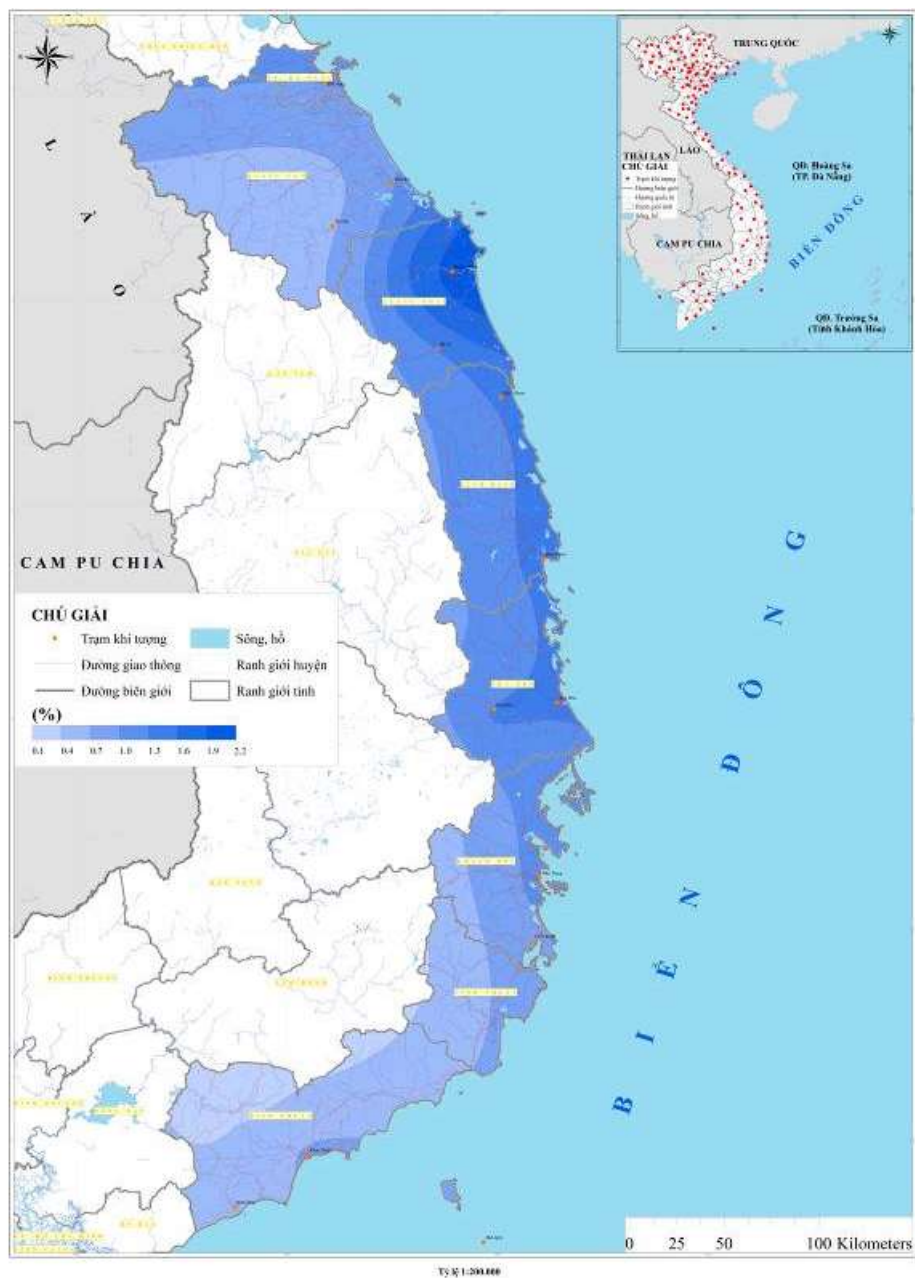
## **4.2.2. Khu vực Nam Trung Bộ**

### **4.2.2.1. Lượng mưa năm**

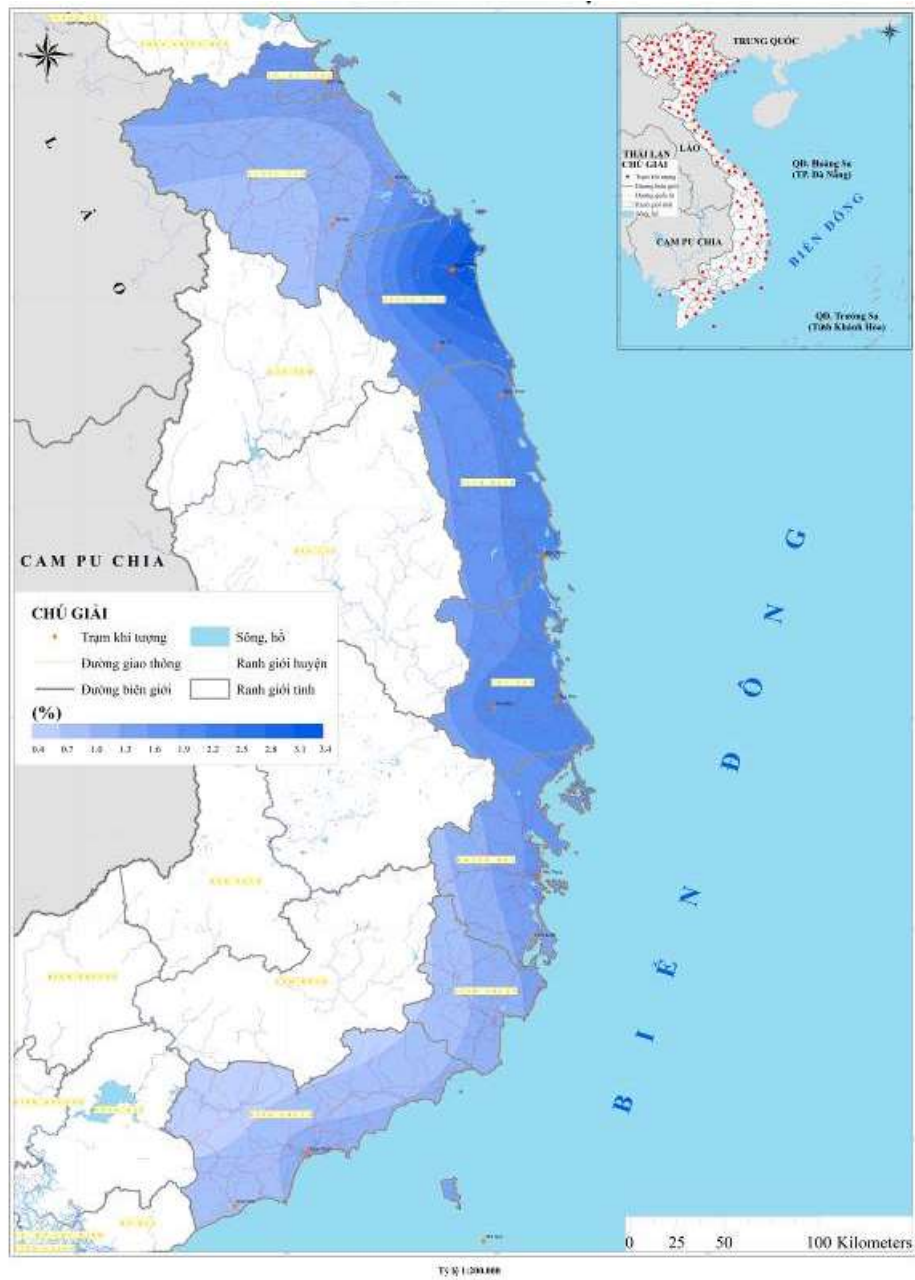
So với thời kỳ chuẩn 1980 – 1999, lượng mưa năm trong thời kỳ 2020s ở khu vực Nam Trung Bộ có xu thế tăng, mức tăng không quá lớn khoảng dưới 2 %. Các tỉnh phía Bắc của Nam Trung Bộ có mức độ tăng lớn hơn so với các tỉnh phía Nam; các tỉnh phía Bắc hầu hết có mức tăng trên 1.3% đến khoảng 2%, trong đó Quảng Ngãi là nơi có mức tăng lượng mưa năm lớn nhất trong khu vực; còn các tỉnh phía Nam mức tăng chủ yếu dưới 1.3%.

Tương tự như thời kỳ 2020s, lượng mưa năm thời kỳ 2030s ở khu vực Nam Trung Bộ có xu thế tăng so với thời kỳ chuẩn 1980 – 1999, mức tăng dao động trong khoảng 0.4 – 3.4 %. Lượng mưa năm ở các tỉnh phía Bắc của khu vực có mức tăng khoảng từ 1.6 – 3.4 %, cao hơn so với các tỉnh phía Nam có mức tăng chủ yếu dưới 1.6 %. Quảng Ngãi vẫn là nơi có mức tăng lượng mưa năm lớn nhất, có thể lên đến 3.4%.

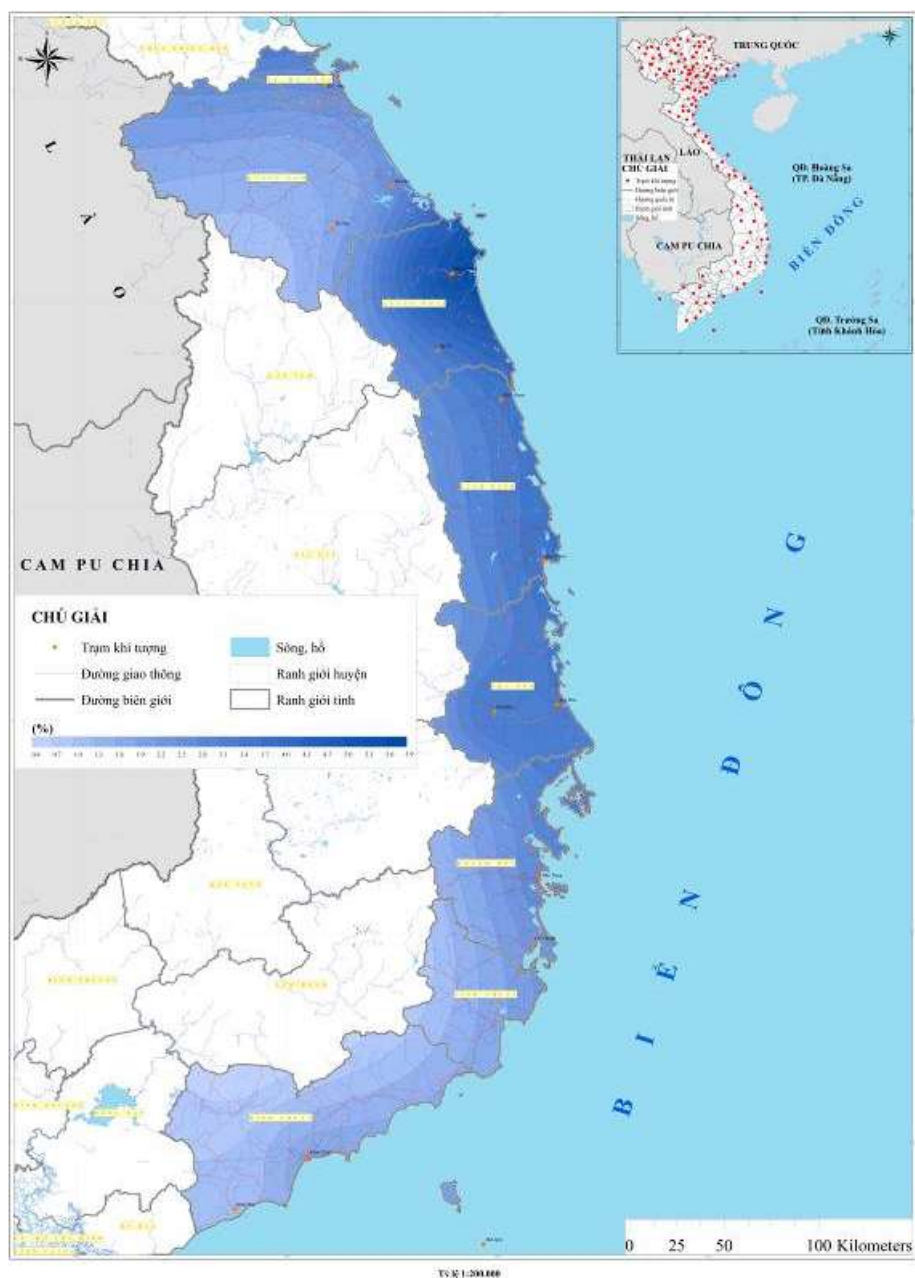
Đến giai đoạn giữa thế kỷ 2050s, lượng mưa năm ở vùng Tây Bắc vẫn có xu thế tăng lên trên phạm vi cả vùng nhưng mức tăng lớn hơn so với các thời kỳ 2020s, 2030, mức tăng lớn nhất có thể lên đến gần 6% ở khu vực Quảng Ngãi. Tương tự như hai thời kỳ trước, trong giai đoạn 2050s, lượng mưa ở các tỉnh phía Bắc vẫn có xu thế tăng mạnh hơn so với các tỉnh phía Nam, mức tăng ở các tỉnh phía Bắc phổ biến trên 3.7%, trong khi các tỉnh phía Nam mức tăng chủ yếu dưới 3.4 %.



Hình 4.30. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa năm (%) thời kỳ 2020 khu vực Nam Trung Bộ



Hình 4.31. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa năm (%) thời kỳ 2030 khu vực Nam Trung Bộ



Hình 4.32. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa năm (%) thời kỳ 2050 khu vực Nam Trung Bộ

Để đánh giá tính chất, mức độ biến đổi và xu thế biến đổi của lượng mưa năm tại khu vực Nam Trung Bộ, ta sử dụng các đại lượng độ lệch chuẩn (S), biến suất (Sr) để biểu thị mức độ biến động của lượng mưa, và tốc độ biến đổi (a).

Độ lệch chuẩn của lượng mưa năm ở vùng Nam Trung Bộ có giá trị trung bình là 12.7 mm và biến suất của lượng mưa năm ở vùng Nam Trung Bộ trong tương lai vào khoảng từ 0,6%, cho thấy mức độ biến động lượng mưa giữa các

năm trong tương lai theo kịch bản BĐKH không quá lớn; trong đó Quảng Ngãi là nơi lượng mưa năm có độ lệch chuẩn cao nhất lên đến 28.9 mm; Bình Thuận là nơi có độ lệch chuẩn thấp nhất chỉ khoảng 4.1 mm. Về tốc độ biến đổi, trạm Quảng Ngãi là nơi có tốc độ biến đổi lượng mưa nhanh nhất so với với các trạm khác trong khu vực với mức tăng 0.98 %/10 năm; Bình Thuận là trạm có tốc độ biến đổi lượng mưa thấp nhất, chỉ khoảng 0.3 %/10 năm. Tính trung bình cả khu vực Tây Bắc, tốc độ biến đổi lượng mưa là 0.52 %/10 năm.

*Bảng 4.3. Các chỉ số đánh giá tính chất, mức độ và xu thế biến đổi của lượng mưa năm trong tương lai theo kịch bản BĐKH cho vùng Nam Trung Bộ*

	<b>Đà Nẵng</b>	<b>Quảng Nam</b>	<b>Quảng Ngãi</b>	<b>Bình Định</b>	<b>Phú Yên</b>	<b>Khánh Hòa</b>	<b>Ninh Thuận</b>	<b>Bình Thuận</b>	<b>Khu vực</b>
S (mm)	12,4	13,3	28,9	15,4	14,8	8,3	4,5	4,1	12,7
Sr (%)	0,5	0,4	0,9	0,8	0,7	0,6	0,3	0,3	0,6
<sup>a</sup> (%/10năm)	0,53	0,39	0,98	0,74	0,74	0,59	0,32	0,30	0,52

#### 4.2.2.2. Lượng mưa mùa

##### **Mùa mưa**

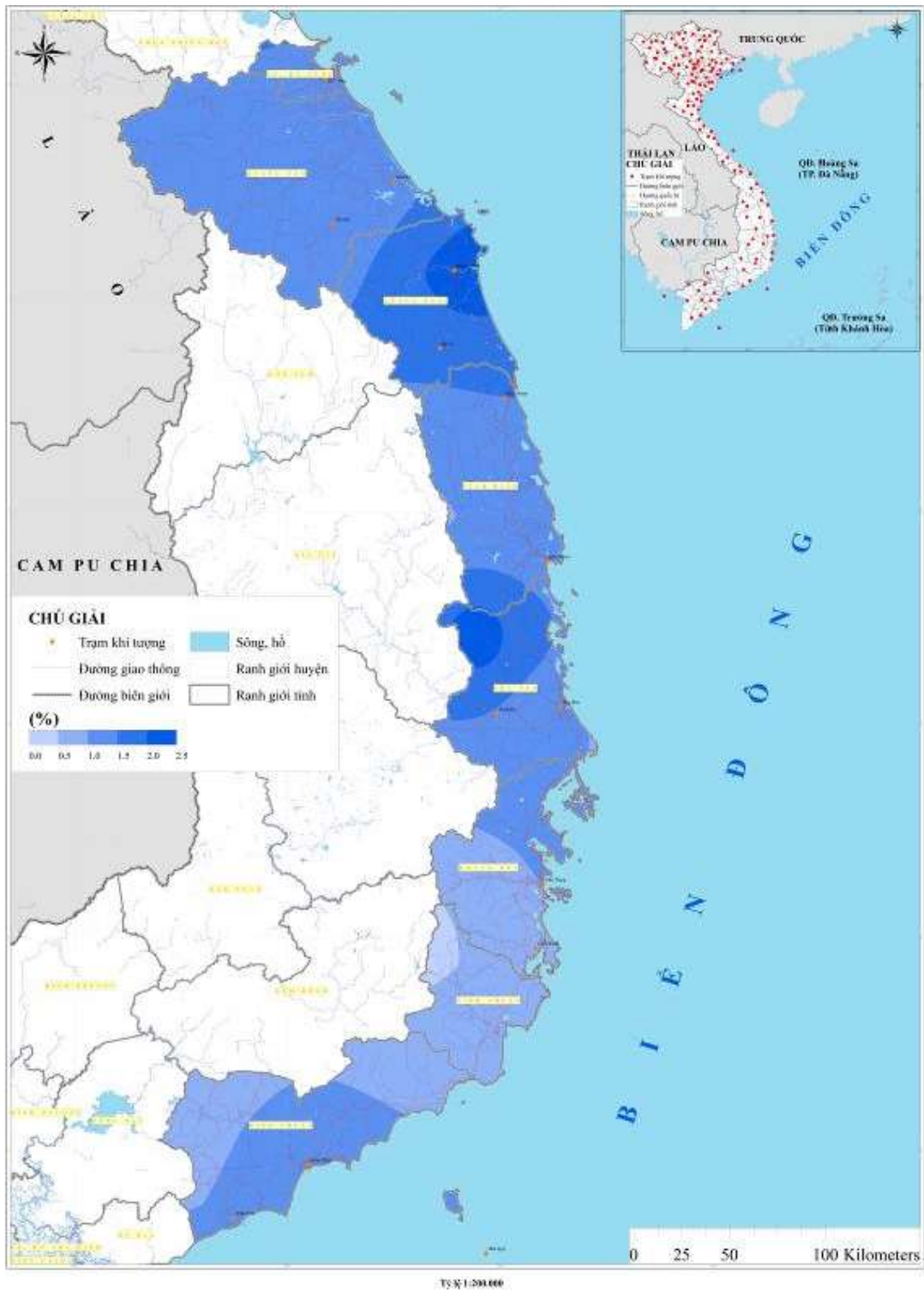
Trong thời kỳ 2020s, lượng mưa mùa mưa có xu thế tăng lên ở khu vực Nam Trung Bộ, mức tăng dao động trong khoảng 0,0 – 2,5 %, trong đó các tỉnh phía Bắc bao gồm Đà Nẵng, Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên có mức tăng từ 1 – 2,5 %, nhiều hơn so với các tỉnh phía Nam của vùng (Khánh Hòa, Ninh Thuận, Bình Thuận) có mức tăng từ 0 % đến 1 %. Tỉnh Quảng Ngãi và khu vực phía Tây Bắc của tỉnh Phú Yên là các khu vực có lượng mùa mưa trong thời kỳ 2020s tăng nhiều nhất cả vùng, 1,5 – 2,5 %.

Trong thời kỳ 2030s, lượng mưa mùa mưa cũng tăng lên trên phạm vi cả vùng, mức tăng của lượng mưa mùa mưa ở vùng Nam Trung Bộ dao động trong khoảng 0,0 – 3,5 %, trong đó các tỉnh phía Bắc của vùng bao gồm: Đà Nẵng, Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên có mức tăng nhiều hơn so với các tỉnh cực Nam của vùng: Khánh Hòa, Ninh Thuận, Bình Thuận. Đa phần diện tích của khu vực từ Đà Nẵng đến Phú Yên có mức tăng lượng mưa là 1,5 – 3,5 %, trong khi khu vực từ tỉnh Khánh Hòa đến tỉnh Bình Thuận có mức tăng

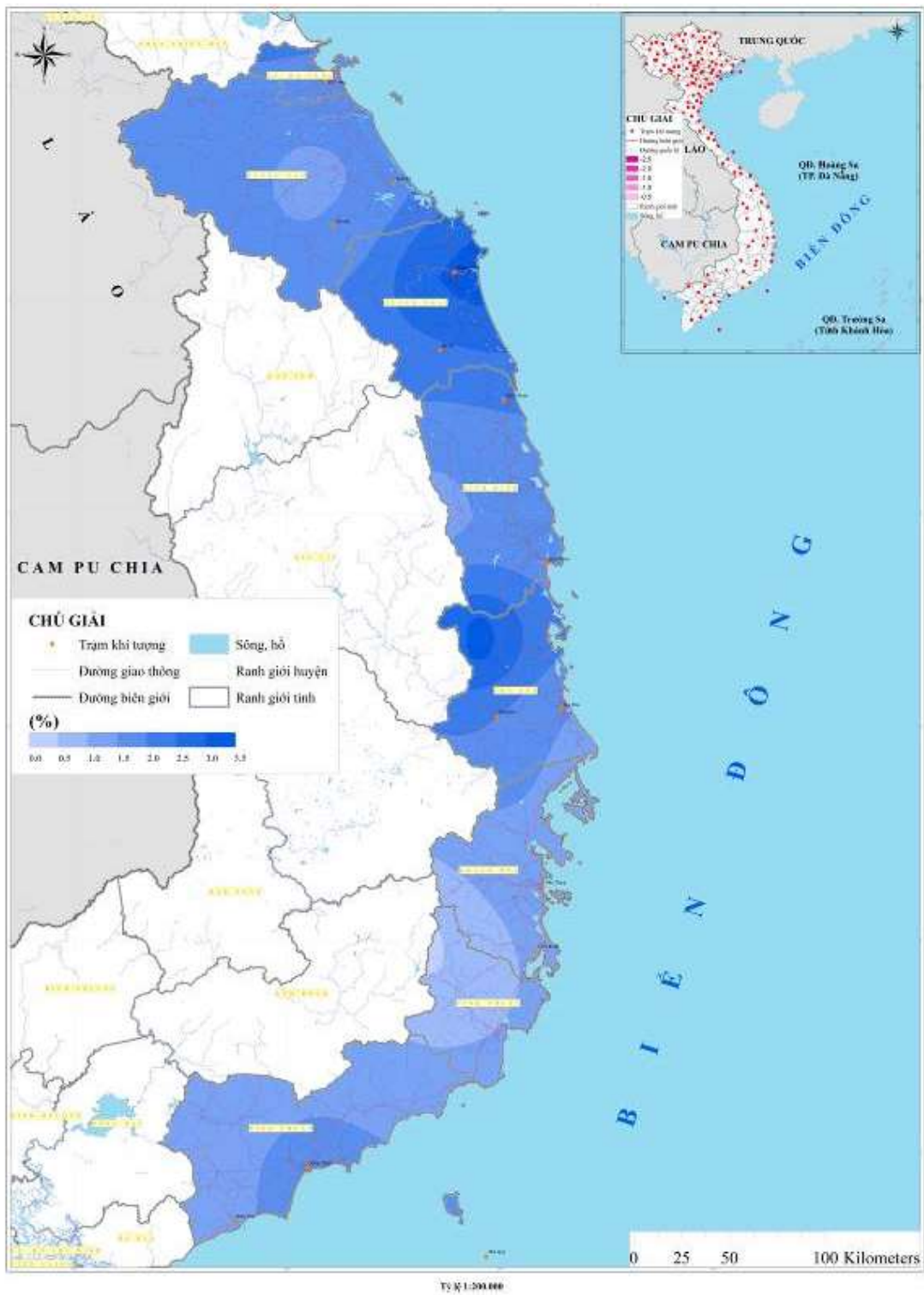
lượng mưa từ 0 % đến 1,5 %. Khu vực phía Tây của tỉnh Ninh Thuận và một số địa điểm thuộc tỉnh Khánh Hòa giáp phía Tây Bắc tỉnh Ninh Thuận có mức tăng lượng mưa trong thời kỳ 2030s thấp nhất cả vùng, 0 – 1 %. Hầu hết các địa điểm phía Bắc của tỉnh Phú Yên như thị xã Sông Cầu, các huyện: Đồng Xuân, Sơn Hòa, Tuy An và khu vực tỉnh Quảng Ngãi có mức tăng lượng mưa cao hơn so với các khu vực khác trong vùng, từ 2,0 – 3,5 %.

Trong thời kỳ 2050s, lượng mưa ở khu vực Nam Trung Bộ biến động mạnh hơn so với các thời kỳ 2020s, 2030 với mức tăng từ 0 – 5,5 %. Khu vực từ Tam Kỳ (Quảng Nam) đến Hoài Nhơn (Bình Định) và khu vực từ Quy Nhơn (Bình Định) đến hết thị xã Sơn Hòa (Phú Yên) có mức độ tăng của lượng mưa cao nhất cả vùng, từ 3,0 – 5,5 %. Đa phần diện tích của tỉnh Ninh Thuận (trừ các tỉnh ven biển) và một số địa điểm thuộc tỉnh Khánh Hòa giáp phía Tây Bắc của tỉnh Ninh Thuận có mức độ tăng của lượng mưa thấp hơn so với các nơi khác trong vùng, từ 0 – 1,5 %.

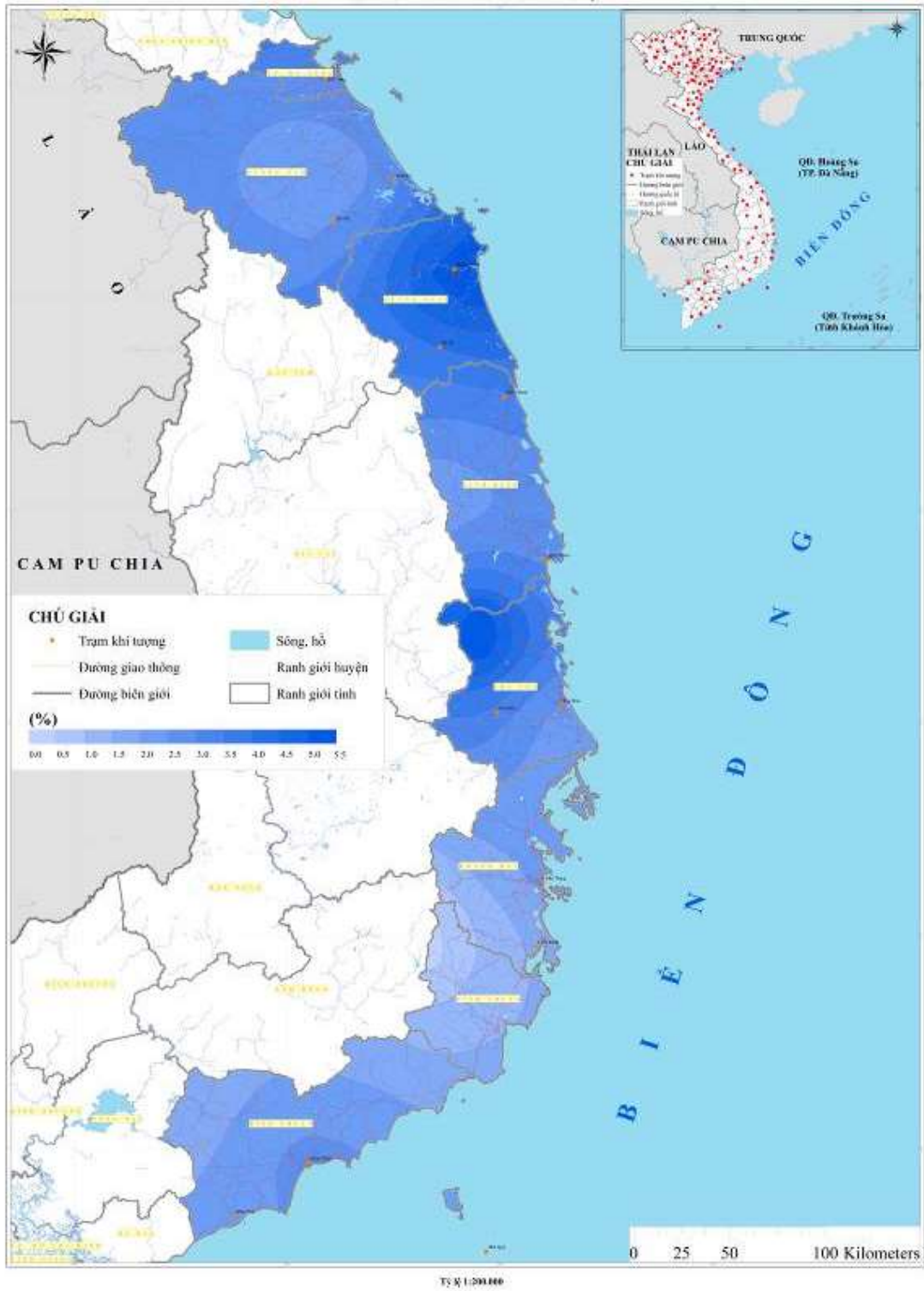
Như vậy, có thể thấy rằng, lượng mưa mùa mưa thể hiện xu thế tăng lên qua các thập kỷ của thế kỷ 21 và càng về giữa thế kỷ, lượng mưa biến động càng mạnh. Trong từng thập kỷ, khu vực tỉnh Quảng Ngãi và các địa điểm huyện Đồng Xuân, huyện Sơn Hòa, huyện Tuy An và thị xã sông Cầu thuộc tỉnh Phú Yên là các khu vực có mức tăng lượng mưa cao nhất cả vùng.



Hình 4.33. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa mưa (%) thời kỳ 2020 khu vực Nam Trung Bộ



Hình 4.34. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa mưa (%) thời kỳ 2030 khu vực Nam Trung Bộ



Hình 4.35. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa mưa (%) thời kỳ 2050 khu vực Nam Trung Bộ

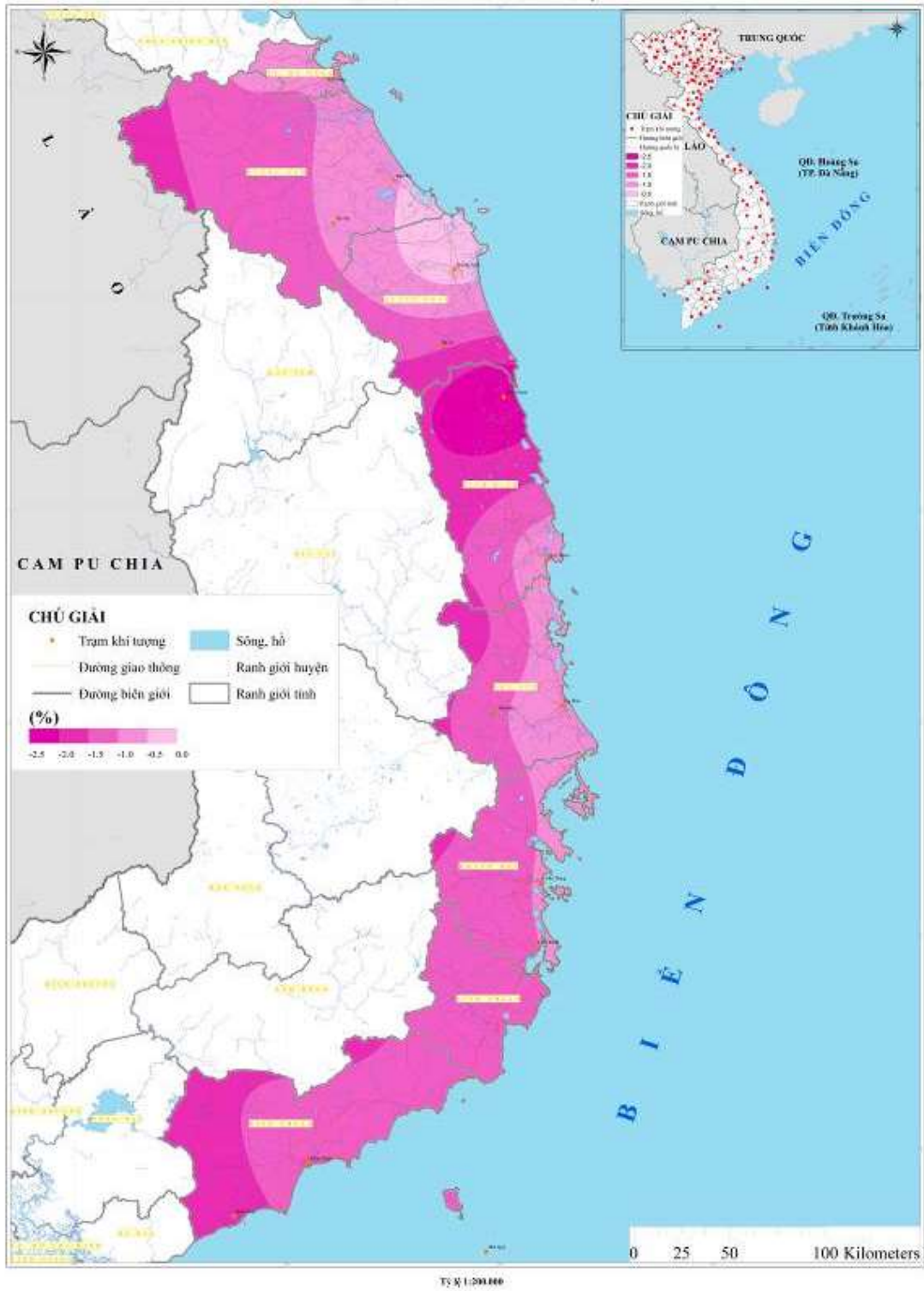
### **Mùa khô:**

Nhìn chung, trên toàn bộ diện tích của vùng Nam Trung Bộ, lượng mưa mùa khô có giảm đi trong suốt thời kỳ 2020 – 2059. Càng về giữa thế kỷ lượng mưa biến động càng mạnh.

Trong thời kỳ 2020s, mức giảm của lượng mưa mùa khô ở khu vực Nam Trung Bộ dao động trong khoảng từ 0 % đến 2,5 %, trong đó giảm nhiều nhất ở Hoài Nhơn (Bình Định) với mức giảm 2,0 – 2,5 % và ít nhất ở khu vực ven biển từ Tam Kỳ (Quảng Nam) đến Quảng Ngãi. Đối với từng tỉnh của khu vực Nam Trung Bộ, mức giảm của lượng mưa mùa khô như sau: Đà Nẵng: 0,5 – 1%; Quảng Nam, Quảng Ngãi: 0 – 2 %; Bình Định: 0,5 – 2,5 %; Phú Yên, Khánh Hòa: 0,5 – 2 %; Ninh Thuận: 1,0 – 1,5 %; Bình Thuận: 1,0 – 2,0 %.

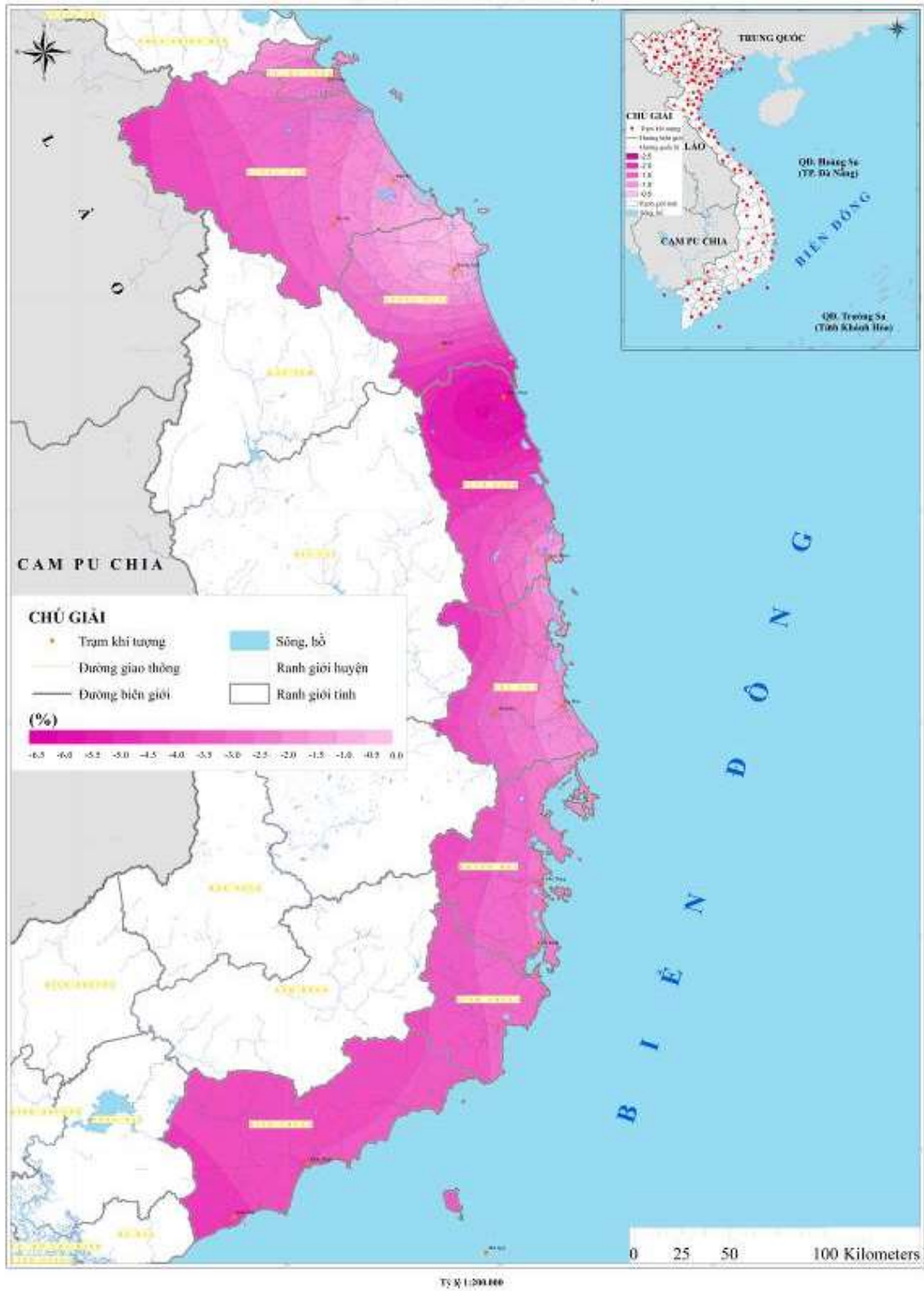
Trong thời kỳ 2030s, mức giảm của lượng mưa mùa khô ở khu vực Nam Trung Bộ dao động trong khoảng từ 0 % đến 3,5 %, trong đó huyện Hoài Nhơn (Bình Định) có mức giảm nhiều nhất cả vùng, từ 3 – 3,5 %. Khu vực TP. Quảng Ngãi và các địa điểm ven biển phía Nam TP. Tam Kỳ (Quảng Nam) tiếp giáp với tỉnh Quảng Ngãi có mức giảm lượng mưa thấp nhất trong cả vùng, từ 0 – 0,5 %. Đối với từng tỉnh của khu vực Nam Trung Bộ, mức giảm của lượng mưa mùa khô như sau: Đà Nẵng: 0,5 – 1,5 %; Quảng Nam: 0 – 2,5 %; Quảng Ngãi: 0 – 3,0 %; Bình Định: 0,5 – 3,5 %; Phú Yên: 0,5 – 2,5 %; Khánh Hòa, Ninh Thuận: 1,0 – 2,5 %; Bình Thuận: 1,5 – 2,5 %.

Trong thời kỳ 2050s, Mức giảm của lượng mưa mùa khô ở vùng Nam Trung Bộ dao động từ 0 đến 6,5 %, giảm nhiều nhất ở khu vực huyện Hoài Nhơn (5,5 – 6,5 %) và ít nhất ở khu vực ven biển từ Tam Kỳ đến Quảng Ngãi (0 – 1%). Đối với từng tỉnh của khu vực Nam Trung Bộ, mức giảm của lượng mưa mùa khô như sau: Đà Nẵng: 1 – 2,5 %; Quảng Nam: 0,5 – 4,5 %; Quảng Ngãi: 0 – 5,5 %; Bình Định: 1,0 – 6,5 %; Phú Yên: 1,5 – 4,5 %; Khánh Hòa: 2,0 – 4,0 %; Ninh Thuận: 2,5 – 4,0 %; Bình Thuận: 3,0 – 4,5 %.



Hình 4.36. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa khô (%) thời kỳ 2020 khu vực Nam Trung Bộ





Hình 4.38. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa khô (%) thời kỳ 2050 khu vực Nam Trung Bộ

Độ lệch chuẩn của lượng mưa mùa khô ở vùng Nam Trung Bộ có giá trị trung bình là 2,3 mm và biến suất của lượng mưa mùa khô vào khoảng 0,5%, cho thấy mức độ biến động lượng mưa giữa các mùa khô của các năm trong tương lai theo kịch bản BDKH không quá lớn; trong đó Quảng Ngãi là nơi

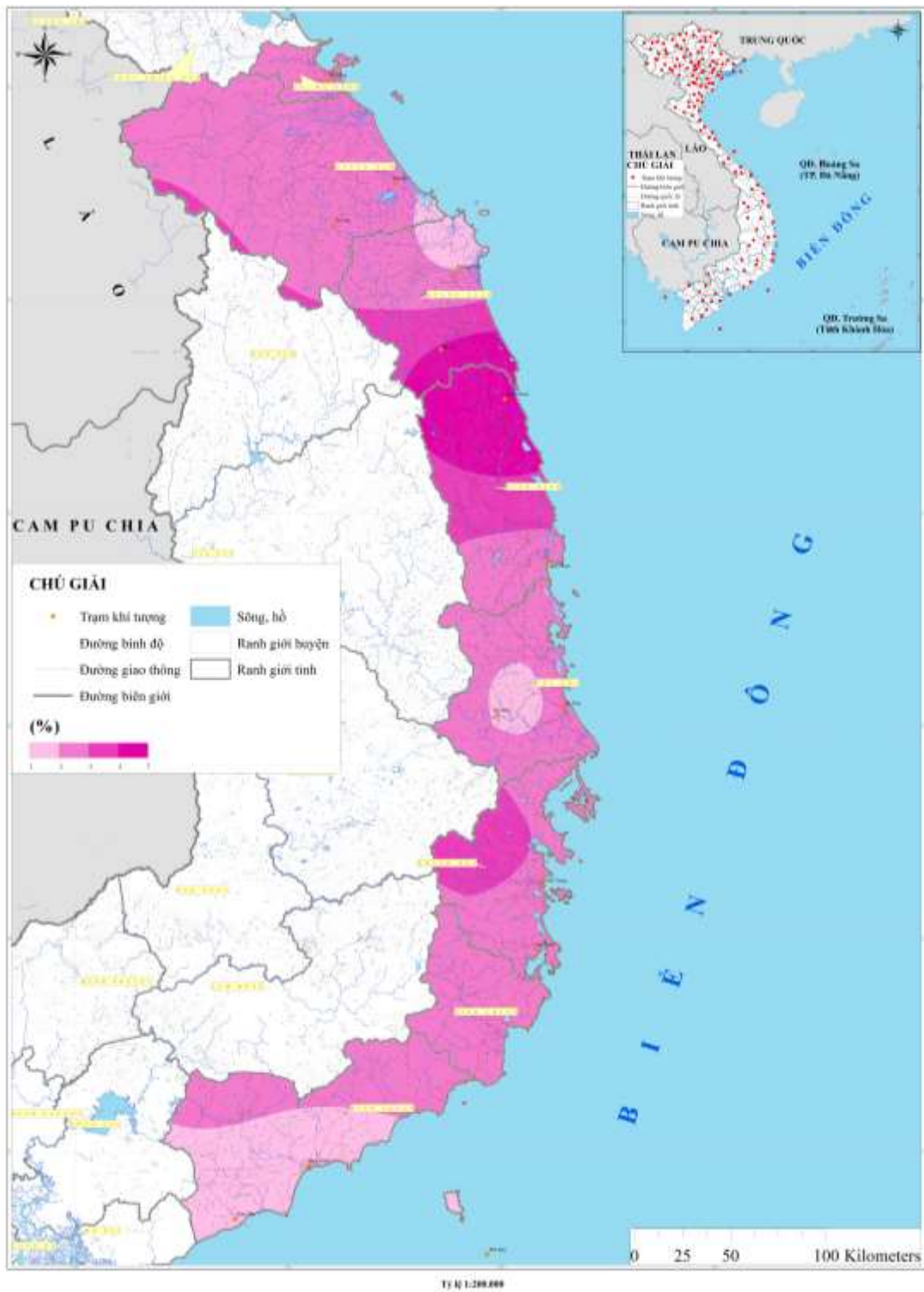
lượng mưa mùa khô có độ lệch chuẩn cao nhất chỉ khoảng 4,1 mm; Ninh Thuận là nơi có độ lệch chuẩn thấp nhất chỉ khoảng 1 mm. Lượng mưa mùa khô ở khu vực Nam Trung Bộ có xu thế giảm, trạm Bình Định là nơi có tốc độ giảm lượng mưa nhanh nhất so với với các trạm khác trong khu vực với mức giảm - 0,81 %/10 năm; Ninh Thuận là trạm có tốc độ giảm lượng mưa thấp nhất, vào khoảng -0,13%/10 năm. Tính trung bình cả khu vực Nam Trung Bộ, tốc độ biến đổi lượng mưa là -0.43 %/10 năm.

Vào mùa mưa, độ lệch chuẩn của lượng mưa ở khu vực Nam Trung Bộ có giá trị trung bình là 15 mm và giá trị của biến suất lượng mưa là 0,9%, cho thấy thấy mức độ biến động lượng mưa giữa các mùa mưa của các năm trong tương lai theo kịch bản BDKH không quá lớn. Mức độ dao động lớn nhất là ở trạm Quảng Ngãi với biến suất 1,3%. Lượng mưa mùa mưa ở khu vực Nam Trung Bộ có xu thế tăng trung bình khoảng 0.88%/10 năm, trong đó Quảng Ngãi là nơi có tốc độ tăng lớn nhất (1,38%/10 năm) và Quảng Nam là nơi có tốc độ giảm nhỏ nhất, chỉ 0,6%/10 năm.

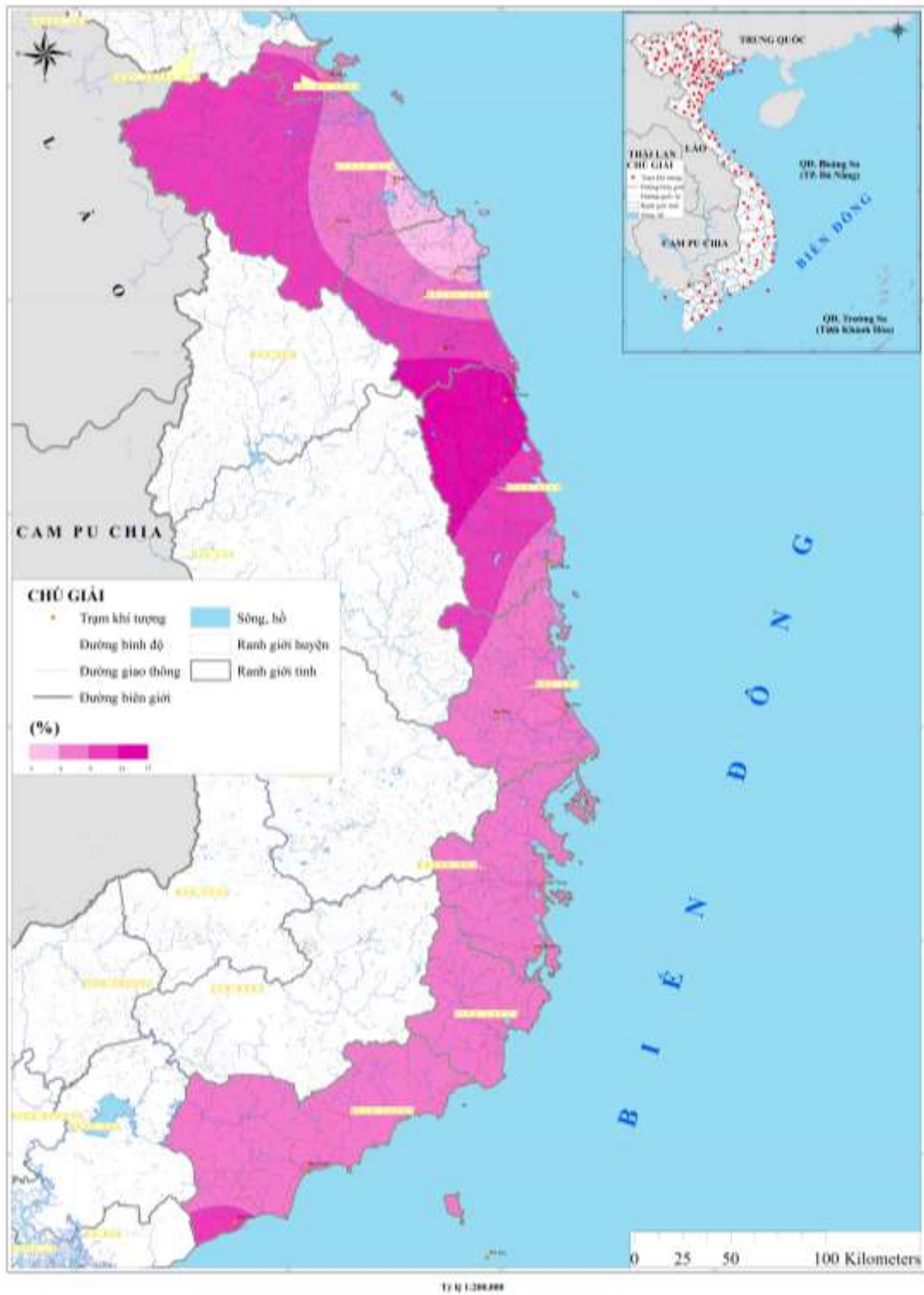
Mức độ thiếu hụt lượng mưa trong các tháng mùa khô thời kỳ 2030-2050 so với thời kỳ 1980-1999 vào khoảng 1 đến 5%. Trong đó, mức độ thiếu hụt cao hơn ở phía Bắc và thấp hơn ở phía Nam (Hình 4.39). Trong đó, mức độ thiếu hụt lượng mưa thời kỳ 2030-2050 vào tháng ít mưa là đáng kể nhất, với mức độ thiếu hụt phổ biến từ 3 đến 15% (Hình 3.40).

*Bảng 4.4. Các chỉ số đánh giá tính chất, mức độ và xu thế biến đổi của lượng mưa mùa trong tương lai theo kịch bản BDKH cho vùng Nam Trung Bộ*

	<b>Đà Nẵng</b>	<b>Quảng Nam</b>	<b>Quảng Ngãi</b>	<b>Bình Định</b>	<b>Phú Yên</b>	<b>Khánh Hòa</b>	<b>Ninh Thuận</b>	<b>Bình Thuận</b>	<b>Khu vực</b>
	<b>Mùa khô</b>								
S (mm)	2,3	3,0	4,1	3,3	0,7	1,4	1,0	2,4	2,3
Sr (%)	0,6	0,4	0,7	0,9	0,2	0,5	0,2	0,4	0,5
<sup>a</sup> (%/10năm)	-0,55	-0,36	-0,51	-0,81	-0,22	-0,50	-0,13	-0,36	-0,43
	<b>Mùa mưa</b>								
S (mm)	14,7	16,3	33,0	18,6	15,5	9,7	5,1	6,9	15,0
Sr (%)	0,8	0,6	1,3	1,1	1,0	0,9	0,7	0,7	0,9
<sup>a</sup> (%/10năm)	0,77	0,60	1,38	1,10	0,97	0,86	0,67	0,70	0,88



Hình 4.39. Mức độ thiếu hụt lượng mưa mùa khô (%) thời kỳ 2030-2050 so với thời kỳ 1980-1999 khu vực Nam Trung Bộ



Hình 4.40. Mức độ thiếu hụt lượng mưa tháng ít mưa nhất (%) thời kỳ 2030-2050 so với thời kỳ 1980-1999 khu vực Nam Trung Bộ

### **4.2.3. Khu vực Tây Nguyên**

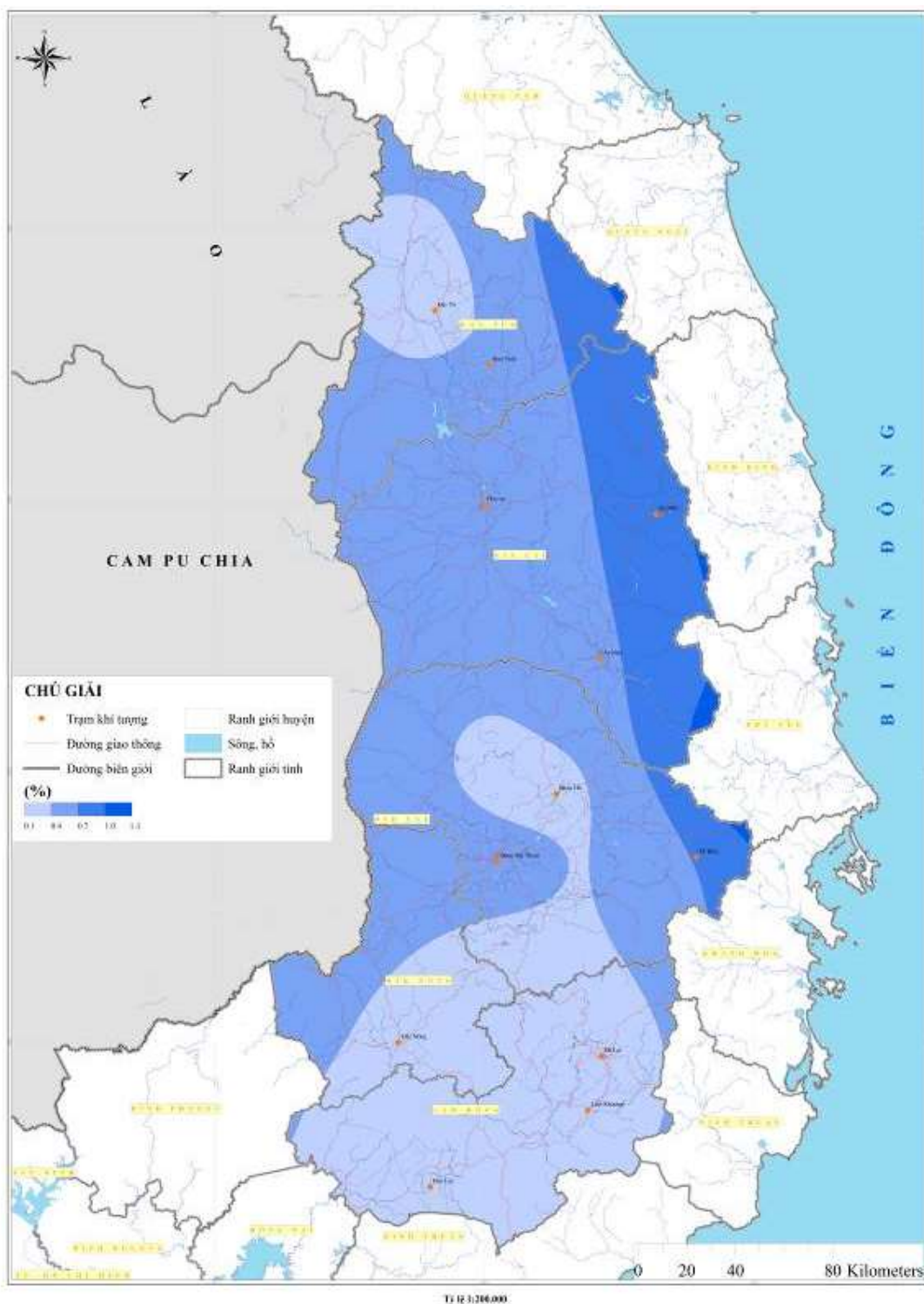
#### **4.2.3.1. Lượng mưa năm**

So với thời kỳ chuẩn 1980 – 1999, lượng mưa năm (%) trong thời kỳ 2020s ở khu vực Tây Nguyên có xu thế tăng nhưng mức tăng không lớn, khoảng dưới 1 %, trong đó các tỉnh phía Đông của khu vực có mức tăng lớn nhất, khoảng 1 – 1.3%. Các tỉnh phía Nam có mức tăng không đáng kể, dưới 0.4%.

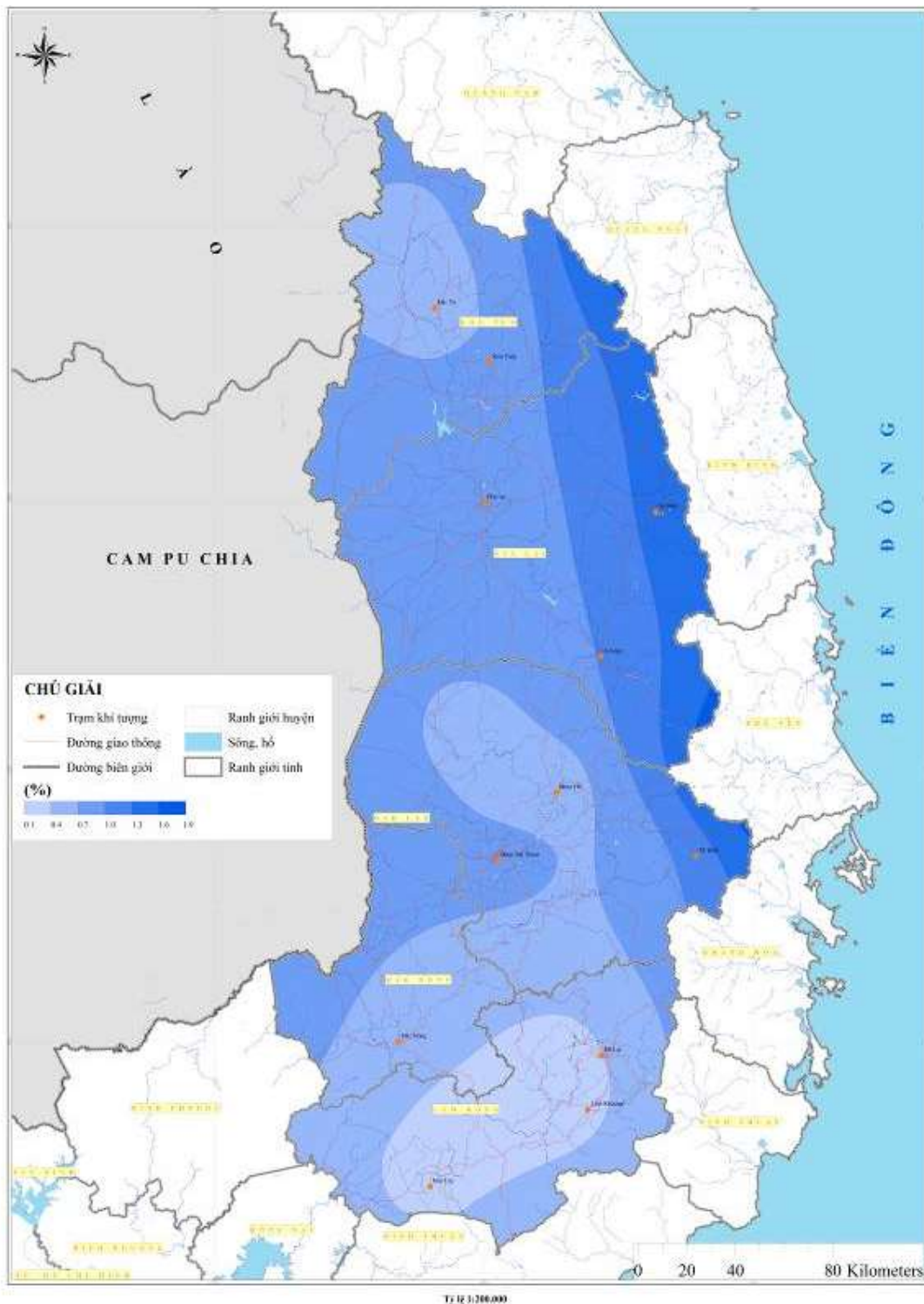
Tương tự như thời kỳ 2020s, lượng mưa năm thời kỳ 2030s ở khu vực Tây Nguyên có xu thế tăng lớn hơn thời kỳ 2020s, với mức tăng có thể lên đến gần 2 % so với thời kỳ chuẩn 1980 – 1999. Lượng mưa năm tăng lớn nhất vẫn diễn ở các tỉnh phía Đông của khu vực với mức tăng trên 1.3% và ít nhất các tỉnh phía Nam với mức tăng dưới 0.7 %.

Đến giai đoạn giữa thế kỷ 2050s, lượng mưa năm ở vùng Tây Nguyên có xu thế tăng lên trên phạm vi cả vùng với mức tăng lớn hơn so với các thời kỳ 2020s, 2030, trong khoảng 0,4 – 3,1 %. Lượng mưa năm tăng lớn nhất vẫn ở các tỉnh phía Đông khu vực với mức tăng có thể lên đến trên 3%, và ít nhất ở khu các tỉnh phía Nam với mức tăng khoảng dưới 0,7% so với thời kỳ 1980 – 1999.

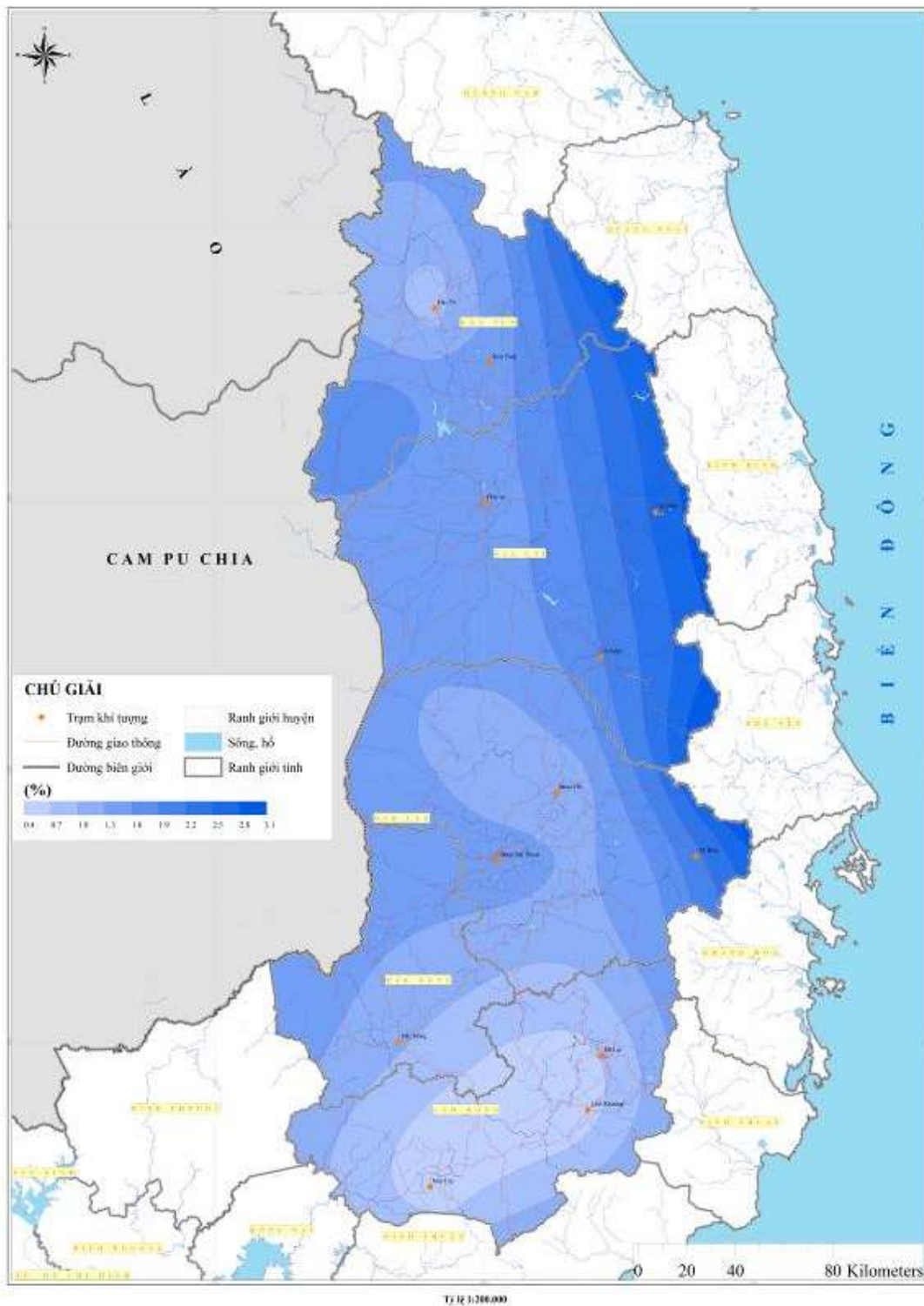
Độ lệch chuẩn của lượng mưa năm ở vùng Tây Nguyên có giá trị trung bình là 4.3 mm và biến suất của lượng mưa năm ở vùng Tây Bắc trong tương lai vào khoảng 0,2%, cho thấy mức độ biến động lượng mưa giữa các năm trong tương lai theo kịch bản BĐKH không lớn; trong đó Gia Lai là nơi lượng mưa năm có độ lệch chuẩn cao nhất vào khoảng 6.9 mm; Lâm Đồng là nơi có độ lệch chuẩn thấp nhất vào khoảng 1.2 mm. Về tốc độ biến đổi, trạm Gia Lai là nơi có tốc độ biến đổi lượng mưa nhanh nhất so với với các trạm khác trong khu vực với mức tăng 0.42 %/10 năm; Lâm Đồng là trạm có tốc độ biến đổi lượng mưa thấp nhất, vào khoảng 0.1 %/10 năm. Tính trung bình cả khu vực Tây Bắc, tốc độ biến đổi lượng mưa là 0.23 %/10 năm (Bảng 4.5).



Hình 4.41. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa năm (%) thời kỳ 2020 khu vực Tây Nguyên



Hình 4.42. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa năm (%) thời kỳ 2030 khu vực Tây Nguyên



Hình 4.43. Mức độ thay đổi lượng mưa năm (%) thời kỳ 2050 khu vực Tây Nguyên

*Bảng 4.5. Các chỉ số đánh giá tính chất, mức độ và xu thế biến đổi của lượng mưa năm trong tương lai theo kịch bản BDKH cho vùng Tây Nguyên*

	<b>Kon Tum</b>	<b>Gia Lai</b>	<b>Lâm Đồng</b>	<b>Đắk Lắk</b>	<b>Đắk Nông</b>	<b>Khu vực</b>
S (mm)	4,3	6,9	1,2	4,9	4,6	4,3
Sr (%)	0,2	0,4	0,1	0,3	0,2	0,2
a (%/10năm)	0,23	0,42	0,06	0,25	0,18	0,23

#### 4.2.3.2. Lượng mưa mùa

##### **Mùa mưa**

Thời kỳ 2020s, lượng mưa mùa mưa có xu thế tăng ở khu vực Tây Nguyên với mức tăng không quá lớn, chỉ chưa tới 3%. Các tỉnh phía Đông của khu vực có mức tăng lượng mưa mùa mưa lớn hơn so với các khu vực còn lại với mức tăng 1 – 3%. Khu vực còn lại có mức tăng lượng mưa không đáng kể chỉ khoảng dưới 1%.

Thời kỳ 2030s, lượng mưa mùa mưa vẫn có xu thế tăng ở khu vực Tây Nguyên, mức tăng lớn hơn so với thời kỳ 2020s, vào khoảng 0,5 – 4%. Các tỉnh phía Đông của khu vực vẫn là nơi có mức tăng lượng mưa lớn nhất với mức tăng lượng mưa vào khoảng 2 – 4%. Các tỉnh phía Tây có mức tăng không đáng kể, chỉ dưới 1%.

Cũng tương tự như thời kỳ 2020s và 2030s, lượng mưa mùa mưa thời kỳ 2050s cũng có xu thế tăng so với thời kỳ chuẩn 1980 - 1999 trên cả khu vực Tây Nguyên, mức tăng phổ biến trong khoảng từ 2– %. Càng về phía Đông, mức tăng nhiệt độ càng lớn, các tỉnh giáp Nam Trung Bộ, mức tăng có thể lên đến 6,5%. Khu vực có mức tăng ít nhất thuộc tỉnh Lâm Đồng và vùng tiếp giáp giữa Đắk Lắk và Gia Lai.

##### **Mùa khô**

Vào thời kỳ 2020s, lượng mưa mùa khô ở khu vực Tây Nguyên lại có xu thế giảm nhẹ với mức giảm phổ biến dưới 2%. Các tỉnh phía Tây có mức độ giảm lớn hơn so với các tỉnh phía Đông với mức giảm 1.5 - 2%. Trong khi ở các tỉnh phía Đông, mức giảm chỉ dưới 1%.

Đến thời kỳ 2030s, lượng mưa mùa khô ở khu vực Tây Nguyên tiếp tục giảm thêm so với thời kỳ chuẩn 1980 – 1999, mức giảm trên toàn khu vực phổ

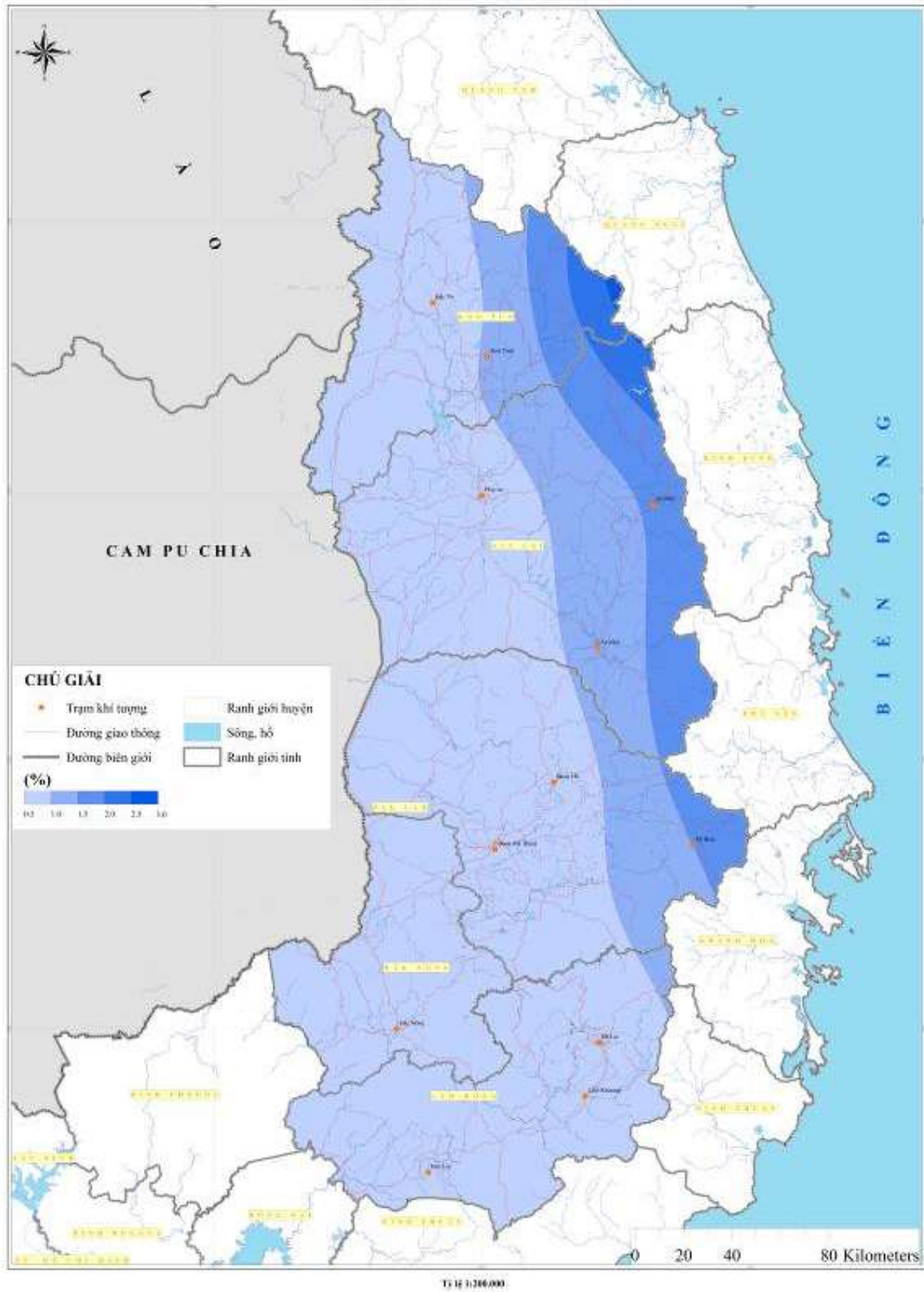
biến trong khoảng 0,5 – 2%. Đắc Nông và khu vực tiếp giáp giữa Gia Lai và Kon Tum có mức độ giảm lượng mưa lớn nhất, có thể lên đến 2,5%.

Tương tự như thời kỳ 2020s và 2030s, lượng mưa mùa khô ở khu vực Tây Nguyên có xu thế giảm so với thời kỳ 1980 – 1999, mức giảm phổ biến trong khoảng từ 1 – 3,5%. Các tỉnh phía Tây có xu thế giảm mạnh hơn so với các tỉnh phía Đông. Đắc Nông là khu vực có mức độ giảm lượng mưa mùa khô lớn nhất trong toàn khu vực với mức giảm lên đến 4%. An Khê và M'Đrăc lại là những nơi có mức giảm lượng mưa mùa khô ít nhất, chỉ khoảng dưới 1%.

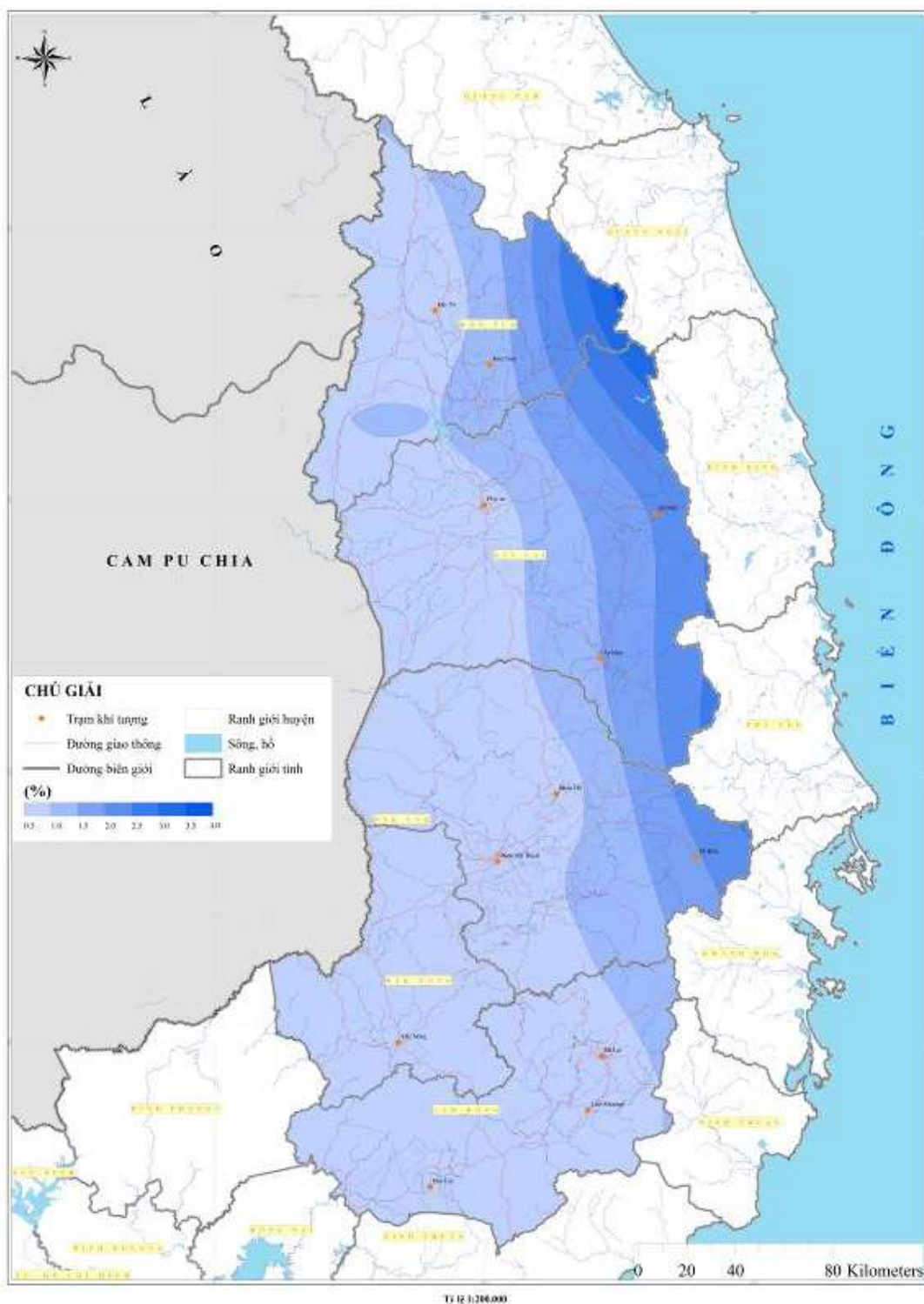
Độ lệch chuẩn của lượng mưa mùa khô ở vùng Tây Nguyên có giá trị trung bình là 1.9 mm và biến suất của lượng mưa mùa khô vào khoảng 0,5%, cho thấy mức độ biến động lượng mưa giữa các mùa khô của các năm trong tương lai theo kịch bản BĐKH không quá lớn; trong đó Đắc Nông là nơi lượng mưa mùa khô có độ lệch chuẩn cao nhất chỉ khoảng 3,3 mm; Gia Lai là nơi có độ lệch chuẩn thấp nhất chỉ khoảng 0,8 mm. Lượng mưa mùa khô ở khu vực Tây Nguyên có xu thế giảm, trạm Đắc Nông là nơi có tốc độ giảm lượng mưa nhanh nhất so với với các trạm khác trong khu vực với mức giảm -0,78 %/10 năm; Gia Lai là trạm có tốc độ giảm lượng mưa thấp nhất, vào khoảng -0,27%/10 năm. Tính trung bình cả khu vực Tây Nguyên, tốc độ biến đổi lượng mưa là -0.5 %/10 năm.

Vào mùa mưa, độ lệch chuẩn của lượng mưa ở khu vực Tây Nguyên có giá trị trung bình là 5,8 mm và giá trị của biến suất lượng mưa là 0,4%, cho thấy thấy mức độ biến động lượng mưa giữa các mùa mưa của các năm trong tương lai theo kịch bản BĐKH không quá lớn. Mức độ dao động lớn nhất là ở trạm Đắc Lắc với biến suất 0.5%. Lượng mưa mùa mưa ở khu vực Tây Nguyên có xu thế tăng trung bình khoảng 0.36%/10 năm, trong đó Đắc Lắc là nơi có tốc độ tăng lớn nhất (0,47%/10 năm) và Lâm Đồng là nơi có tốc độ giảm nhỏ nhất, chỉ 0,25%/10 năm.

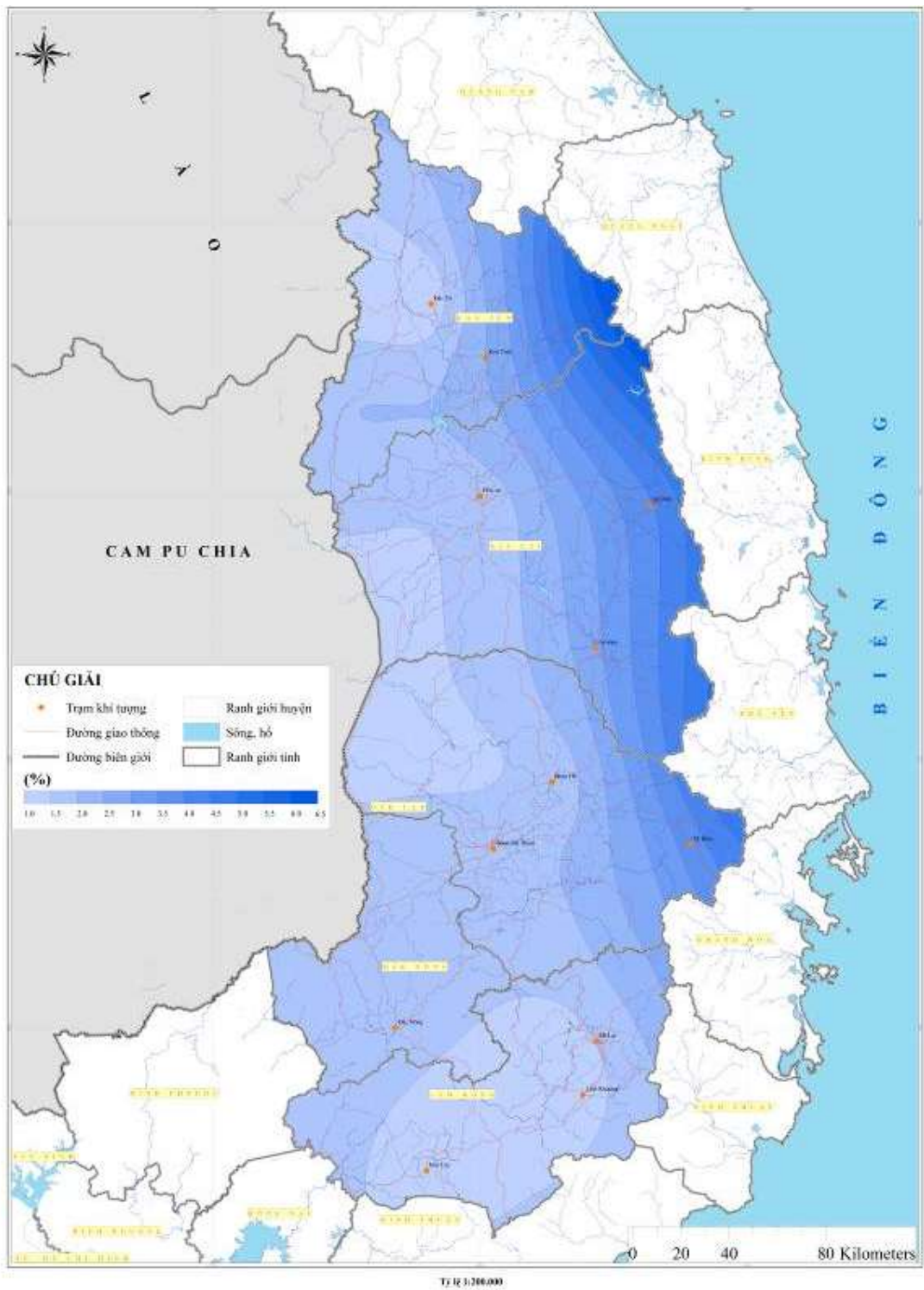
Mức độ thiếu hụt lượng mưa mùa khô thời kỳ 2030-2050 so với thời kỳ 1980-1999 vào khoảng 1 đến 4% (Hình 4.50). Trong đó, vào tháng ít mưa nhất, mức độ thiếu hụt vào khoảng 3 đến 12% (Hình 4.51).



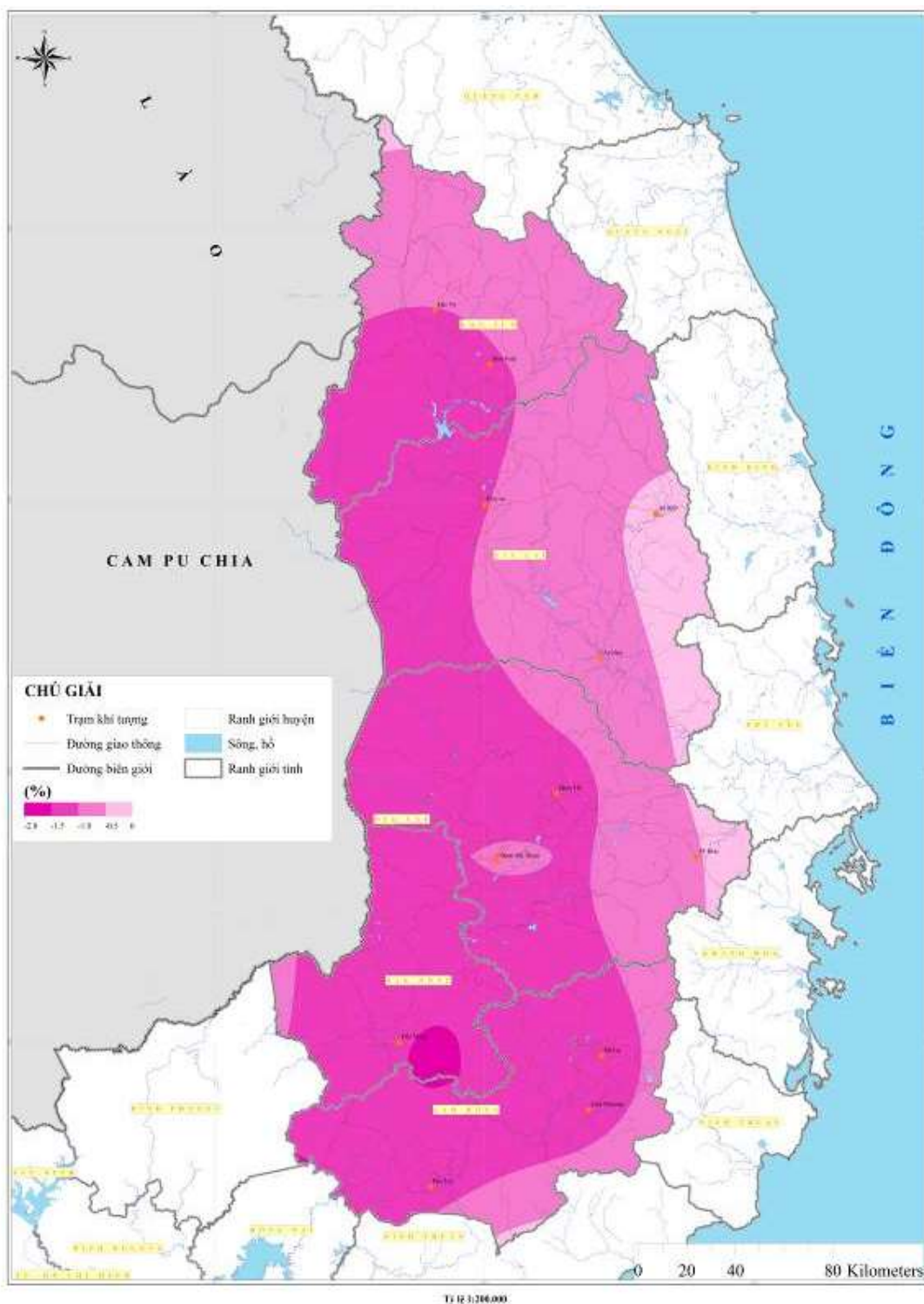
Hình 4.44. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa mưa (%) thời kỳ 2020 khu vực Tây Nguyên



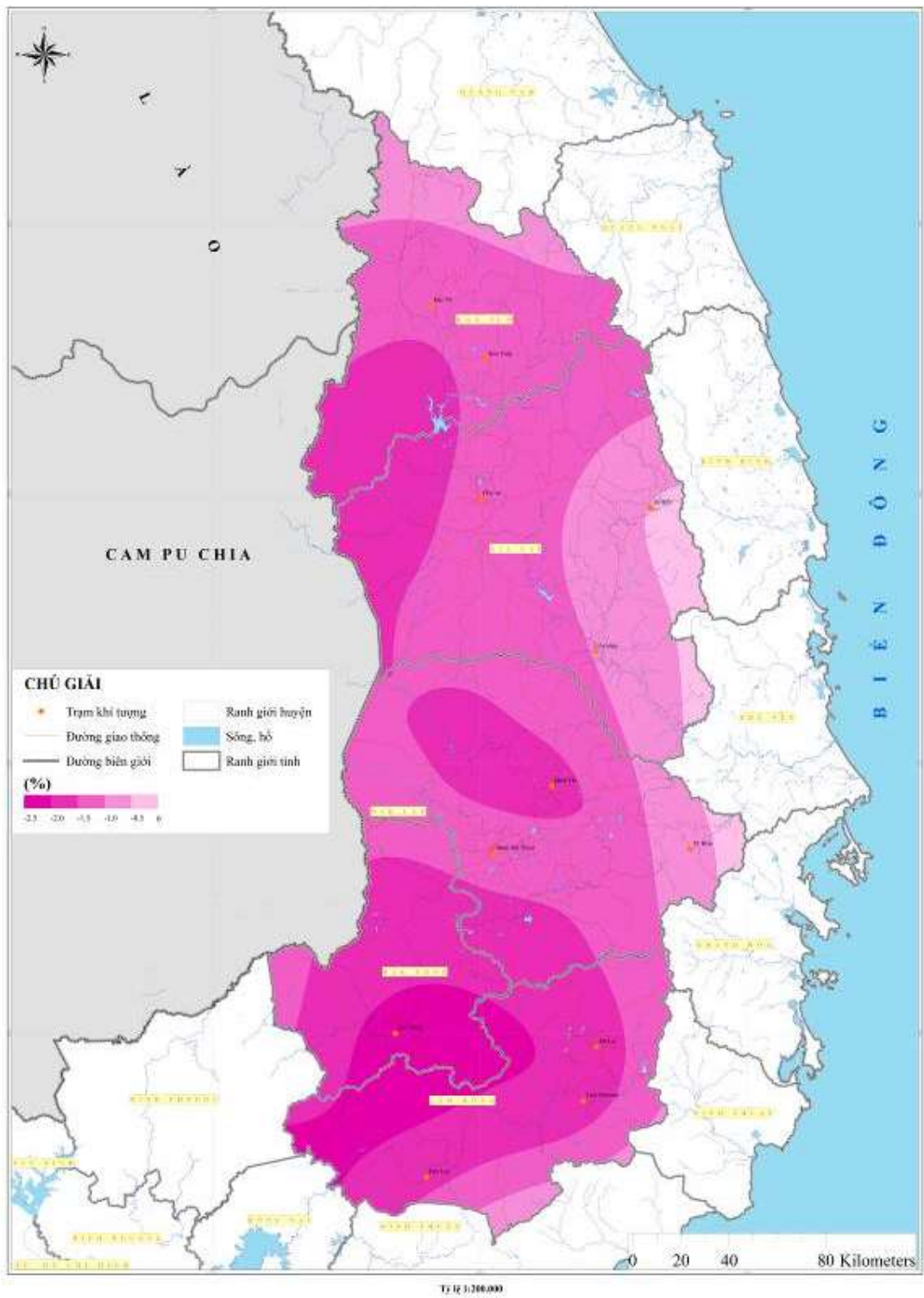
Hình 4.45. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa mưa (%) thời kỳ 2030 khu vực Tây Nguyên



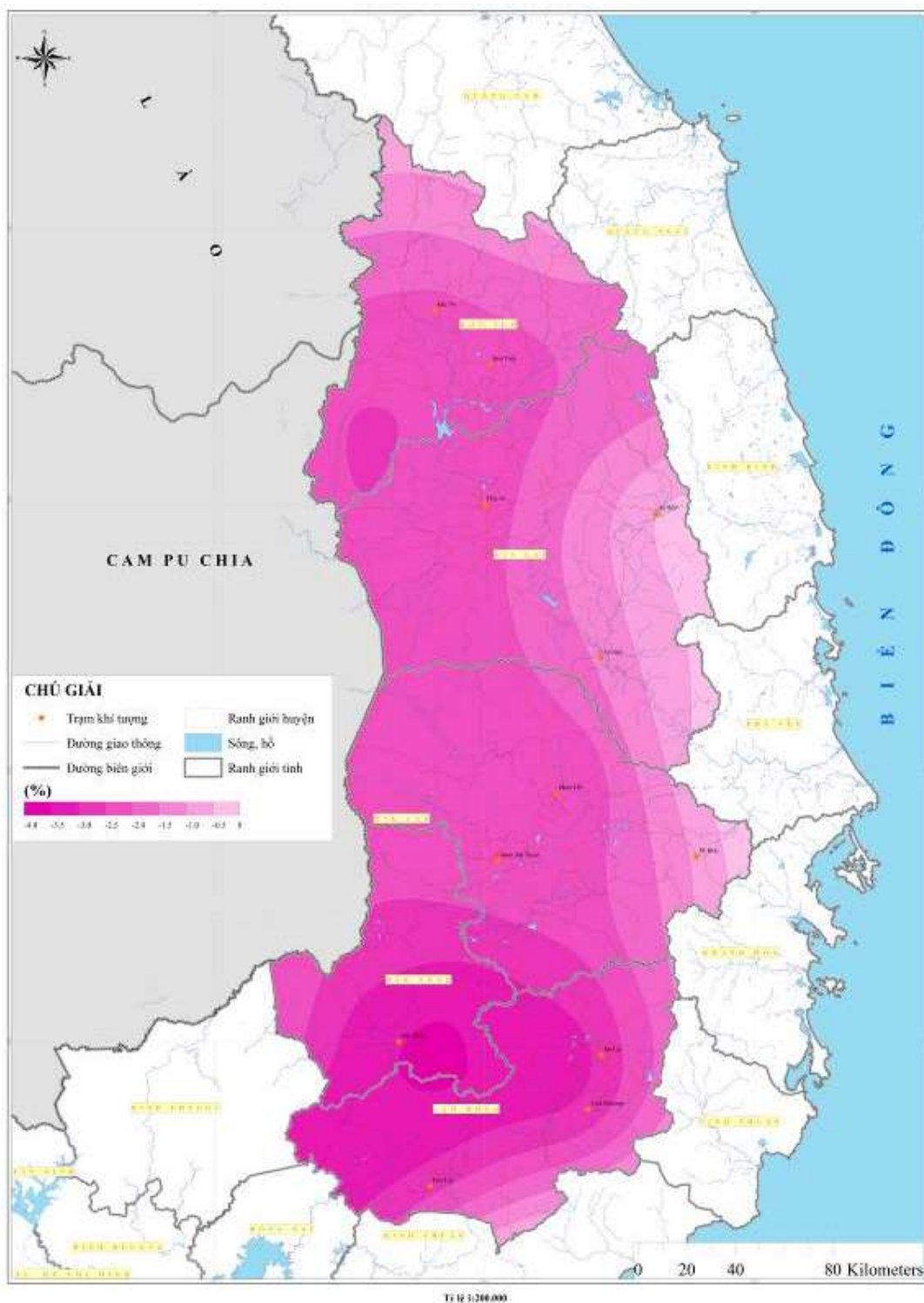
Hình 4.46. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa mưa (%) thời kỳ 2050 khu vực Tây Nguyên



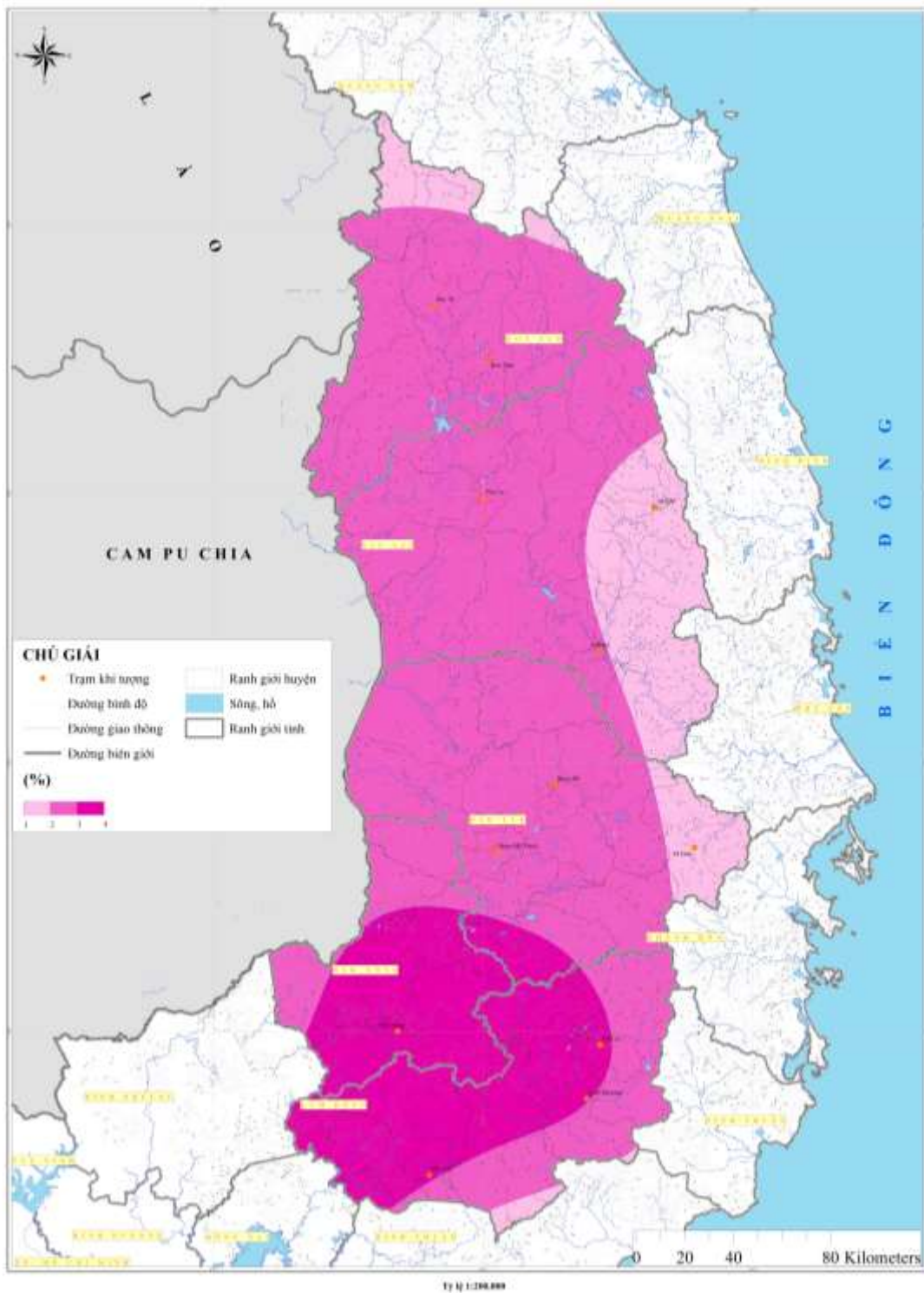
Hình 4.47. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa khô (%) thời kỳ 2020 khu vực Tây Nguyên



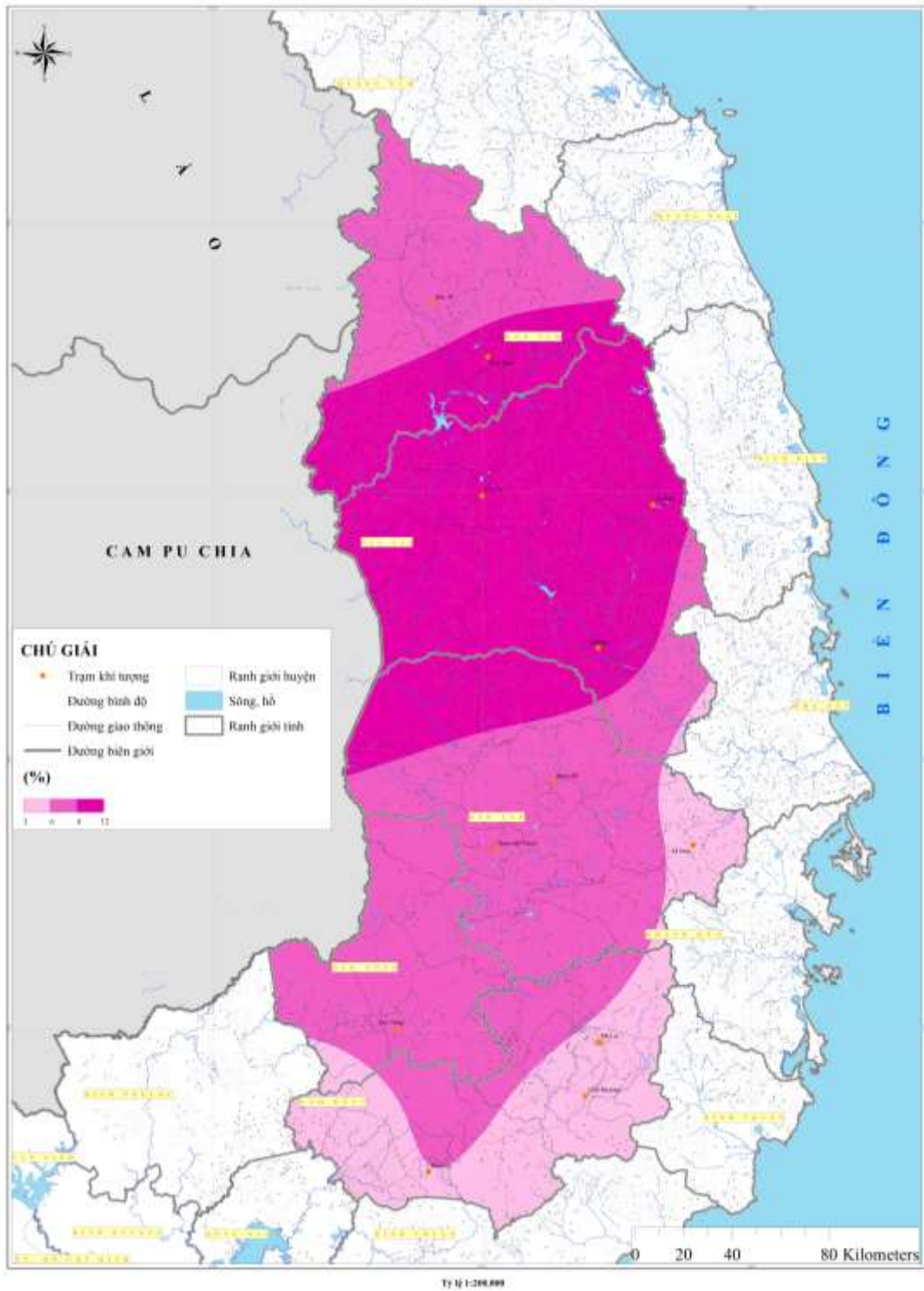
Hình 4.48. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa khô (%) thời kỳ 2020 khu vực Tây Nguyên



Hình 4.49. Bản đồ mức độ thay đổi lượng mưa mùa khô (%) thời kỳ 2020 khu vực Tây Nguyên



Hình 4.50. Mức độ thiếu hụt lượng mưa mùa khô (%) thời kỳ 2030-2050 khu vực Tây Nguyên



Hình 4.51. Mức độ thiếu hụt lượng mưa tháng ít mưa nhất (%) thời kỳ 2030-2050 khu vực Tây Nguyên

*Bảng 4.6. Các chỉ số đánh giá tính chất, mức độ và xu thế biến đổi của lượng mưa mùa trong tương lai theo kịch bản BĐKH cho vùng Tây Nguyên*

	<b>Kon Tum</b>	<b>Gia Lai</b>	<b>Lâm Đồng</b>	<b>Đắk Lắk</b>	<b>Đắk Nông</b>	<b>Khu vực</b>
<b>Mùa khô</b>						
S (mm)	1,1	0,8	2,9	1,4	3,3	1,9
Sr (%)	0,5	0,2	0,6	0,3	0,8	0,5
a (%/10năm)	-0,48	-0,27	-0,60	-0,39	-0,78	-0,50
<b>Mùa mưa</b>						
S (mm)	5,3	5,2	4,1	6,4	8,0	5,8
Sr (%)	0,3	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4
a (%/10năm)	0,32	0,39	0,25	0,47	0,37	0,36

**Nhận xét chung:**

## **CHƯƠNG 5: ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP THÍCH ỨNG VỚI BIẾN ĐỔI LƯỢNG MƯA TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

Từ các phân tích ở trên cho thấy, lượng mưa trong quá khứ (1961-2010) và dự tính trong tương lai ở cả 3 khu vực thường xuyên khô hạn (Tây Nguyên, Nam Trung Bộ, Tây Nguyên) đều có diễn biến rất phức tạp. Kết quả dự tính cho thấy, có khả năng hạn hán sẽ nghiêm trọng hơn trong mùa khô và mưa nhiều hơn vào mùa mưa. Như vậy, các giải pháp thích ứng với diễn biến mưa ở các khu vực này cần được thực hiện như thế nào? Vấn đề này sẽ được đề cập đến trong Chương 5.

### **5.1. Tổng quan về thích ứng với biến đổi khí hậu**

#### ***5.1.1. Các quan điểm trên thế giới về thích ứng với biến đổi khí hậu***

Thích ứng với BĐKH là một quá trình, trong đó những giải pháp được triển khai và thực hiện nhằm giảm nhẹ hoặc đối phó với tác động của các sự kiện khí hậu và lợi dụng những mặt thuận lợi của chúng (IPCC, 2007) [57].

Xây dựng chiến lược thích ứng với BĐKH đang là một trong những nhiệm vụ quan trọng của các quốc gia đang phát triển (đặc biệt ở những khu vực chịu tác động nghiêm trọng do BĐKH như Việt Nam). Thích ứng là khái niệm rất rộng, trong bối cảnh BĐKH, thích ứng được áp dụng cho nhiều lĩnh vực/đối tượng liên quan bị tác động của BĐKH. Về bản chất, sự thích ứng là quá trình dẫn tới tiến bộ hoặc tiến hóa. Mọi thực thể của hệ thống tự nhiên – xã hội đều có khả năng thích ứng BĐKH.

Một số khái niệm thích ứng với BĐKH điển hình có thể kể đến như sau:

(1) Là một quá trình mà qua đó con người làm giảm những tác động bất lợi của khí hậu đến sức khỏe, đời sống và sử dụng những cơ hội thuận lợi mà môi trường khí hậu mang lại (Burton, 1992);

(2) Là sự điều chỉnh một cách chủ động, chống lại nhằm làm giảm thiểu những hậu quả tiêu cực do BĐKH (Stakhiv, 1993);

(3) Là sự điều chỉnh của cá nhân, tập thể và các thể chế để giảm mức độ tổn thương do khí hậu (Pielke, 1998).

(4) Là sự điều chỉnh của hệ thống tự nhiên hoặc con người để ứng phó với những tác động thực tại hoặc tương lai của khí hậu do đó làm giảm tác hại hoặc tận dụng những lợi ích mang lại (IPCC, 2001). Trong đó, tăng cường khả năng thích ứng là một phương thức giảm mức độ tổn thương và định hướng phát triển bền vững [54].

(5) Là sự điều chỉnh hệ thống tự nhiên hoặc con người đối với hoàn cảnh hoặc môi trường thay đổi, nhằm mục đích giảm khả năng bị tổn thương do dao động và biến đổi khí hậu hiện hữu hoặc tiềm tàng và tận dụng các cơ hội do nó mang lại (Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với BĐKH, 2008).

(6) Là sự điều chỉnh hệ thống tự nhiên hoặc con người đối với hoàn cảnh hoặc môi trường thay đổi, nhằm giảm khả năng bị tổn thương do BĐKH và tận dụng các cơ hội do nó mang lại (Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, 2011) [46].

Các khái niệm đã có đều cho thấy mục tiêu của thích ứng với BĐKH được đề cập đến hai nội dung chính: *1) nâng cao năng lực thích ứng và giảm nhẹ khả năng dễ bị tổn thương do tác động BĐKH; 2) tận dụng những lợi ích của môi trường khí hậu để duy trì và phát triển kinh tế - xã hội bền vững [35].*

Mỗi lĩnh vực đều phải thích ứng theo mức độ tác động khác nhau và phù hợp với các điều kiện mới của BĐKH. Hơn nữa, thích ứng trong từng lĩnh vực đồng thời phải có sự thích ứng tổng hợp liên kết với các lĩnh vực khác trong hệ thống tự nhiên - xã hội hay phát triển kinh tế - xã hội trong bối cảnh BĐKH. Ví dụ, trong lĩnh vực nông nghiệp, sự thích ứng của người nông dân cần được liên kết với sự thích ứng của các bên cung cấp và tiêu thụ nông sản, những nhà hoạch định chính sách nông nghiệp,... Do đó, thích ứng cần yêu cầu các đặc điểm sau:

(1) Thích ứng đòi hỏi sự tham gia của nhiều đối tượng, nhiều thành phần và được thực hiện ở các quy mô khác nhau theo một qui trình thống nhất và lâu dài. Thích ứng cần được thực hiện có hiệu quả nhất và phù hợp nhất, không ảnh

hường, thay đổi đến sinh kế người dân cũng như các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội của khu vực.

(2) Thích ứng mang tính chủ động theo ý chí con người nhằm giảm thiểu mức độ tổn thương và hướng tới sự phát triển bền vững.

(3) Thích ứng là một quá trình mang tính liên ngành và tính liên vùng rất cao. Không một ngành nào, một quốc gia nào hoặc một nhóm quốc gia nào có thể hành động đơn phương trong thích ứng.

Ngoài ra, thích ứng còn yêu cầu đánh giá về các công nghệ và biện pháp khác nhau nhằm phòng tránh những hậu quả bất lợi của BĐKH bằng cách ngăn chặn hoặc hạn chế; tạo ra sự thích ứng nhanh với BĐKH; phục hồi có hiệu quả sau những tác động, hay là bằng cách lợi dụng những tác động tích cực. Thích ứng với BĐKH có thể được nâng cao bằng cách đầu tư vào thích ứng với khí hậu hiện tại cũng như thay đổi và BĐKH trong tương lai.

BĐKH, với quy mô tác động toàn cầu, đã và đang tác động đến nhiều lĩnh vực, các ngành kinh tế từ các địa phương, các vùng, các quốc gia. Do đó, thích ứng BĐKH rất đa dạng cho những lĩnh vực và cấp độ khác nhau cho mọi đối tượng của hệ thống tự nhiên – xã hội có khả năng thích ứng nhằm giảm thiểu mức độ tổn thương do BĐKH và thúc đẩy các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội theo hướng phát triển bền vững.

Khả năng thích ứng (*Adaptive capacity*) với BĐKH là khả năng/tiềm năng của hệ thống (tự nhiên hoặc con người) để chống lại những thay đổi (IPCC, 2007a) [57]. Khả năng thích ứng hiện tại là điều kiện quan trọng để thiết lập và xây dựng chiến lược thích ứng BĐKH hiệu quả (Brooks và cộng sự, 2005). Khả năng thích ứng còn được xem như là mặt đối lập của TDBTT, là hợp phần trong đánh giá tổn thương (SOPAC, 2004; Adger, 2005; IPCC, 2007a; Mai Trọng Nhuận và cộng sự, 2009). Trong đó, BĐKH được nhận định là tác nhân gây tổn thương do các tai biến liên quan như bão, lũ lụt, dâng cao mực nước biển,... Theo đó, khả năng thích ứng với BĐKH trong đánh giá TDBTT được xây dựng theo các tiêu chí khác nhau của hệ thống tự nhiên – xã hội.

Khả năng thích ứng phụ thuộc vào các yếu tố: con người, cơ sở hạ tầng, tài chính, yếu tố xã hội, tự nhiên với các dạng thích ứng khác nhau có thể phân biệt như thích ứng theo dự đoán, thích ứng tự phát, thích ứng theo kế hoạch, thích ứng cá nhân và cộng đồng.

Đánh giá khả năng thích ứng với BĐKH là nhằm rà soát lại các thực tiễn, kế hoạch, phương án thích ứng hiện tại của các đối tượng đánh giá có đủ khả năng thích ứng với các rủi ro do BĐKH không(Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, 2011). Đánh giá khả năng thích ứng với BĐKH của hệ thống xã hội được dựa trên các tiêu chí như thu nhập, sức khỏe, giới tính, độ tuổi, giáo dục, thể chế, khoa học kỹ thuật (Cutter, 2003; Downing, 2002; Brooks và cộng sự, 2005); của hệ thống tự nhiên như dựa vào khả năng chống chịu với các thay đổi và BĐKH của các hệ sinh thái (Adger, 1999; Pelling, 2006; Mai Trọng Nhuận và cộng sự, 2010; Birkmann, 2010).

### **Một số giải pháp thích ứng:**

Các giải pháp thích ứng với BĐKH được đề cập và xây dựng rất đa dạng. Theo Báo cáo đánh giá thứ 2 của IPCC (1995) [55], có 228 giải pháp thích ứng BĐKH khác nhau đã được mô tả. Dựa theo đặc điểm của thích ứng, các đối tượng bị tác động gắn với đặc điểm các lợi ích dễ thực hiện, áp dụng và đạt hiệu quả cao, các giải pháp thích ứng được xây dựng theo các nhóm khác nhau.

Theo Burton và cộng sự (1993), các giải pháp thích ứng BĐKH được chia thành 8 nhóm khác nhau:

- *Chấp nhận những tổn thất*: các phương pháp thích ứng được lựa chọn là chịu đựng hay chấp nhận những tổn thất. Chấp nhận tổn thất xảy ra khi phải chịu tác động mà không có khả năng chống lại hay ở khu vực mà chi phí phải trả của các hoạt động thích ứng là cao hơn so với mức độ thiệt hại.

- *Chia sẻ những tổn thất*: chia sẻ những tổn thất giữa cộng đồng lớn như là các hộ gia đình, làng mạc hay là các cộng đồng nhỏ tương tự. Sự chia sẻ tổn thất hiện nay có thể thông qua cứu trợ cộng đồng, phục hồi và tái thiết các hoạt

động kinh tế - xã hội, khu vực, cộng đồng chịu ảnh hưởng thông qua viện trợ của các quỹ cộng đồng như bảo hiểm xã hội.

- *Giảm nguy hiểm*: phương pháp này tập trung làm giảm nhẹ tác động của các tai biến liên quan đến BĐKH.

- *Ngăn chặn các tác động*: sử dụng các phương pháp thích ứng từng bước để ngăn chặn các tác động của BĐKH.

- *Thay đổi cách sử dụng*: áp dụng cho những vùng/khu vực chịu tác động lớn của BĐKH như thay thế cây trồng thích hợp với sự thay đổi nhiệt độ; chuyển đổi mục đích sử dụng đất trồng trọt có thể trở thành đồng cỏ/trồng rừng,...

- *Thay đổi địa điểm*: ví dụ như chuyển các cây trồng chủ chốt và vùng nông trại ra khỏi khu vực khô hạn đến khu vực ôn hoà hơn và có thể sẽ thích hợp hơn cho một vài vụ trong tương lai (Rosenzweig và Parry, 1994).

- *Nghiên cứu*: áp dụng những nghiên cứu, khoa học kỹ thuật với các công nghệ và phương pháp mới.

- *Giáo dục, thông tin và khuyến khích thay đổi hành vi*: sự phổ biến kiến thức thông qua các chiến dịch thông tin công cộng và giáo dục, dẫn đến việc thay đổi hành vi của con người (một trong những tác nhân gây BĐKH).

Trong các nhóm giải pháp nêu trên, nhóm giải pháp “*Chấp nhận tổn thất*” hay *không có thích ứng (không làm gì để phản ứng/phục hồi lại các tác động bất lợi của BĐKH)* có thể được áp dụng trong những trường hợp phải cân nhắc giữa việc vừa phải chịu các mối đe dọa vừa phải trả giá cho những hành động thích ứng. Như vậy, việc không thích ứng và chấp nhận rủi ro sẽ có lợi hơn là chịu những chi phí thích ứng. Do đó, khi chọn lựa các giải pháp thích ứng, đánh giá, phân tích chi phí-lợi ích là rất cần thiết và quan trọng cho việc xây dựng, ban hành kế hoạch, chiến lược thích ứng. Trong đó, chi phí của giải pháp thích ứng bao gồm: chi phí trực tiếp, chi phí phát sinh và những chi phí khác. Lợi ích của giải pháp gồm lợi ích về xã hội và môi trường, được tính bằng các thiệt hại, tổn thất được ngăn chặn (như cơ sở hạ tầng và sinh kế được bảo vệ).

Dựa vào đặc điểm “quy mô” của thích ứng, các giải pháp thích ứng được đề xuất theo hai nhóm chính:

- *Nhóm giải pháp vĩ mô*: các chính sách, thể chế hoặc những giải pháp mang tính quốc gia như đầu tư các cơ sở hạ tầng như hệ thống kênh mương phục vụ tưới tiêu đồng thời hạn chế tác động xâm nhập mặn, tiêu thoát lũ; hệ thống đê, kè biển chống lại tác động của sóng biển (đặc biệt trong bão), dâng cao mực nước biển; xây dựng chính sách phát triển quốc gia, các kế hoạch, quy hoạch phát triển ngành, lĩnh vực có lồng ghép vấn đề BĐKH.

- *Nhóm giải pháp vi mô*: mang tính chất và ý nghĩa cục bộ hoặc có nghĩa cho một nhóm đối tượng tại địa phương như trồng các loại cây phù hợp; xây dựng các sinh kế bền vững trong hoàn cảnh BĐKH ở địa phương; xây dựng các kế hoạch thích ứng BĐKH dựa vào cộng đồng địa phương; xây dựng các hoạt động, chương trình tuyên truyền và nâng cao nhận thức của cộng đồng địa phương về BĐKH,...

Theo mục đích của thích ứng, các giải pháp có thể thực hiện theo các hướng sau: các giải pháp dự phòng (nhằm chuẩn bị ứng phó với các rủi ro do BĐKH); các giải pháp bảo vệ (nhằm giảm các rủi ro BĐKH và bảo vệ tính nguyên trạng); các giải pháp tăng sức chống chịu (nhằm tăng sức chống chịu rủi ro của BĐKH).

### **5.1.1. Các quan điểm ở Việt Nam về thích ứng với biến đổi khí hậu**

Những giải pháp thích ứng ở Việt Nam được đề cập khá chi tiết và đầy đủ trong nghiên cứu của Nguyễn Đức Ngữ (2008) và Nguyễn Hữu Đức và Nguyễn Trọng Hiệu (2009) [13, 20].

*i) Với mục tiêu xuyên suốt là đảm bảo an ninh lương thực, xóa đói giảm nghèo, nâng cao đời sống người dân, thích ứng với BĐKH trong lĩnh vực nông nghiệp bao gồm:*

- *Xây dựng cơ cấu cây trồng phù hợp với BĐKH, căn cứ đánh giá tác động của BĐKH đến tài nguyên thiên nhiên (khí hậu, đất, nước) và đánh giá tác động dễ bị tổn thương đối với cơ cấu cây trồng trong từng thời vụ; Dự kiến các*

cây trồng có khả năng chống chịu với hoàn cảnh mới (chống hạn, chống nắng, chống nóng) và các loại cây trồng có hiệu quả cao; Lập kế hoạch điều chỉnh cơ cấu cây trồng và điều chỉnh thời vụ.

- *Đa dạng hóa hoạt động xen canh, luân canh*, dựa trên đánh giá tác động của BĐKH lên tài nguyên thiên nhiên để dự kiến các công thức luân canh, xen canh trong bối cảnh khí hậu mới; Thử nghiệm các công thức luân canh, xen canh mới và kiến nghị các giải pháp kỹ thuật liên quan.

- *Cải thiện hiệu quả tưới tiêu nông nghiệp*, dựa trên đánh giá tác động của BĐKH đến sản xuất lúa và các loại cây trồng và dự kiến nhu cầu tưới tiêu theo cơ cấu mùa vụ mới; Đánh giá khả năng đáp ứng của hệ thống các phương tiện tưới tiêu và điều chỉnh hệ thống tưới tiêu hiệu suất cao hơn.

- *Tổ chức cảnh báo lũ lụt, hạn hán*, căn cứ trên đánh giá tác động của BĐKH đến điều kiện thời tiết và nguồn nước, lập bản đồ hạn hán và bản đồ ngập lụt trong từng khu vực, xây dựng chỉ tiêu cảnh báo lũ lụt và chỉ tiêu cảnh báo hạn hán.

*ii) Thích ứng trong lĩnh vực lâm nghiệp bao gồm:*

- *Tăng cường trồng rừng, trước hết là rừng đầu nguồn, phủ xanh đất trống, đồi núi trọc, bảo vệ và phát triển rừng ngập mặn*, căn cứ vào đánh giá tác động của BĐKH đến tài nguyên thiên nhiên (khí hậu, đất, nước), tác động của nước biển dâng đến rừng ngập mặn, tác động đến thoái hóa đất và sa mạc hóa, để lập kế hoạch trồng rừng, ưu tiên trên các địa bàn xung yếu và địa bàn dễ bị hoang mạc hóa và lập kế hoạch tăng cường trồng rừng ngập mặn và bảo vệ rừng ngập mặn hiện có.

- *Bảo vệ rừng tự nhiên, rừng đầu nguồn*, căn cứ trên đánh giá tác động của BĐKH đến rừng và lâm nghiệp, lập kế hoạch từng bước hạn chế khai phá rừng, bảo vệ rừng quý hiếm và xây dựng chính sách, biện pháp ngăn ngừa khai thác rừng trái phép.

- *Tổ chức phòng chống cháy rừng có hiệu quả*, thông qua việc xây dựng chỉ tiêu cảnh báo cháy rừng trên từng vùng, xây dựng hệ thống cảnh báo cháy

rừng, thiết lập các tổ chức phòng chống cháy rừng, tăng cường thiết bị chống cháy rừng và tăng cường truyền thông, giáo dục ý thức phòng chống cháy rừng.

- *Nâng cao hiệu suất sử dụng gỗ và kiểm chế sử dụng nguyên liệu gỗ*, thông qua điều tra đánh giá hiện trạng sử dụng gỗ và hiệu suất sử dụng gỗ đồng thời nghiên cứu đề xuất cơ chế tài chính khuyến khích sản xuất vật liệu thay thế gỗ.

- *Bảo vệ giống cây trồng quý hiếm, lựa chọn và nhân giống cây trồng thích hợp với từng địa phương*, thông qua việc xác định các giống cây quý hiếm và nghiên cứu điều kiện sinh lý của cây trồng và lựa chọn các giống cây trồng phù hợp với từng địa phương trong bối cảnh BĐKH, tổ chức bảo vệ giống cây trồng quý hiếm và tổ chức chọn và nhân giống cây trồng thích hợp trên từng địa phương.

*iii) Thích ứng trong lĩnh vực thủy sản bao gồm:*

- *Thích ứng với BĐKH trên đới bờ biển và trong nghề đánh bắt cá biển*, thông qua việc xây dựng và thực hiện chiến lược quản lý tổng hợp vùng bờ biển, từng bước củng cố và xây dựng mới đê biển, quy hoạch lại nghề đánh cá, hoàn chỉnh kế hoạch đánh bắt cá trong bối cảnh BĐKH và bảo vệ môi trường, chăm lo đời sống ngư dân.

- *Thích ứng với BĐKH trong lĩnh vực kinh tế thủy sản*, thông qua tính toán chi phí lợi ích trong các giải pháp thích ứng với BĐKH, điều chỉnh các hoạt động thích ứng trong từng thời kỳ hay giai đoạn và phối hợp các ngành quốc phòng, an ninh và kinh tế biển trong toàn bộ hoạt động kinh tế - xã hội.

- *Thích ứng với BĐKH trong nghề cá nước ngọt và nước lợ*, thông qua quy hoạch lại vùng cá nước ngọt và nước lợ, phối hợp các ngành liên quan hoàn thiện kế hoạch quản lý tài nguyên nước, xây dựng lại các vùng cá nước ngọt và nước lợ trong bối cảnh BĐKH và không ngừng hoàn thiện kỹ thuật nuôi trồng thủy sản và chăm lo đời sống ngư dân và bảo vệ môi trường.

*iv) Thích ứng trong quản lý tài nguyên nước*

Thích ứng trong quản lý tài nguyên nước bao gồm (Nguyễn Đức Ngữ và Nguyễn Trọng Hiệu, 2009) [20]:

- *Tái cơ cấu, tu bổ, nâng cấp hệ thống thủy lợi*, dựa trên đánh giá tác động của BĐKH lên tài nguyên nước, đánh giá công năng và tình trạng hoạt động của công trình thủy lợi; Dự kiến điều chỉnh cơ cấu hệ thống thủy lợi lớn và bổ sung công trình thủy lợi vừa và nhỏ; Hoàn thiện quy hoạch thủy lợi trong bối cảnh BĐKH và tu bổ nâng cấp và từng bước xây dựng công trình mới.

- *Bổ sung xây dựng các hồ chứa đa mục đích*, căn cứ trên đánh giá tác động của BĐKH lên tài nguyên nước, năng lượng và dân cư; Rà soát công năng và hiện trạng mạng lưới hồ chứa; Dự kiến bổ sung hồ chứa và tổ chức thực hiện.

- *Xây dựng và phát triển cơ chế quản lý lưu vực*, dựa trên tác động của BĐKH đến từng lĩnh vực, đánh giá hiện trạng quản lý lưu vực và đề xuất tổ chức quản lý lưu vực.

- *Sử dụng nước tiết kiệm*, căn cứ trên cân đối nguồn cung và nhu cầu nước trên địa phương và xác định định mức sử dụng nước và giá nước phù hợp với thực tế và cân nhắc sử dụng một số biện pháp kỹ thuật.

- *Tăng nguồn thu và giảm thất thoát nước*, bằng cách rà soát lại nguồn thu và chi nước, đồng thời đề xuất các biện pháp về nước.

- *Từng bước tổ chức chống xâm nhập mặn*, căn cứ trên đánh giá tác động của BĐKH đến dòng chảy trong mùa kiệt nhằm đề xuất kế hoạch khai thác nước ngầm ven biển; Đề xuất xây dựng công trình ngăn mặn; Đề xuất cơ cấu mùa vụ thích hợp và lập kế hoạch thực hiện.

v) *Thích ứng trong lĩnh vực bảo tồn đa dạng sinh học*

Đa dạng sinh học và hệ sinh thái tự nhiên có vai trò thiết yếu để duy trì và xây dựng khả năng chống chịu với BĐKH và đa dạng hóa những giải pháp thích ứng cho người nghèo và những người dễ bị tổn thương. Tuy nhiên, có rất ít những nghiên cứu tác động của BĐKH lên hệ sinh thái ở Việt Nam, vì vậy, rất khó có thể đề xuất những giải pháp thích ứng trong lĩnh vực nhạy cảm này. Từ thực tiễn đó, nhu cầu nghiên cứu cần được xác định, bao gồm phân tích những

tác động của BĐKH theo các kịch bản khác nhau lên hệ sinh thái đất liền và hệ sinh thái biển, đặc biệt trong mối liên hệ với nghề cá và hệ thống kinh tế và sinh kế liên quan đến tài nguyên rừng và tác động của sự thay đổi hệ sinh thái do tác động của BĐKH lên TDBTT, sự thích ứng cũng như sinh kế. Từ thực tiễn đó, một số đề xuất nghiên cứu liên quan đến thích ứng trong lĩnh vực đa dạng sinh học ở Việt Nam bao gồm những nội dung sau (World Bank, 2011):

- Thiết kế những khả năng thích ứng dựa trên hệ sinh thái, bao gồm phục hồi hay bảo vệ đất ngập nước và rừng ngập mặn để nâng cao khả năng chống chịu vùng ven biển đối với bão nhiệt đới, xâm nhập mặn, và mực nước biển dâng.

- Phân tích tác động của BĐKH lên tài nguyên rừng và đa dạng sinh học rừng, dựa trên những mô hình toàn cầu và điều chỉnh cho quy mô quốc gia (downscaling); Bằng cách này có thể xác định được những giải pháp quản lý thích ứng, cho quy hoạch các khu bảo tồn, cũng như xác định những chi phí đầu tư có liên quan.

- Vì rừng ngập mặn có vai trò đặc biệt quan trọng trong việc giảm nhẹ TDBTT vùng ven biển và hỗ trợ phát triển sản xuất lương thực, thực phẩm vùng ven biển, những kết quả nghiên cứu của tác động BĐKH lên rừng ngập mặn sẽ là cơ sở để đưa ra giải pháp quản lý thích ứng.

- Nghiên cứu đánh giá giá trị dịch vụ hệ sinh thái của vùng đất ngập nước, đặc biệt ở đồng bằng sông Mêkông, nơi mà hình thức quản lý hiệu quả đất ngập nước sẽ đem lại lợi ích to lớn trong giải pháp phân tích chi phí-lợi ích để chống lại nguy cơ xâm nhập mặn và suy giảm mực nước ngầm.

Phân tích kinh tế ở cấp độ quốc gia về vai trò của rừng phòng hộ và khu bảo tồn thiên nhiên đối với thích ứng và giảm nhẹ BĐKH, bao gồm phân tích giá trị dịch vụ hệ sinh thái và xác định phương án để tối ưu hóa sự đóng góp của chúng tới khí hậu thông qua hình thức quản lý hiệu quả hơn và cơ chế tài chính hiệu lực hơn thông qua cơ chế tài chính thị trường (ví dụ như cơ chế REDD+ và chi trả dịch vụ môi trường).

*vi) Thích ứng trong lĩnh vực năng lượng, công nghiệp, giao thông vận tải*

Một số giải pháp thích ứng trong lĩnh vực năng lượng, công nghiệp, giao thông vận tải có thể được thúc đẩy ở Việt Nam là (Nguyễn Đức Ngữ và Nguyễn Trọng Hiệu, 2009) [20]:

- *Điều chỉnh kế hoạch phát triển năng lượng, công nghiệp, giao thông vận tải phù hợp với tình hình BĐKH* căn cứ theo đánh giá tác động của BĐKH như xây dựng các phương án điều chỉnh cơ sở hạ tầng và hoạt động của các lĩnh vực trên; Tính toán lợi ích, chi phí của các phương án điều chỉnh nói trên; Lập kế hoạch điều chỉnh từng phần trong các thời kỳ hay giai đoạn.

*Nâng cấp và cải tạo các công trình năng lượng, công nghiệp và giao thông vận tải trên các địa bàn xung yếu* căn cứ trên đánh giá tác động của BĐKH đến điều kiện tự nhiên trên các địa bàn xung yếu; căn cứ trên đánh giá tác động của BĐKH đến hoạt động của các cơ sở năng lượng, công nghiệp và giao thông vận tải trên các địa bàn nói trên; Thực hiện nâng cấp, cải tạo cơ sở hạ tầng và điều chỉnh các hoạt động của các lĩnh vực năng lượng, công nghiệp, giao thông vận tải trên các địa bàn nói trên.

*vii) Thích ứng trong lĩnh vực sức khỏe*

Một số giải pháp thích ứng trong y tế và sức khỏe người dân có thể được thực hiện ở Việt Nam là (Nguyễn Đức Ngữ và Nguyễn Trọng Hiệu, 2009) [20]:

- *Nâng cấp cơ sở hạ tầng và hoạt động y tế cộng đồng*, dựa trên đánh giá tác động tiêu cực của BĐKH đến sức khỏe cộng đồng; Dựa trên xác định những địa bàn xung yếu trong mạng lưới y tế cộng đồng và dự kiến kế hoạch tu bổ, nâng cấp; Căn cứ trên đánh giá thực trạng hoạt động y tế cộng đồng và xây dựng chương trình hoạt động.

*Xây dựng chương trình tăng cường sức khỏe cải thiện môi trường kiểm soát dịch bệnh ứng phó với BĐKH*, căn cứ trên việc đánh giá tác động của BĐKH đến phát sinh, phát triển và lan truyền dịch bệnh; thông qua các hoạt động nâng cao nhận thức của người dân về BĐKH và nhận thức vệ sinh và văn hóa gia đình như chương trình nước sạch, xanh sạch đẹp; Tổ chức hệ thống cảnh

báo dịch bệnh; Đẩy mạnh thực hiện chương trình chống bệnh truyền nhiễm (như tiêm phòng, kiểm soát vector truyền bệnh...).

## **5.2. Phân tích những thuận lợi và khó khăn về mặt điều kiện khí hậu**

### **5.2.1. Khu vực Tây Bắc**

Vùng Tây Bắc là một vùng núi và cao nguyên hiểm trở, có địa hình sắp xếp gần như theo một hướng từ tây bắc đến đông nam, gồm những dãy núi chạy dài xen kẽ các lũng sông hẹp và những cao nguyên khá rộng. Phần lớn diện tích có độ cao không quá 1.000m, nhưng cá biệt cũng có những đỉnh núi vượt quá 2.000m như dãy núi Pusilung ở biên giới tây bắc lãnh thổ và dãy Puđenđinh, Pusansao ở biên giới Việt - Lào.

Nằm khuất ở phía tây dãy Hoàng Liên Sơn (được coi là bức thành tự nhiên không lồ) lại ở vị trí xa nhất về phía tây của lãnh thổ, vùng núi Tây Bắc Bắc có khí hậu khác biệt rõ rệt so với phần phía đông của dãy Hoàng Liên Sơn nói riêng, cũng như so với phần còn lại của Bắc Bộ nói chung. Có thể nói khí hậu vùng núi này có nhiều nét dị thường nhất so với khí hậu của toàn miền khí hậu Bắc Việt Nam. Ở đây điều đáng chú ý nhất là ảnh hưởng của địa hình đối với hoàn lưu khí quyển.

Tác dụng của dãy Hoàng Liên Sơn như đã đề cập khá rõ rệt: không khí cực đới thâm nhập vào vùng Tây Bắc Bắc Bộ từ phía đồng bằng theo thung lũng sông Đà, bị biến tính, và do vậy ảnh hưởng của gió cực đới đến vùng này đã bị suy giảm rất nhiều. Liên quan đến sự giảm sút độ ẩm trong không khí cực đới và sự thiếu vắng front cực đới ở vùng núi này hình thành một chế độ khô hanh khá khắc nghiệt, nhất là thời kỳ từ tháng I đến tháng III, trong khi ở các vùng phía đông dãy Hoàng Liên Sơn là thời kỳ mưa phùn ẩm ướt nhất trong năm.

Mưa mùa đông ở đây cũng ít cả về lượng mưa lẫn số ngày mưa, chỉ chiếm khoảng 10% lượng mưa năm. Thời tiết quang mây và lặng gió thịnh hành trong gần suốt mùa đông kết hợp với điều kiện địa hình khu vực đưa lại những dao động ngày đêm mạnh mẽ của nhiệt độ, cụ thể biên độ ngày trung bình năm của

nhệt độ đạt tới 10 - 12<sup>0</sup>C, giá trị mà trên toàn lãnh thổ nước ta chỉ còn tìm thấy ở Tây Nguyên.

Về thời tiết đặc biệt ở vùng Tây Bắc đầu tiên phải kể đến thời tiết khô hanh cuối mùa khô trong các thung lũng (độ ẩm giảm xuống dưới 10% ở Sông Mã, Sơn La, Cò Nòi, thậm chí có nơi xuống tới 4 - 6%). Tây Bắc là vùng quan sát được hiện tượng mưa đá nhiều nhất trong cả nước, hầu như năm nào cũng có mưa đá vào thời kỳ cuối đông - đầu hạ. Đông ở đây cũng nhiều (tính chung cho cả vùng có tới 65 ngày đông, riêng ở Sơn La 75 ngày), nhưng ảnh hưởng của bão ở vùng này lại ít (chỉ gây mưa kéo dài và đem lại lượng mưa lớn).

Đặc điểm bao trùm nhất của khí hậu Tây Bắc là mùa đông lạnh, suốt mùa đông duy trì tình trạng khô hanh. Vùng Tây Bắc không chịu ảnh hưởng trực tiếp của gió mùa cực đới, cho nên mùa đông lạnh ở đây ổn định hơn so với vùng phía đông Hoàng Liên Sơn. Bên cạnh đó, vùng Tây Bắc còn có một số thiên tai ảnh hưởng lớn đến kinh tế xã hội như: lũ quét, xói mòn, sạt lở; hạn hán, khô nóng, sương muối và mưa đá.

**Từ phân tích trên và các kết quả được đề cập trong Chương 3, có thể đưa ra một số thuận lợi về mặt khí hậu ở khu vực Tây Bắc như sau :**

- Khí hậu vùng Tây Bắc ít chịu ảnh hưởng của gió mùa cực đới, cho nên mùa đông lạnh ở đây ngắn và ổn định hơn so với các vùng phía đông Hoàng Liên Sơn;

- Điều kiện tự nhiên ở đây (chế độ nhiệt - ẩm, đất đai,...) thuận lợi cho việc mở rộng các đồng cỏ và phát triển chăn nuôi quy mô lớn, nhất là trâu, dê, bò sữa và cũng thích hợp cho việc trồng một số cây ăn quả và cây công nghiệp;

- Điều kiện địa hình, sông ngòi và mưa khá lớn ở thượng nguồn (Sìn Hồ, Lai Châu,...) cho phép nghĩ tới nguồn thủy năng phong phú phục vụ cho sự phát triển kinh tế - xã hội đất nước. Đập thủy điện Sơn La lớn nhất Việt Nam đã minh chứng đúng điều đó;

- Với tiềm năng bức xạ mặt trời, vùng Tây Bắc cũng có thể nghiên cứu, đánh giá để khai thác nguồn năng lượng bức xạ mặt trời phong phú này phục vụ

các nhu cầu dân sinh. Một vài nước bạn (ví dụ Thụy Điển,...) đang có kế hoạch đầu tư vào Tây Bắc để giúp địa phương khai thác loại năng lượng mới này;

**- Bên cạnh những thuận lợi đó, vùng Tây Bắc còn có một số khó khăn đáng kể như:**

- Hạn hán, khô hanh, khô nóng,... gây nhiều khó khăn cho sự quy hoạch và phát triển cây trồng, vật nuôi, cũng như cho sức khỏe cộng đồng;

- Xói mòn diễn ra khá trầm trọng do việc khai hoang sử dụng đất, khai thác rừng,... thiếu quy hoạch;

- Lũ quét, sạt lở đất hầu như năm nào cũng gây ra thiệt hại nặng nề về người và của;

- Hiện tượng sương muối trong mùa đông khá bất lợi đối với các cây trồng kém chịu lạnh; mưa đá cũng gây thiệt hại không nhỏ cho hoa màu và cây lương thực ở vùng này.

### **5.2.2. Khu vực Nam Trung Bộ**

Vùng Nam Trung Bộ là vùng đông Trường Sơn từ phía nam đèo Hải Vân ( $16^{\circ}\text{B}$ ) đến Mũi Dinh ( $11^{\circ}20'\text{B}$ ). Phía đông giáp biển là những cánh đồng, ngăn cách nhau cũng bởi những nhánh núi chạy ngang ra tận biển. Phía tây giáp dãy Trường Sơn là vùng trung du đồi núi thấp với đất bazan đã phong hoá. Ở phía bắc vùng Nam Trung Bộ dãy Trường Sơn có những đỉnh cao, chẳng hạn như núi Ngọc Lĩnh cao 2.598m, và ở sườn núi phía đông là rừng cây rậm rạp. Đến vùng Bình Định, dãy Trường Sơn hạ độ cao xuống xấp xỉ 1000m với một vài đèo thấp (đèo An Khê cao 410m) nối liền 2 sườn đông - tây Trường Sơn. Ngoài sông Đà Rằng ra, sông ngòi ở đây đều là sông ngắn, lưu lượng nhỏ, nhưng có độ dốc lớn, nên thường gây lũ lụt trầm trọng thời kỳ mưa lớn.

Khí hậu vùng Nam Trung Bộ có những đặc điểm chung của khí hậu phía đông Trường Sơn: Mùa đông ở Nam Trung Bộ không khí cực đới đã bị biến tính mạnh mẽ và front cực thường bị chặn lại rồi tan biến trên dãy Bạch Mã. Càng xuống phía nam nền nhiệt độ càng được nâng cao; các khu vực ở cực nam vùng này nhiệt độ mùa đông cao hơn vùng bắc đèo Hải Vân (Huế) tới  $4 - 5^{\circ}\text{C}$  (theo số

liệu ở trạm Nha Trang và Huế thì nhiệt độ mùa đông chênh lệch nhau gần  $4^{\circ}\text{C}$ ). Có thể nói từ vùng này xuống phía nam cảm giác lạnh trong mùa đông không còn tồn tại. Nhiệt độ trung bình tháng thấp nhất đều trên  $21^{\circ}\text{C}$  và nhiệt độ tối thấp tuyệt đối không xuống dưới  $9^{\circ}\text{C}$  (từ  $9 - 16^{\circ}\text{C}$ ). Biên độ năm của nhiệt độ ở đây cũng giảm đi rõ rệt (trung bình đạt  $6.4^{\circ}\text{C}$ , xem bảng III.5).

Ở Nam Trung Bộ có sự phân hoá mùa mưa - ẩm như ở Bắc Trung Bộ, do ảnh hưởng của nhiễu động nhiệt đới và của dãy Trường Sơn: mùa mưa - ẩm ở đây thực sự bắt đầu từ giữa mùa hạ và kéo dài cho đến tháng XII hoặc tháng giêng năm sau. Mùa mưa ở đây chỉ kéo dài 4 - 5 tháng, nhưng rất tập trung, trùng với thời kỳ hoạt động mạnh mẽ của các nhiễu động nhiệt đới (bão, hội tụ nhiệt đới,...). Do vậy trong nửa đầu mùa đông độ ẩm đạt giá trị lớn nhất trong năm. Mùa mưa bão chậm dần về phía nam, cho nên so với vùng Bắc Trung Bộ thì mùa mưa ở Nam Trung Bộ đến muộn hơn 1 tháng.

Vào thời kỳ đầu và giữa mùa hạ gió tây nam bị dãy Trường Sơn ngăn chặn, đã để lại lượng ẩm đáng kể ở Tây Nguyên, sau khi vượt qua các dãy núi cao đến sườn đông đưa lại thời tiết khô nóng ở đây. Vì vậy thời kỳ đầu và giữa mùa hạ độ ẩm không khí hạ xuống rất thấp, lượng mây ít và lượng mưa mỗi tháng không tới 100mm, nhiệt độ tối cao tuyệt đối đạt trên  $40^{\circ}\text{C}$  và độ ẩm thấp nhất đạt các giá trị 12 - 25%.

Một đặc điểm đáng chú ý nữa là sự phân hoá theo kinh tuyến của các đặc trưng nhiệt - ẩm ở vùng này khá mạnh: nhiệt độ tháng giêng giữa vùng cực nam (Phan Rang) và vùng cực bắc (Đà Nẵng) chênh lệch nhau tới  $4^{\circ}\text{C}$  dẫn đến sự chênh lệch nhiệt độ trung bình năm giữa hai nơi này gần  $2^{\circ}\text{C}$  (xem [6]). Các giá trị nhiệt độ tối thấp tuyệt đối cũng tăng từ  $9 - 10^{\circ}\text{C}$  ở phía bắc vùng, và lên tới  $15 - 16^{\circ}\text{C}$  ở phía nam vùng. Trong chế độ mưa ẩm sự chênh lệch giữa 2 vùng phía bắc và phía nam cũng rất lớn, xu thế giảm dần của lượng mưa và độ ẩm cũng thể hiện khá rõ, chưa kể lượng mưa năm ở vùng Phan Rang chỉ đạt 700 - 800mm và khu vực bắc Thuận Hải cũng là trung tâm ít mưa nhất toàn quốc.

**Từ phân tích trên và các kết quả được đề cập trong Chương 3, có thể đưa ra một số thuận lợi về mặt khí hậu ở khu vực Nam Trung như sau :**

Khí hậu vùng Nam Trung Bộ về cơ bản không còn rét, mùa mưa đến chậm và rất tập trung trong 3 tháng IX, X và XI. Mưa nhiều ở khu vực phía bắc và rất ít mưa ở khu vực phía nam. Sự tương phản giữa 2 mùa trong chế độ mưa - ẩm khá sâu sắc: thời kỳ đầu và giữa mùa hạ thời tiết khô nóng gay gắt, còn thời kỳ cuối hạ đến giữa đông lại mưa lớn, lũ lụt nghiêm trọng, do chịu ảnh hưởng của bão và hội tụ nhiệt đới. Tuy vậy, nhìn chung khí hậu vùng Nam Trung Bộ có nhiều thuận lợi hơn Bắc Trung Bộ. Thuận lợi cơ bản nhất về mặt sinh thái là nền nhiệt độ tương đối cao, nắng nhiều,... cho phép trồng cây quanh năm những cây lương thực thích hợp với các đặc điểm tự nhiên khác. Mặt khác vấn đề cơ cấu cây trồng ở đây cũng khá ổn định.

Ngoại trừ khu vực phía tây Quảng Nam - Đà Nẵng, lượng mưa trung bình năm ở Nam Trung Bộ không lớn, đại bộ phận đạt từ 1.700 – 2.300mm, ở phần phía nam chỉ đạt 800 – 1.400 mm/năm. Với lượng mưa như vậy thì công tác thủy lợi và điều tiết nước hợp lý mới có thể đáp ứng được yêu cầu về nước cho cây trồng trong cả năm. Tình hình khô hạn là mối đe dọa nghiêm trọng đối với sản xuất nông nghiệp ở đại bộ phận vùng này, nhưng điều kiện nắng nhiều - mưa ít ở vùng cực nam lại tạo điều kiện tốt cho việc phát triển nghề làm muối và chế biến hải sản.

Số giờ nắng ở cực nam Nam Trung Bộ quan trắc được khá cao (xấp xỉ số giờ nắng ở Phan Thiết: trung bình nhiều năm đạt trên 2.880 giờ, có năm đạt trên 3.200 giờ). Do đó bức xạ tổng cộng tính theo giờ nắng bằng công thức thực nghiệm có giá trị rất cao. Một số số liệu đo bức xạ khác (không chính thức) cũng cho thấy trị số bức xạ tổng cộng ở khu vực này đạt rất cao. Điều đó cho thấy tiềm năng năng lượng bức xạ ở Nam Trung Bộ, đặc biệt ở khu vực cực nam của Nam Trung Bộ rất phong phú, và việc đầu tư khai thác nguồn năng lượng mới này có khả năng thu được hiệu quả kinh tế cao.

Mặc dầu tốc độ gió trung bình năm ở đây không lớn, nhưng vùng ven bờ Nam Trung Bộ nhô ra biển nên có lợi thế rất thoáng gió (kể cả các gió hướng bắc và tây bắc). Nhiều công ty trong và ngoài nước đang đầu tư để khai thác, sử dụng nguồn năng lượng gió. Ngoài ra về mặt năng lượng gió cũng có thể coi gió Tu Bông là một tiềm năng hạng nhỏ, có thể được khai thác để phục vụ trực tiếp cho dân cư địa phương (ở vùng Tu Bông và bán đảo Hòn Gốm).

Như đã đề cập ở trên, thời tiết khô nóng là một trở ngại cho sản xuất và đời sống, mặc dầu mức độ có phần đỡ khắc nghiệt hơn vùng Bắc Trung Bộ. Thời kỳ ít mưa trong tháng III, tháng IV và tiếp theo thời kỳ gió "fơn" khô nóng gây nhiều khó khăn cho sự phát triển của các giống cây ưa nước, nhất là lúa và hoa màu ở giai đoạn trổ bông, phát dục.

Một khó khăn khác khá nghiêm trọng, đó là bão, lụt trong thời kỳ cuối hạ - đầu đông. Ở vùng này địa hình dốc mạnh ra phía biển, sông suối ngăn lại không có hệ thống đê điều, cho nên tác hại do mưa bão, nước dâng, lũ lụt gây ra hàng năm khá lớn.

### **5.2.3. Khu vực Tây Nguyên**

Vùng Tây Nguyên là vùng núi và cao nguyên rộng lớn của Nam Trung Bộ thuộc sườn tây Trường Sơn, bao gồm những khối núi khá đồ sộ, liên kết lại từ những cao nguyên tương đối bằng phẳng, tạo thành nhiều bậc thềm hạ thấp dần về phía thung lũng sông Mê Công.

Ở phía bắc có cao nguyên Kon Tum – Plây Cu cao 500 - 700 m nằm ở phía tây nam khối núi đồ sộ Kon Tum Thượng với nhiều đỉnh cao trên 2000m. Ở giữa là cao nguyên Đắc Lắc với phần lớn diện tích có độ cao 300 - 600m. Phần nam Tây Nguyên gồm 2 cao nguyên Lang Biang cao 1500 m và cao nguyên Di Linh cao 800 - 1000 m. Phía đông Tây Nguyên (nhô ra gần bờ biển) có những đỉnh cao của Nam Trường Sơn trên dưới 2000m.

Khí hậu Tây Nguyên thể hiện nhiều nét đặc sắc bởi độ cao địa hình và ảnh hưởng chắn gió của dãy Trường Sơn.

Đặc điểm cần đề cập đầu tiên ở vùng này là sự hạ thấp đáng kể của nền nhiệt độ theo quy luật giảm nhiệt theo độ cao địa hình. Độ cao phổ biến của Tây Nguyên, như đã thấy ở trên, là 500 - 1000m, do đó nhiệt độ hạ thấp 3 - 6°C (giảm 0.5 - 0.6°C/100m trong khí quyển tự do) và ở độ cao 1.500m (Đà Lạt) nhiệt độ hạ thấp 8 - 9°C.

Mặc dầu vậy, hàng năm giữa mùa nóng và mùa lạnh không có sự chênh lệch nhiệt độ đáng kể. Biên độ trung bình năm của nhiệt độ đạt dưới 5°C (ở khu vực phía nam Tây Nguyên có giá trị thấp hơn, vào khoảng 3 - 4°C). So với các vùng núi có cùng độ cao ở Bắc Bộ thì mùa đông ở Tây Nguyên ấm hơn nhiều (khoảng 7 - 8°C). Ở đây do có sự ngăn chặn của dãy Trường Sơn, ảnh hưởng của gió mùa mùa đông (kể cả các đợt gió mùa đông bắc mạnh) bị suy yếu đi nhiều.

Đặc điểm quan trọng thứ 2 ở Tây Nguyên là sự tương phản sâu sắc giữa hai mùa mưa ẩm. Đặc điểm này liên quan nhiều với sự chắn gió của dãy Trường Sơn gây ra hiệu ứng "fơn": Về mùa đông, gió đông bắc gây mưa ở sườn đông vượt qua núi đến vùng Tây Nguyên trở nên khô. Tình trạng khô hạn trong mùa đông ở đây còn trầm trọng hơn so với Nam Bộ. Tổng cộng lượng mưa trong suốt mùa khô từ tháng XI đến tháng III thường chỉ chiếm 7 - 8% lượng mưa năm, độ ẩm tương đối thời kỳ này cũng rất thấp (khoảng dưới 70%). Về mùa hạ gió tây nam đổ mưa ở sườn tây Trường Sơn, cho nên lượng mưa mùa hạ ở Tây Nguyên rất lớn (chiếm trên 90% lượng mưa năm). Lượng mưa trung bình năm ở Tây Nguyên đạt mức cao ở nước ta (1800 - 2700mm, ở phần phía bắc lượng mưa năm có thể đạt tới 2800mm), ngoại trừ ở Hậu Bôn chỉ đo được 1340mm. Độ ẩm trong mùa hạ cũng rất cao, thường đạt 85 - 90%.

Do điều kiện địa hình mà trên cùng một khu vực ở khoảng cách không xa giữa sườn đón gió và sườn khuất gió lượng mưa hàng năm có thể chênh lệch nhau 1000mm. Mùa mưa ở bắc Tây Nguyên chấm dứt sớm hơn (cuối tháng X), trong khi ở nam Tây Nguyên chấm dứt vào tháng XI.

**Từ phân tích trên và các kết quả được đề cập trong Chương 3, có thể đưa ra một số thuận lợi và khó khăn về mặt khí hậu ở khu vực Tây Nguyên như sau :**

Khí hậu Tây Nguyên có thuận lợi nổi bật nhất là chế độ nhiệt khá ôn hoà: mùa hạ dịu mát, mùa đông không quá lạnh như ở các vùng núi ở Bắc Bộ; biên độ năm của nhiệt độ tương đối nhỏ,...cho phép ổn định cơ cấu cây trồng quanh năm, nhất là các cây ăn quả và cây công nghiệp dài ngày.

Mùa mưa chiếm tỷ lệ trên 90% lượng mưa năm, nhưng lại phân phối tương đối đều trong 6, 7 tháng và cường độ mưa không lớn như ở Bắc Trung Bộ. Mặc dầu vậy, chế độ mưa ẩm ở đây không thật thuận lợi cho cây trồng, vì vùng Tây Nguyên có một mùa khô gay gắt kéo dài 5 tháng, và với địa hình thoải dần về phía tây, khó giữ nước, nên dễ xảy ra hạn hán, thậm chí có nhiều trường hợp hạn hán rất nghiêm trọng (ví dụ đợt hạn 1997 - 1998 do chịu ảnh hưởng của hiện tượng El Nino). Rõ ràng vùng Tây Nguyên muốn khắc phục được tình hình khô hạn trong mùa khô thì cần phải có giải pháp trữ nước và điều tiết nước hợp lý (xây kè, đập, trạm thủy điện,...). Việc Nhà nước đầu tư cho việc nghiên cứu các căn cứ khoa học, tiến tới áp dụng công nghệ và xây dựng cơ sở vật chất kỹ thuật để làm tăng lượng mưa (làm mưa nhân tạo), hy vọng sẽ là một giải pháp tích cực để chống hạn cho vùng này nói riêng và cho các vùng lãnh thổ khác nói chung, vẫn biết sự đầu tư làm mưa nhân tạo là rất lớn và độ rủi ro cũng không nhỏ.

### **5.3. Đánh giá tác động tiềm tàng do biến đổi khí hậu trong tương lai**

#### **5.3.1. Tác động tiềm tàng đến các ngành kinh tế xã hội**

##### *5.3.1.1. Tác động của biến đổi khí hậu đến nông nghiệp*

Đối với nông nghiệp tác động của BĐKH thể hiện rõ rệt trong 4 vấn đề:

##### *1) Ảnh hưởng đến đất sử dụng cho nông nghiệp*

Đất đai là tư liệu sản xuất chủ yếu, không thể thay thế được của nông nghiệp và sử dụng đất đai hợp lý trong nông nghiệp đóng vai trò quan trọng

trong chính sách sử dụng hợp lý tài nguyên, phát triển kinh tế - xã hội và bảo vệ môi trường.

Vốn đất sử dụng lâu dài cho nông nghiệp không những bị thu hẹp do nước biển dâng mà vốn đất hàng năm sử dụng cho nông nghiệp cũng bị tổn thất do các tác động trực tiếp và gián tiếp khác của BĐKH: hạn hán, lũ lụt, sạt lở, hoang mạc hóa,...

## *2) Biến đổi khí hậu làm thay đổi tính thích hợp của nền sản xuất nông nghiệp*

Điều kiện khí hậu từ xưa đến nay cho phép nước ta phát triển một nền nông nghiệp nhiệt đới và chế độ nhiệt - ẩm dồi dào, cho phép trồng trọt quanh năm, sử dụng các công thức luân canh, xen canh, tăng vụ.... Trên thực tế, nước ta đang khai thác ngày càng có hiệu quả nền nông nghiệp nhiệt đới gió mùa, có mùa đông lạnh ở các vùng khí hậu phía Bắc và nền nhiệt đới thấp trên các vùng núi cao với sự hình thành các tập đoàn cây con phù hợp với các vùng sinh thái. Cơ cấu mùa vụ thích hợp với từng vùng khí hậu, với các giống cây dài ngày hoặc ngắn ngày bảo đảm sinh trưởng hợp lý trong các giai đoạn phát dục khác nhau, từ gieo trồng đến thu hoạch,...

Dưới ảnh hưởng của BĐKH, với sự giảm dần cường độ lạnh trong mùa đông và nền nhiệt độ thấp trên các vùng cao và sự tăng cường thời gian nắng nóng chắc chắn dẫn đến tình trạng mất dần hoặc triệt tiêu tính phù hợp giữa các tập đoàn cây, con trên các vùng sinh thái:

- Trên các vùng đồng bằng nói chung sự thích hợp của cơ cấu mùa vụ với cơ chế khí hậu hiện tại sẽ trở nên lỏng lẻo hơn. Nhiều giống cây ngắn ngày sẽ không bảo đảm được thu hoạch kịp thời trước mùa mưa bão, do mùa bão, mùa lũ trở nên thất thường hơn và có thể ác liệt hơn.

- Trên các vùng đồng bằng phía Bắc, các sản phẩm mang tính á nhiệt đới, thu hoạch trong vụ đông sẽ ngày càng ít ỏi đi.

- Trên các vùng cao, thể mạnh trồng trọt và chăn nuôi, các cây công nghiệp dược liệu, rau quả ôn đới, vật nuôi xứ lạnh cũng mai một dần theo thời gian,...

Biến đổi khí hậu chắc chắn làm chậm đi quá trình phát triển nền nông nghiệp hiện đại sản xuất hàng hóa và đa dạng hóa cũng như làm biến dạng nền nông nghiệp cổ truyền. Ở mức độ nhất định, BĐKH làm mất đi một số đặc điểm quan trọng của các vùng nông nghiệp ở phía Bắc.

*3) Do tác động của biến đổi khí hậu, thiên tai ngày càng ảnh hưởng nhiều hơn đến sản xuất nông nghiệp*

Các thiên tai chính tác động đến sản xuất nông nghiệp ngày càng gia tăng trong bối cảnh BĐKH:

- Bão hoạt động trên Biển Đông và bão ảnh hưởng trực tiếp đến nước ta ngày càng gia tăng về tần số và có thể cả về cường độ. Quy luật hình thành, dịch chuyển của bão ngày càng phức tạp hơn, khó lường hơn. Tần số bão tăng lên đồng nghĩa với gia tăng uy hiếp mùa màng, nhất là lúa, mùa thời vụ thu hoạch, đặc biệt là nước biển dâng trong bão tràn đê làm ngập ruộng lúa trên diện rộng, nhất là vùng ven biển.

- Ngập lụt sẽ làm tăng dần theo thời gian do tần số và cường độ mưa ngày càng gia tăng theo lượng mưa, ảnh hưởng nghiêm trọng đến sản xuất nông nghiệp trên cả nước, đặc biệt là đồng bằng sông Hồng, sông Cửu Long. Ở đồng bằng sông Hồng ruộng đồng bị bao bọc trong các vùng đất thấp, bao bọc bởi đê sông, đê biển, diện mưa lớn lại rộng hơn nên ngập lụt càng nghiêm trọng. Ở đồng bằng sông Cửu Long ngập lụt trên đồng ruộng do triều cường trở nên nguy hiểm hơn khi mực nước biển dâng lên.

- Hạn hán gia tăng trên khắp cả nước, nhất là ở vùng Nam Trung Bộ và Tây Nguyên, sẽ làm tăng thiệt hại nhiều mặt đối với sản xuất nông nghiệp:

+ Diện tích gieo trồng lúa và hoa màu bị thu hẹp.

+ Chi phí tưới và có thể cả chi phí cho sản xuất tăng lên nhanh chóng.

+ Năng suất lúa và hoa màu suy giảm đến mức thấp nhất.

- + Sản lượng lúa và sản lượng hoa màu suy thoái, giảm sút.
- + Mất an ninh lương thực, lương thực thiếu hụt và giảm khẩu phần gia súc.

Ảnh hưởng của BĐKH trở nên khốc liệt hơn trên các vùng đất nông nghiệp thuộc các châu thổ trải đều từ Bắc đến Nam khi hạn hán song hành với xâm nhập mặn trên các sông lớn và vừa.

#### *4) Biến đổi khí hậu gây nhiều khó khăn cho công tác thủy lợi*

Nước biển dâng cao, khả năng tiêu thoát nước ra biển giảm đi rõ rệt, kéo theo mực nước các sông dâng lên, kết hợp với gia tăng dòng chảy lũ từ thượng nguồn sẽ làm cho đỉnh lũ tăng thêm, uy hiếp các tuyến đê sông ở các tỉnh phía Bắc, đê bao và bờ bao ở các tỉnh phía Nam.

Hầu hết công trình tiêu nước vùng ven biển hiện nay là hệ thống tiêu tự chảy sẽ gặp rất nhiều khó khăn khi nước biển dâng lên: diện tích ngập úng mở rộng, thời gian ngập úng kéo dài.

Do lượng mưa và cường độ mưa tăng lên cùng với quá trình công nghiệp hóa, đô thị hóa dẫn đến nhu cầu tiêu nước và cấp nước gia tăng vượt khả năng đáp ứng của nhiều hệ thống thủy lợi. Mặt khác, nước biển dâng, dòng chảy lũ gia tăng có khả năng vượt quá các thông số thiết kế hồ, đập, tác động tới an toàn hồ đập và quản lý tài nguyên nước...

#### *5.3.1.2. Tác động của biến đổi khí hậu đến lâm nghiệp*

Về lâm nghiệp, tác động của BĐKH thể hiện trong các vấn đề sau đây: quỹ đất rừng và diện tích rừng, cơ cấu tổ chức rừng, sinh khối rừng và chất lượng rừng, nguy cơ cháy rừng.

##### *1) Tác động của biến đổi khí hậu đến quỹ đất rừng và diện tích rừng*

Khi mực nước biển dâng lên diện tích rừng ngập mặn ven biển chịu tổn thất to lớn với tỷ lệ rất cao. Các quá trình hoang mạc hóa khác nhau chắc chắn thu hẹp diện tích rừng trên các vùng núi với độ dốc lớn có khả năng phát triển rừng phòng hộ. Ngoài ra, sạt lở đất và xói lở bờ biển cũng làm giảm diện tích rừng chắn cát bay, cát chảy ven biển miền Trung.

Tuy nhiên, nguy cơ thu hẹp diện tích rừng chủ yếu có thể là quá trình khai thác rừng lấy đất cho các sản xuất nông nghiệp, thủy sản, cư dân và các hoạt động khác bù vào diện tích mất đi do nước biển dâng đối với các hoạt động đó. Nguy cơ chuyển dịch diện tích đất lâm nghiệp sang đất dành cho các lĩnh vực kinh tế - xã hội khác là tác động gián tiếp song có thể coi là tác động lớn nhất đối với sản xuất lâm nghiệp.

### *2) Biến đổi khí hậu làm thay đổi cơ cấu tổ chức rừng*

Cơ cấu rừng, liên quan mật thiết với cơ chế khí hậu và do đó, với khí hậu có những biến động cơ bản như nâng cao nền nhiệt độ, lượng mưa, lượng bốc hơi, gia tăng bão, các cực trị nhiệt độ, cường độ mưa và suy giảm chỉ số ẩm ướt, chắc chắn dẫn đến những hậu quả to lớn: Chỉ riêng nhiệt độ tăng ranh giới giữa khí hậu nhiệt đới và ranh giới á nhiệt đới, ôn đới đều dịch chuyển lên cao, tức là về phía đỉnh núi. Theo kịch bản phát thải trung bình, cả hai đường ranh giới này nâng lên khoảng 80-100m vào năm 2020; 180-240m vào năm 2050 và 380-500m vào năm 2100 [29].

### *3) Biến đổi khí hậu làm suy giảm chất lượng rừng*

Với những thay đổi theo hướng tiêu cực của nhiều điều kiện khí hậu cơ bản, sẽ phát triển đến mức đáng kể nhiều sâu bệnh mới nguy hại hơn hoặc các sâu bệnh ngoại lai, cần phải có thời gian nghiên cứu lâu dài mới đề ra được phương án chữa trị.

Các quá trình hoang mạc hóa phát triển góp phần quan trọng làm suy giảm nghiêm trọng chất lượng đất. Trong khi đó, chỉ số ẩm ướt giảm đi có nhiều khả năng gây ra suy giảm sinh khối trên hầu hết các loại rừng, đặc biệt là rừng sản xuất. Số lượng quần thể của các loài động vật rừng, thực vật quý hiếm chắc chắn giảm sút đến mức suy kiệt dẫn đến nguy cơ tuyệt chủng.

### *4) Biến đổi khí hậu gia tăng nguy cơ cháy rừng*

Chắc chắn rằng với nền nhiệt độ cao hơn, lượng bốc hơi nhiều hơn, đặc biệt là thời gian và cường độ khô hạn gia tăng nhanh chóng làm cho nguy cơ cháy rừng trở nên ngày một nghiêm trọng.

Ngoài ra, những khó khăn chồng chất lên cộng đồng người nghèo ở vùng núi trong hoàn cảnh BĐKH cũng có thể là động cơ thúc đẩy khai phá rừng làm cho nguy cơ cháy rừng trở nên thường xuyên hơn.

#### *5) Biến đổi khí hậu gây khó khăn cho công tác bảo tồn đa dạng sinh học rừng*

Việt Nam nổi tiếng với sự phong phú về hệ sinh thái và đa dạng sinh học cao. Tuy nhiên, với các biến động, các điều kiện tự nhiên và tài nguyên thiên nhiên do BĐKH, hệ sinh thái rừng sẽ bị suy thoái trầm trọng. Không loại trừ khả năng BĐKH gây ra nguy cơ tuyệt chủng của một số loài, làm mất đi nhiều gen quý hiếm.

#### *5.3.1.3. Tác động của biến đổi khí hậu đến lĩnh vực thủy sản*

BĐKH tác động đến môi trường thủy sinh trên biển, môi trường nuôi trồng thủy sản và cả kinh tế thủy sản.

#### *1) Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến môi trường thủy sinh trên biển*

Trước hết, nhiệt độ nước biển tăng gây bất lợi về nơi cư trú của một số thủy sản buộc chúng di cư đến các vùng biển phía Bắc có nhiệt độ thấp hơn. Nhiệt độ nước biển tăng làm cho quá trình khoáng hóa và phân hủy nhanh hơn ảnh hưởng đến nguồn thức ăn của sinh vật, làm cho thủy sinh tiêu tốn hơn trong quá trình hô hấp và hoạt động khác, ảnh hưởng đến năng suất và chất lượng thương phẩm của thủy sản. Nhiệt độ nước biển tăng thúc đẩy quá trình suy thoái của san hô hoặc thay đổi quá trình sinh lý và sinh hóa trong quan hệ cộng sinh giữa san hô và tảo.

Nhiệt độ nước biển tăng trong bối cảnh mực nước dâng cao ảnh hưởng đến trường áp trên Biển Đông và các khu vực kế cận, dẫn đến những thay đổi về vị trí, cường độ dòng triều, các vùng nước trôi và gia tăng tần số, cường độ bão cũng như các XTNĐ và các xoáy nhỏ.

Ngoài ra, khi nhiệt độ nước biển tăng đến mức độ nào đó, kết cấu thẳng đứng của nhiệt độ nước biển cũng thay đổi. Khi cường độ bão tăng kết hợp với

mưa bão tăng, nồng độ muối cũng giảm đi ảnh hưởng đến sinh thái của một số loài nhuyễn thể.

### *2) Biến đổi khí hậu tác động đến môi trường thủy sản nuôi trồng*

Nhiệt độ trên các thủy vực nuôi trồng thủy sản, kể cả nước biển ven bờ, các bãi triều đều tăng lên ở mức cao hơn do nhiệt độ nước biển tăng. Hậu quả là, hàm lượng ô xy trong nước giảm nhanh, làm chậm tốc độ sinh trưởng của thủy sản, tạo điều kiện bất lợi cho các thủy sinh đã thích nghi với môi trường thủy sản từ trước đến nay. Vì vậy, một số loài thủy vực nước sâu phải tìm điều kiện sinh sống thích hợp hơn ở các lớp sâu hơn và một số loài ở thủy vực nước cạn, có thể chết đi do nước quá nóng. Ngoài ra, quá trình khoáng hóa các chất hữu cơ nhanh hơn cũng ảnh hưởng đến chất lượng thức ăn của thủy sinh.

Cường độ mưa lớn hơn cũng làm thay đổi dòng chảy mặt, lượng nước và chất lượng nước các sông suối, ao hồ. Trong trường hợp mưa quá lớn, các điều kiện thủy lý và thủy hóa có thể thay đổi, ảnh hưởng đến chất lượng sống và tốc độ phát triển của thủy sinh.

Nước biển dâng cũng làm mất nơi sinh sống thích hợp của một số loài thủy sản nước ngọt trong các rừng ngập mặn.

Ngoài ra, lượng bốc hơi tăng lên và hạn hán gia tăng cũng làm hao hụt nhanh chóng lượng nước trong các ao hồ và thủy vực nuôi trồng thủy sản, nhiều nơi không tránh được tình trạng ao hồ cạn kiệt trước thời kỳ thu hoạch, sản lượng nuôi trồng giảm đi rõ rệt.

### *3) Biến đổi khí hậu tác động đến kinh tế thủy sản*

Môi trường nói chung và môi trường thủy sinh trên biển và trên các thủy vực khác xấu đi ảnh hưởng đến sản lượng và chất lượng thủy sản biển cũng như thủy sản nước ngọt.

Gia tăng thiên tai trên biển ảnh hưởng đến cường độ hoạt động, thời gian đánh bắt và năng suất khai thác nghề cá trên biển. Chắc chắn rằng nghề đánh bắt hải sản trở nên khó khăn hơn và gặp nhiều rủi ro hơn. Các ngư trường trên biển phải dịch chuyển theo những thay đổi về dòng chảy và vùng nước trôi, do đó

ảnh hưởng đến năng suất và sản lượng khai thác. Chi phí tu sửa, bảo dưỡng, xây dựng mới bến bãi, cảng cá, ngư cụ, tàu thuyền đều gia tăng đáng kể, nhất là khi nước biển dâng cao, thiên tai dồn dập hơn, buộc phải tăng cường an toàn của các phương tiện và thiết bị đánh bắt hải sản.

Hạn hán gia tăng làm nước ao hồ cạn kiệt buộc phải thu hoạch sớm hơn bình thường. Lũ lụt gia tăng cũng là nhân tố thu hẹp khu vực, diện tích nuôi trồng thủy sản.

#### *5.3.1.4. Tác động của biến đổi khí hậu đến công nghiệp*

Biến đổi khí hậu có khả năng ảnh hưởng đến một số vấn đề chung của ngành công nghiệp: Cơ cấu theo ngành, cơ cấu theo lãnh thổ và phát triển một số ngành trọng điểm.

##### *1) Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến cơ cấu công nghiệp theo ngành*

Theo phân nhóm công nghiệp nước ta hiện nay có 4 ngành thuộc nhóm công nghệ khai thác, 23 ngành thuộc nhóm công nghệ chế biến và 2 ngành thuộc nhóm sản xuất, phân phối điện, khí đốt, nước,... Cũng như các nước trên thế giới ở nước ta, cơ cấu các ngành công nghiệp luôn luôn có sự chuyển dịch kịp thời phù hợp với mọi biến động về tự nhiên cũng như về kinh tế - xã hội trong nước và ngoài nước.

Hiện nay và cả trong tương lai lâu dài cộng đồng thế giới buộc phải cải cách cơ cấu công nghệ theo hướng thay đổi hoặc bổ sung công nghệ nhằm hoàn thiện hiệu suất năng lượng và giảm tổng lượng phát thải khí nhà kính. Trong hoàn cảnh đó, Việt Nam có thể và cần phải cải cách cơ cấu công nghệ theo hướng thân thiện với môi trường, tạo điều kiện hội nhập với thị trường khu vực cũng như thị trường thế giới.

Điều chắc chắn là, trong tương lai Việt Nam có thể hoặc cần phải tăng cường hơn nữa tỷ trọng công nghệ môi trường: phát triển năng lượng tái tạo, tổ chức sản xuất năng lượng từ rác thải, sản xuất năng lượng sinh học, thu hồi nhiệt dư trong nhà máy sản xuất xi măng và nhà máy thủy điện.

##### *2) Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến cơ cấu công nghiệp theo lãnh thổ*

Ở nước ta, hoạt động công nghiệp hiện nay tập trung ở Hà Nội, các tỉnh đồng bằng sông Hồng và các phụ cận, các tỉnh duyên hải Trung Bộ, thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh miền Đông Nam Bộ. Phần lớn các khu công nghiệp nói trên đều là vùng đồng bằng thấp trũng dễ bị tổn thương trước nguy cơ BĐKH đặc biệt là nước biển dâng. Ngoài ra, không ít vùng nguyên liệu công nghiệp cũng sẽ có nhiều thay đổi về quy mô sản xuất cũng như về khối lượng sản phẩm. Vì vậy, có thể và cần thiết phải có sự chuyển dịch cơ cấu theo lãnh thổ trong quy hoạch lâu dài của các ngành công nghiệp

### *3) Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến một số ngành công nghiệp trọng điểm*

Chắc chắn rằng, BĐKH ảnh hưởng đến một số ngành công nghiệp trọng điểm: khai thác than, khai thác dầu khí và chế biến lương thực, thực phẩm.

#### *5.3.1.5. Tác động của biến đổi khí hậu đến ngành năng lượng*

Biến đổi khí hậu có khả năng dẫn đến một số biến đổi tiêu cực đối với lĩnh vực năng lượng, bao gồm tiềm năng năng lượng tái tạo, sản xuất năng lượng và cả hiệu quả năng lượng.

##### *1) Biến đổi khí hậu có thể tác động tiêu cực đến tài nguyên năng lượng tái tạo*

Năng lượng tái tạo là nguồn tài nguyên quý giá và là nguồn năng lượng sạch gần như vô tận trên thế giới cũng như ở nước ta. Tuy nhiên, BĐKH có nhiều khả năng ảnh hưởng tiêu cực đến các loại: thủy điện, điện gió và cả điện năng lượng mặt trời.

Các nhà nghiên cứu ứng dụng cho rằng về tổng thể, BĐKH với nội dung chủ yếu là tăng nhiệt độ, tăng lượng mưa sẽ làm gia tăng phần chi cho các bốc hơi từ các hồ chứa này. Có điều là, BĐKH kéo theo gia tăng cường độ lũ, cả đỉnh lũ và trong một số trường hợp cực đoan, các nhà máy thủy điện buộc phải xả lũ và các sông đang ở mức báo động rất cao. Ngược lại, BĐKH cũng kéo theo hạn hán, làm giảm thời gian phát điện và hiệu suất điện năng trong trường hợp hạn hán khốc liệt.

Năng lượng gió phụ thuộc vào tốc độ gió và đại lượng này biến thiên theo khí áp. Các mô hình hoàn lưu chung ước lượng rằng, mức độ nóng lên ở đới vĩ độ cao và vĩ độ trung bình nhiều hơn ở đới vĩ độ thấp và do đó, bức tranh khí áp thay đổi theo hướng san lấp gradient khí áp, dẫn đến tốc độ gió giảm đi đồng nghĩa với sự sa sút về tiềm năng điện gió. Theo tính toán, khi tốc độ gió thay đổi 10% năng lượng gió thay đổi 13-25%, tùy theo mùa vụ và theo đặc điểm địa lý. Cũng có chuyên gia cho rằng, ở đới vĩ độ cao và trung bình, do nhiệt độ cao lên, mật độ không khí giảm đi và kết quả là với mức tăng nhiệt độ 1-2<sup>0</sup>C năng lượng giảm đi 1-2%.

Tiềm năng điện mặt trời phụ thuộc vào vị trí địa lý, bao gồm vĩ độ, kinh độ, độ cao và chịu ảnh hưởng của độ ẩm, lượng mây, dạng mây và cả tần suất, cường độ sương mù. Với BĐKH toàn cầu, chế độ mây và chế độ ẩm cũng thay đổi. Đã có những quan trắc bước đầu xác nhận lượng mây tăng ở một số nơi thuộc Châu Âu, Nam Mỹ, Ấn Độ, Australia. Đó là tín hiệu cho thấy, BĐKH có khả năng làm giảm tiềm năng của một trong những nguồn năng lượng tương lai. Theo ước tính ban đầu, khi nhiệt độ tăng lên 1<sup>0</sup>C, pin mặt trời giảm đi 0,5% hiệu suất năng lượng.

## *2) Biến đổi khí hậu tác động tiêu cực đến công nghiệp khai thác nguyên liệu*

Tác động tiêu cực của BĐKH có thể trở thành hiện thực đối với công nghiệp khai thác nguyên liệu, nhiên liệu và cả công nghiệp điện lực.

Mực nước dâng cao kéo theo liên đó triều cường gia tăng có khả năng gây nhiều khó khăn cho hệ thống khai thác nguồn than antraxit ở bể than Đông Bắc hiện tại và khai thác than nâu ở độ sâu 300-1000m thuộc đồng bằng sông Hồng. Không loại trừ khả năng hao hụt, tổn thất sản lượng than do tần suất, cường độ mưa bão và lũ lụt gia tăng.

Hoạt động của các dàn khoan dầu đã và sẽ được xây dựng trên biển từ Bắc chí Nam, trên bể trầm tích sông Hồng, trên bể trầm tích Trung Bộ và đặc biệt là các bể trầm tích Cửu Long, Nam Côn Sơn đều phải tăng thêm chi phí sản

xuất, chi phí xây dựng vận hành, duy tu các dàn khoan, các phương tiện. Nhiều hải cảng, bao gồm cầu tàu, bến bãi, nhà kho thiết kế theo mực nước cuối thế kỷ 20 sẽ phải cải tạo lại, thậm chí phải di dời. Các công trình xây dựng mới trong tương lai sẽ phải theo tiêu chuẩn thiết kế mới, tốn kém hơn về chi phí xây lắp cũng như chi phí vận hành.

### *3) Biến đổi khí hậu tác động tiêu cực đến cung ứng và nhu cầu năng lượng*

Hai yếu tố tác động trực tiếp đến cung cấp năng lượng là nước biển dâng và nhiệt độ tăng.

Nước biển dâng gây nhiều khó khăn hơn cho hệ thống vận chuyển dầu và khí từ dàn khoan trên biển đến các nhà máy hóa – lọc dầu cũng như các nhà máy điện khí, các cơ sở hạ tầng cũ, hệ thống truyền tải và phân phối điện ven biển. Nhiệt độ tăng làm trội thêm chi phí thông gió và làm mát hầm lò khai thác than và làm giảm hiệu suất của các nhà máy điện.

Nhu cầu điện cũng tăng lên do nhiệt độ cao hơn, lũ lụt gia tăng và hạn hán trầm trọng hơn. Tiêu thụ điện cho các thiết bị sinh hoạt như điều hòa nhiệt độ, quạt điện, bảo quản lương thực, thức ăn gia tăng theo nhiệt độ. Chi phí tưới và tiêu trong sản xuất lúa, cây công nghiệp gia tăng do tần suất lũ cao hơn và hạn hán trầm trọng hơn.

#### *5.3.1.6. Tác động của biến đổi khí hậu đến ngành giao thông vận tải*

Biến đổi khí hậu tác động đến toàn bộ lĩnh vực giao thông vận tải bao gồm cơ sở hạ tầng giao thông vận tải và hoạt động giao thông vận tải.

##### *1) Biến đổi khí hậu ảnh hưởng xấu đến cơ sở hạ tầng giao thông vận tải*

Khi nước biển dâng cao, nhiều đoạn đường sắt Bắc - Nam và quốc lộ 1 qua các tỉnh miền Trung, đường giao thông nội bộ các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long và đồng bằng sông Hồng và một số tỉnh miền Trung có thể bị ngập. 70 cảng biển lớn nhỏ và hơn 20 cảng hàng không có mặt bằng khá thấp cũng thuộc diện phải nâng cấp, tu bổ để tránh nguy cơ ngập lụt.

Mưa lớn, lũ lụt gia tăng vừa gây ra xói lở nền móng, phá vỡ kết cấu cầu đường, nhất là ở vùng núi, đường Hồ Chí Minh vừa gia tăng ngập lụt lên các công trình giao thông đường bộ, đường sắt cũng như đường ống, nhất là ở đồng bằng.

Nắng nóng nhiều hơn, góp phần thúc đẩy sự thoái hóa và hư hại của các công trình giao thông vận tải các loại và do đó gia tăng đáng kể chi phí bảo trì, tu bổ các công trình và phương tiện giao thông vận tải đường bộ, đường sắt, đường thủy, hàng không.

#### *2) Biến đổi khí hậu tác động tiêu cực đến hoạt động giao thông vận tải*

Khi thiên tai tăng lên về tần số cũng về cường độ, nguy cơ rủi ro đối với giao thông vận tải cũng tăng lên, đặc biệt là giao thông thủy, đường sông và hàng không. Do thiên tai, nhiều khi bị tắc nghẽn hoặc đình trệ và do đó loại hình giao thông không thể cắt giảm. Nắng nóng sẽ nhiều hơn cũng ảnh hưởng đến nhiều hoạt động giao thông bao gồm thiết bị, động cơ và phương tiện. Tốc độ nóng lên nhanh hơn và thời gian duy trì nhiệt độ cao dài hơn làm gia tăng chi phí điều hòa nhiệt độ, nhất là trong vận chuyển hành khách. Nhiều nhà kinh tế cho rằng, BĐKH với nhiệt độ tăng lên đến 2-3<sup>0</sup>C, chắc chắn ảnh hưởng đến hiệu suất giao thông vận tải về thời gian cũng như về kinh tế.

#### *5.3.1.7. Tác động của biến đổi khí hậu đến lĩnh vực y tế, sức khỏe cộng đồng*

Biến đổi khí hậu có khả năng tác động trực tiếp hoặc gián tiếp đến chỉ số phát triển con người (HDI), sinh lý cơ thể cũng như cấu trúc bệnh tật,...

#### *1) Biến đổi khí hậu dẫn đến hạ thấp chỉ số phát triển con người*

Chỉ số phát triển con người được tổng hợp từ 3 yếu tố chính: GDP theo đầu người, chỉ số giáo dục (tỷ lệ người biết chữ, tỷ lệ nhập học) và tuổi thọ bình quân. Trong điều kiện bình thường, chỉ số HDI của Việt Nam tăng trưởng vững chắc nhờ tăng trưởng GDP rõ rệt, phát triển giáo dục có nhiều thành tựu nổi trội và tuổi thọ bình quân tăng lên đều đặn. Do BĐKH, tốc độ tăng trưởng GDP không ổn định, cộng đồng người nghèo không có điều kiện thuận lợi nâng cao chỉ số giáo dục và tuổi thọ bình quân cũng bị ảnh hưởng. Kết quả là HDI không

có sự tăng tiến phù hợp với những cố gắng trong quá trình phát triển kinh tế - xã hội của đất nước.

### *2) Biến đổi khí hậu chứa đựng nhiều yếu tố tiêu cực đối với sinh lý cơ thể*

Biến đổi khí hậu song hành với gia tăng nhiệt độ, nắng nóng làm tăng thêm tần số và kéo dài thời gian duy trì thời tiết bất lợi trong đời sống hàng ngày. Thời tiết nắng nóng gây nhiều khó khăn cho quá trình trao đổi nhiệt giữa cơ thể người và môi trường sinh hoạt, đặc biệt là lao động nặng, hoạt động thể thao, luyện tập quân sự,...

Thời tiết cực đoan gia tăng dẫn đến nhiều nguy cơ đột biến đối với người nhiều tuổi, người già, người mắc bệnh tim mạch, người mắc bệnh thần kinh,...

Như đã biết, BĐKH đồng nghĩa với gia tăng KNK đặc biệt là CO<sub>2</sub>. Tuy CO<sub>2</sub> không có nhiều tác hại đối với con người nhưng trong quá trình phát thải CO<sub>2</sub> đồng thời sản sinh ra các hợp chất lưu huỳnh (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), CO, N<sub>2</sub>O và các khí độc khác.

### *3) Biến đổi khí hậu làm gia tăng bệnh tật và các vật chủ truyền bệnh*

Theo Tổ chức Y tế Thế giới (WHO), BĐKH góp phần gia tăng 11 bệnh truyền nhiễm quan trọng, trong đó có sốt xuất huyết, viêm não Nhật Bản,...

Thực tiễn cho thấy, trong vài thập kỷ gần đây cũng với những biểu hiện ngày một rõ ràng về BĐKH có sự phát sinh, phát triển đáng kể của các dịch cúm quan trọng là AH5N1 và AH1N1, sốt rét quay trở lại ở nhiều nơi, nhất là ở vùng núi, sốt xuất huyết cũng hoành hành trên nhiều địa phương từ Bắc chí Nam.

Nhiều nghiên cứu thực nghiệm cho thấy, BĐKH với chủ thể là nắng nóng gia tăng vừa là điều kiện thuận lợi cho phát sinh, phát triển và lan truyền các vật chủ mang bệnh, nhất là bệnh truyền nhiễm vừa là nhân tố làm giảm sức đề kháng của cơ thể con người.

## **5.3.2. Tác động tiềm tàng của biến đổi khí hậu đến các khu vực nghiên cứu**

### *5.3.2.1. Tác động của biến đổi khí hậu đến vùng Tây Bắc*

Tây Bắc có điều kiện sinh thái của vùng núi, cao nguyên, đồi thấp, có nhiều đai nhiệt độ khí hậu khác nhau (nhiệt đới, á nhiệt đới trên núi, ôn đới trên

núi cao), mật độ dân số thấp, trình độ thâm canh nông nghiệp thấp, sản xuất theo kiểu quản canh, đầu tư ít, phát triển cây công nghiệp có nguồn gốc á nhiệt đới (chè, trâu, hồi, sớ), cây dược liệu, chăn nuôi trâu bò lấy thịt và sữa, có thể mạnh về khai thác thủy điện.

Theo kịch bản BĐKH (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012) [4], khu vực Tây Bắc là một trong các khu vực có mức tăng của nhiệt độ rõ ràng nhất trong quá khứ theo số liệu quan trắc và trong thế kỷ 21 theo các kịch bản BĐKH. Theo số liệu quan trắc, lượng mưa có xu thế giảm trong những năm qua ở khu vực Tây Bắc (Chương 3). Theo kịch bản BĐKH (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012) [4], lượng mưa giảm vào các tháng mùa khô và tăng vào các tháng mùa mưa (Chương 4).

Vành đai á nhiệt đới ( $7.500^{\circ}\text{C}$ ) ở TB hiện nay ở độ cao trên 700 - 800m sẽ lên đến 850m vào năm 2020; 950 - 1.000m vào năm 2050. Mùa lạnh ( $\bar{T} \leq 20$ ) bắt đầu muộn hơn và kết thúc sớm hơn khoảng 5 - 7 ngày vào năm 2020; 14 - 16 ngày vào năm 2050. Mùa nóng cũng bắt đầu sớm hơn, kết thúc muộn hơn và kéo dài hơn [29].

Tần số KKL ở các đới vĩ độ phía Bắc trong các thập kỷ sắp tới có thể giảm đi ít nhiều so với các thập kỷ vừa qua. Tỷ lệ KKL xâm nhập TB so với vùng núi ĐB, ĐBBB cũng có phần thấp hơn so với trước đây. Dao động về tần số KKL từ năm này qua năm khác có thể mạnh mẽ hơn và tính quy luật của mùa KKL trở nên bấp bênh hơn. Mùa KKL có thể đến muộn hơn và kết thúc sớm hơn, thời kỳ cực thịnh vào giữa mùa đông có thể không thật rõ rệt và thời kỳ gián đoạn giữa mùa hè có thể dài hơn. Nhiệt độ thấp nhất tăng lên rất nhiều so với hiện nay và không mấy nơi có nhiệt độ dưới  $0^{\circ}\text{C}$  [29].

Theo Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012), lượng mưa mùa hè tăng lên 2,4 % vào năm 2020; 6,2% vào năm 2050. Ngược lại, lượng mưa mùa xuân giảm đi 1,1% vào năm 2020; 2,9% vào năm 2050. Các kỷ lục của mưa đều tăng lên đồng thời với gia tăng tần số các đợt mưa lớn diện rộng cũng như các đợt hạn hán khốc liệt [4].

Theo kết quả xây dựng kịch bản bằng mô hình PRECIS (Chương 4), lượng mưa năm trên khu vực Tây Bắc có xu thế tăng trong nửa đầu thế kỷ 21 theo kịch bản A1B. Trong đó, tỷ trọng làm tăng lượng mưa năm chủ yếu do mức tăng của lượng mưa mùa mưa. Mặc dù lượng mưa năm có xu hướng tăng, tuy nhiên trong tương lai có khả năng tồn tại những năm có điều kiện khô hạn nghiêm trọng hơn so với thời kỳ 1980-1999 (SPI trong tương lai có giá trị âm thấp hơn so với thời kỳ 1980-1999).

Mùa mưa cũng như mùa khô trở nên thiếu quy luật hơn: bắt đầu cũng như kết thúc có thể quá sớm hoặc quá muộn, mưa dồn dập hơn trong các tháng cao điểm của mùa mưa và tình trạng khô hạn khốc liệt hơn trong các tháng cuối mùa khô [27].

Lượng bốc hơi trong các thập kỷ sắp tới cũng cao hơn hiện nay ít nhiều và cao hơn rõ rệt từ các thập kỷ sau đó. Độ ẩm tương đối trong các thập kỷ sắp tới có thể giảm đi so với các thập kỷ vừa qua, chủ yếu do nền nhiệt độ tăng lên [27].

Các biến đổi về thời tiết hàng năm có khả năng ảnh hưởng đến các ngành kinh tế quốc dân trên vùng:

- Phân phối dòng chảy trên khu vực Tây Bắc có thể thuận lợi hơn sau khi đưa vào vận hành các công trình thủy điện lớn. Tuy vậy, lũ lụt, nhất là lũ quét trên các triền núi vẫn là mối đe dọa thường xuyên trong mùa mưa. Ngược lại, vào mùa khô dòng chảy kiệt lại giảm đi đáng kể, tần số hạn gia tăng.

- Ranh giới của cây trồng nhiệt đới tiến về phía vùng núi cao hơn, phạm vi phát triển các cây công nghiệp điển hình như hồ tiêu, cao su mở rộng hơn, dần dà vượt độ cao 1.000m hoặc hơn nữa. Phạm vi thích nghi của cây trồng á nhiệt đới hoặc ưa lạnh, cây dược liệu ngày càng thu hẹp lại,... Nhiệt độ và lượng bốc hơi tăng làm tăng mạnh nguy cơ cháy rừng và tăng nguy cơ phát triển sâu bệnh.

- Chắc chắn rằng, sản xuất nông nghiệp phải có nhiều thay đổi để thích ứng với tình trạng nhiệt độ cao hơn, mùa lạnh ngắn đi và mùa nóng dài thêm, mùa mưa thất thường, hạn hán và lũ lụt đều gia tăng.

- Hoạt động công nghiệp bao gồm khai thác mỏ, đất hiếm ở Lai Châu, mỏ đồng, niken ở Sơn La và khai thác thủy điện Sơn La, Hòa Bình chắc chắn gặp nhiều khó khăn trở ngại hơn trước, nguy cơ thời tiết trở nên cực đoan hơn, thiên tai nhiều hơn.

#### 5.3.2.2. Tác động của biến đổi khí hậu đến vùng Nam Trung Bộ

Nam Trung Bộ (NTB) là đồng bằng hẹp, khá màu mỡ, có nhiều vùng biển thuận lợi cho phát triển kinh tế biển, nhiều nơi hạn hán kéo dài, sản xuất lúa, cây công nghiệp hàng năm (mía, thuốc lá), cây công nghiệp lâu năm (dừa, điều), chăn nuôi bò, lợn và đánh bắt nuôi trồng thủy sản.

Theo kịch bản BĐKH của Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012) [4], Nam Trung Bộ là khu vực có mức tăng nhiệt độ thấp nhất cả nước trong thế kỷ 21; lượng mưa tăng cao hơn các khu vực phía Nam. Biến đổi khí hậu chắc chắn kéo theo nhiều biến đổi thời tiết hàng năm bao gồm:

- XTNĐ hoạt động trên Biển Đông và XTNĐ đổ bộ hoặc ảnh hưởng NTB nhiều hơn về tần số, mạnh hơn về cường độ, mùa bão kéo dài trên dải ven biển dài hơn 800km ngày càng phức tạp hơn, bắt đầu sớm hơn và kết thúc muộn hơn.

- Tần số KKL đến các vĩ độ NTB tuy ít đi, nhất là trong mùa hè song vào cuối mùa thu đầu mùa đông vẫn kết hợp với XTNĐ và bão gây ra mưa lớn, lũ lụt trầm trọng.

- Nhiệt độ trung bình năm tăng lên 0,4<sup>0</sup>C vào năm 2020; 0,9<sup>0</sup>C vào năm 2050.

- Lượng mưa mùa thu tăng lên 2,4% vào năm 2020; 6,3% vào năm 2050 và 12,1% vào năm 2100, lượng mưa mùa đông và mùa xuân giảm đi khoảng 2 - 3% vào năm 2020; 5-8% vào năm 2050.

- Các kỷ lục về lượng mưa ngày, lượng mưa tháng và lượng mưa năm đều tăng lên đáng kể, nhất là ở các trung tâm mưa lớn Trà My, Ba Tơ, Bảo Lộc.

- Mưa lớn gây lũ lụt trong mùa thu, mùa đông và hạn hán trong mùa xuân, mùa hè ngày càng nghiêm trọng hơn.

- Lượng bốc hơi cũng gia tăng theo nhiệt độ, nhưng chỉ ở mức không quá nhiều trong khi độ ẩm tương đối có thể giảm đi ít nhiều.

Những biến đổi của các yếu tố khí hậu như trên kéo theo những biến đổi trong các lĩnh vực kinh tế - xã hội.

- Dòng chảy lũ vẫn gia tăng nhưng dòng chảy kiệt suy giảm rõ rệt, ảnh hưởng nghiêm trọng đến nguồn nước, nhất là nước trong mùa khô trên phần lãnh thổ phía Nam của NTB.

- Trong tương lai xa, cơ cấu cây trồng và cơ cấu thời vụ cần được điều chỉnh theo hướng phù hợp hơn với tình trạng nắng nóng, hạn hán dài hơn, khô liệt hơn.

- Chi phí cho sản xuất một đơn vị sản phẩm tăng lên do nhu cầu tưới cao hơn, thời gian chống hạn dài hơn.

- Nước biển dâng, thu hẹp diện tích rừng ngập mặn tạo điều kiện xói lở gia tăng và gây nhiều khó khăn cho nghề đánh bắt, nuôi trồng thủy sản và ảnh hưởng sâu sắc đến quá trình phát triển kinh tế biển. Nước biển dâng vừa thu hẹp diện tích khu dân cư ven biển; vừa tăng cường khả năng xói lở bờ biển Quy Nhơn, Nha Trang, các công trình giao thông ven biển, đặc biệt là quốc lộ 1, đường sắt Bắc - Nam, các cảng nước sâu: Dung Quất, Cam Ranh,...

- Nhiệt độ tăng, nguồn nước suy giảm cũng gây nhiều khó khăn cho cuộc sống hàng ngày, thậm chí góp phần gia tăng dịch bệnh, nhất là bệnh nhiệt đới, bệnh truyền nhiễm,...

#### *5.3.2.3. Tác động của biến đổi khí hậu đến vùng Tây Nguyên*

Tây Nguyên (TN) bao gồm các cao nguyên bazan rộng lớn trên các độ cao khác nhau, hình thành hai mùa mưa, khô rõ rệt, có nhiều dân tộc sinh sống, chuyên canh cà phê, cao su, chè, dâu tằm, hồ tiêu, chăn nuôi bò thịt, bò sữa. Thế mạnh của TN là phát triển cây công nghiệp lâu năm, khai thác chế biến lâm sản, khai thác thủy năng kết hợp với thủy lợi.

Theo kịch bản BĐKH của Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012) [4], khu vực Tây Nguyên có mức tăng nhiệt độ và lượng mưa trong tương lai ở mức thấp

nhất cả nước. Trong tương lai, KKL rất khó xâm nhập sâu vào các vùng thấp của TN theo các thung lũng sông của NTB. Cũng như các thập kỷ vừa qua, ảnh hưởng trực tiếp của các khối không khí cực đới ở TN còn ít hơn ở các tỉnh phía Bắc của NTB.

XTNĐ vẫn có khả năng ảnh hưởng đến TN, nhất là ở vùng giáp giới với NTB. Không loại trừ khả năng những cơn bão mạnh đổ bộ vào NTB và tiếp tục tiến sâu về TN.

Nhiệt độ trung bình tăng lên so với hiện nay khoảng  $0,3^{\circ}\text{C}$  vào năm 2020;  $0,8^{\circ}\text{C}$  vào năm 2050, ít hơn rất nhiều so với các vùng khí hậu phía Bắc. Nhiệt độ cao nhất có thể tăng nhiều hơn so với nhiệt độ trung bình, trên các vùng núi thấp có thể đến  $40^{\circ}\text{C}$  vào năm 2020;  $41,^{\circ}\text{C}$  vào năm 2050 [27]. Ngay cả những vùng cao như Đà Lạt cũng rất hiếm khi có nhiệt độ xuống dưới  $0^{\circ}\text{C}$ . Vành đai á nhiệt đới trên các núi cũng cao dần lên khoảng 100m vào năm 2020; 200m vào năm 2050.

Theo kịch bản BĐKH của Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012) [4], lượng mưa mùa lũ hầu như không thay đổi trong suốt thế kỷ 21 song lượng mưa mùa thu tăng lên 2,5% vào năm 2020; 6,5% vào năm 2050. Trong khi đó, lượng mưa mùa đông và mùa xuân giảm đi 3-4% vào năm 2020; 7-9% vào năm 2050. Kỷ lục lượng mưa ngày, lượng mưa tháng và lượng mưa năm có thể tăng lên theo thời gian nhưng với mức độ không cao. Trong khi đó, mùa khô ngày càng khốc liệt hơn, hạn hán gia tăng với mức độ đáng kể.

Biến đổi của các yếu tố khí hậu ảnh hưởng nhiều đến các lĩnh vực kinh tế - xã hội khu vực Tây Nguyên, bao gồm:

- Dòng chảy năm trên các sông dần dần giảm đi chủ yếu do suy giảm của dòng chảy kiệt. Lũ lụt, nhất là lũ quét vẫn là mối đe dọa thường xuyên trong mùa mưa trên các vùng trung lưu, hạ lưu các sông, nhất là sông Ba. Nguồn nước dùng cho sản xuất và sinh hoạt mùa khô trên hầu hết các vùng ngày càng khan hiếm. Hoạt động của các cơ sở thủy điện càng ngày càng gặp những khó khăn do nguồn nước dự trữ mùa khô ngày càng giảm đi.

- Sản xuất cây công nghiệp thế mạnh như cao su, cà phê,... đòi hỏi gia tăng kinh phí tưới và các kinh phí khác và do đó, giá thành sản phẩm ngày một cao hơn.

- Rừng á nhiệt đới như thông, pơ mu, các cây rau, hoa có nguồn gốc ôn đới có thể mất đi một phần diện tích đáng kể, giảm đi về chất lượng do sự dịch chuyển vành đai á nhiệt đới về phía cao hơn. Ngược lại, các cây nhiệt đới điển hình, nhất là các cây công nghiệp có khả năng phát triển trên cả những nơi hiện có điều kiện nhiệt ít nhiều thấp hơn tiêu chuẩn nhiệt đới.

- Diện tích và chất lượng rừng nhiệt đới với thực vật quý hiếm (cầm lai, trắc, sấu,...) và cả động vật có giá trị cao (tê giác, bò tót, voi,...) sẽ ngày càng suy giảm do mất dần điều kiện nhiệt - ẩm thích nghi lâu đời và nguy cơ cháy rừng, khai phá rừng ngày một trở nên hiện hữu.

- Nhiệt độ cao hơn, tạo điều kiện phát sinh, phát triển nhiều loại vi khuẩn, dịch bệnh cho cây trồng, vật nuôi và cả cư dân các dân tộc sinh sống.

#### ***5.4. Phân tích lựa chọn và đề xuất giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu***

Như đã phân tích trên, hầu hết các ngành kinh tế xã hội quan trọng của các khu vực đều chịu tác động của sự biến đổi các yếu tố khí hậu (nhiệt độ, lượng mưa, XTND, KKL, ...). Trong khuôn khổ nghiên cứu của nhiệm vụ, chúng tôi chỉ tập trung vào phân tích đưa ra các giải pháp thích ứng với sự biến đổi của lượng mưa trên các khu vực. Các giải pháp được đưa ra dựa trên kế thừa các kết quả nghiên cứu, điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội, mức độ biến đổi của lượng mưa ở các khu vực này.

##### ***5.4.1. Phân loại các giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu***

Thông thường, người ta phân chia các giải pháp thích ứng với BĐKH thành 3 loại sau đây [35]:

- 1) Các giải pháp cho mỗi lĩnh vực.
- 2) Các giải pháp đa lĩnh vực.
- 3) Các giải pháp trung gian

Các giải pháp đối với lĩnh vực liên quan đến thích ứng cụ thể với các lĩnh vực chịu tác động của BĐKH. Thí dụ, trong lĩnh vực nông nghiệp do chịu ảnh hưởng của sự suy giảm lượng mưa và tăng khả năng bốc hơi đòi hỏi phải có giải pháp nhằm tăng cường năng lực cung cấp nước tưới; khả năng mất đất nông nghiệp do mức nước biển dâng gây ngập úng và nhiễm mặn là cơ sở để tăng cường hệ thống đê biển nếu cần phải bảo vệ diện tích đất nông nghiệp hoặc bố trí lại cơ cấu sản xuất cho phù hợp với điều kiện thay đổi.

Các giải pháp đa lĩnh vực có liên quan nhiều đến việc quản lý các tài nguyên thiên nhiên gắn với các lĩnh vực. Chẳng hạn quản lý tài nguyên nước lưu vực, quản lý tổng hợp dải ven biển, các cách tiếp cận sinh thái trong thích ứng với BĐKH bao gồm quản lý tổng hợp đất, nước, rừng v.v... nhằm bảo vệ đa dạng sinh học do tác động của BĐKH.

Các giải pháp trung gian bao gồm nhiều hoạt động liên quan đến một số hoặc nhiều lĩnh vực khác nhau có tác dụng quan trọng trong việc xây dựng và hỗ trợ thực hiện các giải pháp cụ thể đối với lĩnh vực hoặc đa lĩnh vực. Những giải pháp trung gian thường được sử dụng gồm:

1) Giáo dục và đào tạo, huấn luyện có thể giúp tăng cường năng lực thích ứng cho các chủ thể và cộng đồng trong tương lai và cũng có thể hỗ trợ cho các hoạt động nghiên cứu triển khai liên quan đến xây dựng các giải pháp thích ứng.

2) Tuyên truyền, nâng cao nhận thức là giải pháp hiệu quả làm tăng sự hiểu biết và quan tâm, thu hút các đối tượng khác nhau, trong đó bao gồm cả các nhà hoạch định chính sách, các nhà quản lý doanh nghiệp, các tổ chức và cộng đồng vào các hoạt động thích ứng.

3) Tăng cường hoặc điều chỉnh các chính sách tài chính là giải pháp có tác dụng khuyến khích và hỗ trợ các tổ chức và cá nhân, nhất là các khu vực tư nhân tham gia vào các hoạt động thích ứng.

4) Quản lý thiên tai và các hiểm họa khí hậu. Đây là giải pháp quan trọng có thể làm giảm đáng kể những tổn thất do biến động khí hậu, các hiện tượng khí hậu cực đoan và những hiểm họa khí hậu cả trước mắt và trong tương lai.

Giải pháp này trước hết được thực hiện trên cơ sở một hệ thống theo dõi, giám sát dự báo và cảnh báo sớm được tăng cường và hoàn thiện. Một hệ thống thông tin tốt sẽ góp phần bảo đảm cho các hệ thống theo dõi, dự báo và cảnh báo sớm phát huy kết quả. Cuối cùng còn phụ thuộc vào những người tiếp nhận và sử dụng thông tin.

Các chiến lược và kế hoạch phòng chống thiên tai đã được thực hiện trước đây cần được nghiên cứu, điều chỉnh cho phù hợp với tình hình BĐKH và các hiện tượng khí hậu cực đoan gia tăng.

5) Nghiên cứu khoa học, triển khai và đổi mới công nghệ là giải pháp cần thiết, tạo cơ sở cho việc ứng phó với BĐKH và các hiện tượng khí hậu cực đoan, bảo đảm tính khoa học, hiệu quả và bền vững.

6) Tăng cường hệ thống quan trắc khí tượng, thủy văn và thông tin (viễn thông quốc tế và quốc gia), bảo đảm quan trắc đầy đủ và chính xác các yếu tố khí hậu, nhất là các đặc trưng yếu tố cực trị về nhiệt độ, lượng mưa, tốc độ gió, mực nước biển, dòng chảy v.v..., tạo cơ sở cho việc nghiên cứu BĐKH và các hiện tượng khí hậu cực đoan, đồng thời cung cấp kịp thời thông tin khí tượng thủy văn nguy hiểm cho các hoạt động chỉ đạo phòng chống và thích ứng.

#### ***5.4.2. Một số giải pháp thích ứng đã được triển khai ở các nước trên thế giới***

##### ***5.4.2.1. Giải pháp chung***

- Tăng cường hệ thống quan trắc, theo dõi và cảnh báo
- Nâng cao năng lực dự báo
- Tăng cường (nâng cấp) hạ tầng kỹ thuật
- Nghiên cứu và triển khai áp dụng các giải pháp khoa học, công nghệ
- Nâng cao nhận thức
- Tăng cường nguồn nhân lực
- Thay đổi cách quản lý
- Điều chỉnh quy hoạch, cơ cấu kinh tế, cơ cấu sản xuất
- Bổ sung các chính sách bảo hiểm, cứu trợ.

#### 5.4.2.2. Các giải pháp thích ứng đối với các lĩnh vực

##### a) Các giải pháp thích ứng trong lĩnh vực nông nghiệp

###### **Ở Canada:**

- Thay đổi địa hình đất nông nghiệp
- Thay đổi thời vụ sản xuất
- Thay đổi hoạt động canh tác
- Sử dụng các hệ thống nhân tạo để nâng cao khả năng sử dụng và cung cấp nước, chống xói mòn.

###### **Ở Zimbabwe:**

Thực hiện các giải pháp “phản ứng” (reactive) và giải pháp “phòng ngừa” (anticipation). Các giải pháp “phản ứng” có xu hướng nảy sinh từ sự “cảm nhận” của nông dân về sự biến đổi đã diễn ra hoặc đang biến đổi các điều kiện sản xuất nông nghiệp. Chẳng hạn, hạn hán ở Zimbabwe hiện đang tái xuất hiện với sự biến đổi mạnh mẽ và đã đến mức báo động đối với chính phủ và cộng đồng nông dân, đòi hỏi phải kiểm tra, xem xét lại thực tiễn về quản lý, sử dụng đất và hạ tầng kỹ thuật nông nghiệp và nông thôn. Tiềm năng của các giải pháp “phản ứng” trong thích ứng với nông nghiệp tỏ ra có nhiều triển vọng ở cấp nông trang. Những giải pháp thích ứng loại này bao gồm:

- Thay đổi sử dụng đất: Nhiều vùng đất sản xuất nông nghiệp bị hạn được chuyển sang phát triển du lịch sinh thái, trồng các loại cây khác hoặc giống cây trồng chịu hạn cao và ít sâu bệnh.

Việc canh tác nông nghiệp đơn thuần một loại cây, con (monoculture) có nhiều khả năng bị tổn hại do BĐKH và dịch bệnh được chuyển sang các hệ canh tác đa dạng hơn giúp cho nông dân đối phó tốt hơn với BĐKH.

- Thay đổi cách quản lý: Cũng có thể làm giảm những tác động xấu của BĐKH. Chẳng hạn thay đổi thời vụ sản xuất (gieo trồng, bón phân, tưới tiêu, trừ sâu...) có thể làm giảm khả năng tổn hại.

- Tăng cường hạ tầng kỹ thuật: Ở những vùng nhiệt độ cao, khả năng bốc hơi lớn, việc tăng cường các hệ thống thủy lợi (tưới) đi đôi với thay đổi thiết kế

đồng ruộng và các thiết bị được đầu tư sử dụng có hiệu quả rõ rệt trong việc nâng cao khả năng cung cấp nước. Chi phí cho xây dựng đập hiện nay sẽ thấp hơn nhiều so với chi phí trong tương lai.

Các giải pháp “phòng ngừa” thường được triển khai ở quy mô quốc gia với sự trù liệu dài hạn, hướng tới ảnh hưởng lớn đến cộng đồng. Nông nghiệp chịu ảnh hưởng nhiều mặt và rộng rãi từ các chính sách của chính phủ (chi phí đầu tư, giá sản phẩm, cơ cấu thị trường...). Các chính sách của chính phủ phụ thuộc vào nguồn tài nguyên đất, tài nguyên nước.

(Trong việc đề ra các chính sách để tác động trực tiếp đến các giải pháp thích ứng, phòng ngừa, chính phủ thường có những khó khăn do những điều chưa chắc chắn về mức độ và tỷ lệ biến đổi của các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan, nhất là ở các quy mô nhỏ, do yêu cầu đầu tư lớn trong khi nguồn lực không phải là dồi dào).

Thông qua các chính sách của chính phủ về phát triển hạ tầng kỹ thuật, nghiên cứu và triển khai, giáo dục, quản lý tài nguyên nước, giá cả, chính phủ có thể thực hiện được cả 2 giải pháp thích ứng “phản ứng” và thích ứng “phòng ngừa”.

#### ***Ở Ai Cập:***

Các giải pháp tăng cường quản lý tài nguyên và chiến lược thích ứng có hiệu quả bao gồm:

- Quản lý nguồn nước
- Quản lý đất
- Chuyển đổi cây trồng thích nghi với BĐKH.

#### **b) Các giải pháp thích ứng trong lĩnh vực lâm nghiệp**

- Đẩy mạnh quy hoạch và quản lý rừng
- Khuyến khích phát triển các mô hình nông- lâm kết hợp
- Khuyến khích sử dụng các sản phẩm rừng lâu năm và các sản phẩm gỗ thay thế vật liệu xây dựng khác
- Mở rộng diện tích rừng thông qua các chính sách thuế và tín dụng

- Thực hiện các kỹ thuật đôn tủa trong khai thác rừng

**c) Các giải pháp thích ứng trong lĩnh vực ngư nghiệp**

- Thực hiện quản lý tổng hợp nguồn lợi thủy sản
- Phát triển năng lực nhân giống, bảo vệ, duy trì các giống thủy sản có khả năng chống chịu với ngoại cảnh khắc nghiệt
- Phát triển các chương trình nuôi cá thương mại
- Giảm các rào cản tự nhiên hoặc nhân tạo đối với các khả năng di cư của cá

**d) Các giải pháp thích ứng trong lĩnh vực y tế, sức khỏe**

- Nâng cấp và hoàn thiện hệ thống chăm sóc sức khỏe
- Tăng cường hệ thống giám sát và dự báo dịch bệnh
- Can thiệp kỹ thuật y tế ở những nơi có dịch bệnh và có sự cố về sức khỏe cộng đồng
- Phát triển giáo dục cộng đồng về sức khỏe và vệ sinh

**5.4.3. đề xuất giải pháp thích ứng với biến đổi lượng mưa trong bối cảnh biến đổi khí hậu**

**5.4.3.1. Tiêu chí lựa chọn giải pháp thích ứng**

Trong khuôn khổ của Nhiệm vụ, từ đặc điểm và tính chất của biến động khí hậu và diễn biến của lượng mưa đã trình bày ở phần trước, chúng tôi xây dựng các tiêu chí lựa chọn các giải pháp chiến lược thích ứng cho các lĩnh vực bao gồm các tiêu chí sau đây:

- Tính đa mục tiêu của giải pháp
- Tính phù hợp với những định hướng ưu tiên và hỗ trợ cho việc thực hiện các mục tiêu phát triển quốc gia, lĩnh vực, địa phương.
- Tính hiệu quả nhiều mặt (kinh tế, xã hội, môi trường)
- Tính bền vững.
- Tính khả thi, khả năng lồng ghép với các chiến lược, chính sách và kế hoạch phát triển.

#### 5.4.3.2. Giải pháp chiến lược chung

- Tăng cường hệ thống theo dõi, giám sát, cảnh báo sớm các hiện tượng khí hậu cực đoan liên quan đến lượng mưa, bao gồm cả hệ thống thông tin trên cơ sở trang thiết bị hiện đại và trình độ kỹ thuật, nghiệp vụ của cán bộ chuyên môn được nâng lên.

- Nâng cao năng lực dự báo thiên tai, áp dụng và phát triển các phương pháp dự báo cực ngắn và dự báo mùa, các hiện tượng khí hậu cực đoan liên quan đến lượng mưa, trong đó chú ý các tín hiệu nổi bật và có quan hệ khá rõ với thời tiết, khí hậu Việt Nam đã được xác định qua nhiều nghiên cứu trong thời gian qua là các tín hiệu về ENSO, MJO...

- Điều chỉnh quy hoạch sử dụng đất, quản lý tài nguyên đất và tài nguyên nước trên cơ sở đánh giá tác động và khả năng tổn hại do BĐKH và các hiện tượng khí hậu cực đoan đối với lĩnh vực và vùng, nhằm tránh rủi ro và hạn chế tổn hại, đồng thời khai thác các điều kiện thuận lợi, đặc biệt chú trọng vùng ven biển và miền núi.

- Điều chỉnh, bổ sung và hoàn thiện chiến lược phòng chống và giảm nhẹ thiên tai có xét đến tác động trước mắt và tiềm tàng của BĐKH và các hiện tượng khí hậu cực đoan, bao gồm chiến lược phòng ngừa từ xa, ứng cứu khẩn cấp và khắc phục hậu quả.

- Tuyên truyền, giáo dục, nâng cao nhận thức cho toàn xã hội về BĐKH, đặc biệt là các hiện tượng khí hậu cực đoan gắn với huấn luyện, đào tạo, tăng cường kỹ năng và năng lực ứng phó của các cộng đồng dân cư, đặc biệt ở những vùng có nguy cơ tổn hại và rủi ro cao.

- Ban hành các cơ chế, chính sách nhằm khuyến khích, thu hút đầu tư vào các hoạt động thích ứng với BĐKH ở các lĩnh vực, hạn chế đầu tư, phát triển ở những khu vực có nhiều rủi ro.

#### 5.4.3.3. Đề xuất các giải pháp thích ứng cho các ngành kinh tế xã hội

##### ❖ **Lĩnh vực tài nguyên nước:**

Trong lĩnh vực tài nguyên nước có thể áp dụng giải pháp sau đây:

1) *Tái cơ cấu, tu bổ, nâng cấp hệ thống thủy lợi*

a) Tác động tiêu cực được cắt giảm

- Lũ lụt, ngập úng.

- Hạn hán, thiếu nước, xâm nhập mặn.

b) Đối tượng hưởng lợi: Nông nghiệp, cư dân.

c) Quy mô thực hiện: Địa phương.

d) Nội dung chủ yếu

- Dự kiến tác động của BĐKH đến tài nguyên nước.

- Đánh giá công năng và tình trạng hoạt động của công trình thủy lợi.

- Dự kiến điều chỉnh cơ cấu hệ thống thủy lợi lớn.

- Dự kiến bổ sung công trình thủy lợi vừa và nhỏ.

- Hoàn thiện quy hoạch thủy lợi trong hoàn cảnh BĐKH.

- Tu bổ, nâng cấp và từng bước xây dựng công trình mới.

e) Phân tích sơ bộ lợi ích - chi phí

- Lợi ích chủ yếu: (1) Nâng cao khả năng tưới tiêu trong sản xuất nông nghiệp, đặc biệt là sản xuất lúa, góp phần gia tăng năng suất và sản lượng lương thực. (2) Chủ động phòng tránh hạn hán, thiếu nước, xâm nhập mặn, bảo đảm tốt điều kiện sinh trưởng và phát triển của cây trồng, góp phần gia tăng năng xuất và sản lượng cây lương thực, hoa màu cũng như chất lượng và sản lượng cây công nghiệp. (3) Góp phần, ngăn chặn ngập úng, lũ lụt, nâng cao an toàn mọi cơ sở vật chất, tài sản cũng như sinh mạng người dân.

- Chi phí chủ yếu: Nghiên cứu, đánh giá tác động của BĐKH, tính năng của hệ thống thủy lợi hiện có và đề xuất quy hoạch hệ thống thủy lợi tiên tiến. Tu bổ và nâng cấp công trình thủy lợi vẫn còn phát huy tác dụng tích cực trong thời gian sắp tới. Xây dựng một số công trình thủy lợi lớn, vừa và nhỏ.

- Nhận xét chung: Góp phần tu bổ, nâng cấp hệ thống thủy lợi đòi hỏi một khoản chi ngân sách to lớn và sự đóng góp công sức đáng kể của nhân dân. Đây là nhiệm vụ liên quan mật thiết với an ninh quốc gia, trước hết là an ninh lương thực và thuộc diện trọng điểm của nhà nước.

2) *Bổ sung xây dựng các hồ chứa đa mục đích*

a) Tác động tiêu cực được cắt giảm

- Hạn hán, thiếu nước.

- Lũ lụt, ngập úng.

b) Đối tượng hưởng lợi: Nông nghiệp, năng lượng, công nghiệp, cư dân.

c) Quy mô thực hiện: Địa phương.

d) Nội dung chủ yếu

- Dự kiến tác động của BĐKH đến tài nguyên nước, năng lượng và cư dân.

- Rà soát công năng và hiện trạng mạng lưới hồ chứa.

- Dự kiến bổ sung hồ chứa.

- Tổ chức thực hiện.

e) Phân tích sơ bộ lợi ích - chi phí

- Lợi ích chủ yếu: (1) Hỗ trợ tích cực cho hệ thống công trình thủy lợi, góp phần nâng cao sản lượng và năng suất cây trồng, bảo đảm an ninh lương thực đồng thời tích cực tham gia hoạt động phòng tránh thiên tai, bảo đảm an toàn cơ sở vật chất và sinh mạng người dân. (2) Tích cực tham gia vào mạng lưới thủy điện, cắt giảm một phần nhiên liệu hóa thạch và góp phần bảo đảm an ninh năng lượng.

- Chi phí chủ yếu:

+ Chi phí nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH đến tài nguyên nước, đánh giá công năng của từng hồ chứa và hệ thống hồ chứa và nghiên cứu quy hoạch mạng lưới hồ chứa đa mục đích.

+ Đầu tư trang thiết bị và xây dựng hồ chứa đa mục đích và các công trình phụ trợ,...

- Nhận xét chung: Giải pháp xây dựng hồ chứa đa mục đích đòi hỏi các khoản chi rất lớn và sử dụng diện tích đất đai, kể cả đất có rừng, đáng kể. Đây cũng là nhiệm vụ có nhu cầu bức thiết và thuộc diện trọng điểm của nhà nước.

3) *Xây dựng và phát triển cơ chế quản lý lưu vực*

a) Tác động tiêu cực được cắt giảm

- Lũ lụt.
- Hạn hán, thiếu nước.

b) Đối tượng hưởng lợi

- Nông nghiệp.
- Năng lượng, công nghiệp
- Cư dân.

c) Quy mô thực hiện

- Địa phương.

d) Nội dung chủ yếu

- Dự kiến tác động của BĐKH đến từng lĩnh vực.
- Đánh giá hiện trạng quản lý lưu vực.
- Đề xuất tổ chức quản lý lưu vực.

e) Phân tích sơ bộ lợi ích - chi phí

- Lợi ích chủ yếu:

+ Góp phần sử dụng hợp lý tài nguyên nước, tài nguyên đất và tài nguyên rừng trên lưu vực, thường bao gồm một số tỉnh hay địa phương trong lưu vực.

+ Tổ chức có hiệu quả các hoạt động liên quan đến quy hoạch xây dựng và điều hành hệ thống hồ chứa và hệ thống thủy lợi trên các tỉnh hay địa phương trong lưu vực.

- Chi phí chủ yếu:

+ Nghiên cứu đánh giá hiện trạng và diễn biến trong tương lai của các yếu tố tự nhiên và môi trường trên lưu vực.

+ Tổ chức cơ quan quản lý tổng hợp và điều hành mọi hoạt động liên quan đến lưu vực.

- Nhận xét chung: Chi phí cho xây dựng và điều hành cơ quan quản lý lưu vực thường không lớn so với lợi ích đạt được trong thời gian trước mắt cũng như trong tương lai lâu dài.

4) Sử dụng nước hợp lý, tiết kiệm

- a) Tác động tiêu cực được cắt giảm
  - Thiếu nước, hạn hán.
- b) Đối tượng hưởng lợi.
  - Cư dân.
  - Nông nghiệp.
- c) Quy mô thực hiện
  - Địa phương.
- d) Nội dung chủ yếu
  - Cân đối nguồn cung và nhu cầu nước trên địa phương.
  - Định mức sử dụng nước và giá nước phù hợp với thực tế.
  - Cân nhắc sử dụng một số biện pháp kỹ thuật trước kia.
  - + Tăng hiệu quả sử dụng nước.
  - + Sử dụng nước liên hoàn.
  - + Thu hồi nước đã qua sử dụng.
  - + Thay thế thiết bị sử dụng nước có hiệu quả thấp.
  - Lập kế hoạch và tổ chức thực hiện.
- e) Phân tích sơ bộ lợi ích - chi phí
  - Lợi ích chủ yếu:
    - + Tiết kiệm nước, một trong những tài nguyên thiên nhiên ngày càng trở nên quý giá.
    - + Tiết kiệm một số chi phí khai thác nước và vận chuyển nước.
    - + Góp phần khắc phục tình trạng thiếu nước trong sản xuất và sinh hoạt.
  - Chi phí chủ yếu.
    - + Thay thế một số trang thiết bị cung cấp nước hoặc sử dụng nước có hiệu quả thấp.
    - + Xây dựng và truyền bá kỹ thuật sử dụng nước tiên tiến.

- Nhận xét chung: Cũng như các giải pháp tiết kiệm tài nguyên khác, sử dụng nước tiết kiệm là giải pháp phổ biến có lợi ích cân bằng hoặc vượt trội chi phí.

5) *Tăng nguồn thu và giảm thất thoát nước*

a) Tác động tiêu cực được cắt giảm

- Thiếu nước, hạn hán.

b) Đối tượng hưởng lợi

- Nông nghiệp.

- Cư dân.

c) Quy mô

- Địa phương.

d) Nội dung chủ yếu

- Rà soát lại nguồn thu và chi nước.

- Đề xuất các biện pháp về nước:

+ Trồng rừng.

+ Lập hồ chứa điều tiết, hồ thu trữ nước.

+ Nạp nước ngầm.

+ Tổ chức thu trữ nước hộ gia đình.

- Đề xuất các giải pháp giảm thất thoát nước:

+ Trồng rừng chắn gió.

+ Phủ luống cây, phủ gốc cây.

+ Giảm thất thoát trong vận chuyển nước.

e) Phân tích sơ bộ lợi ích - chi phí

- Lợi ích chủ yếu:

+ Có đủ nguồn nước phục vụ sản xuất và đời sống, nhất là trong hoàn cảnh nguồn nước ngày càng trở nên khan hiếm.

+ Tiết kiệm chi phí khai thác nước, tích trữ nước và vận chuyển nước.

- + Góp phần khắc phục tình trạng thiếu nước trong sản xuất và sinh hoạt.
- Chi phí chủ yếu:
  - + Chi phí cho các công trình thu trữ nước: trồng rừng, lập hồ điều tiết, nạp nước ngầm,...
  - + Mua sắm trang thiết bị, vật tư thu trữ nước.
  - + Chi phí cho các biện pháp kỹ thuật trong canh tác nông nghiệp: phủ luống, phủ gốc.
- Nhận xét chung:
  - + Giải pháp tăng nguồn thu và giảm thất thoát nước đòi hỏi chi phí nhiều hơn so với giải pháp sử dụng nước hợp lý, tiết kiệm.
  - + Trong thời gian ban đầu, chi phí cho các công trình thu trữ nước có thể vượt trội lợi ích đạt được. Chỉ sau một thời gian nhất định lợi ích mới cân bằng được chi phí và sau đó nữa lợi ích mới vượt trội chi phí.

#### *6) Từng bước tổ chức chống xâm nhập mặn*

##### a) Tác động tiêu cực được cắt giảm

- Thiếu nước, hạn hán.

##### b) Đối tượng hưởng lợi

- Nông nghiệp.
- Cư dân.

##### c) Quy mô

- Địa phương.

##### d) Nội dung chủ yếu

- Đánh giá tác động của BĐKH đến dòng chảy trong mùa kiệt.
- Đề xuất kế hoạch khai thác nước ngầm ven biển.
- Đề xuất xây dựng công trình ngăn mặn.
- Đề xuất cơ cấu mùa vụ thích hợp.
- Lập kế hoạch thực hiện.

e) Phân tích sơ bộ lợi ích - chi phí

- Lợi ích chủ yếu :

+ Tăng cường nguồn nước sử dụng được trong thời gian hạn hán gây nhiều khó khăn cho sản xuất và đời sống.

+ Bảo vệ nguồn nước ngầm sử dụng được cho nhiều lĩnh vực khác nhau trong tương lai.

- Chi phí chủ yếu :

+ Chi phí cho quá trình nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH đến nguồn nước và đề xuất kế hoạch khai thác tài nguyên nước ngầm và xây dựng các công trình ngăn mặn, xây dựng cơ cấu mùa vụ thích hợp.

+ Chi phí xây dựng công trình ngăn mặn và trang thiết bị vật tư kỹ thuật khai thác nước ngầm.

- Nhận xét chung: Đây là giải pháp tương đối khó khăn về kỹ thuật và hao tổn nhiều nguồn lực, trước hết là nguồn lực tài chính.

❖ **Giải pháp thích ứng trong lĩnh vực nông nghiệp**

Trong lĩnh vực nông nghiệp có thể áp dụng giải pháp sau đây:

1) *Điều chỉnh cơ cấu cây trồng và thời vụ phù hợp với hoàn cảnh BĐKH*

a) Tác động tiêu cực được cắt giảm

- Thời tiết thất thường.

- Bão, tố.

- Lũ lụt, nắng nóng.

- Hạn hán xâm nhập mặn thiếu nước.

b) Đối tượng hưởng lợi

- Nông nghiệp.

- Cư dân.

c) Quy mô

- Toàn quốc.

d) Nội dung chủ yếu

- Đánh giá tác động của BĐKH đến tài nguyên thiên nhiên.
- + Khí hậu.
- + Đất.
- + Nước.
- Dự kiến tác động tổn thương đối với cơ cấu cây trồng trong từng thời vụ.
- Dự kiến các cây trồng có khả năng chống chịu với hoàn cảnh mới (chống hạn, chống nắng, chống nóng).
- Dự kiến các cây trồng có hiệu quả cao.
- Lập kế hoạch điều chỉnh cơ cấu cây trồng.
- Lập kế hoạch điều chỉnh thời vụ.

e) Phân tích sơ bộ lợi ích - chi phí

- Lợi ích chủ yếu:
  - + Giành được năng suất và sản lượng ở mức cao nhất có thể về lúa, hoa màu, cây công nghiệp ngắn ngày cũng như dài ngày, vật nuôi, thủy sản nuôi trồng,...
  - + Tránh né được thời tiết không thuận lợi, thời tiết khắc nghiệt và một phần đáng kể thiên tai.
  - + Tiết kiệm được một số vật tư kỹ thuật, công sức lao động.
- Chi phí chủ yếu:
  - + Nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH đến tài nguyên khí hậu, tài nguyên đất, tài nguyên nước.
  - + Nghiên cứu thử nghiệm các giống mới có khả năng chống chịu cao, có năng suất và hiệu quả kinh tế khả quan,...
  - + Nghiên cứu quy hoạch cơ cấu cây trồng và thời vụ mới phù hợp với hoàn cảnh BĐKH.

- Nhận xét chung: Chi phí ban đầu có thể vượt trội lợi ích, nhất là trong hoàn cảnh điều kiện tự nhiên diễn biến phức tạp. Lợi ích tăng dần theo thời gian đến một thời điểm nhất định cân bằng và sau đó vượt trội chi phí.

2) Đa dạng hóa hoạt động xen canh, luân canh

a) Tác động tiêu cực được cắt giảm

- Thời tiết khắc nghiệt.
- Thiếu nước.
- Thoái hóa đất.

b) Đối tượng hưởng lợi

- Nông nghiệp.
- Cư dân.

c) Quy mô

- Địa phương.

d) Nội dung giải pháp

- Đánh giá tác động của BĐKH đối với tài nguyên thiên nhiên.
- + Khí hậu.
- + Đất.
- + Nước.
- Dự kiến các công thức luân canh, xen canh trong hoàn cảnh BĐKH.
- Thử nghiệm các công thức luân canh, xen canh mới.
- Kiến nghị các giải pháp kỹ thuật liên quan.

e) Phân tích sơ bộ lợi ích - chi phí

- Lợi ích chủ yếu:

+ Gia tăng sản lượng lương thực, hoa màu nhất là trong trường hợp xây dựng cơ cấu cây trồng và thời vụ thích hợp.

- + Tránh được một số rủi ro thời tiết khắc nghiệt hoặc bất lợi.

+ Góp phần ngăn chặn các quá trình hoang mạc hóa, đặc biệt là xói mòn, rửa trôi.

- Chi phí chủ yếu:

+ Nghiên cứu kỹ thuật công nghệ luân canh, xen canh phù hợp với từng khu vực, từng địa phương.

+ Gia tăng chi phí cho vật tư nông nghiệp và lao động sản xuất,...

- Nhận xét chung: Mặc dù gia tăng chi phí sản xuất trực tiếp hay gián tiếp, lợi ích luôn luôn vượt trội chi phí.

### 3) Cải thiện hiệu quả tưới tiêu nông nghiệp

#### a) Tác động tiêu cực được cắt giảm

- Thời tiết khắc nghiệt.

- Thiếu nước.

- Chi phí tưới tiêu gia tăng.

- Thời tiết cực đoan (nắng nóng, gió Lào, mưa lớn,...).

#### b) Đối tượng hưởng lợi

- Nông nghiệp.

- Tài nguyên nước.

- Cư dân.

#### c) Quy mô

- Địa phương.

#### d) Nội dung giải pháp

- Dự kiến tác động của BĐKH đến sản xuất lúa và các loại cây trồng.

- Dự kiến nhu cầu tưới tiêu theo cơ cấu mùa vụ mới.

- Đánh giá khả năng đáp ứng của hệ thống các phương tiện tưới tiêu.

- Điều chỉnh hệ thống tưới tiêu và thay thế mới một số phương tiện tưới tiêu hiệu suất cao hơn.

#### e) Phân tích sơ bộ lợi ích - chi phí

- Lợi ích chủ yếu:
  - + Tiết kiệm lượng nước sử dụng trong sản xuất nông nghiệp.
  - + Nâng cao khả năng phòng tránh hạn hán, ngập lụt và khắc phục kịp thời tình trạng thiếu nước hay thừa nước trong từng giai đoạn sinh trưởng và phát dục của lúa và cây trồng khác,...
  - + Hạ thấp chi phí tưới tiêu và các hoạt động thủy lợi.
- Chi phí chủ yếu:
  - + Nghiên cứu nhu cầu tưới tiêu và đánh giá hiện trạng hiệu suất tưới tiêu và xây dựng mới hoặc điều chỉnh quy hoạch tưới tiêu.
  - + Mua sắm mới hoặc tu sửa các trang thiết bị, vật tư kỹ thuật tưới tiêu.
- Nhận xét chung:
  - + Trong những năm đầu, chi phí có thể cao hơn lợi ích với mức độ tùy theo hoàn cảnh cụ thể của từng địa phương.
  - + Sau thời gian nhất định, lợi ích cân bằng và tiến tới vượt trội chi phí.
- 4) Tổ chức cảnh báo lũ lụt, hạn hán
  - a) Tác động tiêu cực được cắt giảm
    - Lũ lụt, úng ngập.
    - Hạn hán thiếu nước.
  - b) Đối tượng hưởng lợi
    - Nông nghiệp.
    - Cư dân.
  - c) Quy mô
    - Địa phương.
  - d) Nội dung giải pháp
    - Dự kiến tác động của BĐKH đến điều kiện thời tiết và nguồn nước.
    - Lập bản đồ hạn hán và bản đồ ngập lụt trong từng khu vực tương đối chi tiết.

- Xây dựng chỉ tiêu cảnh báo lũ lụt.

- Xây dựng chỉ tiêu cảnh báo hạn hán.

e) Phân tích sơ bộ lợi ích - chi phí

- Lợi ích chủ yếu:

+ Kịp thời đưa ra các biện pháp phòng chống lũ lụt, hạn hán nhằm giảm thiểu thiệt hại lúa màu, cây công nghiệp, thủy sản nuôi trồng,...

+ Lồng ghép được kế hoạch phòng chống lũ lụt, hạn hán trong chương trình phòng tránh giảm nhẹ thiệt hại của từng địa phương.

- Chi phí chủ yếu:

+ Nghiên cứu diễn biến và quy luật lũ lụt, hạn hán xây dựng chỉ tiêu cảnh báo lũ lụt, hạn hán và lập bản đồ nguy cơ ngập lụt, hạn hán.

+ Tổ chức các hoạt động cảnh báo lũ lụt, hạn hán.

- Nhận xét chung: Tổ chức phòng tránh thiên tai, trước hết là lũ lụt, hạn hán luôn luôn mang lại lợi ích vượt trội chi phí trong thời kỳ hiện tại cũng như trong tương lai lâu dài.

### ❖ **Giải pháp thích ứng trong lĩnh vực lâm nghiệp**

Trong lĩnh vực lâm nghiệp có thể áp dụng giải pháp sau đây:

*1) Tăng cường trồng rừng, phủ xanh đất trống đồi núi trọc, bảo vệ và phát triển rừng ngập mặn*

a) Tác động tiêu cực được cắt giảm

- Suy thoái đa dạng sinh học.

- Thoái hóa đất và hoang mạc hóa.

- Xói lở bờ biển.

- Lũ, lũ quét.

- Hạn hán.

b) Đối tượng hưởng lợi

- Tài nguyên nước.

- Nông nghiệp.

- Lâm nghiệp.

- Cư dân.

c) Quy mô

- Địa phương.

d) Nội dung giải pháp

- Dự kiến tác động của BĐKH đến tài nguyên thiên nhiên: khí hậu, đất đai, nước.

- Dự kiến tác động của nước biển dâng đến rừng ngập mặn.

- Dự kiến tác động của BĐKH đến thoái hóa đất và hoang mạc hóa.

- Lập kế hoạch trồng rừng, ưu tiên rừng các loại trên các địa bàn, ưu tiên địa bàn xung yếu và địa bàn dễ bị hoang mạc hóa.

- Lập kế hoạch tăng cường rừng ngập mặn và bảo vệ rừng ngập mặn hiện có.

e) Phân tích sơ bộ lợi ích - chi phí

- Lợi ích chủ yếu:

+ Góp phần phát triển tài nguyên rừng, bảo vệ tài nguyên đất, đặc biệt là đất đai ở vùng ven biển.

+ Góp phần điều hòa khí hậu, ngăn ngừa lũ lụt, xói mòn thoái hóa đất và sạt lở ven biển.

+ Mang lại lợi ích vật chất tài nguyên rừng cho người lao động trong nghề rừng và cư dân địa phương.

- Chi phí chủ yếu:

+ Nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH, nước biển dâng đến tài nguyên đất, tài nguyên rừng và đới bờ biển và xây dựng kế hoạch phủ xanh đất trống đồi núi trọc, phát triển rừng ngập mặn.

+ Vật tư kỹ thuật và lao động trồng mới hoặc cải tạo rừng ở vùng đồi núi và rừng ngập mặn ven biển.

- Nhận xét chung: Lợi ích của công cuộc phủ xanh đất trống, đồi núi trọc và phát triển rừng ngập mặn trong thời gian đầu có thể thấp hơn chi phí nhưng dần dà cân bằng được và tiến tới vượt trội chi phí trong tương lai lâu dài.

2) *Bảo vệ rừng đầu nguồn, rừng tự nhiên*

a) Tác động tiêu cực được cắt giảm

- Suy thoái đa dạng sinh học.
- Phát thải KNK.
- Lũ lụt, lũ quét.
- Xói mòn, thoái hóa đất, hạn hán, hoang mạc hóa.

b) Đối tượng hưởng lợi

- Lâm nghiệp.
- Cư dân.
- Tài nguyên nước.

c) Quy mô

- Địa phương.

d) Nội dung chủ yếu

- Dự kiến tác động của BĐKH đến rừng và lâm nghiệp.
- Lập kế hoạch từng bước hạn chế khai phá rừng, bảo vệ rừng quý hiếm.
- Xây dựng chính sách, biện pháp ngăn ngừa khai thác rừng trái phép.

e) Phân tích sơ bộ lợi ích - chi phí

- Lợi ích chủ yếu:

+ Góp phần bảo vệ tài nguyên rừng, tài nguyên nước, tài nguyên đa dạng sinh học trong lâm nghiệp.

+ Góp phần điều hòa khí hậu, ngăn ngừa lũ lụt, đặc biệt là lũ quét, hạn hán, xói mòn, rửa trôi đất,...

+ Góp phần bảo vệ tài sản, sinh mạng của cư dân vùng núi, trung du và cả khu vực đồng bằng kế cận.

- Chi phí chủ yếu:

+ Chi phí cho nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH đến lâm nghiệp.

+ Chi phí cho xây dựng chính sách và kế hoạch ngăn ngừa khai thác rừng trái phép.

+ Tổ chức các hoạt động quản lý và bảo vệ rừng.

- Nhận xét chung:

Chi phí cho bảo vệ rừng đầu nguồn, rừng tự nhiên tuy lớn nhưng không thể so sánh được với lợi ích của nhiệm vụ này.

### *3) Tổ chức phòng chống cháy rừng có hiệu quả*

a) Tác động tiêu cực được cắt giảm

- Cháy rừng.

- Xói mòn, thoái hóa đất, hạn hán.

- Lũ, lũ quét.

b) Đối tượng hưởng lợi

- Lâm nghiệp.

- Cư dân.

c) Quy mô

- Toàn quốc.

d) Nội dung chủ yếu

- Xây dựng chỉ tiêu cảnh báo cháy rừng trên từng vùng.

- Xây dựng hệ thống cảnh báo cháy rừng.

- Thiết lập các tổ chức phòng chống cháy rừng.

- Tăng cường thiết bị chống cháy rừng.

- Truyền thông, giáo dục ý thức phòng chống cháy rừng.

e) Phân tích sơ bộ lợi ích - chi phí

- Lợi ích chủ yếu:
    - + Góp phần bảo vệ tài nguyên rừng, tài nguyên đất và bảo vệ đa dạng sinh học.
    - + Góp phần điều hòa khí hậu, ngăn ngừa, phòng chống lũ lụt, hạn hán, xói mòn, rửa trôi, sạt lở đất.
  - Chi phí chủ yếu:
    - + Đầu tư mua sắm, thay thế trang thiết bị chống cháy rừng.
    - + Nghiên cứu xây dựng quy hoạch, phương thức và biện pháp phòng chống cháy rừng.
    - + Tổ chức phòng chống cháy rừng, lực lượng phòng chống cháy rừng và duy trì hoạt động thường xuyên.
  - Nhận xét chung:
    - + Lợi ích của rừng về khai thác tài nguyên cũng như phòng chống thiên tai vượt trội chi phí đầu tư và duy trì hoạt động phòng chống cháy rừng.
- 4) Nâng cao hiệu suất sử dụng gỗ và kiểm chế sử dụng nguyên liệu gỗ*
- a) Tác động tiêu cực được cắt giảm
    - Hạn chế khai phá rừng.
    - Hạn chế phát thải KNK.
    - Gián tiếp hạn chế thoái hóa đất, hoang mạc hóa, hạn hán, lũ lụt,...
  - b) Đối tượng hưởng lợi
    - Lâm nghiệp.
    - Cư dân.
  - c) Quy mô
    - Toàn quốc
  - d) Nội dung chủ yếu
    - Điều tra hiện trạng sử dụng gỗ và hiệu suất sử dụng gỗ.
    - Nghiên cứu đánh giá cơ chế tài chính khuyến khích sản xuất vật liệu thay thế gỗ.

e) Phân tích sơ bộ lợi ích - chi phí

- Lợi ích chủ yếu:

+ Tiết kiệm gỗ và nguyên liệu gỗ và do đó, góp phần hạn chế nạn khai phá rừng, bảo vệ rừng tự nhiên và rừng quý hiếm.

+ Góp phần phát triển ngành vật liệu xây dựng nói chung và ngành vật liệu thay thế gỗ nói riêng.

- Chi phí chủ yếu:

+ Chi phí nghiên cứu chế tạo vật liệu có khả năng thay thế gỗ.

+ Chi phí đầu tư mua sắm đổi mới trang thiết bị sản xuất vật liệu có khả năng thay thế gỗ.

- Nhận xét chung: Cũng như các giải pháp tiết kiệm khác, chi phí cho giải pháp tiết kiệm gỗ không cân bằng được với lợi ích về kinh tế cũng như về môi trường.

*5) Bảo vệ giống cây trồng quý hiếm, lựa chọn và nhân giống cây trồng thích hợp với từng địa phương*

a) Tác động tiêu cực được cắt giảm

- Suy thoái đất, đa dạng sinh học.

- Suy thoái rừng.

- Giảm hiệu suất kinh tế rừng.

b) Đối tượng hưởng lợi

- Lâm nghiệp.

- Cư dân.

c) Quy mô

- Địa phương.

d) Nội dung chủ yếu

- Xác định các giống cây trồng quý hiếm.

- Nghiên cứu điều kiện sinh lý của cây trồng và lựa chọn các giống cây trồng phù hợp với từng địa phương trong điều kiện BĐKH.

- Tổ chức bảo vệ giống cây trồng quý hiếm.
- Tổ chức chọn và nhân giống cây trồng thích hợp trên từng địa phương.

e) Phân tích sơ bộ lợi ích - chi phí

- Lợi ích chủ yếu:

+ Góp phần bảo tồn và phát triển tài nguyên rừng đa dạng sinh học rừng, bảo vệ tài nguyên đất trong điều kiện BĐKH.

+ Mang lại quyền lợi vật chất cho người làm nghề rừng và nước, quản lý rừng trong quá trình nhân rộng những cây rừng có hiệu suất kinh tế cao,...

- Chi phí chủ yếu:

+ Chi phí nghiên cứu thử nghiệm và lựa chọn cây rừng phù hợp với điều kiện tự nhiên của địa phương.

+ Chi phí đầu tư cho việc mở rộng diện tích trồng rừng có hiệu suất kinh tế cao.

- Nhận xét chung: Cũng như các giải pháp khác trong nghề rừng, lợi ích của giải pháp bảo vệ cây rừng quý hiếm, nhân rộng giống cây rừng thích hợp có nhiều khả năng vượt trội chi phí, nhất là khi phân tích lợi ích - chi phí lâu dài.

**❖ Giải pháp thích ứng trong lĩnh vực thủy sản**

Trong lĩnh vực thủy sản có thể áp dụng các giải pháp sau đây:

*1) Thích ứng với BĐKH trên đới bờ biển và trong nghề cá biển*

a) Tác động tiêu cực được cắt giảm

- Nước biển dâng sạt lở đới bờ, tàn phá rừng ngập mặn.
- Thiên tai (bão lũ, ngập lụt,...).
- Đời sống cư dân khó khăn.

b) Đối tượng hưởng lợi

- Thủy sản.
- Cư dân.

c) Quy mô

- Các tỉnh ven biển và các tỉnh nuôi trồng thủy sản.

d) Nội dung chủ yếu

- Xây dựng và thực hiện chiến lược quản lý tổng hợp vùng bờ biển.
- Từng bước củng cố và xây dựng mới đê biển.
- Quy hoạch lại nghề đánh cá.
- Hoàn chỉnh kế hoạch đánh bắt trong hoàn cảnh BĐKH.
- Bảo vệ môi trường, chăm lo đời sống ngư dân:
  - + Bảo vệ và phát triển rừng ngập mặn.
  - + Quy hoạch và xây dựng âu thuyền tránh bão.
  - + Tổ chức ngành nghề phụ liên quan đến hải sản, khai thác hải sản và du lịch.
  - + Giáo dục cộng đồng bảo vệ môi trường biển và tài nguyên biển trong khai thác thủy sản.

e) Phân tích sơ bộ lợi ích - chi phí

- Lợi ích chủ yếu:
  - + Thu nhập và cơ sở vật chất kỹ thuật của ngư dân từ nghề đánh bắt chế biến hải sản và kinh tế biển ngày càng được nâng cao và củng cố.
  - + Tài sản và tính mạng của ngư dân ven biển được bảo đảm an toàn hơn trước nguy cơ thiên tai gia tăng nước biển dâng ngày càng mãnh liệt.
  - + Ngành du lịch biển phát triển vững chắc hơn.
  - + Bảo vệ được điều kiện tự nhiên và tài nguyên thiên nhiên trước hết là môi trường ven biển.
- Chi phí chủ yếu:
  - + Chi phí cho thiết kế, điều chỉnh, củng cố và xây dựng mới đê biển.
  - + Chi phí cho thiết kế xây dựng rừng ngập mặn, các công trình phụ trợ và âu thuyền cho tàu thuyền tránh bão.
- Nhận xét chung: Thích ứng với BĐKH trên đới bờ biển và trong nghề cá biển liên quan mật thiết với nhiều vấn đề trọng đại của quốc gia nên chi phí rất

lớn, cần thiết phải được nghiên cứu kỹ lưỡng, thận trọng và thực hiện theo một lộ trình hợp lý trong tương lai lâu dài.

2) *Thích ứng với BĐKH trong lĩnh vực kinh tế thủy sản*

a) Tác động tiêu cực được cắt giảm

- Suy thoái kinh tế biển do BĐKH.
- Rủi ro trong đời sống ngư dân và cư dân vùng biển.

b) Đối tượng hưởng lợi

- Thủy sản.
- Các hoạt động kinh tế - xã hội liên quan đến thủy sản.

c) Quy mô

- Địa phương.

d) Nội dung chủ yếu

- Tính toán chi phí lợi ích trong các giải pháp thích ứng với BĐKH.
- Điều chỉnh các hoạt động thích ứng trong từng thời kỳ hay giai đoạn.
- Phối hợp các ngành quốc phòng, an ninh và kinh tế nâng cao bảo vệ thế mạnh của kinh tế thủy sản và kinh tế biển trong toàn bộ hoạt động kinh tế - xã hội.

e) Phân tích sơ bộ lợi ích - chi phí

- Lợi ích chủ yếu:

+ Thu nhập của ngư dân đánh bắt hải sản và nuôi trồng thủy sản ngày càng được nâng cao.

+ Tài sản của ngư dân ven biển cũng như ngư dân vùng cá nước ngọt và nước lợ được bảo đảm trước thiên tai gia tăng, nước biển dâng cao.

+ An sinh vùng ven biển và vùng sông nước nội đồng được bảo đảm.

- Chi phí chủ yếu:

+ Chi phí cho nghiên cứu tác động của BĐKH đối với ngành thủy sản và đề xuất giải pháp ứng phó.

+ Chi phí cho tăng cường trang thiết bị, vật tư, phương tiện đánh bắt hải sản trên biển và nuôi trồng thủy sản, khai thác thủy sản nước ngọt và nước lợ.

+ Chi phí cho tổ chức phối hợp các ngành khai thác hiệu quả hải sản, thủy sản, chế biến, kinh doanh hải sản, thủy sản và tổ chức cứu nạn, cứu hộ khi gặp thiên tai.

- Nhận xét chung: Thích ứng với BĐKH trong lĩnh vực kinh tế thủy sản là một trong những giải pháp thích ứng hàng đầu. Dù phải chi trả một lượng kinh phí to lớn, nhiệm vụ thích ứng với BĐKH vẫn cần được tiến hành một cách khẩn trương trên cơ sở phối hợp chặt chẽ giữa các ngành kinh tế và các tổ chức quốc phòng, an ninh.

### 3) Thích ứng với BĐKH trong nghề cá nước ngọt và nước lợ

#### a) Tác động tiêu cực được cắt giảm

- Nước biển dâng.
- Lũ lụt, ngập úng.
- Suy thoái môi trường.

#### b) Đối tượng hưởng lợi

- Thủy sản.
- Ngư dân.

#### c) Quy mô

- Địa phương.

#### d) Nội dung chủ yếu

- Quy hoạch lại vùng cá nước ngọt và nước lợ.
- Phối hợp các ngành liên quan hoàn thiện kế hoạch quản lý tài nguyên nước.
- Xây dựng lại các vùng cá nước ngọt và nước lợ trong hoàn cảnh BĐKH.
- Không ngừng hoàn thiện kỹ thuật nuôi trồng thủy sản:
  - + Phát triển kỹ thuật nuôi trồng có hiệu quả hơn.
  - + Phát triển các giống loài nước có hiệu quả kinh tế cao.

+ Tổ chức nghiên cứu phát hiện với điều kiện dịch bệnh thủy sinh và diệt trừ vi sinh gây hại.

- Chăm lo đời sống ngư dân và bảo vệ môi trường:

+ Tổ chức nghề phụ, nâng cao thu nhập cho ngư dân.

+ Liên kết khai thác với chế biến thủy sản và các dịch vụ khác, bảo đảm lợi ích kinh tế cho người nuôi trồng thủy sản.

+ Giáo dục ngư dân bảo vệ môi trường và tài nguyên thủy sản.

e) Phân tích sơ bộ lợi ích - chi phí

- Lợi ích chủ yếu:

+ Nâng cao thu nhập và cơ sở vật chất kỹ thuật của ngư dân trong nghề nuôi trồng, chế biến thủy sản nước ngọt và nước lợ và các dịch vụ kèm theo.

+ Góp phần bảo đảm an toàn cho tính mạng và tài sản của ngư dân trong nghề cá nước ngọt.

+ Góp phần bảo vệ điều kiện tự nhiên, tài nguyên thiên nhiên, trước hết là tài nguyên nước, nuôi trồng trên các sông, hồ, đầm phá,...

- Chi phí chủ yếu:

+ Chi phí cho quy hoạch, quản lý tài nguyên nước và vùng cá nước ngọt, nước lợ trong hoàn cảnh BĐKH.

+ Chi phí cho nghiên cứu, thử nghiệm và phát triển giống loài thủy sản nước ngọt có hiệu suất kinh tế cao hơn và nuôi trồng thủy sản tiên tiến hơn, phòng ngừa dịch bệnh thủy sinh có hiệu quả hơn.

+ Chi phí cho việc tập huấn, giáo dục ngư dân bảo vệ môi trường và tài nguyên thủy sản.

- Nhận xét chung: Trong thời gian đầu, lợi ích có thể chưa cân bằng với chi phí. Sau một thời gian nhất định, lợi ích dần dần cân bằng, tiến tới vượt trội chi phí.

❖ **Thích ứng với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực năng lượng, công nghiệp, giao thông vận tải**

Có thể áp dụng các giải pháp thích ứng sau đây:

1) Điều chỉnh kế hoạch phát triển năng lượng, công nghiệp, giao thông vận tải phù hợp với tình hình biến đổi khí hậu

a) Tác động tiêu cực được cắt giảm

- Bão tố, lốc xoáy.
- Nước biển dâng và xói lở bờ biển.
- Ngập úng, lũ lụt.

b) Đối tượng hưởng lợi

- Năng lượng.
- Công nghiệp.
- Giao thông vận tải.

c) Quy mô

- Toàn quốc.

d) Nội dung chủ yếu

- Đánh giá tác động của BĐKH đến các lĩnh vực:
  - + Năng lượng.
  - + Công nghiệp.
  - + Giao thông vận tải.
- Xây dựng các phương án điều chỉnh chỉ tiêu thiết kế và nâng cấp cơ sở hạ tầng và hoạt động của các lĩnh vực: năng lượng, công nghiệp, giao thông vận tải.

- Tính toán lợi ích, chi phí của các phương án điều chỉnh nói trên.
- Lập kế hoạch điều chỉnh từng phần trong các thời kỳ hay giai đoạn.

e) Phân tích sơ bộ lợi ích - chi phí

- Lợi ích chủ yếu:
  - + Tạo điều kiện quan trọng, bảo đảm an ninh của các công trình trong các lĩnh vực kinh tế - xã hội đặc biệt quan trọng: Năng lượng, công nghiệp, giao thông vận tải.

+ Góp phần quan trọng cho việc bảo đảm an ninh trong nhiều hoạt động quan trọng: Sản xuất năng lượng, sản xuất công nghiệp và giao thông vận tải.

- Chi phí chủ yếu:

+ Chi phí cho nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH đến các ngành: Năng lượng, công nghiệp, giao thông vận tải.

+ Chi phí cho quá trình nghiên cứu xây dựng mới và điều chỉnh chỉ tiêu thiết kế cho cơ sở năng lượng, công nghiệp và giao thông vận tải.

- Nhận xét chung: Chi phí cho các nhiệm vụ trong giải pháp tương đối cao song không thể so sánh với những thiệt hại vật chất và sinh mạng có thể xảy ra trước nguy cơ thiên tai gia tăng, nước biển dâng cao. Lợi ích của giải pháp phụ thuộc rất nhiều vào kết quả nghiên cứu và thực hiện giải pháp quan trọng này. Do đó, cần thực hiện có tính toán khoa học và thận trọng để không vì lý do tiết kiệm chi phí của một khâu công tác nào đó dẫn đến thiệt hại hoặc lãng phí to lớn trong tương lai.

*2) Nâng cấp và cải tạo các công trình năng lượng, công nghiệp và giao thông vận tải trên các địa bàn xung yếu*

a) Tác động tiêu cực được cắt giảm

- Bão tố.

- Nước biển dâng, xói lở bờ biển

- Ngập úng, lũ lụt.

b) Đối tượng hưởng lợi

- Năng lượng.

- Công nghiệp.

- Giao thông vận tải.

c) Quy mô

- Địa phương.

d) Nội dung chủ yếu

- Đánh giá tác động của BĐKH đến điều kiện tự nhiên trên các địa bàn xung yếu.

- Đánh giá tác động của BĐKH đến hoạt động của các cơ sở năng lượng, công nghiệp và giao thông vận tải trên các địa bàn nói trên.

- Thực hiện nâng cấp và cải tạo cơ sở hạ tầng và điều chỉnh hoạt động của các lĩnh vực năng lượng, công nghiệp, giao thông vận tải trên các địa bàn nói trên.

e) Phân tích sơ bộ lợi ích - chi phí

- Lợi ích chủ yếu: Bảo đảm an toàn cho các cơ sở hạ tầng của các lĩnh vực kinh tế xã hội quan trọng: Năng lượng, công nghiệp và giao thông vận tải. Tạo điều kiện quan trọng bảo đảm an ninh trong các hoạt động sản xuất năng lượng, sản xuất công nghiệp và hoạt động giao thông vận tải.

- Chi phí chủ yếu:

+ Chi phí cho nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH trên các địa bàn xung yếu trong các lĩnh vực: Năng lượng, công nghiệp và giao thông vận tải.

+ Vật tư, trang thiết bị, lao động trong quá trình thực hiện từng bước nâng cấp cơ sở hạ tầng thuộc các lĩnh vực nói trên.

- Nhận xét chung: Chi phí cho giải pháp đặc biệt to lớn và do đó, cần thiết phải thực hiện các nghiên cứu, tính toán, thận trọng trong các phương án điều chỉnh chỉ tiêu kỹ thuật và nâng cấp công trình. Do chi phí to lớn, giải pháp này cần được thực hiện theo một lộ trình khoa học, thực hiện sự cân bằng tương đối giữa lợi ích và chi phí của giải pháp trong từng giai đoạn.

**❖ Thích ứng với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực y tế, sức khỏe cộng đồng**

Có thể áp dụng các giải pháp thích ứng sau:

*1) Nâng cấp cơ sở hạ tầng và hoạt động y tế cộng đồng*

a) Tác động tiêu cực được cắt giảm

- Thương tật nặng nề khi tai biến xảy ra.

- Dịch bệnh phát sinh, lan truyền sau thiên tai kéo dài.

- Các bệnh nhiệt đới gia tăng trong cộng đồng cư dân vùng có nhiều thiên tai và khí hậu khắc nghiệt.

b) Đối tượng hưởng lợi

- Y tế.

- Cư dân.

c) Quy mô

- Địa phương.

d) Nội dung chủ yếu

- Đánh giá tác động tiêu cực của BĐKH đến sức khỏe cộng đồng.

- Xác định những địa bàn xung yếu trong mạng lưới y tế cộng đồng.

- Đánh giá thực trạng cơ sở hạ tầng y tế công cộng và dự kiến kế hoạch tu bổ, nâng cấp.

- Đánh giá thực trạng hoạt động y tế cộng đồng và xây dựng chương trình hoạt động trong bối cảnh BĐKH.

e) Phân tích sơ bộ lợi ích - chi phí

- Lợi ích chủ yếu:

+ Tăng cường thể lực và thể chất của các tầng lớp nhân dân phòng chống có hiệu quả các dịch bệnh tật gia tăng trong hoàn cảnh BĐKH.

+ Giảm bớt tổn thất trong mọi hoạt động sản xuất và đời sống trước nguy cơ tần suất và mức độ rủi ro gia tăng do thời tiết khắc nghiệt, diễn biến phức tạp, thiên tai trở nên phổ biến và nước biển dâng cao.

- Chi phí chủ yếu:

+ Chi phí cho việc tăng cường vật tư, trang thiết bị y tế, đội ngũ cán bộ phòng hộ, cứu chữa nạn nhân trong các thiên tai.

+ Chi phí cho việc tăng cường các cơ sở y tế cộng đồng nhằm nâng cao trình độ cán bộ y tế và trang thiết bị y tế.

+ Chi phí cho tổ chức bộ máy và hoạt động y tế cộng đồng trong hoàn cảnh BĐKH.

- Nhận xét chung: Chi phí cho nâng cấp cơ sở và hoạt động y tế cộng đồng chiếm tỷ trọng đáng kể trong ngân sách y tế của nhà nước, nhất là trong

hoàn cảnh BĐKH. Tuy nhiên, nâng cấp cơ sở và hoạt động y tế cộng đồng là nhiệm vụ không thể thoái thác trước yêu cầu chăm lo cuộc sống của người dân.

2) *Xây dựng chương trình tăng cường sức khỏe cải thiện môi trường kiểm soát dịch bệnh ứng phó với biến đổi khí hậu*

- a) Tác động tiêu cực được cắt giảm
  - Sức khỏe sa sút trong bối cảnh BĐKH.
  - Dịch bệnh phát triển trong cộng đồng cư dân.
- b) Đối tượng hưởng lợi
  - Y tế.
  - Cư dân.
- c) Quy mô
  - Toàn quốc.
- d) Nội dung chủ yếu
  - Đánh giá tác động của BĐKH đến phát sinh, phát triển và lan truyền dịch bệnh.
  - Nâng cao nhận thức công chúng về BĐKH.
  - Nâng cao nhận thức vệ sinh và văn hóa gia đình của công chúng thông qua các Chương trình nước sạch, vườn - ao - chuồng, xanh - sạch - đẹp.
  - Tổ chức hệ thống cảnh báo dịch bệnh.
  - Đẩy mạnh thực hiện chương trình chống bệnh truyền nhiễm (tiêm phòng, kiểm soát véc tơ truyền bệnh,..).
- e) Phân tích sơ bộ lợi ích - chi phí
  - Lợi ích chủ yếu:
    - + Nâng cao thể chất của mọi tầng lớp nhân dân, phòng chống có hiệu quả dịch bệnh và bệnh tật nguy hiểm.
    - + Cải thiện môi trường sinh sống nơi cư trú của người dân ở thành thị cũng như ở nông thôn.
  - Chi phí chủ yếu:

+ Chi phí cho đánh giá và tổ chức truyền thông phổ biến kiến thức về tác động của BĐKH đến y tế và sức khỏe cộng đồng và giải pháp ứng phó.

+ Chi phí cho xây dựng phong trào và duy trì hoạt động của các chương trình quan trọng với môi trường sinh sống: Chương trình nước sạch, chương trình vườn – ao – chuồng, xanh – sạch – đẹp.

+ Chi phí cho tổ chức hệ thống cảnh báo dịch bệnh và phòng chống dịch bệnh.

- Nhận xét chung: Chương trình tăng cường sức khỏe, cải thiện môi trường, kiểm soát dịch bệnh đòi hỏi nhiều nhân lực song là nhiệm vụ hàng đầu của Nhà nước, nhất là trong hoàn cảnh BĐKH.

## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Từ các kết quả nghiên cứu của Nhiệm vụ, chúng tôi đưa ra một số kết luận và kiến nghị như sau:

### A) KẾT LUẬN

#### 1) Các sản phẩm chính đã hoàn thành

Nhiệm vụ đã thu thập được bộ số liệu, dữ liệu về lượng mưa quan trắc tại 3 vùng thường xuyên khô hạn của Việt Nam (Tây Bắc, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên);

Nhiệm vụ đã lựa chọn được bộ chỉ tiêu xác định mức độ và xu thế biến đổi của lượng mưa trong thời kỳ chuẩn và tương lai ở vùng Tây Bắc, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên;

Nhiệm vụ đã xây dựng được chương trình tính toán các chỉ số mưa;

Nhiệm vụ đã xây dựng được các bản đồ mưa trong quá khứ và tương lai theo các kịch bản biến đổi khí hậu;

Nhiệm vụ đã xây dựng bộ các bản đồ thiếu hụt lượng mưa trong thời kỳ chuẩn và trong tương lai theo kịch bản BĐKH;

Nhiệm vụ đã đề xuất được các giải pháp thích ứng với sự biến đổi lượng mưa đối với các lĩnh vực dễ bị tổn thương bởi BĐKH;

#### 2) Kết quả nghiên cứu

2.1. Đặc trưng lượng mưa ở 3 vùng thường xuyên khô hạn (Tây Bắc, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên)

- **Khu vực Tây Bắc:** Tổng lượng mưa trung bình năm thời kỳ 1961-2010 ở khu vực Tây Bắc có giá trị khoảng 1.784 mm; tổng lượng mưa các tháng mùa hè vào khoảng 1.489 mm, chiếm 83% tổng lượng mưa năm; tổng lượng mưa các tháng mùa đông vào khoảng 295mm, chiếm khoảng 17% tổng lượng mưa năm. Trong đó, tổng lượng mưa năm dao động trong khoảng từ 1171mm (tại trạm Sông Mã) đến khoảng 2.800mm (tại trạm Sa Pa). Các tâm mưa lớn chính của khu vực Tây Bắc: Mường Tù, Sin Hồ, Tam Đường (Lai Châu), Sa Pa (Lào Cai). Các tâm mưa bé chính của khu vực Tây Bắc: Sông Mã, Cò Nòi, Yên Châu. Quy

luật phân bố của lượng mưa ở khu vực Tây Bắc là cao hơn ở phía Bắc và thấp hơn ở phía Nam. Sự khác biệt lượng mưa theo mùa ở khu vực Tây Bắc là rất rõ ràng, chủ yếu tập trung vào mùa hè (mùa mưa) và ít hơn vào mùa đông (mùa khô). Mùa mưa từ tháng V đến tháng IX, mưa nhiều nhất vào 3 tháng: VI, VII, VIII, ít nhất vào 3 tháng XI, XII, I; riêng các trạm thuộc Hòa Bình có mùa mưa giống với khu vực đồng bằng Bắc Bộ, kéo dài từ tháng V đến tháng X. mùa khô ở khu vực Tây Bắc từ tháng X năm trước đến tháng IV năm sau, với phân bố của lượng mưa mùa ít mưa là tăng dần từ Bắc xuống Nam, từ Đông sang Tây. Lượng mưa tháng thấp nhất ở khu vực Tây Bắc là vào tháng XII và tháng I.

- **Khu vực Nam Trung Bộ:** Tổng lượng mưa năm trung bình thời kỳ 1961-2010 của vùng Nam Trung Bộ đạt 2.138mm, trong đó đã có sự chi phối lớn của lượng mưa trung bình năm của trạm Trà My, vì lượng mưa của vùng cực nam của Nam Trung Bộ rất thấp (Nha Trang đạt trên 1300 mm, Phan Rang chỉ đạt 700 - 800mm). Nhìn chung, lượng mưa năm trung bình ở khu vực Nam Trung Bộ phổ biến là 1.200 – 2.000mm ở nửa phía Bắc và chỉ 1.200 - 1.600mm ở phía Nam. Khu vực có lượng mưa năm thấp nhất là từ Bình Định đến Ninh Thuận, giá trị phổ biến trong khoảng từ 800 đến 1.200mm; thậm chí dưới 800mm ở dải ven biển từ Khánh Hòa đến Ninh Thuận. Mùa mưa ở khu vực Nam Trung Bộ tập trung từ tháng IX đến tháng XII, với tổng lượng mưa trung bình khoảng 1.410mm, chiếm 67% tổng lượng mưa năm; mùa khô kéo dài từ tháng I đến tháng VIII, với tổng lượng mưa trung bình khoảng 679mm, chiếm 33% tổng lượng mưa năm.

- **Khu vực Tây Nguyên:** Tổng lượng mưa năm trên khu vực Tây Nguyên trung bình thời kỳ 1961-2010 đạt giá trị khoảng 1.892mm. Trong đó, tổng lượng mưa các tháng mùa đông (XI-IV) có trị khoảng 374,6mm (chiếm 20% tổng lượng mưa năm); tổng lượng mưa các tháng mùa hè (V-X) có giá trị khoảng 1.518mm (chiếm khoảng 80% tổng lượng mưa năm). lượng mưa năm trung bình ở khu vực Tây Nguyên trong khoảng từ 1.200 đến trên 2.800 mm; phân hóa khá rõ ràng theo khu vực, cao hơn ở phía Bắc và Nam; thấp hơn ở khu vực trung

tâm. Mùa mưa ở khu vực Tây Nguyên là từ tháng V đến tháng X, với sự phân bố tăng dần từ Đông sang Tây; tháng có lượng mưa cao điểm nhất là tháng VIII, IX. Mùa khô ở khu vực Tây Nguyên được tính từ tháng XI năm trước đến tháng IV năm sau, với phân bố của lượng mưa mùa khô là tăng dần từ Tây sang Đông; tháng có lượng mưa thấp nhất là tháng I, II, trong đó phải kể đến 2 trạm có lượng mưa tháng I rất thấp, chỉ khoảng 1 - 2 mm là Kon Tum và Ayunpa.

2.2. Đặc điểm khô hạn (thiếu nước) ở 3 vùng thường xuyên khô hạn (Tây Bắc, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên)

- **Khu vực Tây Bắc:** Nhìn chung, chỉ số SPI phản ánh tần suất khô hạn tháng cao hơn so với chỉ số TS. Tuy nhiên, các chỉ số này đều phản ánh vào các tháng mùa khô tần suất khô hạn cao hơn; vào các tháng mùa hè có tần suất khô hạn thấp hơn. Ngoài ra, các tỉnh phía Nam khu vực Tây Bắc đều có tần suất khô hạn cao hơn so với các tỉnh phía Bắc.

- **Khu vực Nam Trung Bộ:** Trong hầu hết các tháng sự thiếu hụt lượng mưa đều xuất hiện với tần suất khá cao, đặc biệt vào các tháng mùa khô. Trong đó, chỉ số SPI thể hiện điều kiện khô hạn xảy ra với tần suất cao hơn so với chỉ số TC. Số tháng khô hạn ở các tỉnh thuộc trung tâm của Nam Trung Bộ (Bình Định đến Ninh Thuận) có số tháng khô hạn cao nhất; các tỉnh phía Bắc (Quảng Nam, Đà Nẵng, Quảng Ngãi), điều kiện khô hạn chủ yếu xảy ra vào các tháng đầu năm (từ tháng I đến tháng V); khu vực tỉnh Ninh Thuận, điều kiện khô hạn chủ yếu xảy ra vào thời kỳ XI-XII và I-IV. Tuy nhiên, tần suất khô hạn ở các tỉnh từ Bình Định đến Bình Thuận là cao hơn so với các tỉnh phía Bắc.

- **Khu vực Nam Tây Nguyên:** Cả chỉ số SPI và TC đều cho thấy tần suất khô hạn tháng xảy ra với tần suất rất cao, hầu hết trên 50%. Trong đó, vào các tháng mùa khô, tần suất hạn đạt rất cao, hầu hết đều đạt tần suất trên 70%, thậm chí theo chỉ số SPI tần suất khô hạn còn đạt trên 90%. Theo kết quả phân tích của cả hai chỉ số SPI và TC cho thấy, tần suất khô hạn tháng cao nhất vào tháng XI, I-II.

2.3. Đặc điểm biến đổi lượng mưa ở 3 vùng thường xuyên khô hạn (Tây Bắc, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên)

- **Khu vực Tây Bắc:** Lượng mưa trung bình năm trên khu vực Tây Bắc giảm với mức độ khoảng 1,1%/10 năm. Nhìn chung, mức độ giảm khoảng từ 0 đến 2%/10 năm ở hầu hết diện tích khu vực; giảm từ 2 đến 4%/10 năm ở Yên Bái, một phần phía Bắc Lai Châu, Lào Cai và một phần nhỏ diện tích thuộc phía Bắc Hòa Bình; giảm từ 4 đến 6%/10 năm ở Yên Bái. Vào các tháng mùa hè, lượng mưa giảm trên hầu hết diện tích khu vực, với mức độ giảm phổ biến từ 0 đến 6%/10 năm. Vào các tháng mùa đông, hầu hết các trạm đều quan trắc được lượng mưa có xu thế giảm trong những năm qua, mức độ giảm đáng kể nhất tại Mường Tè (3,4%/10 năm), Phù Yên (3%/10 năm), Lạc Sơn (4,9%/10 năm).

- **Khu vực Nam Trung Bộ:** Kết quả tính toán cho thấy, lượng mưa năm có xu hướng tăng trên toàn vùng Nam Trung Bộ với mức độ tăng khoảng 0 đến 14%/10 năm. Trong đó, tăng nhiều hơn ở dải ven biển và tăng ít hơn ở các khu vực xa biển. Khu vực Phú Yên – Khánh Hòa có mức độ tăng cao nhất khu vực, phổ biến trong khoảng từ 8 đến 14%/10 năm. Tuy nhiên, diễn biến mưa ở khu vực Nam Trung Bộ có diễn biến rất phức tạp, thay đổi theo từng năm, biến suất và độ lệch tiêu chuẩn khá cao. Do vậy, mặc dù lượng mưa năm có xu thế tăng, nhưng chủ yếu là do đóng góp của các năm gần đây. Ngoài ra, đặc điểm chế độ mưa ở khu vực Nam Trung Bộ có sự phân bố không đồng đều giữa các mùa trong năm; tập trung mưa vào mùa mưa; lượng mưa rất thấp vào các tháng mùa khô. Do vậy, đóng góp về lượng mưa vào các tháng mùa khô do sự tăng trong những năm gần đây là không nhiều. Ngược lại, đóng góp về lượng vào các tháng mùa mưa là đáng kể hơn.

- **Khu vực Tây Nguyên:** Tổng lượng mưa năm thời kỳ 1961-2010 có xu thế tăng trên hầu hết khu vực Tây Nguyên. Mức độ tăng dao động trong khoảng từ 0 đến 6%/10 năm. Mức độ dao động của lượng mưa của các trạm đại diện tương đối cao, nhất là ở phần phía Tây Gia Lai, Đắk Lắk, ở phần phía nam vùng này biên độ dao động của lượng mưa năm nhỏ hơn. Biến suất lượng mưa ở khu

vực Tây Nguyên dao động trong khoảng từ 12 đến 36%, cao hơn ở phía Bắc và thấp hơn ở phía Nam; cao nhất ở phần phía Tây Gia Lai và Đắk Lắk. Độ lệch tiêu chuẩn lượng mưa năm dao động trong khoảng từ 231 đến 704 mm. Thực tế, lượng mưa ở khu vực Tây Nguyên là không cao, đặc biệt rất thấp vào các tháng mùa khô. Do vậy, mặc dù lượng mưa các tháng mùa khô có tăng (khoảng từ 1,3 đến 10,3%), thì về lượng mưa cũng tăng không nhiều và điều kiện khô hạn vẫn tồn tại.

2.4. Đặc điểm biến đổi các chỉ số khô hạn ở 3 vùng thường xuyên khô hạn (Tây Bắc, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên)

- **Khu vực Tây Bắc:** Chỉ số SPI và TC đều có xu thế giảm ở hầu hết các trạm thuộc khu vực Tây Bắc. Điều này cho thấy, mức độ khô hạn/thiếu nước ở khu vực này càng gia tăng trong những năm qua.

- **Khu vực Nam Trung Bộ:** Kết quả tính toán cho thấy, chỉ số SPI và TC đều có xu thế tăng trong những năm qua ở khu vực Nam Trung Bộ. Tuy nhiên, lượng mưa vào các tháng mùa khô là rất thấp; ngoài ra, trong những năm gần đây biến động của chỉ số TC và SPI là khá lớn; do vậy, điều kiện khô hạn nghiêm trọng xảy ra nghiêm trọng hơn trước đó; mức độ thừa nước mưa lớn hơn trước đó.

- **Khu vực Tây Nguyên:** Chỉ số SPI và TC đều có xu thế tăng trong những năm qua ở khu vực Tây Nguyên. Chỉ số TC trong mùa khô giai đoạn 1961 – 2010 có xu hướng tăng ở hầu hết các trạm với mức tăng chủ yếu từ 5 đến 10%/10 năm. Chỉ số SPI trong mùa khô giai đoạn 1961 - 2010 có xu hướng tăng ở hầu hết các trạm với mức tăng chủ yếu 0,1 đơn vị/năm. Tuy nhiên, cũng như khu vực Tây Bắc và Nam Trung Bộ, lượng mưa vào mùa khô là rất thấp ở khu vực Tây Bắc. Do vậy đóng góp về lượng của là không nhiều.

2.5. Kết quả dự tính biến đổi khí hậu đối với lượng mưa

- **Về tính không chắc chắn trong việc xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu:** Trước hết, khí hậu tương lai là điều không ai có thể khẳng định trước sẽ diễn biến ra sao và mức độ biến đổi của nó thế nào. Tuy nhiên, với những công

cụ mà ngành khoa học nhân loại đang có trong tay, chúng ta đủ cơ sở để có thể đưa ra những dự tính khí hậu với một độ tin cậy nhất định hay nói cách khác là vẫn cần phải có những kiến nghị về tính chưa chắc chắn trong các dự tính này. Các mô hình động lực và mô hình thông kê dù đã được cải tiến không ngừng nhưng vẫn ẩn chứa các sai số và khó có thể loại bỏ hoàn toàn. Tuy nhiên đó mới chỉ là một phần thứ yếu tạo nên tính không chắc chắn trong kịch bản biến đổi khí hậu. Yếu tố đóng góp vào tính không chắc chắn nhiều nhất chính là các kịch bản phát thải khí nhà kính. Các kịch bản phát thải này được tính toán dựa trên rất nhiều yếu tố chủ quan do con người gây ra như phát triển kinh tế xã hội, dân số thế giới hay phần nào đó là sự biến đổi của tự nhiên. Như vậy, tính không chắc chắn đã tồn tại ngay từ yếu tố làm đầu vào cho các mô hình dự tính tương lai.

- **Dự tính biến đổi lượng mưa bằng mô hình PRECIS:** Theo phương án tổ hợp (Q-ens), lượng mưa trung bình năm trong tương lai có xu thế tăng lên trên khu vực Tây Bắc và Tây Nguyên, và có xu thế ngược lại trên khu vực Nam Trung Bộ. (1) Đối với khu vực Tây Bắc, mức độ tăng của lượng mưa năm trong nửa đầu thế kỷ 21 của lượng mưa năm vào khoảng 0,3%/năm. Nhìn chung, lượng mưa các tháng mùa khô được dự tính là có xu thế giảm nhẹ hoặc tăng/giảm không rõ ràng. (2) Đối với khu vực Nam Trung Bộ, lượng mưa có xu hướng giảm trong nửa đầu của thế kỷ 21. Tốc độ giảm của lượng mưa vào khoảng 0,28%/năm. Đặc biệt, các tháng mùa khô cũng được dự tính sẽ giảm lượng mưa trong tương lai. (3) Đối với khu vực Tây Nguyên, lượng mưa năm biến đổi động khác nhau ở nửa đầu thế kỷ 21. Nhìn chung, lượng mưa được dự tính có xu thế tăng trong nửa đầu thế kỷ 21. Mức độ tăng của lượng mưa năm được dự tính theo phương án Q-ens vào khoảng 0,23%/năm. Tuy nhiên có khả năng sẽ tồn tại các năm có sự thâm hụt lượng mưa đáng kể. Đáng chú ý, lượng mưa thời kỳ từ tháng 4 đến tháng 10 trung bình các thập kỷ trong nửa đầu thế kỷ 21 có xu thế tăng so với thời kỳ chuẩn. Trong khi đó, thời kỳ từ tháng 11 đến tháng 3, mức độ biến đổi của lượng mưa là không nhiều hoặc giảm nhẹ.

- **Dự tính lượng mưa bằng mô hình thống kê:** Không giống như mô hình động lực, mô hình thống kê chỉ ra một xu thế chung đối với cả 3 vùng là lượng mưa năm và mùa mưa có xu hướng tăng; lượng mưa mùa khô có xu thế giảm. Mức độ tăng và giảm nhiều nhất là trên khu vực Nam Trung Bộ, tiếp đến là khu vực Tây Bắc, và ít nhất là trên khu vực Tây Nguyên. Như vậy, theo kết quả dự tính của mô hình thống kê, có thể thấy trong tương lai, tình trạng khô hạn sẽ xảy ra một cách nghiêm trọng trong mùa khô đối với cả 3 vùng nghiên cứu này.

## 2.6. Về các giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu

Cùng với cộng đồng thế giới Việt Nam có thể thực hiện nhiều giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu trong các lĩnh vực khác nhau. Trong đó, ưu tiên chính vào các lĩnh vực: Nông nghiệp, lâm nghiệp, thủy sản, công nghiệp, năng lượng, giao thông vận tải, y tế và du lịch. Trong các lĩnh vực nói trên, tài nguyên nước được coi là trọng điểm trong quá trình thực thi các giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu.

Các giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu và diễn biến lượng mưa được lựa chọn và đề xuất dựa trên phân tích điều kiện khí hậu (thuận lợi, khó khăn), điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội và kế thừa các kết quả nghiên cứu ở trong và ngoài nước đã thực hiện.

### **B) KIẾN NGHỊ**

1) Mở rộng và phát triển nghiên cứu chuyên sâu với các nhiệm vụ chính sau đây:

- Tiếp tục thực thi và kiểm chứng các biểu hiện về BĐKH, đặc biệt về xu thế biến đổi các yếu tố khí hậu và thủy văn.

- Cập nhật các kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam nói chung, các khu vực thường xuyên thiếu mưa nói riêng theo kịch bản của IPCC.

- Thực hiện thí nghiệm đánh giá định lượng về lợi ích - chi phí các giải pháp ứng phó với BĐKH trong các lĩnh vực kinh tế - xã hội.

- Mở rộng nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố khí hậu khác, đặc biệt là các hiện tượng cực đoan khí hậu và đề xuất được các giải pháp thích ứng.

2) Thử nghiệm một số giải pháp ứng phó với BĐKH trong một số lĩnh vực trọng điểm

a) Khai thác nguồn năng lượng mới.

b) Quản lý quy hoạch thủy điện.

c) Tăng cường nhận thức công chúng về BĐKH và thích ứng với BĐKH dựa trên cộng đồng.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### Tiếng Việt

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2008), Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó 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 (2010), Thông báo Quốc gia lần thứ hai của Việt Nam cho Công ước khung Liên Hiệp Quốc về Biến đổi khí hậu, Hà Nội.
4. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012. Cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
5. Cao Đăng Dư, Lê Bắc Huỳnh (2000), Lũ quét: Nguyên nhân và biện pháp phòng tránh, NXB Nông Nghiệp.
6. Đào Xuân Học (2002). Nghiên cứu các giải pháp giảm nhẹ thiên tai hạn hán ở các tỉnh Duyên hải miền Trung từ Hà Tĩnh đến Bình Thuận. Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp Nhà nước.
7. Đinh Văn Ưu (2010), Đánh giá biến động mực nước biển cực trị do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu phục vụ chiến lược kinh tế biển, Báo cáo tổng kết Chương trình KHCN cấp Nhà nước KC 09/06-10, Hà Nội.
8. Lê Trung Tuân. Nghiên cứu ứng dụng các giải pháp khoa học công nghệ phòng chống hạn hán phục vụ phát triển nông nghiệp bền vững ở các tỉnh miền Trung. Báo cáo tổng kết đề tài cấp nhà nước, 2009.
9. Mai Văn Khiêm, Tạ Hữu Chính, Nguyễn Thị Diễm Hương (2014). Thử nghiệm dự báo hạn hán ở Việt Nam bằng sản phẩm dự báo của một số mô hình toàn cầu. Tạp chí KTTV số tháng 3 năm 2014.
10. Nguyễn Duy Chính (2006), Kiểm kê, đánh giá tài nguyên khí hậu Việt Nam, Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp Bộ, Hà Nội.
11. Nguyễn Đức Hậu Thử nghiệm xây dựng mô hình dự báo hạn ở 7 vùng khí hậu Việt Nam trên cơ sở mối quan hệ giữa nhiệt độ mặt nước biển với chỉ số khô hạn, 2001.
12. Nguyễn Đức Ngữ (2002), Tác động của ENSO đến thời tiết khí hậu, môi trường và kinh tế xã hội, Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp Nhà nước.
13. Nguyễn Đức Ngữ (2008), Biến đổi khí hậu, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
14. Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu (2003), Khí hậu và tài nguyên khí hậu Việt Nam, NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
15. Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu. Khí hậu và tài nguyên khí hậu Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội, 2004.
16. Nguyễn Đức Ngữ. Quan hệ giữa ENSO và gió mùa châu Á. Tuyển tập báo cáo, Hội nghị KH lần thứ 7, Viện KTTV, Hà Nội, 2002, Tập 1, tr.105 – 115.

17. Nguyễn Đức Ngữ. Tìm hiểu về hạn hán và hoang mạc hóa. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2002.
18. Nguyễn Lập Dân. Nghiên cứu cơ sở khoa học quản lý hạn hán và sa mạc hóa để xây dựng hệ thống quản lý, đề xuất các giải pháp chiến lược và tổng giảm thiểu tác hại: Nghiên cứu điển hình cho đồng bằng sông Hồng và Nam Trung Bộ. Báo cáo tổng kết đề tài cấp nhà nước, 2010.
19. Nguyễn Quang Kim. Nghiên cứu dự báo hạn hán vùng Nam Trung Bộ và Tây Nguyên và xây dựng các giải pháp phòng chống – Báo cáo tổng kết đề tài, 2005.
20. Nguyễn Trọng Hiệu và CTV (2009), Biến đổi khí hậu ở Việt Nam. Viện Chiến lược Chính sách và Môi trường, Hà Nội.
21. Nguyễn Trọng Hiệu, Đào Đức Tuấn, 1993: Về các trạng huống biến đổi khí hậu ở Đông Nam Á và Việt Nam.
22. Nguyễn Trọng Hiệu. Mối quan hệ giữa ENSO – hạn hán một số địa điểm đại diện cho các khu vực địa lý tiêu biểu ở Việt Nam, 1999
23. Nguyễn Trọng Hiệu. Nguyên nhân và các giải pháp phòng chống hoang mạc hoá ở khu vực ven biển miền Trung. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Nhà nước, 2000.
24. Nguyễn Văn Cư (2001). Nguyên nhân và các giải pháp phòng chống sa mạc hoá ở khu vực ven biển miền Trung (Ninh Thuận-Bình Thuận. Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp Nhà nước.
25. Nguyễn Văn Thắng (2005), Nghiên cứu xây dựng mô hình dự báo khí hậu cho Việt Nam dựa trên kết quả của mô hình động lực toàn cầu. Báo cáo tổng kết đề tài, Viện KH KTTV&MT.
26. Nguyễn Văn Thắng (2007), Nghiên cứu và xây dựng công nghệ dự báo và cảnh báo sớm hạn hán ở Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài, Viện KH KTTV&MT.
27. Nguyễn Văn Thắng (2010), Nghiên cứu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến các điều kiện tự nhiên, tài nguyên thiên nhiên và đề xuất các giải pháp chiến lược phòng tránh, giảm nhẹ và thích nghi, phục vụ phát triển bền vững kinh tế xã hội ở Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài khoa học công nghệ cấp Nhà nước, KC.08/06-10.
28. Nguyễn Văn Thắng (2011), Ứng dụng thông tin khí hậu và dự báo khí hậu phục vụ các ngành kinh tế xã hội và phòng tránh thiên tai ở Việt Nam. Báo cáo tổng kết dự án, Viện KH KTTV&MT.
29. Nguyễn Văn Thắng và nnk (2010), Nghiên cứu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến các điều kiện tự nhiên, tài nguyên thiên nhiên và đề xuất các giải pháp chiến lược phòng tránh, giảm nhẹ và thích nghi, phục vụ phát triển bền vững kinh tế xã hội ở Việt Nam, Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp Nhà nước thuộc chương trình KC08.13/06-10, Hà Nội.
30. Nguyễn Văn Thắng, Mai Văn Khiêm, Lê Thị Tuyết Trương Đức Trí (2014). Diễn biến hạn hán khu vực Bắc Trung Bộ thời kỳ 1961-2010. Tạp chí KTTV số tháng 3 năm 2014.

31. Nguyễn Văn Thắng, Mai Văn Khiêm, Nguyễn Đăng Mậu, Trương Đức Trí (2014). Nghiên cứu xác định chỉ tiêu hạn hán cho vùng Nam Trung Bộ. Tạp chí KTTV số tháng 3 năm 2014.
32. Nguyễn Văn Thắng, Nguyễn Đăng Mậu, Đào Thị Thúy, 2009. Tình hình hạn hán và tác động của nó trong những năm gần đây ở Việt Nam, Tạp chí khoa học lần thứ XIII Viện KTTV, tr.318-323.
33. Nguyễn Văn Thắng, Nguyễn Trọng Hiệu, Trần Thục (2011), Biến đổi khí hậu và tác động ở Việt Nam, Nhà xuất bản KHCN, Hà Nội.
34. Phạm Ngọc Toàn, Phan Tất Đắc (1993), Khí hậu Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ Thuật.
35. Phan Văn Tân và nnk (2010), Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam, khả năng dự báo và giải pháp chiến lược ứng phó, Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp Nhà nước thuộc chương trình KC08.13/06-10, Hà Nội.
36. Trần Duy Bình, 2000: Chương trình quốc gia thực hiện Công ước khung của Liên hiệp quốc về Biến đổi khí hậu. Viện KTTV.
37. Trần Thanh Xuân và nnk (2013), Lũ lụt và cách phòng chống, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
38. Trần Thanh Xuân, Trần Thục, Hoàng Minh Tuyền (2011), Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước Việt Nam, Nhà xuất bản KHCN, Hà Nội.
39. Trần Thục, Lê Nguyên Tường (2008), “Những tác động của biến đổi khí hậu đối với nước ta”, Tạp chí Tài nguyên Môi trường.
40. Trần Thục. Xây dựng bản đồ hạn hán và mức độ thiếu nước sinh hoạt ở Nam Trung Bộ và Tây Nguyên. Báo
41. Trần Việt Liễn (2000), Tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến vùng ven biển Việt Nam, NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
42. Trần Việt Liễn, 2000: Tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến vùng ven biển Việt nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
43. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, UNDP (2014), Báo cáo đặc biệt của Việt Nam về Quản lý rủi ro thiên tai và hiện tượng cực đoan nhằm thúc đẩy thích ứng với biến đổi khí hậu. NXB Bản đồ và Tài nguyên Môi trường Việt Nam.
44. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2020, 2011, 2012, 2013). Tổng kết khí hậu năm.
45. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2010), Tác động của biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước và các biện pháp thích ứng, Báo cáo tổng kết dự án hợp tác với Đan Mạch, Hà Nội.
46. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2011), Hướng dẫn kỹ thuật “Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và xác định các giải pháp thích ứng”, NXB TN-MT và BĐ Việt Nam, Hà Nội.

## Tiếng Anh:

47. A WCRP white paper on drought predictability and prediction in a changing climate: assessing current predictive knowledge and capabilities, user requirements and research priorities, 2010
48. Alley, W. M., 1984: The palmer drought severity index- limitations and assumptions. *J. Climate Appl. Meteor.*, 23, 1100–1109.
49. Aslak Grinsted, J. C. Moore & S. Jevrejeva (2009), Reconstructing sea level from paleo and projected temperatures 2000 to 2100 AD, *Climate Dynamics*, Vol 34, No 4, 461-472.
50. Eklundh, L, 1996. AVHRR NDVI for monitoring and mapping of vegetation and drought in East African environments. Lund University Press, Lund, Sweden, 187p.
51. Gibbs, W. J., and J. V. Maher, 1967: Rainfall deciles as drought indicators. *Bureau of Meteorology Bull.* 48, Commonwealth of Australia, Melbourne, Australia.
52. Gomme, R., and F. Petrassi, 1994: Rainfall variability and drought in Sub-Saharan Africa since 1960. *Agro-meteorology series working paper 9*, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
53. Hayes, M., 1996. Drought indexes. National drought mitigation center, University of Nebraska–Lincoln, 7 pp. [Available from University of Nebraska–Lincoln, 239LW Chase Hall, Lincoln, NE 68583].
54. IPCC First Assessment Report 1990 (FAR), The Scientific Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, Great Britain, New York, NY, USA and Melbourne, Australia 410 pp.
55. IPCC Second Assessment Report: Climate Change 1995 (SAR), The Scientific Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, Great Britain, New York, NY, USA and Melbourne, Australia.
56. IPCC Third Assessment Report: Climate Change 2001 (TAR), The Scientific Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, Great Britain, New York, NY, USA and Melbourne, Australia.
57. IPCC, Climate Change: The IPCC Scientific Assessment (2007), The Scientific Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, Great Britain, New York, NY, USA and Melbourne, Australia 410 pp.

58. IPCC, Climate Change: IPCC Fifth Assessment Report (2013), The Scientific Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
59. IPCC, 2012: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation.
60. Wilby R.L et al (2004), Guideline for use of Climate Scenarios developed from Statistical Downscaling Methods, NOAA.
61. World Meteorological Organization (WMO). Drought monitoring and early warning: concepts, progress and future challenges. 2006, 24 p.

**PHỤ LỤC 1: KẾT QUẢ TÍNH TOÁN ĐẶC TRƯNG TRUNG BÌNH  
LƯỢNG MƯA THỜI KỶ 1961-2010**

TT	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII I	IX	X	XI	XII	XI- IV	V-X	Năm
MườngT è	26. 3	28. 9	48. 9	127 .6	267 .6	464 .1	621 .0	447 .5	190 .7	106 .3	64. 4	28. 5	324. 6	2097 .1	2421 .7
SinHồ	40. 9	44. 4	75. 3	185 .0	324 .2	504 .7	600 .6	456 .2	241 .3	143 .0	79. 1	41. 2	465. 9	2270 .0	2735 .9
TamĐuờ ng	30. 5	42. 0	75. 2	185 .7	331 .7	501 .2	538 .8	360 .8	177 .0	136 .0	69. 7	30. 0	433. 1	2045 .5	2478 .6
ThanUyê n	28. 2	39. 2	63. 4	152 .5	239 .4	394 .7	425 .0	348 .0	144 .1	69. 9	43. 3	21. 6	348. 2	1621 .2	1969 .3
LaiChâu	28. 1	35. 3	60. 6	136 .0	270 .6	436 .0	474 .2	367 .0	145 .6	86. 3	50. 6	23. 6	334. 0	1779 .8	2113 .8
TuầnGiá o	22. 7	27. 8	58. 2	134 .3	219 .3	296 .7	308 .2	273 .8	137 .6	65. 7	39. 5	21. 3	303. 8	1301 .3	1605 .0
PhaĐin	24. 9	28. 9	63. 7	132 .7	223 .5	319 .6	343 .3	327 .9	166 .5	72. 2	39. 2	22. 2	311. 5	1453 .1	1764 .6
ĐiệnBiên	21. 0	28. 2	54. 7	112 .4	187 .5	266 .4	308 .8	309 .2	150 .0	60. 7	30. 5	20. 6	267. 4	1282 .6	1550 .0
QuyñhN hai	27. 1	30. 6	58. 9	135 .9	208 .0	300 .5	349 .5	310 .5	148 .4	74. 6	41. 8	21. 3	315. 7	1391 .5	1707 .1
SôngMã	13. 3	18. 4	38. 2	100 .3	151 .9	204 .8	221 .0	231 .9	117 .1	38. 1	23. 4	13. 0	206. 6	964. 8	1171 .3
CòNòi	15. 4	21. 3	44. 3	113 .4	174 .2	220 .2	235 .5	243 .3	128 .0	52. 5	24. 6	14. 1	233. 0	1053 .8	1286 .8
YênChâu	10. 2	15. 8	34. 6	106 .4	154 .6	194 .4	215 .1	252 .6	146 .8	58. 0	19. 2	9.2	195. 4	1021 .6	1217 .0
BắcYên	21. 0	23. 7	47. 0	113 .8	190 .8	261 .3	253 .9	276 .5	163 .3	77. 8	28. 5	18. 4	252. 4	1223 .5	1475 .9
PhùYên	20. 3	23. 7	40. 4	111 .7	198 .8	228 .2	237 .1	265 .2	205 .8	111 .5	34. 0	15. 1	245. 2	1246 .6	1491 .7
MộcChâ u	18. 3	22. 9	50. 7	101 .7	184 .6	232 .3	267 .4	315 .3	259 .1	136 .0	38. 3	15. 5	247. 3	1394 .6	1642 .0
SonLa	18. 9	24. 9	48. 3	116 .9	186 .3	241 .0	265 .7	260 .9	137 .7	63. 9	33. 8	16. 6	259. 4	1155 .5	1414 .9
KimBôi	30. 2	32. 2	55. 5	104 .1	271 .9	317 .7	334 .0	353 .0	348 .6	223 .1	76. 4	24. 0	322. 5	1848 .2	2170 .7
ChiNê	19. 5	19. 3	40. 9	75. 4	203 .3	238 .8	303 .5	359 .7	345 .8	216 .3	65. 3	19. 3	239. 8	1667 .4	1907 .2
LạcSon	29. 7	26. 9	46. 0	95. 3	247 .8	263 .2	305 .7	344 .9	308 .8	198 .4	80. 7	24. 5	303. 0	1668 .8	1971 .8
HoàBình	19. 0	15. 9	35. 6	96. 4	244 .4	276 .9	312 .8	325 .5	290 .0	188 .5	58. 4	16. 8	242. 0	1638 .1	1880 .1
ĐàNăng	82. 5	23. 7	22. 7	36. 0	88. 4	87. 0	91. 5	139 .1	327 .1	646 .5	430 .8	210 .3	806. 0	1379 .6	2185 .7
TamKỳ	137 .6	50. 1	41. 7	59. 6	102 .0	86. 1	87. 1	124 .6	328 .7	690 .4	578 .2	351 .7	1218 .9	1418 .9	2637 .9
TràMy	152 .9	66. 9	58. 9	110 .9	252 .8	185 .6	172 .4	207 .3	412 .5	930 .1	947 .8	476 .2	1813 .6	2160 .6	3974 .2
BaTơ	169 .2	69. 1	58. 0	83. 8	181 .6	159 .9	123 .3	171 .9	325 .2	775 .8	881 .6	496 .6	1758 .1	1737 .7	3495 .8
QuảngN gãi	131 .6	36. 8	39. 1	48. 4	100 .7	97. 8	86. 6	143 .0	323 .9	653 .7	594 .1	285 .3	1135 .3	1405 .8	2541 .1
HoàiNho n	90. 4	32. 6	23. 5	39. 2	100 .9	76. 3	60. 5	112 .4	284 .3	563 .3	456 .2	211 .4	853. 3	1197 .6	2051 .0
QuyNho n	69. 0	25. 7	30. 5	32. 4	89. 5	66. 6	38. 7	73. 4	236 .5	538 .8	467 .5	194 .0	819. 1	1043 .4	1862 .6

SonHoà	31.2	10.2	32.1	43.0	133.7	97.3	88.5	104.4	202.2	424.8	396.2	129.7	642.4	1050.9	1693.3
TuyHoà	65.4	19.2	32.6	42.2	90.9	53.9	43.6	52.8	229.8	556.9	499.8	203.5	862.7	1027.9	1890.7
NhaTrang	40.0	15.9	29.9	41.1	83.2	49.9	37.0	48.4	164.0	326.5	379.6	174.2	680.7	709.0	1389.6
CamRanh	23.0	7.9	36.4	38.3	83.8	60.0	53.3	49.6	164.9	283.5	300.2	142.8	548.6	695.0	1243.6
TrườngSa	159.6	77.0	56.9	59.2	107.1	189.9	234.1	246.8	230.4	276.9	391.0	441.9	1185.6	1285.1	2470.7
PhanThiet	2.5	0.2	5.5	30.3	149.5	143.1	169.0	168.7	188.1	154.9	56.9	18.9	114.3	973.2	1087.5
HàmTân	1.2	0.3	6.8	45.0	174.0	214.2	294.1	302.4	250.7	188.3	47.5	22.2	123.0	1423.7	1546.7
PhúQuý	12.0	5.5	13.7	42.9	126.2	132.1	126.0	120.3	188.1	230.9	172.1	93.3	339.4	923.7	1263.1
ĐắcTô	3.1	9.2	34.5	91.0	235.5	270.2	318.8	393.9	279.4	138.5	50.3	12.7	200.8	1636.3	1837.1
KonTum	0.7	10.3	27.7	99.7	246.6	262.8	323.0	336.6	300.4	157.7	56.3	8.1	202.7	1627.1	1829.8
P-lâyCu	2.5	7.2	25.4	92.3	252.5	321.0	398.8	473.8	354.6	184.0	63.8	10.1	201.1	1984.7	2185.8
AnKhê	22.1	15.1	15.5	57.1	148.9	99.3	120.9	132.0	180.1	293.6	266.0	111.0	486.8	974.8	1461.6
AyunPa	1.7	5.0	12.3	62.7	163.1	138.6	130.9	154.7	226.1	197.9	138.6	25.9	246.1	1011.3	1257.4
M'đrăc	37.3	22.8	28.4	98.9	200.0	120.8	128.4	123.9	216.9	357.0	433.2	220.9	841.6	1147.0	1988.6
B.M.thuot	5.6	3.7	24.2	81.4	233.4	239.4	251.3	324.6	308.2	202.3	101.8	26.1	242.7	1559.3	1802.0
BuônHồ	6.7	7.6	15.2	86.6	215.6	209.8	187.3	271.2	251.3	171.4	105.2	29.5	250.9	1306.5	1557.3
ĐắcNông	11.7	46.2	86.1	181.2	290.1	328.3	423.3	446.0	402.1	233.1	68.1	21.4	414.7	2122.8	2537.5
LiênKhương	6.6	18.3	54.3	124.8	235.6	178.3	189.6	180.7	277.4	215.5	85.9	30.5	320.4	1277.1	1597.5
ĐàLạt	9.3	21.2	70.5	167.6	210.6	201.2	229.7	242.0	275.2	238.5	94.9	35.3	398.8	1397.2	1796.0
BảoLộc	62.0	52.6	115.0	203.4	261.0	301.6	386.3	481.3	407.1	338.1	170.2	84.8	688.0	2175.4	2863.4

**PHỤ LỤC 2: KẾT QUẢ TÍNH TOÁN MỨC ĐỘ BIẾN ĐỔI LƯỢNG MƯA**

<b>TT</b>	<b>%/10nam(đông)</b>	<b>%/10nam(hè)</b>	<b>%/10nam(năm)</b>
MườngTè	-3.4	-2.6	-2.7
SìnHồ	-0.8	-0.5	-0.6
TamĐường	2.1	-1.4	-0.8
ThanUyên	-1.1	-2.6	-2.3
LaiChâu	-2.7	1.1	0.5
TuầnGiáo	0.3	-2.4	-1.9
PhaĐin	1.3	-1.2	-0.8
ĐiệnBiên	0.1	0.7	0.6
QuỳnhNhai	-1.7	-1.0	-1.1
SôngMã	3.7	-0.6	0.1
CòNòi	8.7	-1.4	0.4
YênChâu	3.8	0.9	1.4
BắcYên	2.7	-3.4	-2.3
PhùYên	-3.0	-3.8	-3.6
MộcChâu	6.6	-3.1	-1.6
SơnLa	1.8	-1.9	-1.2
KimBôi	-0.4	-2.0	-1.8
ChiNê	2.2	-2.0	-1.5
LạcSơn	-4.9	0.2	-0.6
HoàBình	-1.8	-2.0	-2.0
ĐàNẵng	3.9	5.0	4.6
TamKỳ	4.9	5.8	5.4
TràMy	4.1	4.7	4.4
BaTơ	5.0	5.7	5.3
QuảngNgãi	3.3	1.2	2.2
HoàiNhon	6.3	4.0	5.0
QuyNhon	6.2	4.7	5.4
SơnHoà	6.9	3.3	4.7
TuyHoà	17.2	8.5	12.5
NhaTrang	5.4	8.2	6.8
CamRanh	8.1	6.0	6.9
TrườngSa	5.2	2.5	3.8
PhanThiết	12.6	4.2	5.1
HàmTân	-0.9	2.7	2.4
PhúQuý	5.1	4.9	5.0
ĐắcTô	6.0	-2.8	-1.8
KonTum	7.3	0.9	1.6
P-lâyCu	4.2	-1.2	-0.7
AnKhê	9.1	2.7	4.8
AyunPa	6.4	-0.7	0.7

<b>TT</b>	<b>%/10nam(đông)</b>	<b>%/10nam(hè)</b>	<b>%/10nam(năm)</b>
M'đrắc	11.5	3.9	7.1
B.M.thuot	5.6	3.6	3.9
BuônHồ	8.0	0.6	1.8
ĐácNông	6.6	0.9	1.8
LiênKhương	0.3	-2.2	-1.7
ĐàLạt	5.2	0.1	1.2
BảoLộc	6.9	3.1	4.0

**PHỤ LỤC 3: KẾT QUẢ TÍNH TOÁN ĐỘ LỆCH TIÊU CHUẨN VÀ BIẾN SUẤT LƯỢNG MƯA**

<b>TT</b>	<b>S(nam)mm</b>	<b>St(năm)%</b>
MườngTè	347.1	14.3
SìnHồ	344.3	12.6
TamĐường	313.7	12.7
ThanUyên	339.8	17.3
LaiChâu	296.3	14.0
TuầnGiáo	318.0	19.8
PhaĐin	274.7	15.6
ĐiệnBiên	289.5	18.7
QuyñhNhai	255.5	15.0
SôngMã	227.2	19.4
CòNòi	175.2	13.6
YênChâu	215.3	17.7
BắcYên	265.0	18.0
PhùYên	244.7	16.4
MộcChâu	266.8	16.2
SơnLa	228.1	16.1
KimBôi	444.6	20.5
ChiNê	444.4	23.3
LạcSơn	364.7	18.5
HoàBình	364.9	19.4
ĐàNẵng	540.9	24.7
TamKỳ	649.2	24.6
TràMy	917.5	23.1
BaTơ	906.2	25.9
QuảngNgãi	607.6	23.9
HoàiNhon	519.9	25.4
QuyNhon	462.8	24.8
SơnHoà	425.4	25.1
TuyHoà	612.7	32.4
NhaTrang	465.6	33.5
CamRanh	398.0	32.0
PhanThiết	220.0	20.2
HàmTân	278.6	18.0
PhúQuý	322.4	25.5
ĐắcTô	353.1	19.2
KonTum	292.1	16.0
P-lâyCu	408.8	18.7
AnKhê	395.7	27.1
AyunPa	238.9	19.0

<b>TT</b>	<b>S(nam)mm</b>	<b>St(năm)%</b>
M'đrắc	704.9	35.4
B.M.thuot	314.0	17.4
BuônHồ	239.1	15.4
ĐácNông	434.2	17.1
LiênKhương	273.2	17.1
ĐàLạt	231.5	12.9
BảoLộc	539.9	18.9

## PHỤ LỤC 4: KẾT QUẢ TÍNH TOÁN CHỈ SỐ TC TRUNG BÌNH 1961-2010

### 1. Khu vực Tây Bắc

Tram	Muakho	Muamua	Nam
MuongTe	98.4	104.4	103.5
SinHo	100.3	98.3	98.7
TamDuong	96.3	98.6	97.9
ThanUyen	107.4	105.5	105.8
LaiChau	102.3	101.3	101.4
TuanGiao	100.7	101.2	101
PhaDin	99.6	100.3	100.1
DienBien	95.5	96.3	96.1
QuynhNhai	100.7	100.9	100.7
SongMa	106.3	99.8	100.8
CoNoi	104.9	98.3	99.3
YenChau	97.6	101.3	100.1
BacYen	96.9	98.3	97.8
PhuYen	96.8	103.3	101.6
MocChau	100.1	101.9	101.5
SonLa	98.4	97.9	97.9
KimBoi	93.2	99.3	97.6
ChiNe	93.8	101.4	99.3
LacSon	96.6	102.3	100.7
HoaBinh	95.6	102.2	100.4

### 2. Khu vực Nam Trung Bộ

DaNang	96.9	99.9	100.6
TamKy	98.5	98.9	100.1
TraMy	95.8	98.2	98.6
Bato	97.4	98.8	99.6
QuangNgai	96.8	102.2	102.3
HoaiNhon	96.9	101.2	101.7
QuyNhon	98.3	98.9	100.4
SonHoa	94.3	96.9	98
TuyHoa	100.5	92.8	95.7
NhaTrang	96.9	99.9	101.3
CamRanh	95.8	100.4	101.4
TruongSa	99.3	101.8	102.5
PhanThiet	95.4	93.7	97.8
HamTan	93.4	94.8	96.6
PhuQuy	93.9	99.6	99.7

### 3. Khu vực Tây Nguyên

DacTo	93.3	98.5	97.8
KonTum	95.8	103.6	102.6
PlayCu	92.9	98.2	97.7
AnKhe	94.5	100.4	98
AyunPa	90.4	97.3	95.8

Mdrac	96.6	101.2	98.6
B.M.thuot	94.9	97.2	97
BuonHo	94.9	101.9	100.6
DakNong	96.9	102.3	101.2
LienKhuong	99.1	102.3	101.4
DaLat	97	98.8	98.3
BaoLoc	99.3	100.4	99.5
DongPhu	100.9	99.3	99.6