

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

**VIỆN KHOA HỌC**

**KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

**CHU THỊ THU HƯỜNG**

**NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU  
TOÀN CẦU ĐẾN MỘT SỐ CỰC TRỊ KHÍ HẬU  
VÀ HIỆN TƯỢNG KHÍ HẬU CỰC ĐOAN Ở VIỆT NAM**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ ĐỊA LÝ**

**HÀ NỘI, 2015**

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

VIỆN KHOA HỌC

KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

**CHU THỊ THU HƯỜNG**

**NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU  
TOÀN CẦU ĐẾN MỘT SỐ CỰC TRỊ KHÍ HẬU  
VÀ HIỆN TƯỢNG KHÍ HẬU CỰC ĐOAN Ở VIỆT NAM**

**Chuyên ngành: Khí tượng và Khí hậu học**

**Mã số: 62440222**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ ĐỊA LÝ**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:**

1. GS. TS. Phan Văn Tân

2. TS. Hoàng Đức Cường

**HÀ NỘI, 2015**

## **LỜI CAM ĐOAN**

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi.

Các số liệu, kết quả nêu trong luận án là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

**Tác giả**

**Chu Thị Thu Hương**

## LỜI CẢM ƠN

*Luận án được hoàn thành tại Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi Khí hậu dưới sự hướng dẫn khoa học của GS. TS. Phan Văn Tân, trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội và TS. Hoàng Đức Cường, Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương. Tác giả xin trân trọng bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới hai Thầy đã hết lòng động viên, tận tình giúp đỡ và quan tâm tới từng bước nghiên cứu của luận án. Đặc biệt, GS. TS Phan Văn Tân đã tạo điều kiện cho tác giả tham gia đề tài khoa học để phát triển năng lực nghiên cứu. Đồng thời, tác giả cũng được sử dụng nguồn số liệu và hệ thống máy tính của đề tài để thực hiện luận án.*

*Tác giả xin trân trọng cảm ơn Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi Khí hậu, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, Bộ môn Khí tượng, trường Đại học Khoa học Tự nhiên đã tạo điều kiện thuận lợi trong quá trình thực hiện luận án.*

*Nhân dịp này, tác giả cũng xin bày tỏ lòng cảm ơn sâu sắc tới GS.TSKH. Nguyễn Đức Ngữ, GS.TS. Nguyễn Trọng Hiệu, GS.TS. Trần Tân Tiến, PGS.TS. Phạm Vũ Anh, PGS.TS Nguyễn Viết Lành, PGS.TS. Nguyễn Văn Thắng, PGS.TS. Nguyễn Văn Tuyên, PGS.TS Nguyễn Đăng Quế, PGS.TS. Nguyễn Minh Trường, PGS. TS. Ngô Đức Thành, PGS. TS. Vũ Thanh Hằng, TS. Trần Quang Đức, TS. Mai Văn Khiêm, TS. Bùi Minh Tăng, TS. Nguyễn Thị Hiền Thuận, TS. Dương Văn Khảm và các nhà khoa học khác cũng như các bạn bè đồng nghiệp đã góp ý chân tình và xây dựng về những nội dung nghiên cứu của luận án.*

*Cuối cùng, tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới bố mẹ, những người thân yêu trong gia đình tác giả, đặc biệt là chồng và các con là những nguồn động viên tinh thần quý giá để tác giả hoàn thành luận án.*

**Tác giả**

## MỤC LỤC

|                                                                                                                    |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| LỜI CAM ĐOAN.....                                                                                                  | i    |
| LỜI CẢM ƠN .....                                                                                                   | ii   |
| MỤC LỤC.....                                                                                                       | iii  |
| DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT .....                                                                         | v    |
| DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ .....                                                                                 | viii |
| DANH MỤC BẢNG.....                                                                                                 | xiv  |
| MỞ ĐẦU.....                                                                                                        | 1    |
| CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ BIẾN ĐỔI CỦA CÁC CỰC TRỊ KHÍ HẬU VÀ<br>HIỆN TƯỢNG KHÍ HẬU CỰC ĐOAN .....                    | 5    |
| 1.1 Khái niệm .....                                                                                                | 5    |
| 1.1.1 Cực trị và cực đoan khí hậu.....                                                                             | 5    |
| 1.1.2 Hiện tượng khí hậu cực đoan .....                                                                            | 8    |
| 1.1.3 Chỉ số khí hậu cực đoan .....                                                                                | 9    |
| 1.2 Biến đổi khí hậu và hoàn lưu khí quyển.....                                                                    | 10   |
| 1.3 Biến đổi khí hậu và một số cực trị khí hậu, hiện tượng khí hậu cực đoan .....                                  | 20   |
| CHƯƠNG 2: SỐ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU .....                                                                  | 32   |
| 2.1 Số liệu.....                                                                                                   | 32   |
| 2.1.1 Số liệu quan trắc từ mạng lưới trạm trên lãnh thổ Việt Nam .....                                             | 32   |
| 2.1.2 Số liệu tái phân tích .....                                                                                  | 33   |
| 2.2 Phương pháp nghiên cứu .....                                                                                   | 33   |
| 2.2.1 Phương pháp xác định các đặc trưng thống kê .....                                                            | 33   |
| 2.2.2 Phương pháp phân tích xu thế .....                                                                           | 34   |
| 2.2.3 Phương pháp phân tích các trung tâm khí áp .....                                                             | 37   |
| 2.2.4 Phương pháp phân tích ảnh hưởng của BĐKH toàn cầu.....                                                       | 40   |
| CHƯƠNG 3: BIẾN ĐỔI CỦA MỘT SỐ TRUNG TÂM KHÍ ÁP, CỰC TRỊ KHÍ HẬU<br>VÀ HIỆN TƯỢNG KHÍ HẬU CỰC ĐOAN Ở VIỆT NAM ..... | 44   |
| 3.1 Sự biến đổi của nhiệt độ không khí bề mặt .....                                                                | 44   |
| 3.2 Sự biến đổi của các trung tâm khí áp chính ảnh hưởng đến Việt Nam .....                                        | 47   |

|                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2.1 Về cường độ .....                                                                                                | 47  |
| 3.2.2 Về phạm vi hoạt động .....                                                                                       | 52  |
| 3.3 Sự biến đổi của một số cực trị, cực đoạn khí hậu.....                                                              | 62  |
| 3.3.1 Nhiệt độ cực tiểu .....                                                                                          | 62  |
| 3.3.3 Lượng mưa ngày cực đại .....                                                                                     | 68  |
| 3.4 Sự biến đổi của một số hiện tượng khí hậu cực đoạn .....                                                           | 72  |
| 3.4.1 Hiện tượng nắng nóng và nắng nóng gay gắt .....                                                                  | 72  |
| 3.4.2 Hiện tượng rét đậm và rét hại .....                                                                              | 77  |
| 3.4.3 Hiện tượng mưa lớn.....                                                                                          | 80  |
| CHƯƠNG 4: MỐI QUAN HỆ GIỮA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TOÀN CẦU VÀ MỘT SỐ CỰC TRỊ KHÍ HẬU, HIỆN TƯỢNG KHÍ HẬU CỰC ĐOẠN Ở VIỆT NAM | 86  |
| 4.1 Ảnh hưởng của nhiệt độ không khí bề mặt trung bình toàn cầu .....                                                  | 86  |
| 4.2 Ảnh hưởng của nhiệt độ không khí bề mặt trên khu vực .....                                                         | 89  |
| 4.3 Ảnh hưởng của các trung tâm khí áp.....                                                                            | 96  |
| KẾT LUẬN .....                                                                                                         | 112 |
| DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ.....                                                                                | 116 |
| CỦA TÁC GIẢ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN .....                                                                                | 116 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO.....                                                                                                | 117 |
| PHỤ LỤC.....                                                                                                           | 124 |

## DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

|         |                                                                                       |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| ACTBD   | Áp cao Thái Bình Dương                                                                |
| AO      | Dao động cực                                                                          |
| B1      | Khí hậu Tây Bắc                                                                       |
| B2      | Khí hậu Đông Bắc                                                                      |
| B3      | Khí hậu Đồng bằng Bắc Bộ                                                              |
| B4      | Khí hậu Bắc Trung Bộ                                                                  |
| BĐKH    | Biến đổi khí hậu                                                                      |
| BBC/NBC | Bắc Bán cầu/Nam Bán cầu                                                               |
| cs      | cộng sự                                                                               |
| ĐLC     | Độ lệch chuẩn                                                                         |
| EASM    | Gió mùa mùa hè Đông Á                                                                 |
| EAWM    | Gió mùa mùa đông Đông Á                                                               |
| ECE     | Hiện tượng khí hậu cực đoan                                                           |
| ECEs    | Các hiện tượng khí hậu cực đoan                                                       |
| EN/LN   | El Nino/La Nina                                                                       |
| HSTQ    | Hệ số tương quan                                                                      |
| HGT     | Độ cao địa thế vị                                                                     |
| IPCC    | Intergovernmental Panel on Climate Change - Ban liên<br>chính phủ về biến đổi khí hậu |
| ITCZ    | Dải hội tụ nhiệt đới                                                                  |
| ISM     | Gió mùa mùa hè Ấn Độ                                                                  |
| N1      | Khí hậu Nam Trung Bộ                                                                  |
| N2      | Khí hậu Tây Nguyên                                                                    |
| N3      | Khí hậu Nam Bộ                                                                        |

|         |                                                                                                         |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NAOI    | Dao động bắc Đại Tây Dương                                                                              |
| NOAA    | National Oceanographical and Atmospheric Administration<br>– Cục quản lý Khí quyển – Đại dương Quốc Gia |
| NCEP    | National Center for Environmental Prediction – Trung tâm<br>Quốc gia về Dự báo Môi Trường               |
| NN/NNGG | Nắng nóng/ Nắng nóng gay gắt                                                                            |
| OLR     | Bức xạ sóng dài tại giới hạn trên của khí quyển                                                         |
| Pmsl    | Khí áp mặt biển                                                                                         |
| RĐ/RH   | Rét đậm/ Rét hại                                                                                        |
| U       | Độ ẩm tương đối                                                                                         |
| R       | Lượng mưa ngày                                                                                          |
| Rx      | Lượng mưa ngày cực đại tuyệt đối                                                                        |
| RXx     | Lượng mưa ngày cực đại tháng/năm                                                                        |
| RX95    | Lượng mưa ngày bằng phân vị thứ 95                                                                      |
| RTBD    | Rìa phía Tây áp cao Thái Bình Dương                                                                     |
| RTXD    | Rãnh thấp xích đạo                                                                                      |
| SM      | Gió mùa mùa hè                                                                                          |
| SNNN    | Số ngày nắng nóng                                                                                       |
| SNRĐ    | Số ngày rét đậm                                                                                         |
| SNRH    | Số ngày rét hại                                                                                         |
| SSTA    | Chuẩn sai nhiệt độ mặt nước biển                                                                        |
| SST     | Nhiệt độ mặt nước biển                                                                                  |
| SO      | Dao động Nam                                                                                            |
| Ts      | Nhiệt độ không khí bề mặt                                                                               |
| Ttb     | Nhiệt độ không khí trung bình ngày                                                                      |
| Tx      | Nhiệt độ cực đại ngày                                                                                   |

|       |                                                     |
|-------|-----------------------------------------------------|
| TXx   | Nhiệt độ cực đại tháng/năm                          |
| TX    | Nhiệt độ cực đại tuyệt đối                          |
| TX90  | Nhiệt độ cực đại ngày bằng phân vị thứ 90           |
| TX90p | Số ngày có nhiệt độ cực đại lớn hơn phân vị thứ 90  |
| TX95p | Số ngày có nhiệt độ cực đại lớn hơn phân vị thứ 95  |
| Tn    | Nhiệt độ cực tiểu ngày                              |
| TNn   | Nhiệt độ cực tiểu tháng/năm                         |
| TN    | Nhiệt độ cực tiểu tuyệt đối                         |
| TN10  | Nhiệt độ cực tiểu ngày bằng phân vị thứ 10          |
| TN5p  | Số ngày có nhiệt độ cực tiểu nhỏ hơn phân vị thứ 5  |
| TN10p | Số ngày có nhiệt độ cực tiểu nhỏ hơn phân vị thứ 10 |
| Vx    | Tốc độ gió cực đại ngày                             |
| Vxx   | Tốc độ gió cực đại tháng/năm                        |
| WM    | Gió mùa mùa đông                                    |
| WNPSM | Gió mùa mùa hè Tây bắc Thái Bình Dương              |
| WMO   | Tổ chức Khí tượng thế giới                          |
| XTND  | Xoáy thuận nhiệt đới                                |

## DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ

|                                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Hình 1.1 Chuẩn sai của Ts trung bình trong từng thập kỷ so với thời kỳ 1951-1980 (Nguồn: Hansen J và cs, 2010 [37]).....                                                                                                                                    | 11 |
| Hình 1.2 Cường độ trung bình của áp cao Siberia trong mùa đông (tháng 1, 2 và 3) trong thời kỳ 1922-1999 trên 2 bộ số liệu CRU (a) và NCAR (b) (Nguồn: Gong D.Y và cs, 2002 [36]).....                                                                      | 12 |
| Hình 1.3 Đường đẳng HGT 587 dam trên mực 500 hPa trong thời kỳ 1958-1979 (trái) và 1980-1999 (phải). Đường màu xanh thể hiện cho 5 năm hoạt động yếu nhất và đường màu đỏ thể hiện cho 5 năm hoạt động mạnh nhất (Nguồn: HeXueZhao và cs, 2002 [39]). ..... | 13 |
| Hình 1.4 Thời gian mở đầu SM trong thời kỳ 1948-2002 (Đơn vị: tuần) (Nguồn: Peng Liu và cs, 2009 [47]). .....                                                                                                                                               | 16 |
| Hình 1.5 Vị trí của đường đẳng áp 1015 hPa qua từng thời kỳ (Nguồn: Ho Thi-Minh-Ha và cs, 2011 [39]).....                                                                                                                                                   | 18 |
| Hình 1.6 Giá trị ngưỡng phân vị thứ 95 của Tx (trong mùa hè) (a) và phân vị thứ 5 của Tn (trong mùa đông) (b). Trong đó, R1, R2,..., R7 là các vùng từ B1, B2, đến N3 của Việt Nam (Nguồn: Ho Thi-Minh-Ha và cs, 2011 [39]). .....                          | 25 |
| Hình 3.1 Xu thế biến đổi của chuẩn sai Ts trung bình toàn cầu và trên các vùng trong từng mùa thời kỳ 1880-2010. Đơn vị của hệ số Sen ( $^{\circ}\text{C}/\text{thập kỷ}$ ).....                                                                            | 45 |
| Hình 3.2 Xu thế biến đổi của chuẩn sai Ts trung bình toàn cầu và trên các vùng trong từng mùa thời kỳ 1961-2010. Đơn vị của hệ số Sen ( $^{\circ}\text{C}/\text{thập kỷ}$ ).....                                                                            | 45 |
| Hình 3.3 Sơ đồ biểu diễn mối quan hệ giữa sự biến đổi của Ts toàn cầu với các trung tâm khí áp và các cực trị khí hậu, hiện tượng khí hậu cực đoan .....                                                                                                    | 46 |
| Hình 3.4 Xu thế biến đổi cường độ của một số trung tâm khí áp hoạt động trong thời kỳ mùa đông, giai đoạn 1961-2010. Đơn vị của hệ số Sen ( $^{\circ}\text{C}/\text{thập kỷ}$ ).....                                                                        | 48 |
| Hình 3.5 Xu thế biến đổi của Ts trung bình vùng trung tâm Siberia ( $40^{\circ}\text{N} - 60^{\circ}\text{N}$ , $70 - 120^{\circ}\text{E}$ ).....                                                                                                           | 48 |
| Hình 3.6 Xu thế biến đổi cường độ của một số trung tâm khí áp hoạt động trong thời kỳ mùa hè, giai đoạn 1961-2010. Đơn vị của hệ số Sen ( $^{\circ}\text{C}/\text{thập kỷ}$ ).....                                                                          | 50 |

|                                                                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Hình 3.7 Đường 1016 hPa trung bình từng thập kỷ trong từng tháng mùa đông .....                                                                                                                | 54 |
| Hình 3.8 Đường đẳng HGT 586 dam trên mực 500 hPa trung bình từng thập kỷ trong thời gian từ tháng 1 đến tháng 4. ....                                                                          | 55 |
| Hình 3.9 Đường đẳng HGT 586 dam trên mực 500 hPa trung bình từng thập kỷ trong các tháng 5, 6, 7 và 8 .....                                                                                    | 56 |
| Hình 3.10 Đường đẳng HGT 586 dam trên mực 500 hPa trung bình từng thập kỷ trong các tháng 9, 10, 11 và 12. ....                                                                                | 57 |
| Hình 3.11 Đường đẳng áp 1020 hPa trung bình từng thập kỷ trong các tháng 4, 5, 6 .....                                                                                                         | 59 |
| Hình 3.12 Đường đẳng áp 1020hPa trung bình từng thập kỷ trong các tháng 7, 8, 9 và 10 .....                                                                                                    | 60 |
| Hình 3.13 TN năm tại một số trạm tiêu biểu thời kỳ 1961-2010.....                                                                                                                              | 62 |
| Hình 3.14 Xu thế biến đổi của T <sub>N</sub> trong các mùa trên các vùng của Việt Nam thời kỳ 1961-2010. ....                                                                                  | 63 |
| Hình 3.15 Xu thế biến đổi của T <sub>N</sub> tháng trên các vùng của Việt Nam trong thời kỳ 1961-2010. ....                                                                                    | 63 |
| Hình 3.16 Xu thế biến đổi của T <sub>N</sub> năm ( <sup>0</sup> C/năm) (trái) và T <sub>N</sub> 10p (ngày/năm) (phải) ở các trạm khí tượng trên lãnh thổ Việt Nam trong thời kỳ 1961-2010..... | 65 |
| Hình 3.17 Nhiệt độ cực đại tuyệt đối năm tại các trạm tiêu biểu trên lãnh thổ Việt Nam thời kỳ 1961-2010. ....                                                                                 | 66 |
| Hình 3.18 Xu thế biến đổi của T <sub>X</sub> trong từng mùa trên các vùng của Việt Nam, thời kỳ 1961-2010. ....                                                                                | 66 |
| Hình 3.19 Xu thế biến đổi của T <sub>X</sub> tháng trên các vùng của Việt Nam trong thời kỳ 1961-2010. ....                                                                                    | 67 |
| Hình 3.20 Xu thế biến đổi của T <sub>X</sub> ( <sup>0</sup> C/năm) và T <sub>X</sub> 90p (ngày/năm) trong năm tại các trạm trên lãnh thổ Việt Nam trong thời kỳ 1961-2010 .....                | 68 |
| Hình 3.21 Lượng mưa ngày cực đại tuyệt đối năm tại các trạm tiêu biểu trên lãnh thổ Việt Nam, thời kỳ 1961-2010 .....                                                                          | 69 |

|                                                                                                                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Hình 3.22 Xu thế biến đổi của RXx trung bình trong từng mùa trên các vùng của Việt Nam trong thời kỳ 1961-2010.....                                                                                                          | 70 |
| Hình 3.23 Xu thế biến đổi của RXx tháng trên các vùng khí hậu trong thời kỳ 1961-2010.....                                                                                                                                   | 70 |
| Hình 3.24 Xu thế biến đổi của lượng mưa ngày lớn nhất năm (mm/thập kỷ) trên một số trạm khí tượng của Việt Nam trong thời kỳ 1961-2010.....                                                                                  | 71 |
| Hình 3.25 Tổng SNNN và NNGG trung bình trên từng vùng trong năm.....                                                                                                                                                         | 72 |
| Hình 3.26 Phân bố không gian của SNNN và NNGG trung bình năm tại một số trạm trên lãnh thổ Việt Nam.....                                                                                                                     | 72 |
| Hình 3.27 Phân bố không gian và thời gian của chuẩn sai SNNN (trái) và NNGG (phải) trong năm tại các trạm trên lãnh thổ Việt Nam so với thời kỳ 1980-1999. Trong đó, trục hoành biểu thị vĩ độ, trục tung biểu thị năm. .... | 73 |
| Hình 3.28 SNNN và NNGG trung bình trên từng vùng trong các tháng.....                                                                                                                                                        | 74 |
| Hình 3.29 Xu thế biến đổi của SNNN trên lãnh thổ Việt Nam trong thời kỳ 1961-2010.....                                                                                                                                       | 75 |
| Hình 3.30 Xu thế biến đổi (ngày/năm) của SNNN (a) và NNGG (b) tại các trạm trong thời kỳ 1961-2010.....                                                                                                                      | 76 |
| Hình 3.31 Phân bố SNRĐ (a) và SNRH (b) (ngày/năm) tại các trạm khí tượng trên lãnh thổ Việt Nam .....                                                                                                                        | 77 |
| Hình 3.32 Phân bố theo không gian và thời gian của chuẩn sai SNRĐ (a) và SNRH (b) trong năm so với thời kỳ 1980-1999 tại các trạm khí tượng trên lãnh thổ Việt Nam. Trong đó, trục hoành là vĩ tuyến, trục tung là năm. .... | 78 |
| Hình 3.33 SNRĐ và SNRH trung bình tháng và năm trên các vùng phía Bắc.....                                                                                                                                                   | 79 |
| Hình 3.34 Xu thế biến đổi của SNRĐ trung bình (ngày/thập kỷ) trên từng vùng và lãnh thổ Việt Nam trong mùa đông, thời kỳ 1961-2010.....                                                                                      | 80 |
| Hình 3.35 Xu thế biến đổi của SNRĐ trong năm (ngày/thập kỷ) trên từng trạm trong thời kỳ 1961-2010. ....                                                                                                                     | 80 |
| Hình 3.36 Phân bố của SNML lớn hơn hoặc bằng 50mm (trái) và 100mm (phải) tại các trạm khí tượng trên lãnh thổ Việt Nam.....                                                                                                  | 81 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Hình 3.37 SNML trung bình tháng trên từng vùng của Việt Nam .....                                                                                                                                                                                                                                                        | 81  |
| Hình 3.38 Xu thế biến đổi của SNML (ngày/thập kỷ) trung bình trên từng vùng của Việt Nam trong từng tháng, mùa, thời kỳ 1961-2010.....                                                                                                                                                                                   | 83  |
| Hình 3.39 Xu thế biến đổi của SNML lớn hơn 50mm (a) và lớn hơn 100mm (b) trên từng trạm khí tượng của Việt Nam trong thời kỳ 1961-2010. ....                                                                                                                                                                             | 84  |
| Hình 4.1 Bản đồ HSTQ giữa Ts và TXx (trái) và SNNN (phải) trung bình trong tháng 5 trên vùng N2.....                                                                                                                                                                                                                     | 90  |
| Hình 4.2 Bản đồ HSTQ giữa Ts với TNn và SNRĐ vùng B3 trong tháng 2.....                                                                                                                                                                                                                                                  | 93  |
| Hình 4.3 Xu thế biến đổi của nhiệt độ không khí bề mặt trên vùng V1 (0-15 <sup>0</sup> N; 100-120 <sup>0</sup> E), vùng V2 (10 <sup>0</sup> S-10 <sup>0</sup> N; 60-100 <sup>0</sup> E) và vùng V3 (15-40 <sup>0</sup> N; 100-120 <sup>0</sup> E) trong thời kỳ 1961-2010 .....                                          | 95  |
| Hình 4.4 Bản đồ HSTQ giữa trường Pmsl và trường HGT mực 850 hPa với TXx trung bình vùng B4 tháng 5 (trên) và trường HGT mực 700, 500 hPa với TXx trung bình tháng 4 (dưới). Trong đó, các đường liền nét là đường đẳng áp (a) và đẳng độ cao địa thế vị (b, c và d) trung bình tháng 4 và 5 trong thời kỳ 1961-2010..... | 96  |
| Hình 4.5 Bản đồ HSTQ giữa trường Pmsl (a) và HGT trên các mực 850 hPa (b) 700 hPa (c), 500 hPa (d) và SNNN trung bình vùng B4 trong tháng 4. Trong đó, các đường liền nét là đường đẳng áp (a) và đẳng độ cao địa thế vị (b, c và d) trung bình tháng 4 trong thời kỳ 1961-2010.....                                     | 98  |
| Hình 4.6 Sự biến đổi của tổng SNNN trong năm trung bình vùng B4 và HGT trung bình vùng V5 (a), V6 (b), V7 (c) và V8 (d) trong thời gian từ tháng 3 đến tháng 9, thời kỳ 1961-2010. ....                                                                                                                                  | 101 |
| Hình 4.7 Đường 586 dam (Hình a và b); 316 dam (Hình c và d); 152 dam (Hình e và f) và 1016 hPa (Hình g và h) trung bình trong 5 năm có SNNN nhiều nhất (màu tím), 5 năm có SNNN ít nhất (màu xanh đứt nét) và trung bình trong thời kỳ 1961-1990 (trái), thời kỳ 1991-2010 (phải) (màu đỏ liền nét). ....                | 103 |
| Hình 4.8 Bản đồ HSTQ giữa trường Pmsl và trường HGT mực 850 hPa với SNNN trung bình vùng B4 trong tháng 5. Trong đó, các đường liền nét là đường đẳng áp (a) và đẳng độ cao địa thế vị (b) trung bình tháng 5, thời kỳ 1961-2010. ....                                                                                   | 104 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Hình 4.9 Bản đồ HSTQ giữa trường Pmsl và HGT mực 500 hPa với TNn (a, b) và SNRĐ (c, d) trung bình vùng B2. Trong đó, các đường liền nét là đường đẳng áp (a, c) và đẳng độ cao địa thế vị (b, d) trung bình tháng 2, thời kỳ 1961-2010.....                                | 105 |
| Hình 4.10 Bản đồ HSTQ giữa trường Pmsl với RXx (a, b) và SNML (c, d) trung bình vùng N1 trong tháng 4 và 11. Trong đó, các đường liền nét màu đen là đường đẳng áp, còn những đường màu tím là đường dòng trung bình trong tháng 4 và 11 tương ứng, thời kỳ 1961-2010..... | 109 |
| Hình P3.1 Bản đồ trường Pmsl trung bình trong từng tháng: 10, 11, 12, 1, 2 và 3 (từ trái sang phải, từ trên xuống dưới) trong thời kỳ 1961-2010, trên vùng lục địa Âu Á. ....                                                                                              | 126 |
| Hình P3.2 Đường đẳng áp 1010 (hPa) trung bình từng thập kỷ trong thời gian từ tháng 9 đến tháng 2 năm sau (từ trái sang phải, từ trên xuống dưới). ....                                                                                                                    | 127 |
| Hình P3.3 Đường đẳng áp 1010 (hPa) trung bình từng thập kỷ trong thời gian từ tháng 3 đến tháng 8 (từ trái sang phải, từ trên xuống dưới).....                                                                                                                             | 128 |
| Hình P3.4 Đường 316 dam trung bình từng thập kỷ trên mực 700 hPa trong thời gian từ tháng 4 đến tháng 9 (từ trái sang phải, từ trên xuống dưới). ....                                                                                                                      | 129 |
| Hình P3.5 Đường 152 dam trên mực 850 hPa trung bình từng thập kỷ trong thời gian từ tháng 4 đến tháng 9 (từ trái sang phải, từ trên xuống dưới) . ....                                                                                                                     | 130 |
| Hình P3.6 Đường đẳng áp 1005 hPa trung bình từng thập kỷ trong thời gian từ tháng 4 đến tháng 9 (từ trái sang phải, từ trên xuống dưới).....                                                                                                                               | 131 |
| Hình P3.7 TN tháng tại một số trạm tiêu biểu trên các vùng khí hậu Việt Nam thời kỳ 1961-2010. ....                                                                                                                                                                        | 132 |
| Hình P3.8 TX tháng tại các trạm tiêu biểu trên các vùng khí hậu Việt Nam thời kỳ 1961-2010.....                                                                                                                                                                            | 133 |
| Hình P3.9 Rx tháng tại các trạm tiêu biểu trên các vùng khí hậu Việt Nam, thời kỳ 1961-2010. ....                                                                                                                                                                          | 134 |
| Hình P4.1 Bản đồ HSTQ giữa Ts và TXx vùng N2 trong tháng 5 và 7 .....                                                                                                                                                                                                      | 135 |
| Hình P4.2 Bản đồ HSTQ giữa Ts và SNNN vùng N2 trong tháng 4 và 6.....                                                                                                                                                                                                      | 135 |
| Hình P4.3 Bản đồ HSTQ giữa Ts và TNn vùng N3 trong các tháng 2 và 3. ....                                                                                                                                                                                                  | 135 |

|                                                                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Hình P4.4 Bản đồ HSTQ giữa Ts và SNRĐ trung bình vùng B1 và B2 trong tháng 1 (trái) và 2 (phải) .....                                                  | 136 |
| Hình P4.5 Bản đồ HSTQ giữa trường HGT mực 850 hPa và HGT mực 700 hPa với TXx vùng B4 trong tháng 6 .....                                               | 136 |
| Hình P4.9 Bản đồ HSTQ giữa trường Pmsl và HGT mực 850 hPa với SNRĐ trung bình vùng B3 trong các tháng 12, 1 và 2. ....                                 | 137 |
| Hình P4.11 Bản đồ HSTQ giữa trường HGT mực 500 hPa và HGT mực 200 hPa với SNRĐ vùng B3 trong tháng 1 và 2 .....                                        | 138 |
| Hình P4.13 Bản đồ HSTQ giữa trường Pmsl và SNML vùng B1 trong tháng 5 và 7 .....                                                                       | 138 |
| Hình P4.14 Bản đồ HSTQ giữa trường Pmsl và RXx vùng B4 trong các tháng 5, 8, 10 và 11 (từ trên xuống dưới, từ trái sang phải). ....                    | 139 |
| Hình P4.15 Bản đồ HSTQ giữa trường Pmsl và RXx trong tháng 8 và 10 vùng N1 (trên), tháng 4 vùng N3 (dưới, trái) và tháng 11 vùng N2 (dưới, phải) ..... | 139 |

## DANH MỤC BẢNG

|                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bảng 2.1 Bảng một số cực trị khí hậu và ECEs .....                                                                              | 34 |
| Bảng 2.2 Tiêu chuẩn tin cậy của HSTQ r (Nguồn: Phạm Thị Thanh Hương và cs, 2012 [11]).....                                      | 42 |
| Bảng 4.1 Bảng HSTQ giữa Ts trung bình toàn cầu và TXx tháng, trung bình mùa trên các vùng khí hậu của Việt Nam .....            | 87 |
| Bảng 4.2 Bảng HSTQ giữa Ts trung bình toàn cầu và SNNN tháng, trung bình mùa trên các vùng khí hậu của Việt Nam .....           | 87 |
| Bảng 4.3 Bảng HSTQ giữa Ts trung bình toàn cầu và TNn tháng, trung bình mùa trên các vùng khí hậu của Việt Nam .....            | 88 |
| Bảng 4.4 Bảng HSTQ giữa Ts trung bình toàn cầu và SNRĐ trung bình trên các vùng khí hậu phía Bắc trong các tháng mùa đông ..... | 88 |
| Bảng 4.5 Bảng HSTQ giữa Ts trung bình vùng V1 và TXx trung bình trên các vùng khí hậu của Việt Nam.....                         | 90 |
| Bảng 4.6 Bảng HSTQ giữa Ts trung bình vùng V2 và TXx tháng, trung bình mùa trên các vùng khí hậu của Việt Nam .....             | 91 |
| Bảng 4.7 Bảng HSTQ giữa Ts trung bình vùng V1 và SNNN trên các vùng khí hậu của Việt Nam.....                                   | 91 |
| Bảng 4.8 Bảng HSTQ giữa Ts trung bình vùng V2 và SNNN trên các vùng khí hậu của Việt Nam.....                                   | 92 |
| Bảng 4.9 Bảng HSTQ giữa Ts trung bình vùng V1 và TNn trung bình trên các vùng khí hậu của Việt Nam.....                         | 92 |
| Bảng 4.10 Bảng HSTQ giữa Ts trung bình vùng V3 với TNn trung bình trên các vùng khí hậu của Việt Nam.....                       | 94 |
| Bảng 4.11 Bảng HSTQ giữa Ts trung bình vùng V3 với SNRĐ trên các vùng khí hậu phía Bắc Việt Nam .....                           | 94 |
| Bảng 4.12 Bảng HSTQ giữa TXx và HGT trung bình vùng ( $10^0 - 20^0\text{N}$ ; $120 - 150^0\text{E}$ ) trên mực 500 hPa. ....    | 97 |

|                                                                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Bảng 4.13 Bảng HSTQ giữa tổng SNNN trong năm trên từng vùng khí hậu Việt Nam với Pmsl trung bình vùng V4 và HGT trung bình vùng V5, V6, V7 và V8 .... | 99  |
| Bảng 4.14 Bảng HSTQ giữa Pmsl trung bình vùng V9 và TNn trung bình trên các vùng khí hậu Việt Nam .....                                               | 106 |
| Bảng 4.15 Bảng HSTQ giữa Pmsl trung bình vùng V9 và TNn trung bình trên các vùng khí hậu phía Bắc Việt Nam .....                                      | 107 |
| Bảng 4.16 Bảng HSTQ giữa HGT trung bình vùng V10 trên mực 500 hPa và TNn trung bình trên các vùng khí hậu Việt Nam .....                              | 108 |
| Bảng 4.17 Bảng HSTQ giữa HGT trung bình vùng V10 trên mực 500 hPa và SNRĐ trung bình trên các vùng khí hậu phía Bắc Việt Nam.....                     | 108 |

## MỞ ĐẦU

Biến đổi khí hậu (BĐKH) đã và đang diễn ra trên toàn cầu, song ở mỗi quốc gia, mỗi vùng, những biểu hiện của nó lại khác nhau. Nhiệt độ toàn cầu tăng, các hiện tượng thời tiết, khí hậu cực đoan đang có xu hướng gia tăng và biến đổi ngày càng phức tạp. Hơn nữa, do nhiệt độ trên lục địa có xu hướng tăng nhanh hơn trên đại dương nên gió mùa, các trung tâm khí áp,... có thể đã bị biến đổi về cường độ và phạm vi hoạt động.

Trong khi đó, Việt Nam là một quốc gia nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa và chịu sự chi phối của gió mùa châu Á. Bởi vậy, BĐKH toàn cầu không chỉ tác động trực tiếp đến nền nhiệt trên toàn lãnh thổ mà nó còn tác động gián tiếp đến sự biến động của các yếu tố cũng như hiện tượng khí hậu cực đoan thông qua sự biến đổi của hệ thống hoàn lưu. Điều này có thể càng làm tăng thêm tính cực đoan của các hiện tượng thời tiết, khí hậu đang xảy ra trên khu vực.

### • Tính cấp thiết của đề tài

Cho đến nay, trên thế giới cũng như ở Việt Nam, ảnh hưởng của BĐKH toàn cầu đến mỗi vùng đã được rất nhiều các tác giả chứng minh thông qua xu thế biến đổi của các yếu tố và hiện tượng khí hậu ở mỗi vùng. Đồng thời, những biến đổi của gió mùa, một số trung tâm khí áp và hoàn lưu cũng như ảnh hưởng của chúng đến thời tiết, khí hậu nói chung, các hiện tượng khí hậu cực đoan (ECEs) nói riêng trên khu vực cũng đã được một số tác giả đề cập đến. Tuy nhiên, hầu hết các nghiên cứu này thường chỉ dừng lại ở việc đánh giá mức độ và xu thế biến đổi của các hiện tượng này trên các vùng mà hầu như chưa đưa ra lý giải cho sự biến đổi đó.

Thực tế đã cho thấy, điều kiện thời tiết, khí hậu trong những năm gần đây diễn biến khá bất thường và phức tạp, đặc biệt là ECEs. Vấn đề đặt ra ở đây là liệu những biến đổi bất thường đó có liên quan gì với sự nóng lên toàn cầu không, và nếu có thì mối quan hệ giữa chúng được thể hiện như thế nào. Giải quyết được bài toán này sẽ góp phần làm sáng tỏ được nhiều khía cạnh khoa học trong nghiên cứu BĐKH và có thể cung cấp những thông tin hữu ích cho việc tìm kiếm các giải pháp

nâng cao chất lượng các bản tin dự báo thời tiết, khí hậu, góp phần giảm thiểu tác động của BĐKH, nâng cao hiệu quả phòng tránh, giảm nhẹ thiên tai.

Trước tình hình đó, chúng tôi đã lựa chọn và thực hiện đề tài luận án là: ***“Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến một số cực trị khí hậu và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam”*** nhằm lý giải được phần nào nguyên nhân biến đổi của các cực trị khí hậu và ECEs trên lãnh thổ Việt Nam.

- **Mục đích của luận án**

- Xác định mức độ và xu thế biến đổi của một số cực trị khí hậu và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam,

- Đánh giá được tác động của BĐKH toàn cầu đến các cực trị khí hậu và hiện tượng khí hậu cực đoan đó.

- **Đối tượng và phạm vi nghiên cứu**

- Đối tượng nghiên cứu:

- + Các cực trị, cực đoan khí hậu bao gồm:

Nhiệt độ cực đại (TXx) và cực tiểu (TNn) tháng; Số ngày có nhiệt độ cực tiểu nhỏ hơn phân vị 10 (TN10p); Số ngày có nhiệt độ cực đại lớn hơn phân vị 90 (TX90p); Lượng mưa ngày lớn nhất tháng (RXx).

- + Các hiện tượng khí hậu cực đoan bao gồm: Hiện tượng rét đậm, rét hại, nắng nóng, nắng nóng gay gắt và mưa lớn.

- + Nhiệt độ không khí bề mặt (Ts) và một số trung tâm khí áp chính ảnh hưởng đến Việt Nam và khu vực,

- Phạm vi nghiên cứu:

- + Toàn bộ lãnh thổ Việt Nam,

- + Khu vực hoạt động của các trung tâm khí áp ảnh hưởng: (50<sup>0</sup>S-70<sup>0</sup>N; 40<sup>0</sup>E-140<sup>0</sup>W)

- **Những đóng góp mới của luận án**

1. Luận án đã xác định được sự biến đổi về cường độ và phạm vi hoạt động của các trung tâm khí áp chính có vai trò quan trọng đối với điều kiện thời tiết và sự hình thành khí hậu Việt Nam cũng như mối liên hệ giữa sự

biến đổi của một số cực trị khí hậu và hiện tượng khí hậu cực đoan trên các vùng khí hậu Việt Nam với sự nóng lên toàn cầu.

2. Luận án đã đưa ra được một số lý giải về sự tác động của BĐKH toàn cầu đến sự biến đổi của một số cực trị khí hậu và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam.

- **Ý nghĩa khoa học và thực tiễn**

- Luận án đã góp phần làm sáng tỏ mối liên hệ giữa BĐKH toàn cầu với sự biến đổi về cường độ và vị trí của các trung tâm khí áp chính ảnh hưởng đến thời tiết, khí hậu Việt Nam cũng như xu thế biến đổi của các cực trị khí hậu và hiện tượng khí hậu cực đoan trên lãnh thổ Việt Nam.

- Kết quả của luận án có thể được sử dụng trong việc đánh giá BĐKH và làm cơ sở cho việc đánh giá tác động của BĐKH ở Việt Nam.

- **Cấu trúc luận án**

Nội dung chính của luận án được trình bày trong 4 chương:

**Chương 1: Tổng quan về biến đổi của các cực trị khí hậu và hiện tượng khí hậu cực đoan.** Chương này trình bày một số khái niệm về cực trị, cực đoan khí hậu, hiện tượng khí hậu cực đoan,... và tổng quan tình hình nghiên cứu trong, ngoài nước về biểu hiện của BĐKH cũng như ảnh hưởng của nó đến hoàn lưu trên khu vực Đông Á và các cực trị khí hậu, hiện tượng khí hậu cực đoan trên toàn cầu.

**Chương 2: Số liệu và phương pháp nghiên cứu.** Chương này trình bày các nguồn số liệu và phương pháp nghiên cứu được sử dụng trong luận án,

**Chương 3: Biến đổi của một số trung tâm khí áp, cực trị khí hậu và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam.** Chương này trình bày những biểu hiện của BĐKH thông qua sự biến đổi của Ts trung bình toàn cầu. Đồng thời, hệ quả của BĐKH được thể hiện qua sự biến đổi của các trung tâm khí áp, các cực trị khí hậu và hiện tượng khí hậu cực đoan trên các vùng khí hậu, trạm khí tượng của Việt Nam.

**Chương 4: Mối liên hệ giữa biến đổi khí hậu toàn cầu và một số cực trị**

***khí hậu, hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam.*** Chương này trình bày ảnh hưởng của BĐKH toàn cầu đến một số cực trị khí hậu và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam thông qua mối quan hệ tương quan giữa Ts trung bình toàn cầu, Ts trên khu vực và các trung tâm khí áp với từng cực trị khí hậu và hiện tượng khí hậu đó trong từng tháng, mùa hay năm.

## **CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ BIẾN ĐỔI CỦA CÁC CỰC TRỊ KHÍ HẬU VÀ HIỆN TƯỢNG KHÍ HẬU CỰC ĐOAN**

Biến đổi khí hậu (BĐKH) với trọng tâm là sự nóng lên toàn cầu đang là vấn đề quan tâm của toàn nhân loại bởi nó tác động trực tiếp đến đời sống, kinh tế - xã hội và môi trường toàn cầu. Tuy nhiên, sự tăng lên không đồng đều của nhiệt độ ở các vùng khác nhau có thể đã làm biến đổi hoàn lưu chung của khí quyển và đại dương, làm ảnh hưởng không nhỏ đến sự biến đổi của các sự kiện thời tiết, khí hậu cực đoan trên mỗi vùng.

Cho đến nay, rất nhiều nhà khoa học trong và ngoài nước đã và đang nghiên cứu về BĐKH cũng như tác động của nó đến các sự kiện khí hậu cực đoan trên từng khu vực mà họ quan tâm. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng, trong những năm gần đây, ở nhiều vùng trên trái đất, các hiện tượng thiên tai có liên quan đến khí tượng như rét đậm, nắng nóng, lũ lụt, hạn hán,... đã xảy ra với tần suất và cường độ ngày càng tăng.

Cũng với mục đích nghiên cứu tác động của BĐKH toàn cầu đến một số các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam, một cách tương đối, tổng quan các công trình nghiên cứu được trình bày theo hai hướng sau: 1) Ảnh hưởng của BĐKH đến hoàn lưu khí quyển; 2) Xu thế và mức độ biến đổi của các sự kiện khí hậu cực đoan trong bối cảnh BĐKH. Song trước tiên, một số khái niệm cơ bản về các cực trị khí hậu và hiện tượng khí hậu cực đoan sẽ được đưa ra trong mục 1.1. Đồng thời, mối quan hệ giữa BĐKH với hoàn lưu khí quyển và một số đại lượng cực trị khí hậu và hiện tượng khí hậu cực đoan (ECEs) ở trên thế giới và Việt Nam cũng được đề cập tới trong mục 1.2 và 1.3 của chương này.

### **1.1 Khái niệm**

#### ***1.1.1 Cực trị và cực đoan khí hậu***

Mỗi yếu tố khí hậu hay biến khí quyển đều có thể được xem là một đại lượng ngẫu nhiên có tập giá trị biến đổi trong một miền nào đó. Miền đó có thể bị chặn hoặc không bị chặn. Ví dụ, nhiệt độ là một đại lượng ngẫu nhiên có tập không bị

chặn, tức giá trị của nó về nguyên tắc có thể biến thiên từ  $-\infty$  đến  $+\infty$ , nhưng các đại lượng như lượng mưa, tốc độ gió lại có miền giá trị bị chặn dưới (không âm),... Tập các giá trị ***nhỏ nhất*** hoặc ***lớn nhất*** của từng biến khí quyển ***trong từng khoảng thời gian nhất định***, chẳng hạn, từng ngày, từng tháng, từng năm, là tập các giá trị cực trị của biến đó trong phạm vi qui mô thời gian được xét. Dĩ nhiên có thể hiểu tập các cực trị này chính là tập các “cực trị địa phương”. Các giá trị này lập thành tập giá trị của các biến ngẫu nhiên mới, gọi là *các đại lượng khí hậu cực trị* (cực đại hoặc cực tiểu). Lý thuyết về các biến cực trị và ứng dụng trong khí tượng, khí hậu có thể tham khảo tại Abarbanel H. và cs (1992) [28].

Thí dụ, trong nghiên cứu khí tượng, khí hậu, nhiệt độ không khí ***hàng ngày*** là một biến khí quyển. Mỗi ngày, tại một điểm trạm sẽ quan trắc được một giá trị nhiệt độ cao nhất hoặc thấp nhất, còn được gọi là nhiệt độ tối cao (cực đại) ngày hay nhiệt độ tối thấp (cực tiểu) ngày. Tập hợp tất cả các giá trị nhiệt độ cực tiểu (cực đại) ngày được gọi chung là các giá trị cực trị ngày của nhiệt độ không khí, và chúng lập thành tập các giá trị của các đại lượng ngẫu nhiên cực trị ngày. Nếu lấy đơn vị thời gian là qui mô tháng (hoặc năm), một cách tương tự cũng sẽ nhận được các đại lượng ngẫu nhiên cực trị tháng (hoặc năm), được lập thành từ tập các giá trị cực trị tháng (năm), trong đó có thể phân biệt đại lượng cực trị trung bình và đại lượng cực trị tuyệt đối.

Chẳng hạn, giả sử,  $T_{n1}, T_{n2}, \dots, T_{nm}$  và  $T_{x1}, T_{x2}, \dots, T_{xn}$  là các tập giá trị nhiệt độ cực tiểu, cực đại ngày của  $n$  ngày trong từng tháng trong năm. Khi đó, các đại lượng nhiệt độ cực trị tương ứng với qui mô tháng và năm được xác định bởi:

Nhiệt độ cực tiểu tháng:

$$TN_n = \text{Min}\{T_{n1}, T_{n2}, \dots, T_{nm}\} \quad (1.1)$$

Nhiệt độ cực tiểu tuyệt đối tháng/năm (với  $m$  năm số liệu):

$$TN = \text{Min}\{TN_{n1}, TN_{n2}, \dots, TN_{nm}\} \quad (1.2)$$

Nhiệt độ cực đại tháng:

$$TX_x = \text{Max}\{T_{x1}, T_{x2}, \dots, T_{xn}\} \quad (1.3)$$

Nhiệt độ cực đại tuyệt đối tháng/năm (với  $m$  năm số liệu):

$$TX = \text{Max}\{TX_{x_1}, TX_{x_2}, \dots, TX_{x_m}\} \quad (1.4)$$

Tương tự, giả sử  $R_1, R_2, \dots, R_n$  là tập hợp các giá trị lượng mưa trong  $n$  ngày của từng tháng trong năm thì lượng mưa ngày cực đại ( $RX_x$ ) tháng và lượng mưa ngày cực đại tuyệt đối ( $R_x$ ) tháng và năm cũng được xác định:

Lượng mưa ngày cực đại tháng:

$$RX_x = \text{Max}\{R_1, R_2, \dots, R_n\} \quad (1.5)$$

Lượng mưa ngày cực đại tuyệt đối tháng/năm (với  $m$  năm số liệu):

$$R_x = \text{Max}\{RX_{x_1}, RX_{x_2}, \dots, RX_{x_m}\} \quad (1.6)$$

Chú ý rằng, khác với nhiệt độ, lượng mưa ngày là tổng lượng mưa tích lũy trong 24 giờ của từng ngày nên không có khái niệm *lượng mưa cực đại ngày* (tương đương với nhiệt độ cực đại ngày) mà chỉ có *lượng mưa ngày cực đại trong một khoảng thời gian* nào đó (tháng hoặc năm).

Do các đại lượng khí hậu cực trị được xem như các đại lượng ngẫu nhiên nên chúng sẽ được nghiên cứu dựa trên các hàm phân bố xác suất cũng như các đặc trưng xác suất thống kê của chúng. Những sự kiện có xác suất xuất hiện nhỏ được xác định dựa trên các hàm phân bố này được xem là những sự kiện cực đoan hay hiện tượng cực đoan (extreme events). Cụ thể, giả sử  $F(x)$  là *hàm phân bố xác suất của một đại lượng khí hậu cực đại*  $X$  nào đó, khi đó sự kiện  $(X > x_q)$  được xác định bởi:

$$P(X > x_q) = 1 - P(X < x_q) = 1 - F(x_q) = 1 - p = q \quad (1.7)$$

với  $q$  đủ nhỏ (tức  $p$  đủ lớn) sẽ được gọi là sự kiện cực đoan. Giá trị của  $X$  ứng với  $X = x_q$  xác định sự kiện cực đoan nói trên được gọi là giá trị cực đoan của  $X$ .

Tương tự, nếu  $X$  là *đại lượng khí hậu cực tiểu*:

$$P(X < x_q) = P(X < x_q) = F(x_q) = p = q \quad (1.8)$$

thì sự kiện  $(X < x_q)$  sẽ được gọi là sự kiện cực đoan.

Như vậy về nguyên tắc, các giá trị cực đoan hay các sự kiện cực đoan có thể được xác định qua phương trình:

$$x_q = x[F(x) = q] \quad (1.9)$$

ở đây  $x_q$  được gọi là phân vị thứ  $q$ .

Trên thực tế, các phân vị này được xác định thông qua chuỗi số liệu hữu hạn khi cho trước giá trị xác suất  $q$  (%) theo các bước như sau:

- 1) Sắp xếp chuỗi ban đầu thành chuỗi tăng dần sao cho  $x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n$
- 2) Tính các  $p_i$  theo công thức:  $p_i = 100 \frac{i - 0.5}{n}, i = 1, 2, \dots, n$
- 3) Tính giá trị  $j = \frac{nq}{100} + 0.5$  ứng với  $q$  (%) cho trước
- 4) Nếu  $j$  là một số nguyên thì  $x_q = x_j$
- 5) Nếu  $j$  là một số thập phân, khi đó ký hiệu  $k$  là phần nguyên của  $j$ ,  $f$  là phần lẻ sau dấu chấm thập phân của  $j$  (tức  $j = k + f$ ). Từ đó,  $x_q = (1 - f)x_k + fx_{k+1}$

Vì nhiều lý do khác nhau, để tránh những tranh cãi không cần thiết, trong luận án này chúng tôi phân biệt hai khái niệm *đại lượng khí hậu cực trị* và *giá trị khí hậu cực đoan* hay *cực đoan khí hậu*. Đại lượng khí hậu cực trị là đại lượng ngẫu nhiên mà tập giá trị của nó là các giá trị cực trị của biến khí hậu, còn giá trị khí hậu cực đoan (cực đoan khí hậu) là trị số ngưỡng (thường sử dụng phân vị) để xác định sự kiện khí hậu cực đoan. Ví dụ cụ thể hơn, nếu đại lượng khí hậu cực trị là nhiệt độ cực đại (ngày, tháng, năm) thì sự kiện hay hiện tượng khí hậu cực đoan (xem mục 1.1.2) là những trường hợp nhiệt độ cực đại vượt quá một ngưỡng nào đó (chẳng hạn phân vị 90%), còn giá trị phân vị 90% sẽ được gọi là trị số khí hậu cực đoan.

### **1.1.2 Hiện tượng khí hậu cực đoan**

Theo IPCC (2007), hiện tượng thời tiết cực đoan là hiện tượng hiếm hay hiện tượng có xác suất xuất hiện nhỏ (thông thường nhỏ hơn 10%) ở một nơi nào đó [42]. Hiện tượng thời tiết cực đoan xảy ra vào một thời gian nào đó trong năm, chẳng hạn một mùa, lặp đi lặp lại nhiều năm thì có thể được gọi là hiện tượng khí hậu cực đoan [22].

Những hiện tượng thời tiết và khí hậu cực đoan có liên quan đến nhiệt độ không khí ở Việt Nam như hiện tượng rét đậm (RD), rét hại (RH), nắng nóng (NN), nắng nóng gay gắt (NNGG). Đây là những hiện tượng có thể kéo dài nhiều ngày, thành đợt, và có thể xuất hiện trên diện rộng.

Hiện tượng rét đậm hay rét hại được xem là xuất hiện tại một nơi nào đó nếu nhiệt độ trung bình ngày ( $T_{tb}$ ) tại đó nhỏ hơn hoặc bằng  $15^{\circ}\text{C}$  hoặc  $13^{\circ}\text{C}$  ( $T_{tb} \leq 15^{\circ}\text{C}$  hoặc  $T_{tb} \leq 13^{\circ}\text{C}$ ).

Hiện tượng nắng nóng hay nắng nóng gay gắt được xem là có xuất hiện tại một nơi nào đó nếu nhiệt độ cực đại ngày ( $T_x$ ) tại đó lớn hơn hoặc bằng  $35^{\circ}\text{C}$  hoặc  $37^{\circ}\text{C}$  ( $T_x \geq 35^{\circ}\text{C}$  hoặc  $T_x \geq 37^{\circ}\text{C}$ ).

Cùng với nhiệt độ, mưa cũng là một biến khí hậu quan trọng. Khi nghiên cứu các đặc trưng về mưa, người ta thường quan tâm đến địa điểm mưa, thời điểm xuất hiện, thời gian kéo dài, cường độ mưa, tổng lượng mưa.v.v... Song khi đề cập đến tính cực đoan của mưa, người ta lại thường quan tâm đến cường độ mưa hay lượng mưa ngày thông qua hiện tượng mưa lớn.

Hiện tượng mưa lớn cũng là một khái niệm tương đối, tùy theo mục đích khác nhau của bài toán mà việc xem xét, lựa chọn ngưỡng mưa lớn cho phù hợp. Trong luận án này, hiện tượng mưa lớn xảy ra khi lượng mưa ngày lớn hơn hoặc bằng 50mm ( $R \geq 50\text{mm}$ ).

### ***1.1.3 Chỉ số khí hậu cực đoan***

Ngoài các cực trị, cực đoan khí hậu, các hiện tượng khí hậu cực đoan thì các chỉ số khí hậu cực đoan cũng đã được sử dụng rất nhiều ở trong và ngoài nước nhằm đánh giá chi tiết hơn tính cực đoan của mỗi biến khí quyển. Có thể coi chỉ số khí hậu cực đoan là một đặc trưng của một hay nhiều yếu tố phản ánh hiện tượng khí hậu cực đoan.

Cho đến nay, IPCC đã đưa ra 27 chỉ số khí hậu cực đoan, trong đó có 15 chỉ số liên quan đến nhiệt độ, 11 chỉ số liên quan đến mưa và 1 chỉ số liên quan đến độ dài mùa sinh trưởng của cây. Phần lớn các chỉ số này đều được sử dụng để phân tích, đánh giá mức độ và xu thế biến đổi của các cực trị khí hậu, hiện tượng thời tiết, khí hậu cực đoan trên từng vùng. Ở Việt Nam, việc sử dụng các chỉ số khí hậu cực đoan để nghiên cứu BĐKH trên từng vùng hay toàn lãnh thổ cũng đã được nhiều tác giả đề cập đến như Nguyễn Đức Ngữ (2005), Phan Văn Tân và cs (2010), Hồ Thị Minh Hà và cs (2011), Ngô Đức Thành và cs (2012), Hoàng Đức Cường (2013),...

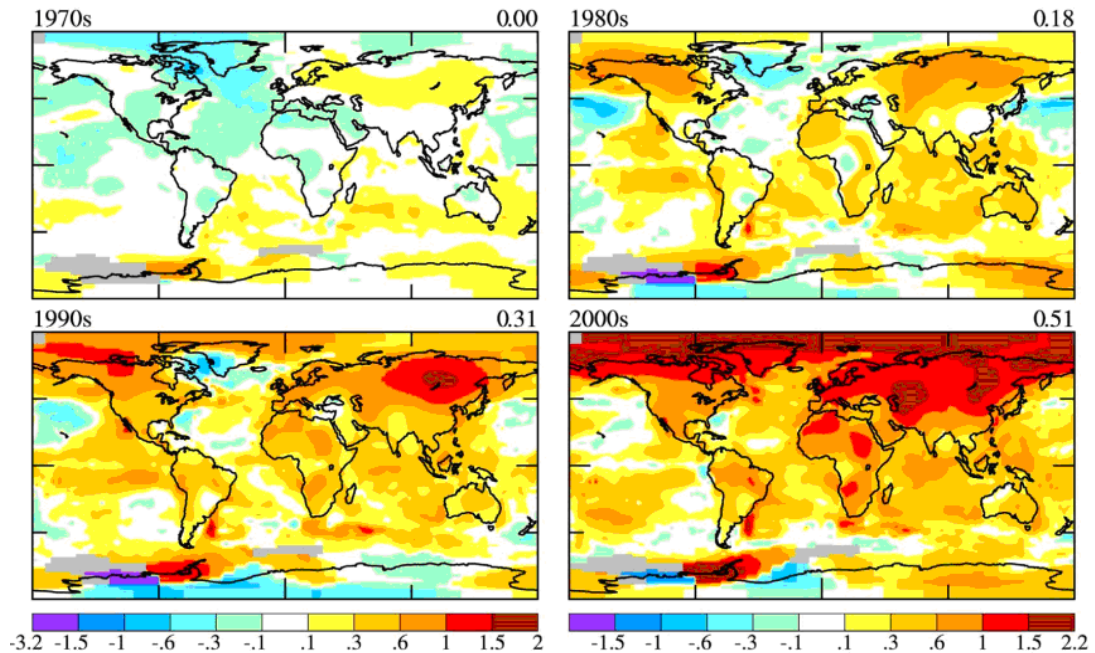
Có thể nói, có rất nhiều các chỉ số hay đại lượng khí hậu,... đã được các Nhà nghiên cứu đưa ra nhằm xem xét sự biến đổi của thời tiết hay khí hậu trên khu vực. Song đối với mỗi vùng, đặc điểm chế độ nhiệt và mưa có vai trò hết sức quan trọng. Hơn nữa, để đặc trưng cho tính cực đoan của nhiệt độ và lượng mưa người ta thường xem xét các đại lượng cực trị như  $T_x$ ,  $T_n$  và lượng mưa ngày cực đại. Bên cạnh đó, mưa lớn hay rét đậm, rét hại, nắng nóng và nắng nóng gay gắt đều là những hiện tượng thời tiết có ảnh hưởng không nhỏ đến mọi lĩnh vực của sản xuất và đời sống. Mưa lớn kéo dài có thể gây nên lũ lụt, sạt lở đất, giao thông đình trệ, thiệt hại vật chất, thậm chí cả tính mạng con người. Rét đậm, rét hại, nắng nóng và nắng nóng gay gắt kéo dài không chỉ làm ảnh hưởng đến sức khỏe của con người mà cây trồng, vật nuôi có thể bị chết,... Do đó, sự biến đổi của chúng trên lãnh thổ Việt Nam trong thời kỳ 1961-2010 sẽ được phân tích trong luận án này.

## **1.2 Biến đổi khí hậu và hoàn lưu khí quyển**

Theo IPCC (2007), nhiệt độ không khí bề mặt ( $T_s$ ) trung bình toàn cầu đã tăng lên khoảng  $0,74 \pm 0,18^\circ\text{C}$  trong thời kỳ 1906-2005. Kể từ năm 1850 đến nay,  $T_s$  trung bình toàn cầu đang tăng lên với tốc độ ngày càng nhanh. Trong 50 năm gần đây,  $T_s$  trung bình toàn cầu đã tăng  $0,13^\circ\text{C}$ /thập kỷ, tăng gần gấp hai lần xu thế tăng của  $T_s$  trong 100 năm qua. Đặc biệt, trong 12 năm gần đây (1995-2006), có 11 năm (trừ năm 1996) là những năm nóng nhất kể từ năm 1850 [42].

Hơn nữa, theo WMO,  $T_s$  trung bình toàn cầu trong tháng 1 và tháng 4 năm 2007 cũng tăng lên nhiều nhất kể từ năm 1880. Cụ thể, trong 2 tháng này,  $T_s$  trung bình toàn cầu đã tăng lên tương ứng là  $1,89^\circ\text{C}$  và  $1,37^\circ\text{C}$  so với  $T_s$  trung bình toàn cầu trong từng tháng [56]. Mặc dù vậy,  $T_s$  ở mỗi vùng trên toàn cầu cũng có những biến đổi khác nhau.  $T_s$  tăng lên nhiều nhất ở vùng vĩ độ trung bình và cao (từ  $40^\circ\text{N}$  đến  $70^\circ\text{N}$ ), song lại giảm trong vài thập kỷ gần đây ở một số vùng phía Bắc Đại Tây Dương (khoảng  $30^\circ\text{N}$ ) [42], [56]. Bên cạnh đó,  $T_s$  trung bình toàn cầu trong mùa đông tăng nhanh hơn trong mùa hè; trên lục địa tăng nhanh hơn trên đại dương; ở Bắc Bán cầu (BBC) tăng nhanh hơn ở Nam Bán Cầu (NBC), ở các vùng vĩ độ cao

nhANH hơn các vùng ở vĩ độ thấp (Hình 1.1) [38], [42]. Điều này có thể đã làm thay đổi trường khí áp trên toàn cầu.

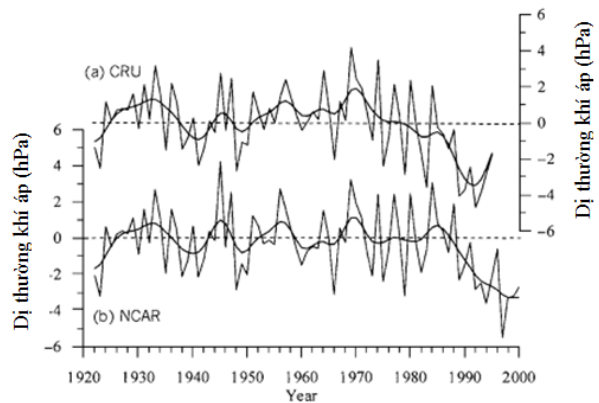


Hình 1.1 Chuẩn sai của Ts trung bình trong từng thập kỷ so với thời kỳ 1951-1980 (Nguồn: Hansen J và cs, 2010 [38])

Thật vậy, theo Gong D.Y và C.H. Ho (2002), khí áp mặt biển trung bình (Pmsl) có sự biến đổi rõ rệt trên quy mô lớn. Cụ thể, trong 2 thập kỷ cuối của thế kỷ 20, khí áp giảm khoảng 2hPa/thập kỷ trên vùng vĩ độ cao và trung bình của châu Á và biển Bắc Cực. Song xu thế tăng khoảng 1hPa/thập kỷ lại xảy ra ở phía Tây và phía Nam của châu Âu và từ vùng biển Thái Bình Dương tới phía Đông châu Mỹ. Đặc biệt, trên cao nguyên Tây Tạng, khí áp lại có xu thế tăng vượt quá 2hPa/thập kỷ [37].

Bên cạnh đó, Hansen và cộng sự (2010) cũng cho rằng, trên vùng Siberia, Ts đã tăng lên với tốc độ lớn hơn tốc độ tăng của Ts trung bình toàn cầu [38]. Điều này có thể đã làm cho khí áp trên vùng này giảm đi và cường độ của áp cao Siberia cũng có thể giảm đi trong nhiều năm. Thực tế, Gong D.Y và C.H. Ho (2002) đã cho rằng, trong 100 năm qua, áp cao Siberia đã mạnh lên trong những năm 60 nhưng lại yếu đi rất nhiều trong những năm 80 và đầu những năm 90. Đặc biệt, cường độ tại trung tâm áp cao Siberia (Pmsl trung bình vùng 40-60°N; 70-120°E) đã yếu đi rõ rệt từ

những năm 70 đến những năm 90 với xu thế giảm tuyến tính là  $-1,78$  hPa/thập kỷ trong thời kỳ 1976 - 2000 (theo bộ số liệu  $5^\circ \times 5^\circ$  của NCAR) và  $-2,15$  hPa/thập kỷ trong thời kỳ 1976-1995 (theo bộ số liệu  $5^\circ \times 10^\circ$  của CRU) (Hình 1.2) [37]. Điều này cũng có thể lý giải cho sự giảm của khí áp trên vùng vĩ độ trung bình và cao của châu Á.

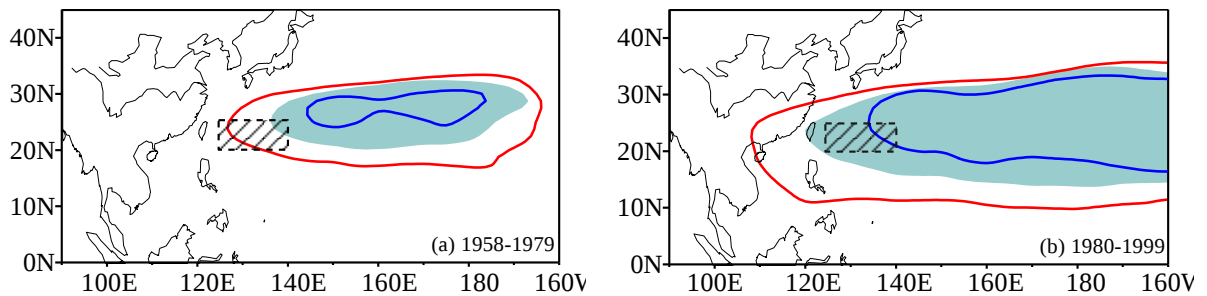


Hình 1.2 Cường độ trung bình của áp cao Siberia trong mùa đông (tháng 1, 2 và 3) trong thời kỳ 1922-1999 trên 2 bộ số liệu CRU (a) và NCAR (b) (Nguồn: Gong D.Y và cs, 2002 [37]).

Để trả lời cho câu hỏi: Cường độ của áp cao Siberia biến đổi có liên quan đến BĐKH hay không?, Gong D.Y và cộng sự (2002) đã phân tích mối quan hệ giữa cường độ của áp cao này với Ts và lượng mưa trên vùng vĩ độ trung bình và cao của châu Á ( $30^\circ\text{E}$ - $140^\circ\text{E}$ ;  $30^\circ\text{N}$ - $70^\circ\text{N}$ ) trong thời kỳ 1922-1999 thông qua hệ số tương quan (HSTQ) giữa chúng. Kết quả cho thấy, cường độ của áp cao Siberia đều có tương quan âm với Ts và lượng mưa trung bình trong vùng với hệ số tương quan (HSTQ) tương ứng là  $-0,58$  và  $-0,44$ . Bên cạnh đó, không chỉ có áp cao Siberia mà dao động Bắc cực (AO),... cũng có ảnh hưởng đến nhiệt độ và lượng mưa trên vùng Âu Á. Cụ thể, BĐKH đã làm nhiệt độ trên vùng vĩ độ trung bình và cao của châu Á trong thời kỳ 1949-1997 tăng lên  $0,38^\circ\text{C}$ /thập kỷ. Trong khi đó, riêng dao động Bắc cực và áp cao Siberia đã góp phần làm nhiệt độ trong vùng biến đổi lên tới 30% và 24% tương ứng [37]. Như vậy, có thể nói rằng, sự biến đổi của nhiệt độ trên vùng vĩ độ trung bình và cao của châu Á chịu ảnh hưởng rất lớn của hai hệ thống này.

Bên cạnh đó, áp cao cận nhiệt đới Tây Bắc Thái Bình Dương hay áp cao Thái Bình Dương (ACTBD), một trung tâm khí áp vĩnh cửu tồn tại quanh năm cũng có ảnh hưởng không nhỏ đến không chỉ nhiệt độ không khí mà còn ảnh hưởng đến lượng mưa, quỹ đạo bão trên khu vực này, đặc biệt trong mùa hè.

Với mục đích nghiên cứu ảnh hưởng của ACTBD đến nhiệt độ, mưa và bão trên vùng phía Nam Trung Quốc, HeXuezhao và GongDaoyi (2002) đã phân tích vị trí của đường đẳng độ cao địa thế vị (HGT) 587 dam trung bình trên mực 500 hPa trong 5 năm mạnh nhất và 5 năm yếu nhất của ACTBD ở 2 thời kỳ 1958-1979 và 1980-1999 (Hình 1.3). Kết quả cho thấy, ACTBD có xu hướng mở rộng và dịch chuyển sang phía tây trong thời kỳ 1980-1999 [39].



Hình 1.3 Đường đẳng HGT 587 dam trên mực 500 hPa trong thời kỳ 1958-1979 (trái) và 1980-1999 (phải). Đường màu xanh thể hiện cho 5 năm hoạt động yếu nhất và đường màu đỏ thể hiện cho 5 năm hoạt động mạnh nhất (Nguồn: HeXueZhao và cs, 2002 [39]).

Khi xem xét sự biến đổi của đường đẳng HGT 587 dam qua từng năm trong mùa hè thời kỳ 1958-1979 và 1980 – 1999, Zhou Tianjun và cộng sự (2009) cũng đưa ra kết luận tương tự như HeXuezhao và GongDaoyi (2002). Hơn nữa, dựa trên 5 chỉ số liên quan đến cường độ, sống phía Bắc, sự mở rộng sang phía tây, vị trí sống trung bình và vùng hoạt động trong thời kỳ 1958-2001, các tác giả cũng cho rằng, cường độ và quy mô của ACTBD đã và đang tăng lên, đặc biệt sự mạnh lên của áp cao này thể hiện rõ hơn ở rìa phía Tây của nó. Kết quả này được giải thích là do sự tăng lên của nhiệt độ mặt nước biển (SST) ở Ấn Độ Dương trong vùng ( $35^{\circ}\text{S}$  -  $25^{\circ}\text{N}$ ;  $30^{\circ}$  -  $60^{\circ}\text{E}$ ) [60]. Lý giải này cũng tương tự kết luận của HeXuezhao và GongDaoyi (2002) đã đưa ra trước đó. Các tác giả đã chỉ ra rằng, sự biến đổi của nhiệt độ mặt nước biển cũng như sự tăng của nhiệt độ không khí bề mặt trong mùa hè trên vùng lục địa phía Nam Trung Quốc trong thời kỳ 1980-1999 là nguyên nhân khiến ACTBD có xu hướng mở rộng và dịch chuyển sang phía tây. Hơn nữa, các tác giả còn cho rằng, vùng nằm ở rìa phía Tây của ACTBD ( $125^{\circ}\text{E}$  –  $140^{\circ}\text{E}$  và  $20^{\circ}\text{N}$

– 25<sup>0</sup>N) (Hình 1.3) là trung tâm chính ảnh hưởng đến nhiệt độ trên vùng lục địa phía Nam Trung Quốc [39].

Có thể nói, hoàn lưu Hadley là một trong những hoàn lưu có ảnh hưởng lớn đến vùng nhiệt đới nói chung và vùng Đông Á nói riêng. Những biến đổi của hoàn lưu này và mối quan hệ của nó với nhiệt độ vùng Đông Á trong mùa đông đã được Zhou Botao và Wang Huijun (2008) phân tích dựa trên số liệu Ts và gió trên 17 mực đẳng áp trong mùa đông trong thời kỳ 1954-2003. Kết quả chỉ ra rằng, hoàn lưu Hadley có cường độ ngày càng tăng. Đồng thời, khi hoàn lưu Hadley mạnh lên thì Ts trên vùng Đông Á cũng tăng lên và ngược lại [58].

Trong khi đó, Ghap Jhun Jong và cs (2004) đã phân tích cường độ của gió mùa mùa đông (WM) ở Đông Á dựa trên chỉ số gió mùa mùa đông (EAWMI). Chỉ số này được xác định bởi hiệu của tốc độ gió vĩ hướng trung bình trên vùng (27,5 - 37,5<sup>0</sup>N, 110 - 170<sup>0</sup>E) và vùng (50 - 60<sup>0</sup>N, 80 - 140<sup>0</sup>E) tại mực 300 hPa. Khi đó, các tác giả cho rằng, WM mạnh xảy ra vào những năm có chuẩn sai EAWMI  $\geq 0,9$ . Ngược lại, WM yếu xảy ra vào những năm có chuẩn sai EAWMI  $\leq - 0,9$ . Kết quả phân tích EAWMI trong thời kỳ 1958-2000 dựa trên bộ số liệu tái phân tích của NCEP/NCAR đã chỉ ra rằng, trong thời kỳ này có 7 năm WM mạnh (1967, 1969, 1976, 1980, 1983, 1984 và 1985) và 7 năm WM yếu (1958, 1971, 1972, 1978, 1989, 1991 và 1997) [36].

Tuy nhiên, hoạt động của WM ở Đông Á (EAWM) bị chi phối chủ yếu bởi áp cao lạnh lục địa Siberia. Sự tăng cường của áp cao này sẽ làm cho EAWM trở nên mạnh hơn. Theo Jhun Jong-Ghap và cs (2004), độ sâu và mức độ bao phủ của tuyết trong mùa thu (đặc biệt trong tháng 10) trên vùng Siberia là một nhân tố làm tăng cường EAWM [36].

Bên cạnh đó, sự mạnh lên hay yếu đi của áp thấp Aleut cũng có ảnh hưởng đến cường độ của áp cao Siberia nói riêng và WM nói chung. Cường độ của áp thấp này cũng đã được TrehPaerth và Hurrell (1994) xác định thông qua chỉ số Bắc Thái Bình Dương (NPI) dựa trên Pmsl trung bình trên vùng 30-65<sup>0</sup>N, 160-140<sup>0</sup>W. Tất nhiên, chỉ số NPI càng nhỏ thì áp thấp Aleut sẽ càng mạnh và ngược lại. Tuy nhiên,

Rodiov S. N và cs (2004) lại cho rằng, khi vị trí của áp thấp Aleut thay đổi thì sẽ làm thay đổi nhiệt độ bề mặt biển Bering (trung tâm của áp thấp) lớn hơn nhiều so với sự biến đổi cường độ của áp thấp này [51].

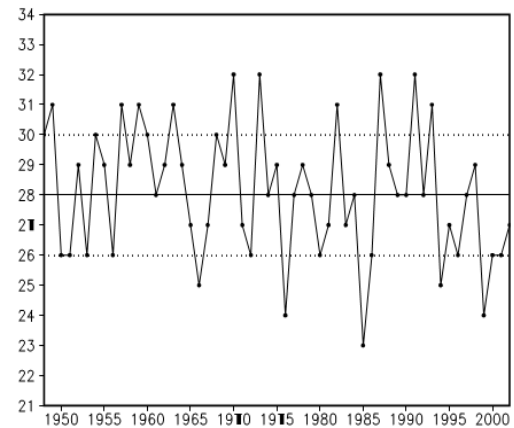
Bên cạnh đó, mối quan hệ giữa cường độ của áp thấp Aleut trong mùa đông và gió mùa mùa hè (SM) châu Úc đã được Yali Zhu và Wang Huijun (2010) phân tích dựa trên chuỗi số liệu NCEP trong thời kỳ 1948-2005. Kết quả cho thấy rằng, chỉ số NPI có quan hệ với SM châu Úc bởi sự thay đổi của dòng xiết gió tây trên cao. Khi áp thấp Aleut mạnh hơn (NPI có giá trị âm), dòng xiết được tăng cường. Hoàn lưu Hadley địa phương được củng cố và mở rộng từ vùng SM châu Úc tới ven biển phía Đông của Đông Á. Gió mùa cũng được tăng cường, đối lưu phát triển mạnh, đồng thời lượng mưa cũng tăng lên. Ngược lại, SM châu Úc sẽ có cường độ giảm trong những năm áp thấp Aleut suy yếu [57].

Có thể nói, trên các vùng thuộc khu vực gió mùa, sự mạnh lên hay yếu đi của WM hay SM hè đều có ảnh hưởng không nhỏ đến đặc điểm thời tiết, khí hậu tại những vùng đó. Thật vậy, nếu như WM ảnh hưởng đến chế độ nhiệt thì SM lại ảnh hưởng đến chế độ mưa của vùng. Bởi thế, xác định được thời kỳ bắt đầu cũng như kết thúc của gió mùa sẽ có một ý nghĩa rất lớn trong công tác dự báo mùa, đặc biệt là dự báo mưa.

Chính vì vậy, cũng như nhiều tác giả khác, Peng Liu và cs (2009) đã xác định ngày mở đầu của SM trên Biển Đông thời kỳ 1948-2002 dựa trên chuỗi số liệu tái phân tích của NCEP/NCAR. Chỉ số SM trên Biển Đông trong nghiên cứu này được xác định là tốc độ thể mực 850 hPa trung bình trong vùng ( $0-10^{\circ}\text{N}$ ;  $105-120^{\circ}\text{E}$ ) (Yao và Qian, 2001). Các tác giả cho rằng, những năm SM mở đầu vào hoặc trước tuần thứ 26 thì được coi là những gió mùa bắt đầu sớm. Ngược lại, những năm SM mở đầu vào thời gian sau tuần thứ 30 thì coi là năm gió mùa bắt đầu muộn. Và tất nhiên, năm gió mùa mở đầu vào khoảng tuần thứ 28 thì được coi là năm gió mùa mở đầu trung bình. Do đó, trong thời kỳ 1948-2002, có 15 năm SM bắt đầu sớm và 14 năm SM bắt đầu muộn (Hình 1.4) [48].

Không chỉ quan tâm đến thời điểm bắt đầu hay kết thúc mà cường độ của

gió mùa cũng đã được Qian Q.H, Qin A. (2008) [49]; Ning Liang và Oian Yongfu (2009) [47] phân tích. Theo các tác giả, cường độ của SM đã làm ảnh hưởng đến thông lượng ẩm và dẫn đến làm biến đổi lượng mưa trên mỗi khu vực trong một khoảng thời gian nào đó. Bởi vậy, trên hầu hết các vùng của Trung Quốc, lượng mưa có xu hướng tăng đột ngột trong thời kỳ cuối những năm 70 và đầu những năm 80 được Qian Q.H, Qin A. (2008) giải thích bởi sự tăng cường của SM làm tăng thông lượng ẩm đến khu vực [49].



Hình 1.4 Thời gian mở đầu SM trong thời kỳ 1948-2002 (Đơn vị: tuần) (Nguồn: Peng Liu và cs, 2009 [48]).

Hơn nữa, sự nóng lên toàn cầu và sự chênh lệch Ts giữa lục địa và đại dương (đặc biệt trên vùng vĩ độ cao) cũng làm biến đổi thông lượng ẩm nhiệt trên Biển Đông và thông lượng nhiệt trên bán đảo Đông Dương. Kết hợp với hoạt động của SM trên Biển Đông trong tháng 6 và 8 đã làm cho chuyển động đối lưu trên khu vực được tăng cường, hiện tượng mưa lớn cũng tăng lên [49].

Trong khi đó, Gang Zeng và cs (2007) lại cho rằng, SM Đông Á (EASM) mạnh lên trong thời kỳ 1950-1964 nhưng lại yếu đi trong thời kỳ 1976-1997 [35].

Ngoài ra, dao động Nam (SO), dao động Bắc Cực (AO), dao động bắc Đại Tây Dương (NAOI), ... cũng như những tác động của địa hình đến biến đổi của nhiệt độ, lượng mưa, tần suất và cường độ của xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ) cũng được một số tác giả đề cập đến như Gong D. Y và C. H. Ho (2002); Rodionov S. N và cs (2004), Matti C. và cs (2009),... Trong đó, dao động Nam mà biểu hiện của nó là hiện tượng ENSO là một hiện tượng quy mô lớn có liên quan đến dao động của khí áp giữa 2 bờ phía Đông và Tây Thái Bình Dương xích đạo. Nó không chỉ ảnh hưởng trực tiếp đến hoàn lưu khu vực nhiệt đới Thái Bình Dương mà còn ảnh hưởng đến những biến đổi về thời tiết và khí hậu trên một phạm vi rộng lớn của thế

giới. Chính vì vậy, những ảnh hưởng của ENSO đến gió mùa cũng như nhiệt độ, lượng mưa, XTND trên mỗi khu vực đã được nhiều nhà khoa học xem xét.

Thật vậy, trả lời câu hỏi: “SM Ấn Độ (ISM) và SM Tây Bắc Thái Bình Dương (WNPSM) trong thời kỳ 1948-1997 có bị biến đổi khi chịu tác động của hiện tượng El Nino?”, Wang Bin và cs (2001) cho rằng, WNPSM yếu đi trong thời kỳ El Nino suy yếu, còn ISM lại có xu hướng yếu đi trong thời kỳ El Nino phát triển, song từ sau cuối những năm 70 thì ngược lại [55].

Những biến đổi của EASM dưới tác động hiện tượng ENSO cũng được Gang Zeng và cs (2007) phân tích trong thời kỳ 1950-1999. Từ đó, các tác giả cho rằng, trong thời kỳ El Nino, EASM sẽ mạnh lên. Ngược lại, trong thời kỳ La Nina, EASM sẽ yếu đi [35].

Mặc dù vậy, những ảnh hưởng của BĐKH đến hiện tượng ENSO dường như vẫn chưa được nghiên cứu chi tiết. Một số nhà khoa học cho rằng, Ts trung bình toàn cầu và SST tăng lên đã làm cho tần suất, cường độ của hiện tượng ENSO tăng lên trong những thập kỷ gần đây. Hơn nữa, trong một báo cáo của NOAA (1998), các nhà khoa học có giải thích rằng, nhiệt độ toàn cầu tăng làm tăng lượng hơi nước và độ ẩm không khí do bốc hơi, từ đó làm tăng cường các cơn bão và lũ lụt có liên quan đến hiện tượng ENSO.

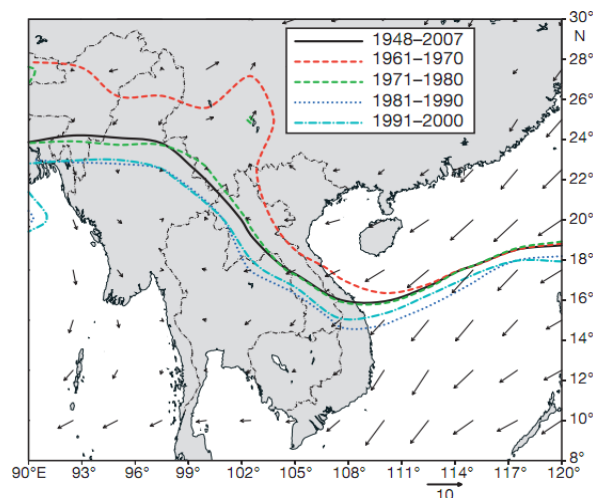
Bên cạnh đó, những ảnh hưởng của BĐKH đến sự biến đổi của hoàn lưu có liên quan đến thời tiết, khí hậu ở Việt Nam cũng đã được một số tác giả đề cập đến.

Thật vậy, để giải thích xu thế tăng của nhiệt độ trung bình tháng 1 và 2 tại một số trạm trong thời kỳ 1961-2000, Nguyễn Viết Lành (2007) đã phân tích sự biến đổi của các trung tâm khí áp ảnh hưởng đến Việt Nam dựa trên bản đồ synop. Từ đó, tác giả cho rằng, sự tăng cường của áp cao Hoa Đông và ACTBD chính là nguyên nhân làm cho nhiệt độ tại các trạm tăng lên trong thời kỳ này [14].

Dưới ảnh hưởng của BĐKH, mặc dù Ttb, Tx, Tn ở hầu hết các trạm trên lãnh thổ đều tăng [2], [6], [15], [19], [20], [22], [26], song Tn trên vùng Nam Trung Bộ (N1) [40], đặc biệt, Ttb năm tại trạm Đà Nẵng [15] lại giảm trong thời kỳ 1961-1990. Kết quả này có thể là do sự thay đổi cường độ của không khí lạnh trong thời

kỳ hoạt động của WM (Hồ Thị Minh Hà và cs, 2011).

Để chứng minh điều này, các tác giả đã chỉ ra vị trí khí hậu của đường đẳng áp 1015 hPa trên trường khí áp mặt biển trong từng thập kỷ (Hình 1.5). Kết quả cho thấy, đường đẳng áp 1015 hPa trong thời kỳ 1981-1990 đã dịch hơn xuống phía Nam. Do đó, các tác giả cho rằng, ảnh hưởng của không khí lạnh có thể đã gia tăng làm nhiệt độ không khí trên vùng này có xu thế giảm hoặc tăng nhẹ [40].



Hình 1.5 Vị trí của đường đẳng áp 1015 hPa qua từng thời kỳ (Nguồn: Hồ Thị-Minh-Hà và cs, 2011 [40])

Tuy nhiên, theo Vũ Thanh Hằng và cs (2010), sự giảm của số ngày rét đậm (SNRĐ), rét hại (SNRH) trên các vùng khí hậu phía Bắc Việt Nam là do cường độ áp cao Siberia trong từng thập kỷ đã giảm [8]. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của Gong D. Y và C. H. Ho (2002).

Bên cạnh đó, một số đặc trưng của SM trong thời kỳ 1950-2010 cũng được Trần Quang Đức (2011) nghiên cứu. Tác giả cho rằng, ngày bắt đầu và ngày kết thúc của SM ngày càng sớm hơn nhưng cường độ của nó ngày càng yếu đi [5].

Cũng với mục đích nghiên cứu tác động của ENSO đến gió mùa, nhiều tác giả đã phân tích mối quan hệ giữa chúng thông qua những HSTQ hay giải thích cơ chế vật lý,...

Cụ thể, mối quan hệ giữa ENSO và gió mùa châu Á đã được Nguyễn Đức Ngữ (2002) [16], Phạm Thị Thanh Hương (2002) [10],... nghiên cứu trong thời kỳ ENSO mạnh (El Nino năm 1997 và La Nina năm 1999). Các tác giả cho rằng, cả WM và SM trên khu vực Đông và Đông Nam Á trong năm El Nino yếu hơn, còn trong năm La Nina lại mạnh lên [10], [16]. Trong mùa đông El Nino, do lưỡi ACTBD lệch hơn về phía xích đạo nên trên vùng phía Bắc của trục sống từ Bắc Ấn

Độ, nam Trung Quốc và bắc Việt Nam đến vùng biển Tây Bắc Thái Bình Dương đều có dị thường gió tây mạnh cả ở tầng thấp và tầng cao. Vì thế, hoàn lưu Hadley địa phương suy yếu, đồng thời, đối lưu trên vùng này cũng suy yếu theo. Trên khu vực cận nhiệt đới Nam Á, trục của dòng xiết gió tây cận nhiệt đới gần như song song với vĩ tuyến với tốc độ gió đạt trên 60 m/s. Khi đó, sự phát triển xuống phía Nam của gió mùa đông bắc bị hạn chế [16]. Trong mùa đông La Nina, áp cao Siberia lại phát triển mạnh hơn. Sóng áp cao này phát triển mạnh về phía Đông Nam không chế vùng biển cận nhiệt đới Tây Bắc Thái Bình Dương. Đồng thời, do sự mở rộng của rãnh thấp xích đạo (RTXD) nên hoàn lưu Hadley được tăng cường trên khu vực tây TBD và Nam Á. Sự mạnh lên của tín phong Bắc Bán cầu và áp cao Siberia làm tăng cường hoạt động của WM [16].

Sau đó, mối quan hệ giữa ENSO và gió mùa Á - Úc cũng đã được Nguyễn Viết Lành và cs (2007) nghiên cứu thông qua HSTQ giữa các chỉ số ENSO và gió mùa trong thời kỳ 1961-2000. Kết quả chỉ ra rằng, trong trường hợp không ENSO, HSTQ giữa chúng rất nhỏ ( $\ll 0,1$ ), nhưng khi xảy ra hiện tượng ENSO, đặc biệt trong thời kỳ La Nina phát triển thì mối quan hệ này tăng lên rõ rệt. Tuy nhiên, HSTQ giữa chúng lớn nhất cũng chỉ bằng 0,5 và phần lớn trong đó chỉ có giá trị nhỏ hơn 0,2 [14]. Điều này một lần nữa lại chứng tỏ rằng, mối quan hệ giữa ENSO và gió mùa khá phức tạp và cần được nghiên cứu chi tiết hơn.

Ngoài ra, sự biến động của SM ở Nam Bộ trong các thời kỳ ENSO cũng đã được Nguyễn Thị Hiền Thuận (2005) phân tích dựa trên các chỉ số hoàn lưu ( $CI_N$ ) và chỉ số đối lưu trong thời kỳ 1961-2004. Tác giả cho rằng, đối với các mùa hè bắt đầu trước thời kỳ El Nino phát triển thì SM hoạt động khá mạnh. Ngược lại, trong các mùa hè bắt đầu sau thời kỳ El Nino suy yếu thì SM lại hoạt động yếu hơn trung bình nhiều năm. Hơn nữa, trong những năm El Nino có cường độ mạnh thì mùa hè tiếp theo, SM sẽ có cường độ yếu hơn hẳn (như mùa hè năm các năm 1983, 1987, 1998). Bên cạnh đó, trong đa số các mùa hè El Nino, lượng mưa đều bị thiếu hụt. Tuy nhiên, trong các mùa hè La Nina, gió mùa lại hoạt động ở mức trung bình hoặc mạnh hơn trung bình nhiều năm [27].

Như vậy, mặc dù mối quan hệ giữa ENSO và gió mùa châu Á chỉ được phân tích trong một đợt El Nino và La Nina [10], [16], nhưng nó vẫn đặc trưng cho quan hệ giữa chúng. Điều này phần nào được chứng minh trong nghiên cứu của Nguyễn Thị Hiền Thuận (2005).

Tóm lại, những nghiên cứu trong và ngoài nước về những biến đổi của hoàn lưu dưới ảnh hưởng của BĐKH đã cho thấy, cường độ áp cao Siberia đã yếu đi từ sau năm 70, đặc biệt giảm mạnh hơn trong những năm 80 và 90 của thế kỷ 20. Trong khi đó, ACTBD lại có cường độ tăng và dịch sang phía tây mạnh hơn. Điều này đã tạo điều kiện cho hoàn lưu Hadley được tăng cường, đặc biệt từ sau năm 1977. Hơn nữa, cả WM và SM đều có xu hướng yếu đi trong những năm El Nino và mạnh lên trong những năm La Nina. Sự biến đổi này đã ít nhiều làm ảnh hưởng đến đặc điểm thời tiết, khí hậu, đặc biệt là các cực trị khí hậu và ECEs trên những khu vực mà chúng tác động. Bởi thế, những nghiên cứu trong và ngoài nước về mức độ và xu thế biến đổi một số cực trị khí hậu và ECEs dưới ảnh hưởng của BĐKH sẽ được trình bày trong mục 1.3 sau đây.

### **1.3 Biến đổi khí hậu và một số cực trị khí hậu, hiện tượng khí hậu cực đoan**

Trong những năm gần đây đã xuất hiện nhiều công trình nghiên cứu tập trung vào việc phân tích mức độ và xu thế biến đổi của các đặc trưng cực trị khí hậu trên phạm vi quốc gia hoặc vùng lãnh thổ trong mối quan hệ với BĐKH toàn cầu. Khi đó, các nguồn số liệu địa phương được khai thác từ mạng lưới trạm quan trắc, số liệu tái phân tích của trường SST cũng như các trường khí quyển thường được sử dụng để nghiên cứu.

Trong đó, báo cáo của Ban Liên Chính phủ về Biến đổi Khí hậu (IPCC) được xem là đầy đủ nhất. Đặc biệt, báo cáo về các sự kiện khí hậu cực đoan (SREX) của IPCC đã cho thấy tác động của các sự kiện khí hậu cực đoan đến những thảm họa ở châu Á. Báo cáo chỉ ra rằng, trên hầu hết các vùng của châu Á, số ngày nóng, đêm ấm đã tăng lên, còn số ngày mát, đêm lạnh thì giảm đi. Tuy nhiên, các đợt sóng nhiệt (đợt nóng) thì chỉ tăng lên ở Tây Á, một số khu vực ở Trung Á và phía Bắc Trung Quốc. Bên cạnh đó, hạn hán cũng chỉ có xu hướng tăng lên trên vùng Đông

Á, còn trên các vùng khác của châu Á thì hạn hán không có xu thế biến đổi rõ ràng hoặc do thiếu bằng chứng thực nghiệm. Tương tự xu thế biến đổi của lượng mưa trung bình và hạn hán, hiện tượng mưa lớn cũng có xu thế biến đổi không nhất quán ở các vùng [43]. Tất nhiên, dựa trên các kịch bản BĐKH, báo cáo này cũng chỉ ra xu thế tăng lên rõ rệt của Ts trên tất cả các vùng của châu Á. Còn hiện tượng mưa lớn được dự báo sẽ tăng lên ở các vùng Bắc Á, Đông Á và Cao nguyên Tây tạng. Hơn nữa tần suất xuất hiện số ngày nóng (cho đến giữa và cuối thế kỷ này) lớn nhất trên các vùng Đông Nam Á, Tây Á, sau đó là Nam Á và Trung Á. Bên cạnh đó, các tác giả cũng cho rằng, hiện tại, chưa có đủ bằng chứng để xác định xu thế biến đổi của ENSO và bão nhiệt đới [43]. Có thể nói, châu Á là vùng phải chịu ảnh hưởng lớn nhất bởi BĐKH, song những tác động của nó lên các vùng khác nhau của thế giới cũng không thể không nhắc tới.

Thật vậy, những biến đổi theo không gian và thời gian của nhiệt độ cực đoan đã được Bulygina O. N và cộng sự (2007) phân tích dựa trên chuỗi số liệu nhiệt độ ngày từ 857 trạm ở Nga trong 6 thập kỷ qua. Nghiên cứu cho thấy, trong từng mùa, số ngày có Tx lớn hơn phân vị 95 (TX95p) đã tăng lên, còn số ngày có Tn nhỏ hơn phân vị 5 (TN5p) đã giảm trên hầu hết các vùng của Nga. Số ngày có nhiệt độ cao dị thường cũng có xu thế giảm. Nhưng ở một số vùng riêng biệt, số ngày có biên độ dao động nhiệt độ ngày lớn lại có xu thế tăng lên [30].

Theo Toreti A và F. Desiato (2008), Ttb trên 49 trạm quan trắc ở Italia trong thời kỳ 1961-2004 và 1981-2004 cũng có xu thế tăng lên nhưng lại giảm đi trong thời kỳ 1961-1981 [53].

Manton M. J. và cs (2000) cho rằng, số ngày nóng và đêm ấm trên 15 quốc gia vùng Đông Nam châu Á và Nam Thái Bình Dương trong thời kỳ 1961-1998 tăng lên, còn số ngày mát và đêm lạnh trong năm lại giảm đi [45]. Một kết luận tương tự đã được Vincent L. A. và cs (2005) đưa ra khi phân tích biến đổi của nhiệt độ cực trị ngày trên 8 quốc gia vùng Nam Mỹ trong thời kỳ 1961-2000. Các tác giả cho rằng, số đêm ấm thì tăng lên, còn số đêm lạnh lại giảm đi ở rất nhiều trạm, đặc biệt với những trạm nằm ở bờ biển phía Tây và Đông của Nam Mỹ [54].

Dash S. K., Ashu Mamgain (2011) cũng cho rằng, số đêm lạnh trong những tháng mùa đông trên toàn Ấn Độ, ở các vùng phía Bắc (trong thời kỳ 1969-2005) và ở các vùng phía Nam (trong thời kỳ 1969-1975) đã giảm đáng kể. Ngược lại, số ngày nóng trong mùa hè lại tăng, đặc biệt tăng mạnh hơn trong thời kỳ 1996-2005 với số ngày nóng và đêm ấm lớn nhất. Tuy nhiên, số ngày lạnh trong mùa đông trên vùng phía Bắc và Đông Bắc miền Trung lại tăng đáng kể [31].

Cùng với những biến đổi của nhiệt độ, những biến đổi về lượng mưa và hiện tượng mưa lớn cũng đã và đang được nhiều tác giả quan tâm.

Phân tích xu thế biến đổi của lượng mưa theo không gian và thời gian trong mùa đông ở châu Âu trên 500 năm qua, Matti C. và cs (2009) đã sử dụng chuỗi số liệu lượng mưa ngày, thời kỳ 1500-2000. Kết quả nghiên cứu trên 2 vùng: phía Tây Nam Na Uy ( $5 - 6,5^{\circ}\text{E}$ ,  $59 - 66^{\circ}\text{N}$ ) và phía Nam Tây Ban Nha/phía Bắc Ma-rốc ( $3 - 6^{\circ}\text{W}$ ,  $34,5 - 38^{\circ}\text{N}$ ) cho thấy, những giá trị kỷ lục của lượng mưa đều xảy ra trong thế kỷ 20 và chưa từng có trong 500 năm qua [46].

Theo Qian Q.H, Qin A. (2008), lượng mưa trên hầu hết các vùng của Trung Quốc cũng có xu thế tăng đột ngột trong thời kỳ cuối những năm 70 và đầu những năm 80 [49]. Đặc biệt, mưa lớn trong mùa hè ở vùng nam Trung Quốc đã tăng lên đáng kể từ đầu những năm 1990 [47].

Bên cạnh những nghiên cứu về sự biến đổi của nhiệt độ và lượng mưa cực trị, các yếu tố khác như gió cũng được một số nhà khoa học quan tâm. Chẳng hạn, để xem xét biến đổi của trường khí áp bề mặt trên đại lục châu Âu, Tar và cs (2001) đã nghiên cứu sự biến đổi của trường gió trên lãnh thổ Hungary dựa trên chuỗi số liệu tốc độ gió từng giờ trong thời gian từ năm 1968 đến 1972 và từ 1991 đến 1995 của 3 trạm khí tượng trên lãnh thổ. Kết quả phân tích độ lệch chuẩn (ĐLC) của tốc độ gió cho thấy, tốc độ gió trong mùa hè đã giảm, đặc biệt giảm mạnh hơn trong tháng 7 [52].

Khi nghiên cứu biến đổi của tốc độ gió ngày trên lãnh thổ Trung Quốc, Jiang Ying và cs (2010) đã sử dụng số liệu từ 353 trạm phân bố đồng đều trên cả nước trong thời kỳ từ 1956-2004. Kết quả cho thấy, tốc độ gió trung bình năm, tốc độ gió

ngày cực đại ( $V_x$ ) và số ngày có tốc độ gió mạnh đều có xu thế giảm, nhưng cường độ và số ngày gió nhẹ lại tăng lên trên những vùng đồng bằng rộng lớn của Trung Quốc [44]. Điều này có thể được lý giải bởi quá trình đô thị hoá, sự thay đổi của những thiết bị đo gió,... [44].

Như chúng ta đã biết, ngay cả khi không chịu ảnh hưởng của gió mùa thì sự xuất hiện sự kiện ENSO cũng đủ để làm biến đổi nhiệt độ, lượng mưa trên mỗi vùng. Bởi thế, những tác động của ENSO đến lượng mưa đã được nhiều tác giả quan tâm.

Thật vậy, xu thế mưa trên vùng cận nhiệt đới Nam Mỹ, phía Đông của dãy Andes trong thời kỳ 1960-1999 đã được Barros V.R và cs (2008), nghiên cứu cùng với các pha ENSO. Khi đó, SST trung bình tháng trên vùng NINO 3.4 đã được các tác giả sử dụng để phân tích mối quan hệ giữa các pha ENSO và lượng mưa. Các tháng được xem như xuất hiện El Nino hay La Nina nếu dị thường SST (SSTA) vùng NINO 3.4 của 5 tháng liên tiếp cao hơn 0,4 hay thấp hơn -0,4. Kết quả cho thấy, trên vùng cận nhiệt đới ở phía Nam vĩ tuyến 22°S và phía Tây Argentina, lượng mưa năm có xu thế tăng. Ở phía Tây bắc Argentina, phía Nam Brazil và Paraguay, một nửa lượng mưa năm có được từ pha El Nino, song chỉ có một lượng nhỏ từ pha La Nina và thời kỳ không ENSO. Tuy nhiên, trên hầu hết vùng cận nhiệt đới Nam Mỹ, phía Đông dãy Andes, lượng mưa trong thời kỳ ENSO mạnh chỉ đóng góp một phần nhỏ của xu thế [29].

Song Feldl Nicole và Gerard H. Roe (2011) lại cho rằng, tuy tần suất mưa không tăng nhưng cường độ cũng như tổng lượng mưa mùa đông trong thời kỳ La Nina đã tăng lên ở phía Tây Nam và giảm đi ở phía Tây Bắc Châu Mỹ. Do đó, lượng mưa ngày cũng tăng mạnh [34].

Lượng mưa ở Đông Á trong mùa hè trong các thời kỳ ENSO cũng được Hong Ye và Riyu Lu (2011) nghiên cứu. Các tác giả cho rằng, chuẩn sai lượng mưa ở phía Nam Trung Quốc và Tây Bắc Thái Bình Dương trong đầu mùa hè kế tiếp sau thời kỳ ENSO có giá trị dương. Song vào cuối mùa hè đó, lượng mưa trên lưu vực sông Huai Trung Quốc, Hàn Quốc và ở trung tâm Nhật Bản lại thấp hơn so với

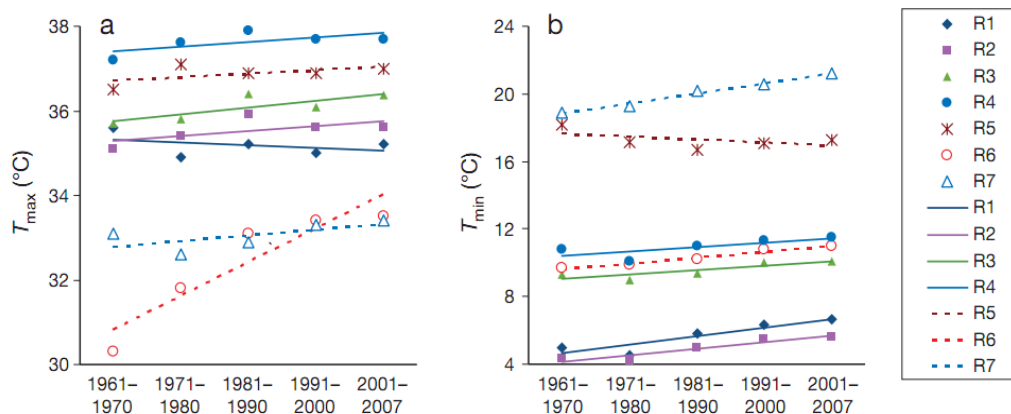
trung bình cùng thời kỳ. Hơn nữa, các tác giả còn cho rằng, trước những năm 70, trong thời kỳ đầu và cuối mùa hè, ENSO và chuẩn sai lượng mưa trên vùng phía Đông Trung Quốc có xu thế tương tự nhau, nhưng từ sau cuối những năm 70 thì xảy ra xu thế ngược lại. Điều đó chứng tỏ, mối quan hệ giữa ENSO và tổng lượng mưa mùa hè phía Đông Trung Quốc đã suy giảm [41].

Ở Việt Nam, sự biến đổi của Ttb, Tx, Tn trên từng trạm, từng vùng cũng như trên toàn lãnh thổ cũng đã được rất nhiều nhà khoa học quan tâm nghiên cứu. Theo Nguyễn Đức Ngữ và cs (2008, 2009), Ttb trong 50 năm qua (1958-2008) đã tăng lên từ 0,5 đến 0,7<sup>0</sup>C và trong mùa đông có xu thế tăng nhanh hơn trong mùa hè [19], [20], [21]. Những kết luận tương tự cũng đã được Nguyễn Viết Lành (2007) [15] đưa ra khi nghiên cứu biến đổi của Ttb trên một số trạm đặc trưng thời kỳ 1961-2000. Tuy nhiên, do các tác giả nghiên cứu trên hai thời kỳ khác nhau nên mức độ biến đổi của nhiệt độ cũng có một sự chênh lệch. Theo Nguyễn Viết Lành, Ttb thời kỳ 1961-2000 đã tăng lên từ 0,4 - 0,6<sup>0</sup>C, nhưng xu thế tăng rõ rệt nhất xảy ra trong thập kỷ cuối và trong mùa đông. Còn Nguyễn Đức ngữ (2008, 2009) thì cho rằng, trong thập kỷ 1991-2000, Ttb năm ở Hà Nội, Đà Nẵng và thành phố Hồ Chí Minh cao hơn trung bình nhiều năm từ 0,3 – 0,7<sup>0</sup>C và cao hơn trung bình thập kỷ 1931-1940 lần lượt là 0,8<sup>0</sup>C, 0,4<sup>0</sup>C và 0,7<sup>0</sup>C. Đặc biệt, Ttb tháng 1 tăng lên từ 0,5-1,1<sup>0</sup>C, còn trong tháng 7 thì tăng từ 0,5 - 0,8<sup>0</sup>C. Riêng năm 2007, Ttb năm ở cả 3 nơi đều cao hơn so với Ttb thập kỷ 1931-1940 khoảng từ 0,8 - 1,3<sup>0</sup>C và 0,4 - 0,5<sup>0</sup>C so với thập kỷ 1991-2000 [19]. Hơn nữa, Nguyễn Trọng Hiệu và cs (2010, 2011) cũng cho rằng, Ttb trên lãnh thổ Việt Nam trong thế kỷ 20 đã tăng 0,75<sup>0</sup>C, tăng nhanh hơn bất kỳ thế kỷ nào trong lịch sử, kể từ thế kỷ 11 đến nay. Đặc biệt, trong 5 thập kỷ gần đây 1956-2005, Ttb đã tăng  $0,64 \pm 0,13^{\circ}\text{C}$ , gần gấp hai lần tốc độ tăng trong thế kỷ 20 [9], [26]. Nghiên cứu chi tiết hơn xu thế và mức độ tăng của Ttb trong từng mùa, tác giả cho rằng, Ttb đã tăng nhiều nhất trong mùa đông (0,6-1<sup>0</sup>C) và ít nhất trong mùa xuân (0,2-0,8<sup>0</sup>C) trong 50 năm qua [9], [26].

Để xây dựng kịch bản BĐKH và nước biển dâng ở Việt Nam, Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012) đã phân tích sự thay đổi của các cực trị khí hậu Việt Nam

trong 47 năm qua (1961-2007). Những kết quả chỉ ra rằng,  $T_{tb}$  năm trên toàn lãnh thổ đã tăng  $0,5^{\circ}\text{C}$ . Đặc biệt,  $T_{tb}$  trong mùa đông tăng nhanh hơn trong mùa hè, ở phía Bắc tăng nhanh hơn phía Nam, ở sâu trên đất liền tăng nhanh hơn vùng ven biển và hải đảo. Cả  $T_n$  và  $T_x$  đều tăng lên ở tất cả các trạm khu vực Bắc Bộ và vùng N1.  $T_n$  có xu thế tăng nhanh hơn  $T_x$ , nhưng trên vùng Tây Nguyên (N2),  $T_x$  cũng có xu thế tăng mạnh. Số ngày có  $T_x$  lớn hơn  $35^{\circ}\text{C}$  có xu thế tăng trên hầu hết các vùng (trừ vùng N1 và N3), còn số ngày có  $T_n$  nhỏ hơn  $15^{\circ}\text{C}$  thì giảm ở tất cả các vùng. Số đợt không khí lạnh đã giảm trong hai thập kỷ gần đây, song những dị thường của không khí lạnh lại xuất hiện thường xuyên hơn. Tần số XTNĐ tăng lên ở các vùng biển N1, Nam Bộ (N3) và vùng biển Thanh Nghệ Tĩnh. Tần số XTNĐ không rõ nét nhưng số các cơn bão mạnh có xu hướng gia tăng. Tần suất hạn hán cũng tăng lên [1].

Trước đó, kết quả phân tích những biến đổi của nhiệt độ cực trị ở Việt Nam trong giai đoạn 1961-2007 của Hồ Thị Minh Hà và Phan Văn Tân (2009) cũng cho thấy,  $T_n$  tháng 1 tăng lên trung bình khoảng  $0,9^{\circ}\text{C}$ /thập kỷ, trong khi  $T_x$  tháng 7 giảm nhẹ khoảng  $0,1^{\circ}\text{C}$ /thập kỷ. Hơn nữa,  $T_x$  có xu hướng giảm hoặc tăng chậm ở những khu vực có  $T_x$  cao (Bắc Trung Bộ (B4) và N1) và tăng nhanh hơn ở những khu vực có  $T_x$  thấp hơn (Tây Bắc (B1) và N2) [6].



Hình 1.6 Giá trị ngưỡng phân vị thứ 95 của  $T_x$  (trong mùa hè) (a) và phân vị thứ 5 của  $T_n$  (trong mùa đông) (b). Trong đó, R1, R2,..., R7 là các vùng từ B1, B2, đến N3 của Việt Nam (Nguồn: Ho Thi-Minh-Ha và cs, 2011 [40]).

Ngoài ra, xu thế biến đổi của Tx bằng phân vị 95 (TX95), Tn bằng phân vị 5 (TN5), RX95 cũng đã được Hồ Thị Minh Hà và cs (2011) phân tích. Kết quả cho thấy, TX95 trong mùa hè, TN5 trong mùa đông và RX95 trong mùa mưa qua từng thập kỷ đều có xu thế tăng (Hình 1.6) [40]. Sự giảm của TN5 trên vùng N1 trong thời kỳ 1961-1990 được cho là do sự thay đổi cường độ của không khí lạnh trong mùa đông [40].

Hơn nữa, sử dụng chuỗi số liệu quan trắc tại 58 trạm khí tượng phân bố đều trên toàn lãnh thổ trong thời kỳ 1961-2007, Phan Văn Tân và cs (2010) đã nghiên cứu mức độ và xu thế biến đổi của các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam. Những kết quả chỉ ra rằng, Tx trên toàn lãnh thổ dao động khoảng  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  còn Tn thì dao động khoảng  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ . Trên hầu hết các vùng (trừ vùng B1 và B4), Tn có tốc độ tăng nhanh hơn nhiều so với Tx, Tx biến đổi rất ít hoặc hầu như không biến đổi. Kết quả này rất phù hợp với xu thế tăng lên hay giảm đi của số ngày nắng nóng (SNNN) và SNRD tương ứng ở các vùng khí hậu [6], [22].

Ngoài ra, các tác giả còn cho rằng, RXx và SNML cũng có xu hướng tăng lên ở hầu hết các vùng khí hậu, nhất là trong những năm gần đây và ở khu vực Miền Trung [7], [22]. Đồng thời, hạn hán cũng có xu thế tăng lên nhưng với mức độ không đồng đều giữa các vùng và giữa các trạm trong từng vùng khí hậu. Không những thế, tần số bão trên Biển Đông và vùng bờ biển Việt Nam đều có xu thế tăng lên [22].

Cũng với mục đích xác định xu thế biến đổi của một số cực trị khí hậu trên lãnh thổ Việt Nam, song Ngô Đức Thành và cs (2012) lại phân tích trên từng điểm trạm thông qua hệ số Sen. Đồng thời, mức ý nghĩa của xu thế cũng được tác giả kiểm nghiệm thông qua kiểm nghiệm Man-Kendal. Kết quả chỉ ra cũng tương tự những nghiên cứu đã đưa ra trước đó với sự tăng mạnh của Tn (rõ nhất là  $0,6^{\circ}\text{C}/\text{thập kỷ}$ ), đặc biệt trên khu vực N1 và N2. Tuy nhiên, khác với Tn, Tx có xu thế tăng rất ít, riêng trạm Trường Sa, Tx cũng tăng xấp xỉ  $0,5^{\circ}\text{C}/\text{thập kỷ}$  nhưng Tx tại trạm Bảo Lộc lại có xu thế giảm. Tương tự như kết luận của Trần Thục và cs

(2012), lượng mưa trên các khu vực phía Bắc cũng có xu thế giảm nhưng từ khoảng vĩ tuyến 17 trở vào, lượng mưa lại có xu thế tăng [25].

Cũng có những kết luận như những nghiên cứu trước đó về biến đổi của nhiệt độ và lượng mưa trên các vùng khí hậu Việt Nam. Song Nguyễn Đăng Quang và cs (2013) còn cho rằng, trong thời kỳ 1971-2010, ảnh hưởng của ENSO đến nhiệt độ và lượng mưa ở các vùng vĩ độ thấp và trong mùa đông cao hơn trên các vùng vĩ độ cao [32].

Khi phân tích sự biến đổi của SNNN và số đợt không khí lạnh (KKL) trong từng thập kỷ, trên lãnh thổ Việt Nam, Nguyễn Đức Ngữ (2002, 2008) cho rằng, SNNN trong thập kỷ 1991- 2000 nhiều hơn so với các thập kỷ trước, đặc biệt ở Trung Bộ và Nam Bộ. Trong khi đó, số đợt KKL lại giảm đi rõ rệt trong 2 thập kỷ gần đây (1981-1990 và 1991-2000) [16], [19], [20].

Chỉ phân tích xu thế biến đổi khí hậu trên vùng N2, Hoàng Đức Cường (2013) cho rằng, các chỉ số cực đoan liên quan đến Tn tăng nhanh hơn so với các chỉ số cực đoan liên quan đến Tx, dẫn đến biên độ nhiệt độ ngày có xu thế giảm. Hầu hết các chỉ số cực đoan liên quan đến mưa lớn đều tăng trên khu vực, ngoại trừ tại trạm Ayunpa có xu thế giảm đáng kể trong những năm qua. Hơn nữa, mặc dù, Tx không có dấu hiệu tăng nhưng SNNN, NNGG, số ngày có đêm nóng tăng lên đáng kể [4].

Khi phân tích tổng lượng mưa năm trong thời kỳ 1960-2009, Nguyễn Trọng Hiệu và cs (2011) cũng cho rằng, tổng lượng mưa năm giảm trên các vùng khí hậu phía Bắc và tăng lên ở các vùng khí hậu phía Nam. Đặc biệt ở vùng N1, lượng mưa tăng với tốc độ 2-10 mm/năm. Lượng mưa tăng mạnh hơn ở những nơi là trung tâm mưa lớn như Bắc Quang, Nam Đông, Trà My, Bảo Lộc,...[9].

Xu thế tăng/giảm của RXx trung bình trong từng vùng, qua từng thời kỳ trên lãnh thổ Việt Nam cũng được Vũ Thanh Hằng và cs (2009) phân tích. Kết quả cho thấy rằng, RXx trong thời kỳ 1961-2007 có xu thế tăng ở cả 7 vùng khí hậu trên toàn lãnh thổ. Xu thế tương tự cũng xảy ra ở các thời kỳ 1961-1990 (trừ vùng B1) và 2001-2007 (trừ vùng Đồng bằng Bắc Bộ (B3) và N2). Khác với 2 thời kỳ trên,

trong thời kỳ 1991-2000, RXx có xu thế giảm không chỉ ở vùng B1 mà còn thể hiện trên các vùng B2 và N1. Trong khi đó, RXx vùng B3, B4, N2 và N3 lại có xu thế tăng [7].

Khi phân tích sự biến đổi của Rx trên một số trạm tiêu biểu qua từng thập kỷ, Nguyễn Đức Ngữ (2008, 2009) cho rằng, Rx có xu thế tăng lên trong những thập kỷ gần đây. Tuy nhiên, trên từng vùng, lượng mưa lại có xu thế biến đổi rất khác nhau, có nơi tăng, nơi giảm. Ở Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh, lượng mưa có xu thế giảm trong các thập kỷ gần đây. Trong thập kỷ 1991-2000, lượng mưa tăng lên ở Đà Nẵng, trong khi lại giảm đi ở các trạm vùng N1 [20], [21].

Trong khi đó, theo Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012), lượng mưa trung bình năm trong 8 đến 10 thập kỷ qua (1907-2007) ở từng vùng, trong từng thời kỳ cũng có xu thế biến đổi không rõ ràng. Lượng mưa năm giảm ở các vùng khí hậu phía Bắc và tăng lên ở các vùng khí hậu phía Nam, song tính trung bình trên toàn lãnh thổ, lượng mưa trung bình năm đã giảm khoảng 2% trong 50 năm qua (1958-2007). Lượng mưa ngày lớn nhất cũng tăng lên ở vùng B1 và các vùng phía Nam và giảm đi ở các vùng còn lại của lãnh thổ [1].

Ngoài ra, khi phân tích phân bố của tốc độ gió cực đại (VXx) theo không gian và thời gian cũng như xu thế biến đổi của nó trên lãnh thổ Việt Nam, Chu Thị Thu Hường và cs (2010) cho rằng, tốc độ gió cực đại tuyệt đối (VX) lớn nhất thường xảy ra ở những trạm vùng núi phía Bắc trong tháng 3 và 4 nhưng lại xuất hiện trong các tháng mùa hè ở các trạm ven biển. Hơn nữa, VXx tháng có xu thế giảm tại hầu hết các trạm trên toàn lãnh thổ trong thời kỳ 1961-2007. Xu thế giảm mạnh nhất xảy ra trong tháng 7 (từ vùng B2 đến N1), trong tháng 4 (vùng B1, B2 và N3) và giảm ít nhất trong tháng 1. Trong các thời kỳ 1961-1990/1976-1990 và 1991-2007, VXx năm ở các vùng cũng có xu thế giảm. Xu thế giảm mạnh nhất xảy ra ở các vùng B1, B3 và N3 [12].

Ở Việt Nam, những nghiên cứu về tác động của ENSO đến thời tiết, khí hậu trên lãnh thổ chủ yếu được thực hiện bởi Nguyễn Đức Ngữ và cs (2002, 2005, 2007) [16], [17], [18]. Hầu hết các kết quả mà các tác giả đưa ra đều dựa trên

phương pháp phân tích chuẩn sai của từng yếu tố, hiện tượng trên từng vùng hay một số trạm tiêu biểu trong các thời kỳ ENSO.

Thật vậy, ảnh hưởng của ENSO đến các cực trị nhiệt độ ở Việt Nam đã được Nguyễn Đức Ngữ (2005) phân tích dựa trên các phân vị thứ 5, 10, 25, 50, 75, 90 và 95 của nhiệt độ cực đại, cực tiểu trung bình tháng ( $\overline{T_x}$ ,  $\overline{T_n}$ ) và tuyệt đối tháng (TX, TN) trong các mùa ENSO dựa trên chuỗi số liệu thời kỳ 1961-2000. Kết quả phân tích cho thấy, với phân vị thứ 90,  $\overline{T_x}$  và  $\overline{T_n}$  đều có giá trị cao nhất trong các mùa El Nino, nhưng lại có giá trị thấp nhất trong các mùa La Nina. Ứng với phân vị thứ 10, ảnh hưởng của ENSO đến các trị số cao nhất và thấp nhất của  $\overline{T_x}$  và  $\overline{T_n}$  thể hiện không rõ nét, đặc biệt trong mùa hè. Hơn nữa, trong cả mùa đông và mùa hè, Tn và Tx đều có giá trị nhỏ nhất hay lớn nhất trong các mùa La Nina hay El Nino tương ứng. Đặc biệt, các đợt El Nino mạnh (1982 - 1983, 1997 - 1998) đã gây ra kỷ lục của Tx ở nhiều nơi. Ngược lại, các đợt La Nina lại gây ra những kỷ lục của Tn [17].

Phân tích tần số front lạnh qua Hà Nội và mối quan hệ của nó với ENSO, Nguyễn Đức Ngữ và cs (2002) cho rằng, trong thời kỳ ENSO, tần số front lạnh thường giảm đi, đặc biệt trong các tháng cuối (thời kỳ El Nino) và nửa sau (thời kỳ La Nina) của mùa front lạnh. Đồng thời, mùa front lạnh thường kết thúc sớm hơn bình thường. Do đó, thời gian gián đoạn front lạnh thường dài hơn những năm bình thường [16].

Mặt khác, ảnh hưởng của ENSO đến Tx và Tn trên lãnh thổ Việt Nam cũng đã được Hồ Thị Minh Hà và Phan Văn Tân (2009) phân tích khi nghiên cứu xu thế và mức độ biến đổi của chúng trong thời kỳ 1961-2007. Cũng tương tự kết luận của tác giả Nguyễn Đức Ngữ (2005), các chuẩn sai dương thường xuất hiện trong những đợt El Nino mạnh như 1972-1973, 1982-1983, 1991-1992, 1997-1998, còn chuẩn sai âm hoặc dương nhỏ thường xảy ra vào những đợt La Nina như 1970-1971, 1984-1985. Tuy nhiên, trong một số đợt La Nina, Tx (1975-1976 và 1988-1989), và Tn (1988-1989, 1995-1996, 1998-2000) vẫn có chuẩn sai dương [6].

Cùng với tác động làm tăng hay giảm nhiệt độ trong các thời kỳ El Nino hay La Nina, ENSO còn có ảnh hưởng rất lớn đến lượng mưa trên mỗi khu vực. Chính

vì vậy, những nghiên cứu về ảnh hưởng của ENSO đến lượng mưa mỗi vùng cũng đã được nhiều nhà khoa học quan tâm, song nghiên cứu của Nguyễn Đức Ngữ (2007) được xem là đầy đủ và chi tiết nhất. Tác giả cho rằng, hầu hết các đợt El Nino đều gây ra tình trạng thâm hụt lượng mưa trong nhiều tháng và tổng lượng mưa cả đợt giảm đi so với điều kiện bình thường khoảng 25-50%, đặc biệt giảm rõ rệt nhất trong các đợt 1976-1977, 1979, 1963-1964 và 1965-1966. Ngược lại, hầu hết các đợt La Nina gây ra lượng mưa vượt trung bình nhiều năm ở các tỉnh ven biển Trung Bộ, nhưng cũng gây ra thâm hụt lượng mưa ở các vùng B1, B2, B3, N2 và vùng Đông Nam Bộ. Trong đó, đợt La Nina 1998-2000 đem lại lượng mưa vượt trội rõ rệt nhất, còn đợt La Nina 1988-1989 gây ra thiếu lượng mưa nhiều nhất [18].

Cũng nghiên cứu về mối quan hệ giữa ENSO và lượng mưa song Phan Văn Tân và cs (2001) lại sử dụng phương pháp phân tích phổ để khảo sát chu kỳ dao động của chỉ số dao động nam (SOI), SST và lượng mưa ở một số trạm khu vực miền Trung Việt Nam trong thời kỳ 1950-1996. Kết quả chỉ ra rằng, cả ENSO và lượng mưa đều có cùng những chu kỳ dao động cơ: 2,5 năm, 3,0 - 3,5 năm và 5,0 - 5,5 năm. Hơn nữa, trong thời kỳ El Nino, lượng mưa có dị thường âm lớn, nhưng trong thời kỳ La Nina và không ENSO, dị thường của lượng mưa mang dấu khá ngẫu nhiên. Như vậy, có thể nói rằng, sự biến động của lượng mưa khu vực miền Trung Việt Nam liên quan mật thiết với sự xuất hiện hiện tượng El Nino [24]. Kết luận này phần nào cũng giống với kết luận của tác giả Nguyễn Đức Ngữ (2007).

Với phương pháp tương tự như Phan Văn Tân và cs (2001) song Nguyễn Duy Chinh (2005) chỉ xem xét ảnh hưởng của ENSO đến lượng mưa năm tại Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh trong thời kỳ 1950-1998. Kết quả chỉ ra rằng, quan hệ giữa lượng mưa khu vực Nino 3.4 và lượng mưa tại thành phố Hồ Chí Minh thì tương đối rõ ràng, trong khi tại Hà Nội lại không thể hiện rõ [3].

Như vậy, trong bối cảnh BĐKH toàn cầu, nhiệt độ không khí bề mặt ở hầu hết các vùng trên trái đất đều có xu hướng tăng lên, còn lượng mưa lại có xu thế biến đổi không nhất quán giữa các vùng. Trên lãnh thổ Việt Nam, Ttb năm trong khoảng 50 năm qua đã tăng khoảng  $0,5^{\circ}\text{C}$ . Đặc biệt, Ttb trong mùa đông tăng nhanh

hơn trong mùa hè, trên đất liền tăng nhanh hơn ở vùng ven biển và hải đảo. Tn tăng nhanh hơn Tx. SNNN cũng tăng lên ở hầu hết các vùng (trừ vùng N1 và N3). Ngược lại, số đợt KKL lại giảm trong hai thập kỷ qua. Lượng mưa có xu hướng giảm hoặc ít thay đổi ở phía Bắc, song lại tăng lên ở phía Nam.

***Nhận xét chung:***

Có thể nói, BĐKH toàn cầu đã và đang diễn ra mà ảnh hưởng của nó đến mỗi vùng đã được rất nhiều các tác giả đề cập đến thông qua việc xác định mức độ và xu thế biến đổi của các cực trị khí hậu và ECEs. Những phân tích của các tác giả chủ yếu dựa trên các phương pháp thống kê chuỗi số liệu quan trắc từ mạng lưới trạm khí tượng trong các thời kỳ khác nhau. Đồng thời, không ít tác giả đã sử dụng nguồn số liệu tái phân tích để xác định những biến đổi của gió mùa, một số trung tâm khí áp và hoàn lưu ảnh hưởng đến khu vực. Kết quả nhận được chính là những bằng chứng về sự biến đổi của ECEs và mối liên hệ giữa nó với sự biến đổi khí hậu toàn cầu.

Trên thế giới, cùng với việc xác định xu thế biến đổi của các yếu tố, hiện tượng khí tượng, thì việc đánh giá xu thế biến đổi của một số trung tâm khí áp hay hoàn lưu gió mùa cũng như mối quan hệ giữa chúng đã được nhiều tác giả đề cập đến. Song ở Việt Nam, các nghiên cứu chủ yếu mới chỉ dừng lại ở việc xác định xu thế biến đổi của một số cực trị, chỉ số khí hậu và ECEs. Mặc dù, những kết luận được đưa ra thì tương đối thống nhất và phù hợp nhưng nhiều nghiên cứu hầu như chưa lý giải được nguyên nhân của những biến đổi đó.

Do vậy, để đánh giá tác động của BĐKH đến các cực trị khí hậu và ECEs ở Việt Nam, mối quan hệ tương quan giữa chúng với Ts trung bình toàn cầu và trên khu vực cũng như cường độ của các trung tâm khí áp đã được phân tích nhằm lý giải được phần nào nguyên nhân của những biến đổi đó.

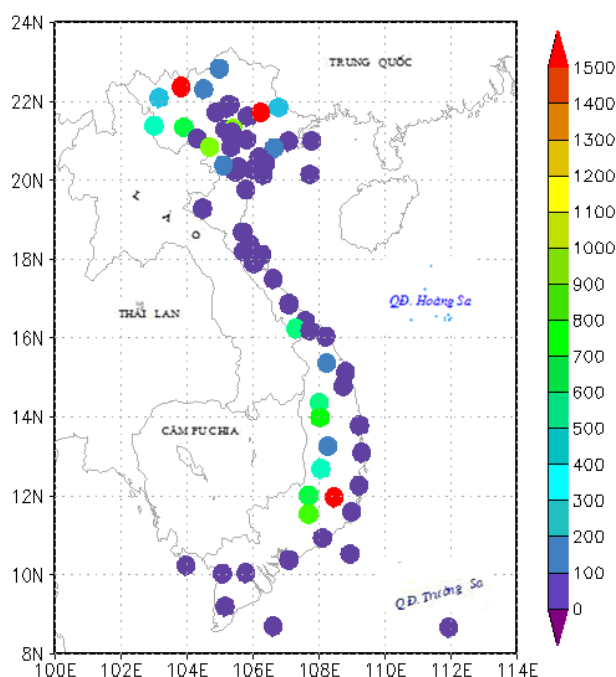
## CHƯƠNG 2: SỐ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nguồn số liệu và các phương pháp sẽ là những nội dung không thể thiếu trong mỗi công trình nghiên cứu. Trong đó, phương pháp phân tích mức độ và xu thế biến đổi của các cực trị khí hậu, ECEs cũng như cách xác định cường độ, sự mở rộng hay thu hẹp của các trung tâm khí áp và đánh giá ảnh hưởng của BĐKH toàn cầu đến một số đại lượng cực trị khí hậu và ECEs sẽ được chỉ ra trong mục 2.2 sau khi chỉ ra những nguồn số liệu được sử dụng để phân tích.

### 2.1 Số liệu

#### 2.1.1 Số liệu quan trắc từ mạng lưới trạm trên lãnh thổ Việt Nam

Tập số liệu quan trắc từ 69 trạm đặc trưng cho 7 vùng khí hậu trên lãnh thổ Việt Nam trong thời kỳ 1961- 2010 đã được sử dụng để phân tích, đánh giá trong luận án này (Bảng P2.1, Hình 2.1). Song ở hầu hết các trạm phía Nam như Đà Nẵng, Trà My, Quảng Ngãi, Ba Tơ, Phú Quý, Ayunpa, Đắk Nông, Bảo Lộc, Phú Quốc, Cần Thơ, Trường Sa, Côn Đảo,... nguồn số liệu được sử dụng bắt đầu từ những năm 1970 (chủ yếu từ năm 1976) đến năm 2010. Nguồn



Hình 2.1 Bản đồ vị trí và độ cao của các trạm khí tượng được sử dụng.

số liệu này được bổ sung và kế thừa từ đề tài nghiên cứu khoa học cấp Nhà nước (KC08.29/06-10) do GS. TS. Phan Văn Tân làm chủ nhiệm đề tài [22]. Bộ số liệu này đã được kiểm tra và loại bỏ những sai số thô và sai số hệ thống. Trong đó, luận án đã sử dụng các số liệu về nhiệt độ và lượng mưa ngày bao gồm: Tx, Tn, Ttb và R. Từ đó, các cực trị, cực đoan khí hậu và ECEs đã được phân tích.

### ***2.1.2 Số liệu tái phân tích***

Nguồn số liệu tái phân tích được sử dụng trong luận án này là số liệu trung bình tháng trong thời kỳ 1961-2010 có độ phân giải  $2.0 \times 2.0$  độ kinh vĩ của các trường: Pmsl, Ts, độ cao địa thế vị (HGT) và gió kinh hướng, vĩ hướng (UV) tại các mực đẳng áp chuẩn 1000, 850, 700, 500, 300 và 200hPa trên toàn cầu. Đây là nguồn số liệu được cung cấp bởi Trung tâm Quốc gia Dự báo Môi trường (NCEP) và được download tại [ftp://ftp.cdc.noaa.gov/pub/Datasets/20thC\\_ReanV2/Monthlies/](ftp://ftp.cdc.noaa.gov/pub/Datasets/20thC_ReanV2/Monthlies/).

Bên cạnh đó, chuẩn sai của Ts trung bình toàn cầu và trung bình trên từng khu vực trong thời kỳ 1880-2010 cũng được sử dụng. Nguồn số liệu này được cung cấp bởi Cục quản lý Khí quyển – Đại dương Quốc Gia (NOAA) và được download tại <http://www.cdc.noaa.gov/data/indices/climateindices/list/>.

Các nguồn số liệu này được sử dụng để phân tích sự biến đổi về cường độ, vị trí của một số trung tâm khí áp cũng như để khảo sát mối quan hệ giữa BĐKH với các cực trị khí hậu và ECEs ở Việt Nam

## **2.2 Phương pháp nghiên cứu**

### ***2.2.1 Phương pháp xác định các đặc trưng thống kê***

Để nghiên cứu sự biến động theo không gian, thời gian cũng như mức độ biến đổi của các cực trị khí hậu và ECEs trên lãnh thổ Việt Nam, luận án đã xác định các đặc trưng thống kê như: các đại lượng trung bình, chuẩn sai, giá trị lớn nhất, nhỏ nhất của các cực trị khí hậu trong từng tháng năm hoặc nhiều năm. Bên cạnh đó, số ngày có nhiệt độ hay lượng mưa vượt quá một ngưỡng nào đó cũng được xác định. Các đặc trưng cực trị, cực đoan khí hậu sử dụng trong luận án được chỉ ra trong Bảng 1.1. Các đặc trưng này đều được xác định ở từng trạm quan trắc trên lãnh thổ trong từng tháng/năm. Trong đó, giá trị của TN10 và TX90 được xác định trong thời kỳ 1980 - 1999. Tương tự, chuẩn sai của tổng SNNN, nắng nóng gay gắt (NNGG), SNRĐ, SNRH trong từng năm cũng được xác định so với thời kỳ 1980-1999.

Ngoài ra, trong từng mùa hoặc vùng khí hậu, giá trị của các cực trị, cực đoan khí hậu, ECEs cũng như của các biến trường như Pmsl, HGT, Ts hay SST,... sẽ

được xác định là giá trị trung bình số học của từng tháng trong mùa hoặc từng trạm trên vùng đó.

Bảng 2.1 Bảng một số cực trị khí hậu và ECEs

| STT | Kí hiệu | Cách xác định                                                         | Đơn vị             |
|-----|---------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1   | TXx     | Tx lớn nhất trong tháng/năm                                           | $^{\circ}\text{C}$ |
| 2   | TX      | Tx tuyệt đối tháng/năm                                                | $^{\circ}\text{C}$ |
| 3   | TX90    | Tx bằng phân vị thứ 90                                                | $^{\circ}\text{C}$ |
| 4   | TNn     | Tn nhỏ nhất trong tháng/năm                                           | $^{\circ}\text{C}$ |
| 5   | TN      | Tn tuyệt đối tháng/năm                                                | $^{\circ}\text{C}$ |
| 6   | TN10    | Tn bằng phân vị thứ 10                                                | $^{\circ}\text{C}$ |
| 7   | RXx     | Lượng mưa ngày lớn nhất trong tháng/năm                               | mm                 |
| 8   | Rx      | Lượng mưa ngày tuyệt đối tháng/năm                                    | mm                 |
| 9   | TN10p   | Số ngày có Tn nhỏ hơn phân vị thứ 10 trong tháng/năm                  | ngày               |
| 10  | TX90p   | Số ngày có Tx lớn hơn phân vị thứ 90 trong tháng/năm                  | ngày               |
| 11  | SNNN    | Số ngày có Tx lớn hơn hoặc bằng $35^{\circ}\text{C}$ trong tháng/năm  | ngày               |
| 12  | NNGG    | Số ngày có Tx lớn hơn hoặc bằng $37^{\circ}\text{C}$ trong tháng/năm  | ngày               |
| 13  | SNRĐ    | Số ngày có Ttb nhỏ hơn hoặc bằng $15^{\circ}\text{C}$ trong tháng/năm | ngày               |
| 14  | SNRH    | Số ngày có Ttb nhỏ hơn hoặc bằng $13^{\circ}\text{C}$ trong tháng/năm | ngày               |
| 15  | SNML    | Số ngày có R lớn hơn 50 mm trong tháng/năm                            | ngày               |

### 2.2.2 Phương pháp phân tích xu thế

Cho đến nay, xu thế biến đổi của các yếu tố và hiện tượng khí tượng trong một thời kỳ vẫn thường được xác định dựa trên hệ số  $a_1$  của phương trình hồi quy tuyến tính một biến  $y = a_1x + a_0$ . Tuy nhiên, việc sử dụng hệ số này sẽ không loại bỏ được ảnh hưởng của sai số thô trong chuỗi số liệu. Chính vì vậy, phương pháp xác định xu thế dựa vào ước lượng của Sen (1968), còn được gọi là hệ số góc Sen hay hệ số Sen đã được sử dụng ngày càng nhiều như Dráple K. và cs (2011) [33], Phan Văn Tân và cs (2010) [22], Ngô Đức Thành và cs (2012) [25], Nguyễn Đăng Quang và cs (2013) [32],...

Do đó, trong luận án này, việc xác định xu thế biến đổi của một số cực trị, cực đoan khí hậu, ECEs cũng như xu thế biến đổi cường độ của các trung tâm khí áp đều dựa vào hệ số Sen.

- *Xác định hệ số Sen*: Về bản chất, hệ số Sen hay hệ số góc Sen (Q) cũng đặc trưng cho xu thế biến đổi của các đại lượng khí hậu giống như hệ số  $a_1$  trong phương trình hồi quy tuyến tính một biến. Nghĩa là, xu thế biến đổi của từng đại lượng khí hậu tăng lên hay giảm đi phụ thuộc vào dấu của hệ số Q có giá trị dương hay âm, còn mức độ tăng (giảm) cũng phụ thuộc vào giá trị tuyệt đối của Q.

Khi phân tích xu thế biến đổi của các cực trị khí hậu hay ECEs trên từng trạm, trong từng tháng, mùa trong từng thời kỳ có n năm. Trước hết, ta xác định chuỗi số liệu gồm N phần tử sau [25], [33]:

$$Q_k = \frac{x_j - x_i}{j - i} \quad (2.1)$$

trong đó,  $x_j$  và  $x_i$  lần lượt là các giá trị của x trong năm thứ j và i ( $j > i$ ). Như vậy, với chuỗi số liệu n năm thì ta sẽ xác định được N giá trị  $Q_k$  hay  $k = 1, 2, \dots, N$  với  $N = n(n-1)/2$ . Từ đó, Q được xác định là trung vị của chuỗi N phần tử này. Việc xác định Q là trung vị của chuỗi sẽ giúp chúng ta loại bỏ ảnh hưởng của những sai số thô (nếu có) trong chuỗi số liệu.

$$Q = \begin{cases} Q_{\frac{N+1}{2}} & \text{Khi N là lẻ} \\ \frac{1}{2} \left( Q_{\frac{N}{2}} + Q_{\frac{N+1}{2}} \right) & \text{Khi N là chẵn} \end{cases} \quad (2.2)$$

Thực tế, giá trị của hệ số Q thể hiện tốc độ tăng (giảm) của các đại lượng khí hậu trong một năm. Song do giá trị này khá nhỏ nên sau khi tính toán, tất cả các giá trị của Q được nhân với 10. Bởi thế, hệ số Q đưa ra phân tích sẽ thể hiện tốc độ tăng (giảm) của các đại lượng khí hậu trong một thập kỷ.

Như vậy, xu thế biến đổi của một số cực trị khí hậu, ECEs tại từng trạm khí tượng trong tháng hay năm đã được xác định dựa trên hệ số Q. Tuy nhiên, do thời điểm xuất hiện các cực trị tuyệt đối tại các trạm không đồng thời nên việc lấy trung bình các cực trị khí hậu sẽ làm giảm ý nghĩa của chúng. Vì thế, xu thế biến đổi của

từng đại lượng này trong từng mùa hoặc từng vùng cũng sẽ được xác định là giá trị trung bình của Q ở các tháng trong mùa hoặc ở các trạm trong vùng đó.

Độ tin cậy của xu thế có thể được đánh giá thông qua kiểm nghiệm Fisher hay Student,... Song để đánh giá độ tin cậy của hệ số Sen, các tác giả thường sử dụng kiểm nghiệm Mann – Kendall.

- *Kiểm nghiệm Mann – Kendall*: Đây là kiểm nghiệm phi tham số để xác định xu thế của chuỗi số liệu sắp xếp trình tự theo thời gian (gọi tắt là chuỗi thời gian). Việc kiểm nghiệm là so sánh độ lớn tương đối của các thành phần trong tập mẫu chứ không phải xét chính giá trị của các thành phần mẫu. Hay các thành phần trong chuỗi thời gian được so sánh với nhau theo thứ hạng lớn bé và không tính đến giá trị của chúng sai khác nhau bao nhiêu. Lợi thế của kiểm nghiệm này là không cần biết tập mẫu tuân theo luật phân bố nào. Kiểm nghiệm này được xác định như sau [22]:

Giả sử ta có chuỗi thời gian  $\{x_t, t=1..n\}$ . Mỗi một thành phần trong chuỗi sẽ được so sánh với tất cả các thành phần còn lại đứng sau nó (về thời gian). Giá trị thống kê Mann – Kendall (S) ban đầu được gán bằng 0 (tức là chuỗi không có xu thế). Nếu thành phần sau lớn hơn thành phần trước thì tăng S lên 1 đơn vị. Ngược lại nếu thành phần sau nhỏ hơn thành phần trước thì S bị trừ đi 1 đơn vị. Nếu hai thành phần có giá trị bằng nhau thì S sẽ không thay đổi. Tổng S sau tất cả các lần so sánh sẽ được dùng để đánh giá xu thế chung của chuỗi. Tức là ta có [22], [25], [33]:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sign}(x_j - x_i) \quad (2.3)$$

trong đó:

$$\text{sign}(x_j - x_i) = \begin{cases} 1 & \text{khi } x_j - x_i > 0 \\ 0 & \text{khi } x_j - x_i = 0 \\ -1 & \text{khi } x_j - x_i < 0 \end{cases} \quad (2.4)$$

Giá trị tuyệt đối của S càng lớn xu thế càng rõ. S dương thể hiện xu thế tăng của chuỗi và S âm thể hiện xu thế giảm của chuỗi.

Để kiểm nghiệm xu thế của chuỗi, ta đặt giả thiết  $H_0: S = 0$  (chuỗi không có xu thế). Với xác suất phạm sai lầm loại một bằng  $\alpha$ , khi  $H_0$  đúng ta có  $P(S > S_\alpha) = \alpha$ . Thay cho  $S$  ta tính đại lượng thống kê  $\tau$ , được gọi là hệ số tương quan Mann-Kendall:

$$\tau = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{khi } S > 0 \\ 0 & \text{khi } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{khi } S < 0 \end{cases} \quad (2.5)$$

trong đó  $\text{Var}(S)$  là phương sai của  $S$ , được tính bởi:

$$\text{Var}(S) = \frac{1}{18} \left[ n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^g t_p(t_p-1)(2t_p+5) \right] \quad (2.6)$$

ở đây,  $n$  là dung lượng mẫu,  $g$  là số nhóm trong đó mỗi nhóm là một tập con có cùng giá trị, và  $t_p$  là số thành phần trong nhóm  $p$ .

Từ đó ta có,  $P(\tau > \tau_\alpha) = \alpha$ . Biến  $\tau$  đã được chứng minh là có phân bố chuẩn chuẩn hóa nên khi cho trước giá trị  $\alpha$  ta dễ dàng xác định được  $\tau_\alpha$ . Và kết luận kiểm nghiệm sẽ là:

Nếu  $|\tau| > \tau_\alpha$ : Bác bỏ giả thiết  $H_0$ , tức là chuỗi có xu thế

Nếu  $|\tau| < \tau_\alpha$ : Chấp nhận giả thiết  $H_0$ , tức là chuỗi không có xu thế

Trong tính toán thực hành, khi đã tính được  $\tau$  ta hoàn toàn xác định được xác suất  $P(T > |\tau|)$  từ phân bố chuẩn chuẩn hóa [22]:

$$P(T > |\tau|) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{|\tau|}^{+\infty} e^{-\frac{1}{2}t^2} dt = 0.5 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{|\tau|} e^{-\frac{1}{2}t^2} dt \quad (2.7)$$

Từ đó với độ tin cậy  $p=1-\alpha$  chọn trước nào đó:

Nếu  $2P(T > |\tau|) < p$  ta kết luận chuỗi có xu thế, ngược lại nếu  $2P(T > |\tau|) > p$  thì chuỗi không có xu thế (với độ tin cậy  $p$  hay với mức ý nghĩa  $\alpha$ ).

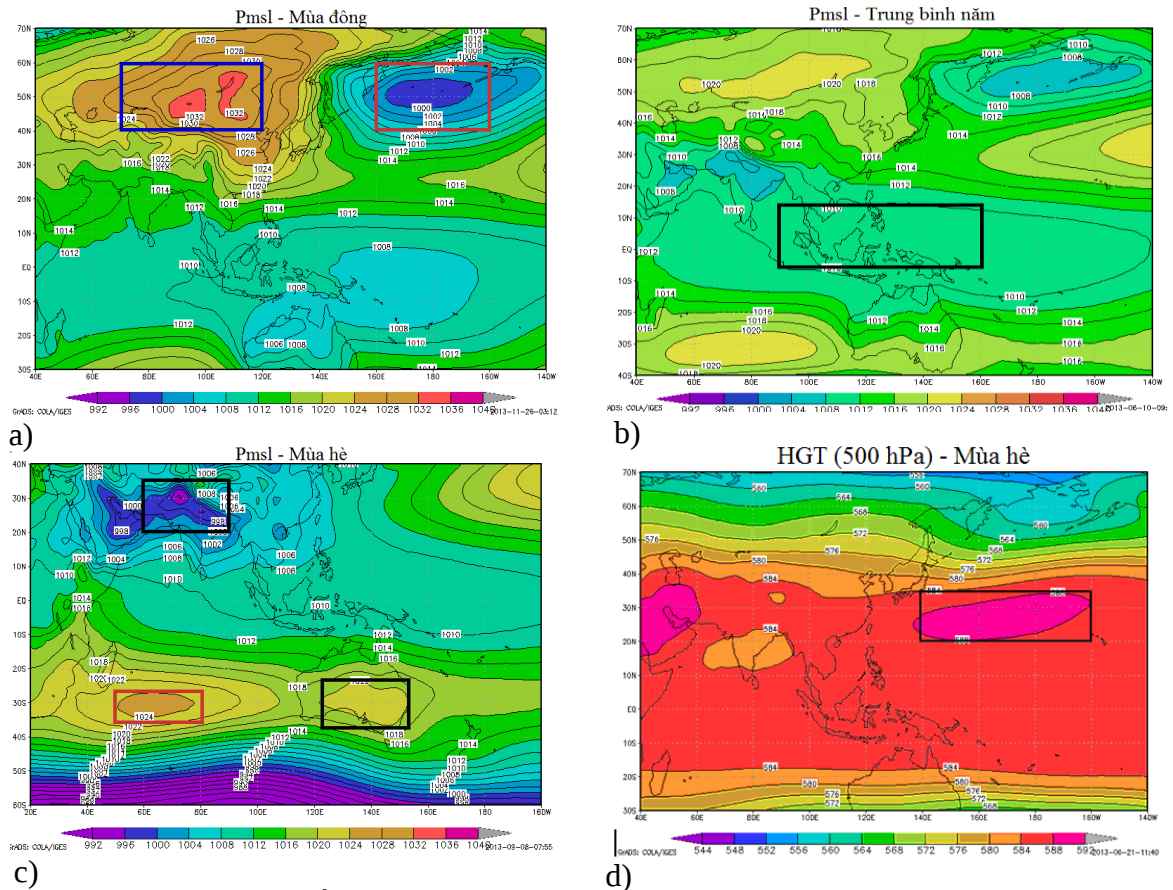
### 2.2.3 Phương pháp phân tích các trung tâm khí áp

#### a. Xác định cường độ

Cường độ của các trung tâm khí áp được xác định dựa trên giá trị Pmsl hay

HGT trung bình vùng trung tâm của các trung tâm khí áp này.

Cụ thể, cường độ của áp cao Siberia là Pmsl trung bình vùng:  $40 - 60^{\circ}\text{N}$ ,  $70 - 120^{\circ}\text{E}$  (Hình 2.2a). Đây là vùng hình chữ nhật bao phủ trung tâm của áp cao, nơi có khí trung tâm trung bình trong mùa đông lớn hơn 1028 Hpa (Gong D. Y và C. H Ho, 2002).



Hình 2.2 Bản đồ trường Pmsl trung bình trong mùa đông (a), mùa hè (c), trong năm (b) và trường HGT mực 500 hPa trung bình trong mùa hè (d).

Cường độ của áp thấp Aleut được xác định là Pmsl trung bình vùng  $40 - 60^{\circ}\text{N}$ ,  $160^{\circ}\text{E} - 160^{\circ}\text{W}$ . Đây là vùng chữ nhật bao phủ trung tâm của áp thấp, nơi có khí áp trung tâm trung bình trong mùa đông nhỏ hơn 1002 hPa (Hình 2.2a).

Cường độ của áp thấp Nam Á hay áp thấp Ấn Miên được xác định là Pmsl trung bình vùng:  $20 - 35^{\circ}\text{N}$ ,  $60 - 90^{\circ}\text{E}$ . Đây là vùng nằm ở phía Tây của áp thấp này và có khí áp trung bình trong mùa hè nhỏ hơn 1000 hPa (Hình 2.2c).

Cường độ của rãnh thấp xích đạo được xác định là Pmsl trung bình vùng:  $5^{\circ}\text{S}$

–  $15^{\circ}\text{N}$ ,  $90^{\circ}\text{E}$  –  $160^{\circ}\text{E}$ . Đây là vùng nằm ở phía Tây của rãnh và có khí áp trung bình trong năm thấp hơn 1010 hPa (Hình 2.2b).

Cường độ của ACTBD được xác định là giá trị HGT trung bình vùng  $20^{\circ}\text{N}$ – $35^{\circ}\text{N}$ ;  $140^{\circ}\text{E}$ – $160^{\circ}\text{W}$  trên mực 500 hPa. Đây là vùng có HGT trung bình trong mùa hè bao đường 588 dam (Hình 2.2d). Bên cạnh đó, do lãnh thổ Việt Nam thường chỉ chịu ảnh hưởng của vùng rìa phía Tây của áp cao này nên trong luận án này, cường độ tại rìa phía Tây của áp cao cũng được xác định. Vùng này được xác định là HGT trung bình vùng:  $20^{\circ}\text{N}$  –  $25^{\circ}\text{N}$ ,  $125^{\circ}\text{E}$  –  $140^{\circ}\text{E}$  (HeXuezhao và GongDaoyi, 2002).

Cường độ của áp cao châu Úc được xác định là giá trị Pmsl trung bình vùng:  $36^{\circ}\text{S}$ – $24^{\circ}\text{S}$ ;  $122^{\circ}\text{E}$ – $152^{\circ}\text{E}$ . Đây là vùng có khí áp trung bình trong mùa hè lớn hơn 1020 hPa (Hình 2.2c).

Cường độ của áp cao Mascarene được xác định là giá trị Pmsl vùng:  $36^{\circ}\text{S}$ – $26^{\circ}\text{S}$ ;  $50^{\circ}\text{E}$ – $80^{\circ}\text{E}$ . Đây là vùng có khí áp trung bình trong mùa hè lớn hơn 1024 hPa (Hình 2.2c).

Như đã nói ở trên, xu thế biến đổi cường độ của các trung tâm khí áp này trong thời kỳ 1961 - 2010 sẽ được xác định dựa trên hệ số Sen trong từng tháng, từng mùa. Riêng đối với các trung tâm áp thấp, nếu khí áp tại vùng trung tâm càng giảm thì cường độ của các trung tâm khí áp này càng tăng và ngược lại, nên các hệ số Sen đều được nhân tự động với -1, để thấy rõ hơn xu thế tăng giảm của các trung tâm này.

#### b. Xác định phạm vi hoạt động

Trong thực tế, phạm vi hoạt động của một trung tâm khí áp thường được xác định là vùng không gian mà nó bao phủ (có thể xác định qua đường đẳng áp hoặc đường đẳng cao ngoài cùng) trong một khoảng thời gian nhất định. Tuy nhiên, do cường độ của các trung tâm khí áp thường biến đổi trong các tháng, các thời kỳ nên các đường đẳng áp hay đường đẳng cao ngoài cùng cũng sẽ bị biến đổi. Hơn nữa, ảnh hưởng của hầu hết các trung tâm khí áp đến khu vực thường chỉ nằm ở một phía nào đó của các trung tâm này. Bởi vậy, trong luận án này, sự biến đổi phạm vi hoạt động của các trung tâm khí áp được xác định dựa trên sự dịch chuyển, mở rộng

hay thu hẹp của một đường đẳng áp hay một đường đẳng độ cao địa thế vị nào đó qua từng thập kỷ trong từng tháng. Ở đây, đường đẳng áp 1016 hPa được xác định để xem xét sự mở rộng hay thu hẹp của áp cao Siberia trong các thập kỷ. Tương tự, đường đẳng áp 1010 hPa biểu diễn sự biến đổi của áp thấp Aleut và RTXD; đường đẳng áp 1005 hPa thể hiện cho áp thấp Nam Á; đường đẳng áp 1020 hPa đặc trưng cho áp cao Mascarene và áp cao châu Úc; đường đẳng cao 586 dam trên mực 500 hPa đặc trưng cho sự dịch chuyển của ACTBD.

#### 2.2.4 Phương pháp phân tích ảnh hưởng của BĐKH toàn cầu

Như chúng ta đã biết, BĐKH toàn cầu đang diễn ra mà biểu hiện của nó chính là sự tăng lên của  $T_s$  trung bình toàn cầu. Do đó, tác động của BĐKH toàn cầu đến ECEs trước hết được xác định thông qua mối quan hệ tương quan theo thời gian giữa từng cực trị, cực đoan khí hậu và ECEs với  $T_s$ .

Giả sử, ta xác định mối quan hệ tương quan giữa giá trị của một cực trị khí hậu hay ECEs tại một trạm hay vùng nào đó (ký hiệu là  $Y$ ) với  $T_s$  trung bình toàn cầu (ký hiệu là  $X$ ). Khi đó, HSTQ giữa chúng ( $r_t^{(m)}$ ) sẽ được xác định theo công thức sau:

$$r_t^{(m)} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{l=1}^n (Y_{tl} - \bar{Y}_t)(X_{tl} - \bar{X}_t)}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{l=1}^n (Y_{tl} - \bar{Y}_t)^2} \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{l=1}^n (X_{tl} - \bar{X}_t)^2}} \quad (2.8)$$

trong đó,  $\bar{X}_t = \frac{1}{n} \sum_{l=1}^n X_{tl}$  là  $T_s$  trung bình toàn cầu trong từng tháng hay từng mùa,

$\bar{Y}_t = \frac{1}{n} \sum_{l=1}^n Y_{tl}$  là giá trị trung bình của một cực trị khí hậu hay ECE nào đó

trên từng trạm hay vùng khí hậu trong từng tháng hay mùa đó,

$X_{tl}$  và  $Y_{tl}$  là giá trị của biến  $X$  hay  $Y$  trong tháng  $t$  ( $t=1, \dots, 12$ ) và năm  $l$  ( $l=1, \dots, 50$ );  $m$  là số vùng hay trạm, với  $m = 1, \dots, 7$  (vùng) hoặc  $m = 1, \dots, 70$  (trạm),  $n$  là tổng số năm quan trắc.

Tuy nhiên, do mức độ tăng nhiệt độ ở mỗi vùng khác nhau nên đã gián tiếp làm biến đổi khí áp trên các vùng. Bởi vậy, cường độ của các trung tâm khí áp, gió

mùa có thể cũng sẽ bị biến đổi dưới ảnh hưởng của BĐKH. Vì thế, đánh giá tác động của BĐKH đến ECEs ở Việt Nam không chỉ dừng lại ở mối quan hệ giữa từng cực trị hay hiện tượng khí hậu này với Ts trung bình toàn cầu, mà tác động của Ts trên vùng lân cận hay khu vực nghiên cứu, các trung tâm khí áp cũng được đưa ra phân tích, đánh giá trong luận án này thông qua mối quan hệ tương quan giữa chúng. Khi đó, mối quan hệ tương quan theo thời gian giữa các cực trị khí hậu, ECEs với Ts, trường Pmsl hay HGT trên từng điểm lưới trong không gian cũng được khảo sát.

Thí dụ, gọi  $X$  là giá trị Pmsl hay HGT,... được xác định trên từng điểm lưới  $(i, j)$ , với  $i$  và  $j$  là số điểm lưới theo phương vĩ tuyến và kinh tuyến tương ứng của trường toàn cầu. Khi đó, HSTQ  $r_{ij}$  sẽ được xác định theo công thức (2.9).

$$r_{ij}^{(t)} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{l=1}^n (Y_{tl} - \bar{Y}_t)(X_{ijtl} - \bar{X}_{ijt})}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{l=1}^n (Y_{tl} - \bar{Y}_t)^2} \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{l=1}^n (X_{ijtl} - \bar{X}_{ijt})^2}} \quad (2.9)$$

trong đó,  $\bar{X}_{ijt} = \frac{1}{n} \sum_{l=1}^n X_{ijtl}$  là giá trị trung bình của Ts, Pmsl, HGT,... tại từng điểm lưới  $(i, j)$  trong cùng thời gian  $t$ .

Tập hợp các hệ số tương quan  $r_{ij}^{(t)}$  sẽ tạo ra một bản đồ tương quan. Đây chính là bản đồ phân bố không gian của các hệ số tương quan (HSTQ) theo thời gian giữa từng ECE với trường toàn cầu. Việc phân tích bản đồ này cho phép chỉ ra được những vùng mà ở đó, trường toàn cầu có mối quan hệ tốt với một cực trị khí hậu hay ECE nào đó.

Đồng thời, giá trị Pmsl, HGT, Ts,... trung bình trên vùng có trị tuyệt đối của HSTQ lớn hơn hoặc bằng 0,4 sẽ được xác định. Khi đó, ở mỗi tháng, mùa trong năm, giá trị trung bình trên vùng này sẽ được đưa ra để tính tương quan tiếp với từng cực trị khí hậu hay ECE trong cùng thời gian đó. Nếu HSTQ giữa chúng có giá trị dương hoặc âm đạt mức tin cậy trên 95%, chứng tỏ yếu tố hay hiện tượng khí

hậu đó có quan hệ đồng biến hoặc nghịch biến với giá trị Pmsl, HGT, Ts,... trung bình trên vùng đó.

Để kiểm nghiệm độ lớn của HSTQ (r), ta đặt giả thiết:

$$H_0 : r = 0$$

với giới hạn ban đầu là d thì d phải đảm bảo sao cho:

$$\text{Khi } H_0 \text{ đúng ta có: } P\{|r| \geq d\} = \alpha \quad (2.10)$$

$$\text{Đặt } t = r \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (2.11)$$

$$\text{và } t_\alpha = d \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (2.12)$$

Với t có phân bố Student với n-2 bậc tự do

Khi đó, nếu  $H_0$  đúng thì  $P\{|t| \geq t_\alpha\} = \alpha$ . Từ đó, ta xác định được  $t_\alpha$

Và chỉ tiêu kiểm nghiệm sẽ là:

Nếu  $|t| \geq t_\alpha$  thì bác bỏ giả thiết  $H_0$  và đưa ra kết luận r lớn rõ rệt

$|t| < t_\alpha$  thì chấp nhận giả thiết  $H_0$  và kết luận r không lớn rõ rệt

Ở đây,  $t_\alpha$  thường được tra theo Bảng phân bố Student.

Bảng 2.2 Tiêu chuẩn tin cậy của HSTQ r (Nguồn: Phạm Thị Thanh Hương và cs, 2012 [11])

| n-2             | 30    | 40    | 50    | 60    | 70    | 80    | 90    | 100   |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\alpha = 0,05$ | 0,349 | 0,304 | 0,273 | 0,250 | 0,232 | 0,217 | 0,205 | 0,195 |
| $\alpha = 0,01$ | 0,449 | 0,393 | 0,354 | 0,325 | 0,302 | 0,283 | 0,267 | 0,254 |

Với phương pháp này, HSTQ r, với dung lượng mẫu n được coi là chặt chẽ khi thỏa mãn tiêu chuẩn tương ứng với  $\alpha = 0,05$ ,  $\alpha = 0,01$  như trong bảng 2.2. Nói cách khác, HSTQ sẽ có xác suất phạm sai lầm loại 1 (hay mức ý nghĩa) là 0,05 hoặc 0,01 hay mức tin cậy tương ứng là 0,95 (95%) hoặc 0,99 (99%). Cụ thể, với 50 năm quan trắc (1961-2010) thì HSTQ đạt được ứng với mức ý nghĩa bằng 0,05 (hoặc mức tin cậy 95%) sẽ là 0,273 và ứng với mức ý nghĩa bằng 0,01 (hoặc mức tin cậy 99%) là 0,352.

Từ đó, các cấp độ tương quan giữa các yếu tố khí hậu với trường toàn cầu và các chỉ số khí hậu được phân thành 4 cấp sau đây [11]:

- Rất chặt chẽ:  $|r| \geq 0,352$  Đạt mức ý nghĩa 1% hay mức tin cậy 99%
- Chặt chẽ:  $0,273 \leq |r| < 0,352$  Đạt mức ý nghĩa 5% hay mức tin cậy 95%
- Đáng kể:  $0,15 \leq |r| < 0,273$  Đạt 1/2 mức tin cậy 95%
- Không đáng kể:  $|r| < 0,15$  Chưa đạt 1/2 mức tin cậy 95%

Bên cạnh đó, để đánh giá ảnh hưởng của ACTBD đến SNNN trên các vùng, luận án cũng xác định sự thay đổi phạm vi của áp cao này trong thời kỳ 1961-1990 và 1991-2010. Tất nhiên, phạm vi của ACTBD cũng được xác định dựa trên sự biến đổi của một đường đẳng HGT hay Pmsl nào đó trên các mực. Chúng được tính trung bình trong thời gian từ tháng 3 đến tháng 9 của 5 năm có SNNN nhiều nhất, 5 năm có SNNN ít nhất và từng thời kỳ để so sánh.

Như vậy, dựa trên các phương pháp thống kê, với nguồn số liệu quan trắc từ mạng lưới các trạm khí tượng của Việt Nam và số liệu phân tích trên lưới toàn cầu trong 50 năm qua (1961-2010), các kết quả tính toán và phân tích sẽ được chỉ ra trong chương 3 và 4 của luận án này.

### **CHƯƠNG 3: BIẾN ĐỔI CỦA MỘT SỐ TRUNG TÂM KHÍ ÁP, CỰC TRỊ KHÍ HẬU VÀ HIỆN TƯỢNG KHÍ HẬU CỰC ĐOAN Ở VIỆT NAM**

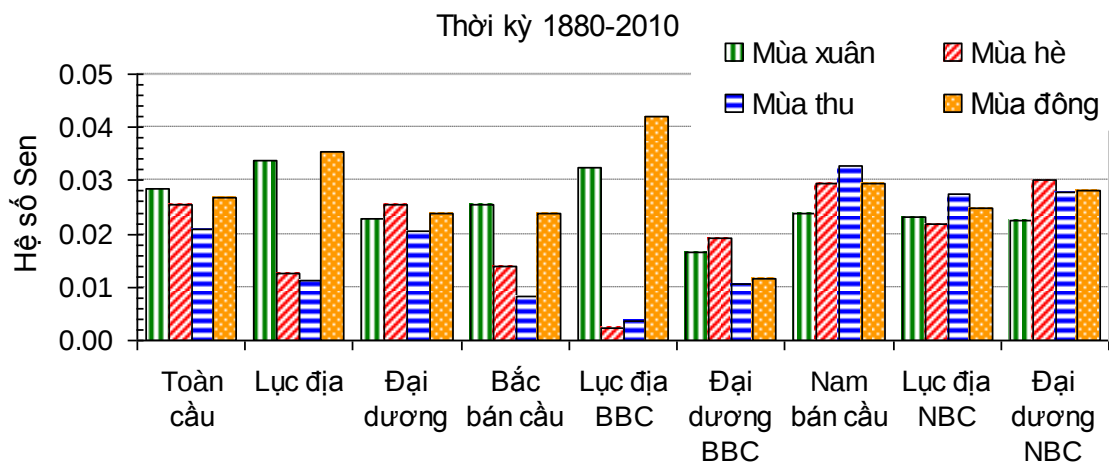
BĐKH mà biểu hiện của nó là sự tăng lên của Ts trung bình toàn cầu đang diễn ra mà một trong những hệ quả của nó là sự thay đổi về cường độ và phạm vi hoạt động của một số trung tâm khí áp. Điều này có thể đã làm các cực trị khí hậu cũng như ECEs trên mỗi vùng biến đổi. Bởi vậy, trong mục đầu tiên của chương này, sự biến đổi của Ts trung bình toàn cầu cũng như trên từng vùng đã được đưa ra để minh chứng cho sự BĐKH. Sau đó, sự biến đổi của các trung tâm khí áp chính ảnh hưởng đến Việt Nam, một số cực trị, cực đoan khí hậu và ECEs trên lãnh thổ Việt Nam sẽ được trình bày ở các mục tiếp theo của chương này và được xem như là một trong những hệ quả của BĐKH.

#### **3.1 Sự biến đổi của nhiệt độ không khí bề mặt**

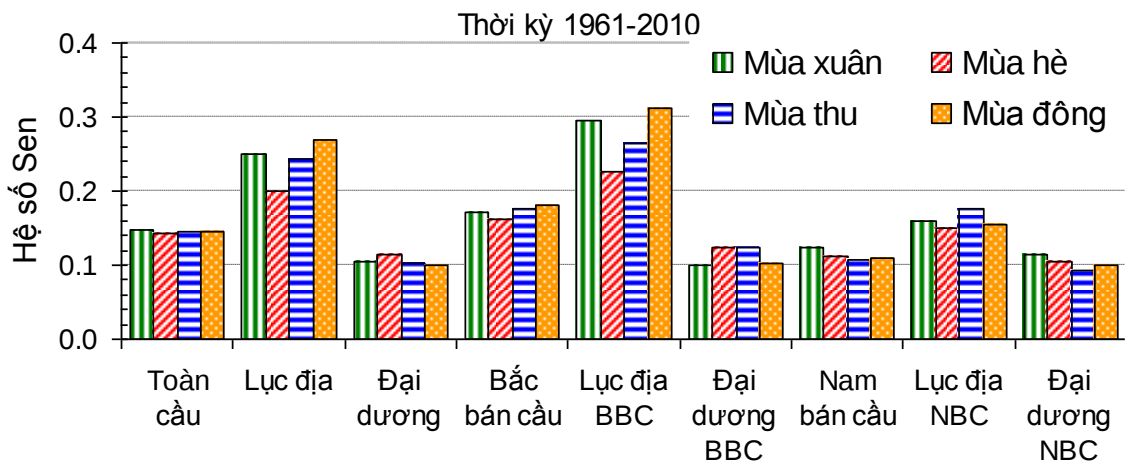
Xu thế biến đổi của Ts trung bình toàn cầu trong hai thời kỳ 1880-2010 và 1961-2010 được xác định dựa trên chuẩn sai của nó trong từng tháng, năm so với nhiệt độ trung bình thời kỳ 1971-2000. Khi đó, một năm được chia thành 4 mùa, mỗi mùa 3 tháng: Mùa xuân - tháng 3, 4 và 5; mùa hè - tháng 6, 7 và 8; mùa thu - tháng 9, 10 và 11; và mùa đông - tháng 12, 1 và 2.

Nhìn chung, trong cả hai thời kỳ 1880-2010 và 1961-2010, Ts trung bình toàn cầu cũng như Ts trung bình trên hai Bán cầu hay trên lục địa và đại dương đều có xu thế tăng lên (Hình 3.1, Hình 3.2). Song Ts trong thời kỳ 1961-2010 tăng nhanh hơn gần 10 lần so với thời kỳ 1880-2010. Ở các mùa trong năm, tốc độ tăng của Ts trung bình trên các đại dương và trên toàn cầu tương đối đồng đều, nhưng trên các lục địa thì có sự khác biệt khá rõ rệt. Tuy nhiên, cũng giống như những nghiên cứu đã đưa ra trước đó, Ts trung bình trên lục địa, nhất là lục địa Bắc Bán Cầu (BBC) thường có tốc độ tăng nhanh hơn trên các đại dương, đặc biệt trong mùa đông và mùa xuân. Hơn nữa, tốc độ tăng của Ts trung bình giữa các mùa trên BBC cũng có nhiều biến động hơn ở Nam Bán Cầu (NBC).

Trong thời kỳ 1880-2010, Ts trung bình trên các vùng cũng như trên toàn cầu đều tăng lên khoảng từ  $0,02$  đến  $0,03^{\circ}\text{C}/\text{thập kỷ}$ . Trên lục địa BBC, Ts trung bình trong mùa đông tăng lên tới trên  $0,04^{\circ}\text{C}/\text{thập kỷ}$ . Trong khi đó, Ts trung bình trên lục địa BBC trong mùa hè và mùa thu chỉ tăng khoảng  $0,003^{\circ}\text{C}/\text{thập kỷ}$ . Mặc dù Ts trung bình trên các vùng thuộc NBC có tốc độ tăng lên tương đối đồng đều giữa các mùa, song tốc độ tăng của Ts trung bình trong mùa đông và mùa xuân NBC vẫn cao hơn so với mùa hè và mùa thu NBC (Hình 3.1).



Hình 3.1 Xu thế biến đổi của chuẩn sai Ts trung bình toàn cầu và trên các vùng trong từng mùa thời kỳ 1880-2010. Đơn vị của hệ số Sen ( $^{\circ}\text{C}/\text{thập kỷ}$ ).



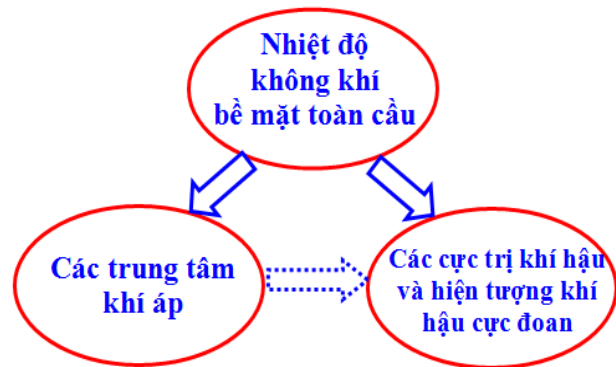
Hình 3.2 Xu thế biến đổi của chuẩn sai Ts trung bình toàn cầu và trên các vùng trong từng mùa thời kỳ 1961-2010. Đơn vị của hệ số Sen ( $^{\circ}\text{C}/\text{thập kỷ}$ ).

So với thời kỳ 1880-2010, xu thế tăng của Ts trung bình toàn cầu và trên các vùng giữa các mùa trong thời kỳ 1961-2010 đồng đều hơn. Trong khi trên các đại

ương, nhiệt độ chỉ tăng lên với tốc độ khoảng  $0,1^{\circ}\text{C}/\text{thập kỷ}$ , thì trên lục địa và lục địa BBC, nhiệt độ tăng lên đến trên  $0,2^{\circ}\text{C}/\text{thập kỷ}$ . Thậm chí, trong mùa xuân và mùa đông, Ts trung bình trên lục địa BBC còn tăng lên khoảng  $0,3^{\circ}\text{C}/\text{thập kỷ}$  (Hình 3.2).

Như vậy, Ts trung bình trên lục địa và đại dương, trên BBC và NBC đang tăng lên với tốc độ khác nhau. Tốc độ tăng của Ts trên BBC nhanh hơn NBC, trên lục địa nhanh hơn trên đại dương có thể đã làm biến đổi gradient nhiệt độ theo phương kinh tuyến và thậm chí cả phương vĩ tuyến. Điều này sẽ dẫn đến sự biến đổi trong phân bố năng lượng trên các vùng của bề mặt Trái đất mà hệ quả là làm biến đổi cơ chế vận chuyển nhiệt vốn có từ các vùng nhiệt đới – xích đạo về hai cực mà chúng có liên quan đến các vòng hoàn lưu khí quyển và đại dương. Nói cách khác, sự nóng lên không đồng đều giữa các vùng khác nhau trên bề mặt đất có thể làm biến đổi sự phân bố các trung tâm áp cao, áp thấp mà hệ quả của nó là làm biến đổi điều kiện thời tiết, khí hậu trung bình. Tất nhiên, Ts ở các vùng trên toàn cầu tăng lên cũng đã làm gia tăng tính cực đoan của các hiện tượng khí hậu cực đoan trên các vùng đó (Hình 3.3).

Ở các mùa trong năm, Ts tăng lên với tốc độ khác nhau cũng có thể làm biến đổi quy luật mùa của khí hậu. Ts trung bình trên lục địa (nhất là lục địa BBC) trong mùa xuân và mùa đông tăng lên nhanh hơn trong mùa hè và mùa thu cũng có thể là nguyên nhân làm biến đổi chế độ hoạt động của các trung tâm khí áp ở cả hai bán cầu. Điều này có



Hình 3.3 Sơ đồ biểu diễn mối quan hệ giữa sự biến đổi của Ts toàn cầu với các trung tâm khí áp và các cực trị khí hậu, hiện tượng khí hậu cực đoan

thể đã và sẽ tác động làm biến đổi cường độ, phạm vi hoạt động của một số trung tâm khí áp, làm ảnh hưởng không nhỏ đến đặc điểm khí hậu của mỗi vùng. Bởi vậy,

sự biến đổi về cường độ và phạm vi hoạt động của một số trung tâm khí áp ảnh hưởng đến Việt Nam sẽ được phân tích ngay trong mục 3.2 dưới đây.

### **3.2 Sự biến đổi của các trung tâm khí áp chính ảnh hưởng đến Việt Nam**

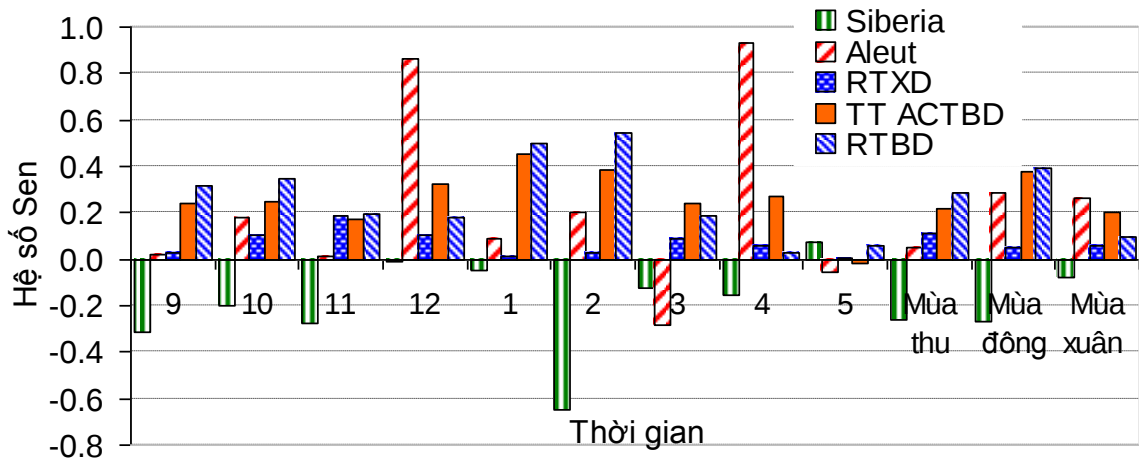
Sự biến đổi của những trung tâm khí áp được thể hiện thông qua xu thế biến đổi về cường độ và phạm vi hoạt động của chúng qua từng thập kỷ. Trong đó, cường độ của các trung tâm khí áp này được phân tích trong từng tháng ở từng thời kỳ hoạt động của chúng. Trong luận án này, thời kỳ hoạt động của WM hay thời kỳ mùa đông được xem là thời gian từ tháng 9 đến tháng 5 năm sau, còn thời kỳ hoạt động của SM lại cũng được xác định từ tháng 3 đến tháng 9.

#### **3.2.1 Về cường độ**

Trong thời kỳ mùa đông, cùng với hoạt động của dòng xiết gió tây trên cao và các nhiễu động nhiệt đới thì áp cao Siberia, áp thấp Aleut, ACTBD và rãnh thấp xích đạo là những trung tâm khí áp chính ảnh hưởng đến thời tiết, khí hậu Việt Nam. Trong đó, áp cao Siberia là một áp cao lạnh lục địa có ảnh hưởng rất lớn đến không chỉ thời tiết và khí hậu Việt Nam mà trên cả khu vực Âu – Á. Khí áp tại vùng trung tâm của áp cao này có thể lên tới trên 1070 hPa. Khi khu vực chịu ảnh hưởng của áp cao này, nhiệt độ không khí giảm xuống rất thấp và độ ẩm nhỏ, gây lên hiện tượng rét đậm, rét hại. Đồng thời, sương muối và sương mù thường xuất hiện vào sáng sớm, đặc biệt xảy ra trong các tháng chính đông. Bởi thế, sự mạnh lên hay yếu đi của áp cao này sẽ làm ảnh hưởng không nhỏ đến đặc điểm thời tiết, khí hậu của Việt Nam trong thời kỳ mùa đông.

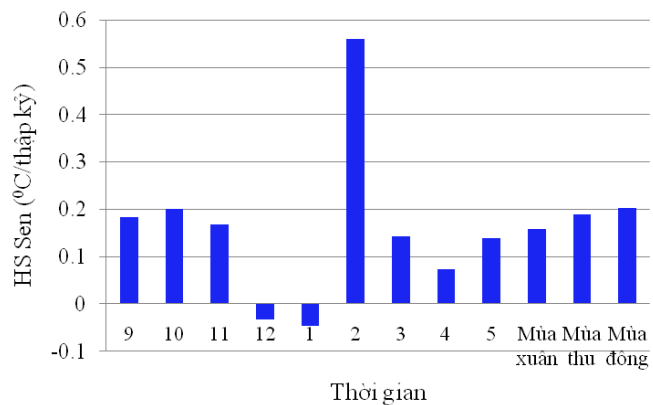
Trong khi đó, do Ts trên lục địa BBC, nhất là Ts trung bình vùng Siberia (Hansen và cs, 2010) có xu thế tăng lên nhanh hơn tốc độ tăng của Ts trung bình toàn cầu nên cường độ của áp cao Siberia cũng có xu thế giảm ở hầu hết các tháng (Hình 3.4). Đặc biệt, Ts tại vùng trung tâm của áp cao Siberia có xu thế tăng mạnh trong tháng 2 với tốc độ lên tới  $0,56^{\circ}\text{C}/\text{thập kỷ}$  (Hình 3.5). Đây có thể là nguyên nhân khiến cường độ tại vùng trung tâm của áp cao Siberia có xu thế giảm mạnh nhất trong tháng này với Pmsl vùng trung tâm giảm khoảng 0,6 hPa/thập kỷ. Trong khi đó, cường độ của áp cao này lại có xu thế giảm rất ít hoặc hầu như không biến

đổi trong tháng 12 và 1 (Hình 3.4). Điều này cũng có thể được lý giải dựa trên sự giảm chậm (khoảng  $0,04^{\circ}\text{C}/\text{thập}$ ) của Ts tại vùng trung tâm của áp cao này trong cùng thời kỳ (Hình 3.5).



Hình 3.4 Xu thế biến đổi cường độ của một số trung tâm khí áp hoạt động trong thời kỳ mùa đông, giai đoạn 1961-2010. Đơn vị của hệ số Sen ( $^{\circ}\text{C}/\text{thập}$  kỷ).

Trong các tháng mùa thu, cường độ của áp cao này cũng giảm từ 0,2 đến 0,3 hPa/thập kỷ với độ tin cậy trên 90%. Trong các tháng mùa xuân, cường độ của áp cao này giảm chậm hơn, thậm chí còn tăng lên 0,08 hPa/thập kỷ trong tháng 5, song



xu thế biến đổi trong các tháng này đều chưa đạt mức ý nghĩa 10% (Hình 3.4). Điều này cũng phù hợp với kết luận của Gong D. Y và C. H Ho (2002) khi phân tích xu thế biến đổi của áp cao này trong mùa đông (trung bình tháng 1, 2 và 3), thời kỳ 1920-2000.

Tương tự áp cao Siberia, áp thấp Aleut chỉ tồn tại trong thời kỳ mùa đông. Trong các tháng chính đông, nó có trung tâm nằm ở khoảng  $50^{\circ}\text{N}$  và  $180^{\circ}\text{E}$ . Tuy không ảnh hưởng trực tiếp đến thời tiết, khí hậu Việt Nam, song khi áp thấp này

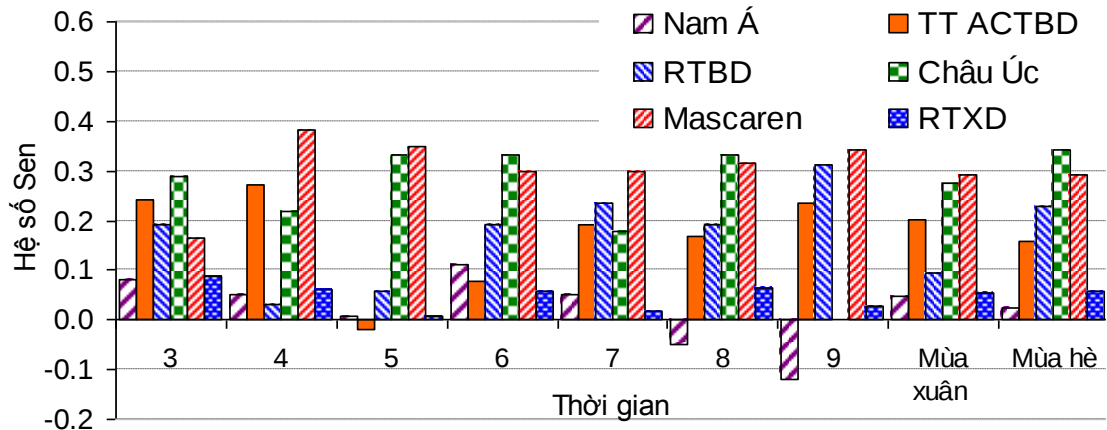
Hình 3.5 Xu thế biến đổi của Ts trung bình vùng trung tâm Siberia ( $40^{\circ}\text{N} - 60^{\circ}\text{N}$ ,  $70 - 120^{\circ}\text{E}$ ).

khơi sâu sẽ ngăn chặn sự mở rộng của áp cao Siberia sang phía Đông, tạo điều kiện thuận lợi cho không khí lạnh tràn xuống phía Nam, đồng thời, dòng xiết trên cao sẽ được tăng cường. Tuy nhiên, khi áp thấp Aleut mở rộng và lấn sang phía Tây, cường độ của áp cao Siberia có thể sẽ bị giảm đi.

Thật vậy, ngược lại với xu thế biến đổi cường độ của áp cao Siberia, áp thấp Aleut có cường độ tăng lên trong hầu hết các tháng, mùa (trừ tháng 3 và 5). Đặc biệt, với độ tin cậy đạt trên 90%, áp thấp Aleut có cường độ tăng mạnh nhất trong tháng 12 và tháng 4, với Pmsl vùng trung tâm của áp thấp này giảm khoảng 0,9 hPa/thập kỷ. Trong các tháng còn lại, áp thấp Aleut có cường độ tăng hoặc giảm chậm hơn (khoảng 0,2hPa/thập kỷ) song xu thế biến đổi lại chưa đạt mức ý nghĩa 10% (Hình 3.4).

Cũng được xem là một trung tâm phát gió như áp cao Siberia, song ACTBD là một áp cao động lực, tồn tại và ảnh hưởng đến Việt Nam ở tất cả các tháng trong năm, nhất là trong mùa hè. Nó có thể phát triển lên đến độ cao rất lớn (khoảng mực 200 hPa) với trục của chúng nghiêng về phía xích đạo khi lên cao. Trong mùa đông, ACTBD có cường độ yếu, phạm vi hoạt động thu hẹp ở tầng thấp, song từ mực 500 hPa trở lên, áp cao này luôn nằm trên không phận Biển Đông và bán đảo Đông Dương. Đến tháng 3, tháng 4, do có sự kết hợp của áp cao phụ Biển Đông, lưỡi ACTBD được tăng cường và mở rộng tới duyên hải đông nam Trung Quốc, khu vực bắc và giữa Biển Đông, làm thay đổi chế độ gió từ bắc, đông bắc đến đông nam, đem dòng không khí ẩm và ẩm đến lãnh thổ Việt Nam [1].

Với mức tin cậy đạt trên 90% trong hầu hết các tháng, cường độ tại vùng trung tâm cũng như vùng rìa phía tây của ACTBD (RTBD) đều có xu thế tăng lên trong tất cả các tháng. Xu thế tăng lên mạnh nhất xảy ra trong các tháng chính đông, nhất là trong tháng 1 và 2, cường độ tại vùng trung tâm và vùng rìa phía Tây của áp cao này đã tăng lên khoảng 0,5 hPa/thập kỷ. Trong tháng 9 và 10 và mùa thu, cường độ tại RTBD cũng tăng khoảng 0,3 hPa/thập kỷ. Tuy nhiên, trong tháng 5, cường độ tại RTBD lại có xu thế tăng lên rất ít, thậm chí, HGT tại vùng trung tâm áp cao này trên mực 500 hPa còn có xu thế giảm chậm (Hình 3.4).



Hình 3.6 Xu thế biến đổi cường độ của một số trung tâm khí áp hoạt động trong thời kỳ mùa hè, giai đoạn 1961-2010. Đơn vị của hệ số Sen ( $^{\circ}\text{C}/\text{thập kỷ}$ ).

Nằm giữa hai đới áp cao cận nhiệt đới bắc và nam bán cầu, RTXD được xem là trung tâm hút gió của cả hệ thống WM và SM trên khu vực Đông Nam Á nói chung và Việt Nam nói riêng. Tuy nhiên, RTXD không phải là một dải liên tục bao quanh trái đất, mà phân thành nhiều trung tâm. Đây là các trung tâm áp thấp nóng nên trục của RTXD cũng dịch chuyển theo chuyển động biểu kiến của mặt trời với vị trí trung bình trong năm ở khoảng  $5^{\circ}\text{N}$ . Hoạt động của RTXD thường gắn liền với sự hội tụ của không khí với dòng thăng phát triển mạnh nên thời tiết trong RTXD thường rất xấu, nhất là ở rìa phía Đông của rãnh.

Trong khi đó, cường độ của RTXD trong thời kỳ 1961-2010 có xu thế mạnh lên ở tất cả các tháng, mùa trong năm với mức ý nghĩa hầu hết đều đạt 10%. Xu thế tăng mạnh hơn xảy ra trong các tháng 3, 4, 8, 10 và 11 với Pmsl vùng trung tâm của rãnh giảm xấp xỉ 0,1 hPa/thập kỷ, nhất là trong tháng 11, Pmsl đã giảm xấp xỉ 0,2 hPa/thập kỷ. Nhưng trong các tháng 1, 2, 5, 7, 9, Pmsl vùng trung tâm của RTXD biến đổi không nhiều, chỉ giảm dưới 0,03 hPa/thập kỷ, mặc dù xu thế biến đổi trong các tháng này đều chưa đạt mức ý nghĩa 10%. Sự tăng cường của RTXD có thể là điều kiện thuận lợi làm tăng cường hoạt động của SM (Hình 3.4 và Hình 3.6).

Cùng với RTXD thì áp cao Mascarene, áp cao Châu Úc và áp thấp Nam Á cũng là những trung tâm khí áp quyết định hoạt động của gió mùa tây nam trong mùa hè.

Thật vậy, cả áp cao Mascarene và áp cao Châu Úc đều là những trung tâm phát gió trong hệ thống SM trên khu vực Nam Á và Đông Nam Á. Áp cao Mascarene là một trung tâm áp cao thuộc hệ thống áp cao cận nhiệt đới nằm trên nam Ấn Độ Dương có tâm ở vào khoảng  $30^{\circ}\text{S}$  và  $50^{\circ}\text{E}$  trên đảo Mascarene. Trị số khí áp trung bình trong tháng tại trung tâm vào khoảng 1024 hPa. Trong mùa hè BBC, tín phong đông nam từ áp cao này vượt qua xích đạo thành dòng xiết vượt xích đạo Đông Phi và trở thành một bộ phận của SM. Trong khi đó, áp cao Châu Úc lại là một áp cao lạnh lục địa, hình thành trên lục địa châu Úc trong thời kỳ mùa đông ở NBC. Từ áp cao Châu Úc, không khí lạnh kết hợp với tín phong Nam Bán Cầu vượt qua xích đạo (ở khoảng kinh tuyến  $110^{\circ}\text{E}$ ) cũng tạo thành gió tây nam đi lên Biển Đông. Sau khi vượt xích đạo, cả hai dòng không khí từ áp cao Mascarene và áp cao Châu Úc đều hội tụ vào RTXD.

Hình 3.6 cho thấy rằng, áp cao Châu Úc và áp cao Mascarene đều có cường độ tăng lên trong tất cả các tháng hoạt động với mức tin cậy đều đạt trên 90%. Xu thế tăng lên mạnh nhất xảy ra trong các tháng 4, 5, 6 và 8 với Pmsl vùng trung tâm của hai áp cao này tăng lên khoảng 0,3 hPa/thập kỷ. Thậm chí, trong tháng 4 và 5, Pmsl vùng trung tâm áp cao Mascarene còn tăng lên xấp xỉ 0,4 hPa/thập kỷ. Như vậy, mặc dù Ts trên các lục địa tăng lên nhanh hơn tốc độ tăng của Ts trên toàn cầu, nhất là trong mùa đông ở từng bán cầu, nhưng cường độ của áp cao lạnh lục địa châu Úc vẫn có xu thế tăng lên trong thời kỳ 1961-2010. Có thể rằng, sự mạnh lên của RTXD là một trong những nguyên nhân khiến áp cao Châu Úc tăng cường.

Bên cạnh đó, tuy chỉ tồn tại trong thời kỳ mùa hè khi mặt đệm vùng Nam Á bị nung nóng mạnh mẽ, song áp thấp Nam Á hay áp thấp Ấn - Miến cũng là một trung tâm hút gió trong hệ thống SM. Đây là một khối không khí khô và nóng nhất trên khu vực Nam Á. Từ đầu đến giữa mùa hè, nó mở rộng phạm vi sang phía Đông và có thể ảnh hưởng đến lãnh thổ Việt Nam dưới hình thể rìa đông nam của áp thấp này.

Trong thời kỳ 1961-2010, cường độ của áp thấp Nam Á có xu thế tăng lên trong thời gian từ tháng 3 đến tháng 7, song lại giảm đi trong tháng 8 và 9. Xu thế

tăng mạnh nhất xảy ra trong tháng 6 và giảm mạnh nhất trong tháng 9. Với mức tin cậy đạt trên 90%, Pmsl vùng trung tâm của áp thấp này đã giảm hoặc tăng khoảng 0,1 hPa/thập kỷ. Tuy nhiên, trong tháng 5, cường độ của áp thấp này gần như không biến đổi (Hình 3.6).

Như vậy, sự tăng cường của cả áp cao Châu Úc, áp cao Mascarene, áp thấp Nam Á và RTXD trong thời kỳ mùa hè có thể sẽ là điều kiện thuận lợi làm hoạt động của gió mùa tây nam trên khu vực Đông Nam Á tăng cường.

Hơn nữa, trong thời kỳ mùa hè, ACTBD lấn mạnh hơn sang phía Tây và có cường độ mạnh hơn trong thời kỳ mùa đông nên ảnh hưởng của nó trong thời kỳ này đến thời tiết và khí hậu Việt Nam cũng thể hiện rõ rệt hơn. Song trong thời kỳ này, cường độ tại vùng trung tâm và vùng rìa phía Tây của áp cao này lại có xu thế tăng chậm hơn trong thời kỳ mùa đông với xu thế tăng khoảng 0,2 hPa/thập kỷ.

Như vậy, trong thời kỳ 1961- 2010, trừ trung tâm áp cao Siberia, cường độ của các trung tâm áp thấp Aleut, áp cao Mascarene, áp cao Châu Úc, ACTBD, áp thấp Nam Á và RTXD đều có xu hướng mạnh lên ở hầu hết các tháng trong thời kỳ hoạt động của chúng. Tuy nhiên, để thấy rõ hơn sự mạnh lên hay yếu đi của các trung tâm khí áp, phạm vi hoạt động của chúng qua từng thập kỷ cũng sẽ được phân tích rõ hơn trong mục 3.2.2 dựa trên sự mở rộng hay thu hẹp của một đường đẳng áp hoặc một đường đẳng HGT của từng trung tâm khí áp đó.

### **3.2.2 Về phạm vi hoạt động**

#### **a. Áp cao Siberia**

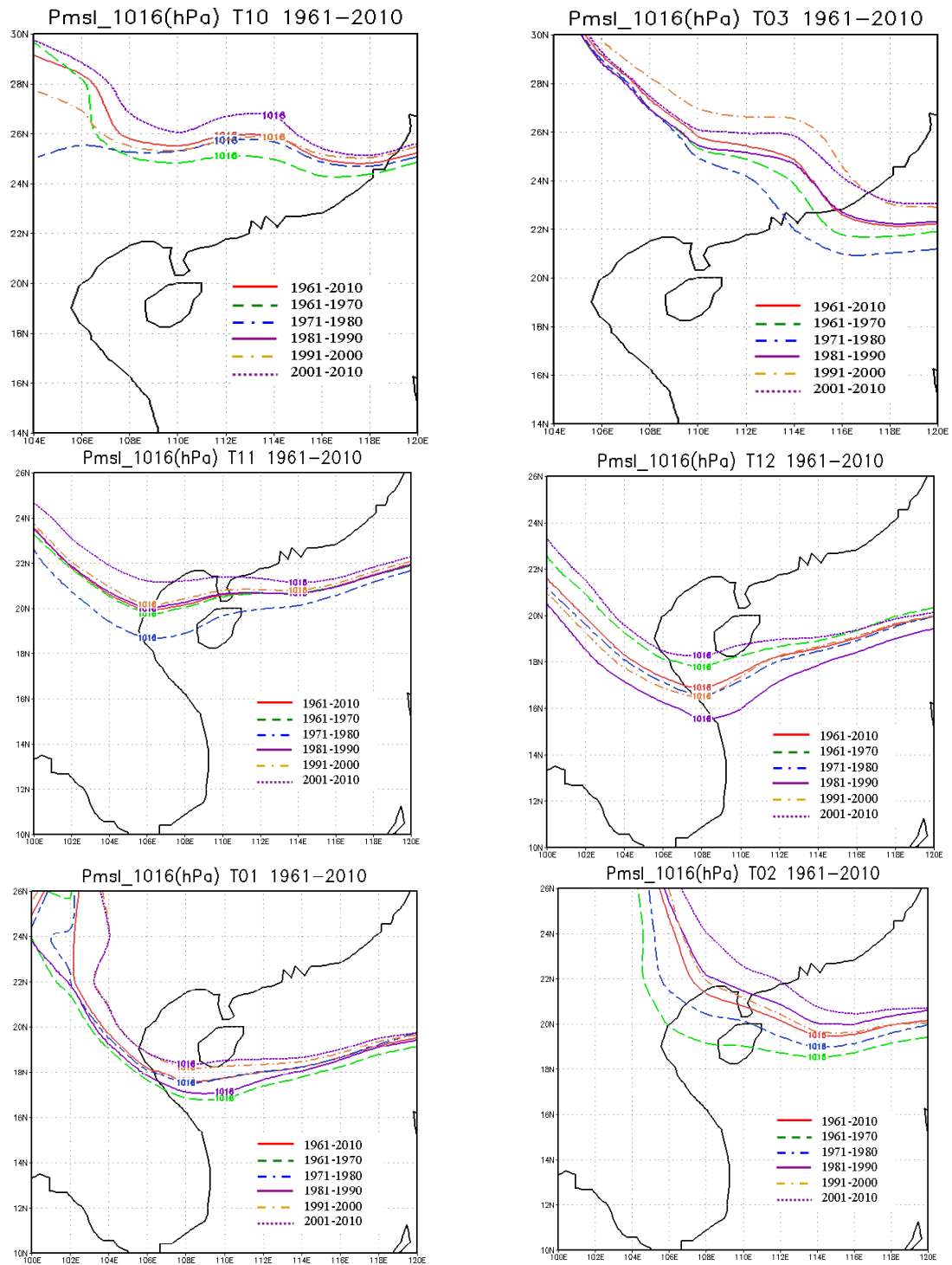
Phạm vi hoạt động của áp cao Siberia trước hết được xác định dựa trên trường Pmsl trung bình trong thời kỳ 1961-2010. Từ Hình P3.1 cho thấy, đường đẳng áp 1016 hPa của áp cao Siberia đã gần như bao phủ toàn bộ lục địa Âu Á trong thời kỳ mùa đông. Đặc biệt, trong tháng 12 và tháng 1, đường đẳng áp này đã đi qua Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ Việt Nam. Đường đẳng áp 1016 hPa cũng lấn xuống đến qua biên giới Việt –Trung (trong tháng 11 và tháng 2), song nó lại lùi về phía Bắc đến khoảng vĩ tuyến 25<sup>0</sup>N và kết hợp với ACTBD (trong tháng 10 và tháng 3) nên đường đẳng áp 1016 hPa được mở rộng sang phía Tây Thái Bình Dương.

Có thể nói, áp cao Siberia chỉ ảnh hưởng đến Việt Nam dưới dạng rìa phía Nam của lưỡi áp cao. Do đó, sự thay đổi phạm vi hoạt động của áp cao này qua từng thập kỷ sẽ được xác định dựa trên sự dịch chuyển của đường đẳng áp 1016 hPa. BĐKH dường như đã có ảnh hưởng đến sự biến đổi về cường độ và phạm vi hoạt động của áp cao Siberia. Không chỉ có cường độ giảm, phạm vi hoạt động của áp cao này đang có xu thế thu hẹp qua các thập kỷ. Cụ thể, trong các tháng 10, 11, 2 và 3, nếu như trong hai thập kỷ đầu (1961-1970 và 1971-1980), đường đẳng áp 1016 hPa mở rộng và dịch hơn xuống phía Nam thì ở ba thập kỷ cuối, đường đẳng áp này lại thu hẹp và dịch hơn lên phía Bắc.

Trong tháng 1, đường đẳng áp 1016 hPa trong hai thập kỷ 1991-2000 và 2001-2010 vẫn thu hẹp và dịch lên phía Bắc, song so với thập kỷ 1971-1980, đường đẳng áp này lại lấn mạnh hơn xuống phía Nam trong thập kỷ 1981-1990. Sự mạnh lên của áp cao Siberia trong thập kỷ 1981-1990 được thể hiện rõ nhất vào tháng 12, khi đường đẳng áp 1016 hPa mở rộng và lấn mạnh hơn xuống phía Nam đến khoảng  $15,5^{\circ}\text{N}$ . Hơn nữa, trong thập kỷ 1991-2000, áp cao Siberia cũng lấn mạnh hơn xuống phía Nam so với hai thập kỷ đầu (1961-1980), nhưng nó vẫn có xu hướng thu hẹp lên phía Bắc trong thập kỷ 2001-2010 (Hình 3.7). Kết quả này cũng tương đối phù hợp với nghiên cứu của Hồ Thị Minh Hà và cs trước đó về sự biến đổi của đường đẳng áp 1015 hPa trung bình trong mùa đông qua các thập kỷ.

Bên cạnh đó, Hình 3.7 cũng chỉ ra rằng, trong các tháng đầu và chính đông (tháng 10, 11, 12 và 1), không khí lạnh từ áp cao Siberia thường dịch chuyển xuống Việt Nam theo hướng Bắc Nam, nhưng cuối mùa đông (tháng 2, 3 và 4), áp cao Siberia có cường độ giảm dần và có xu hướng dịch sang phía Đông.

Như vậy, sự suy giảm cường độ và thu hẹp phạm vi hoạt động của áp cao Siberia trong thời kỳ 1961-2010 đã cho thấy, có mối quan hệ nào đó giữa cường độ của áp cao Siberia và xu thế tăng lên của nhiệt độ trung bình toàn cầu. Những kết quả này về cơ bản phù hợp với các kết luận mà Bin Wang (1963) cũng như Gong D. Y và Bin Wang (2001), Hansen và cs (1999, 2008) đã đưa ra trước đó về xu thế tăng nhiệt độ trên vùng Siberia và cường độ của áp cao này.



Hình 3.7 Đường 1016 hPa trung bình từng thập kỷ trong từng tháng mùa đông

#### b. Áp thấp Aleut

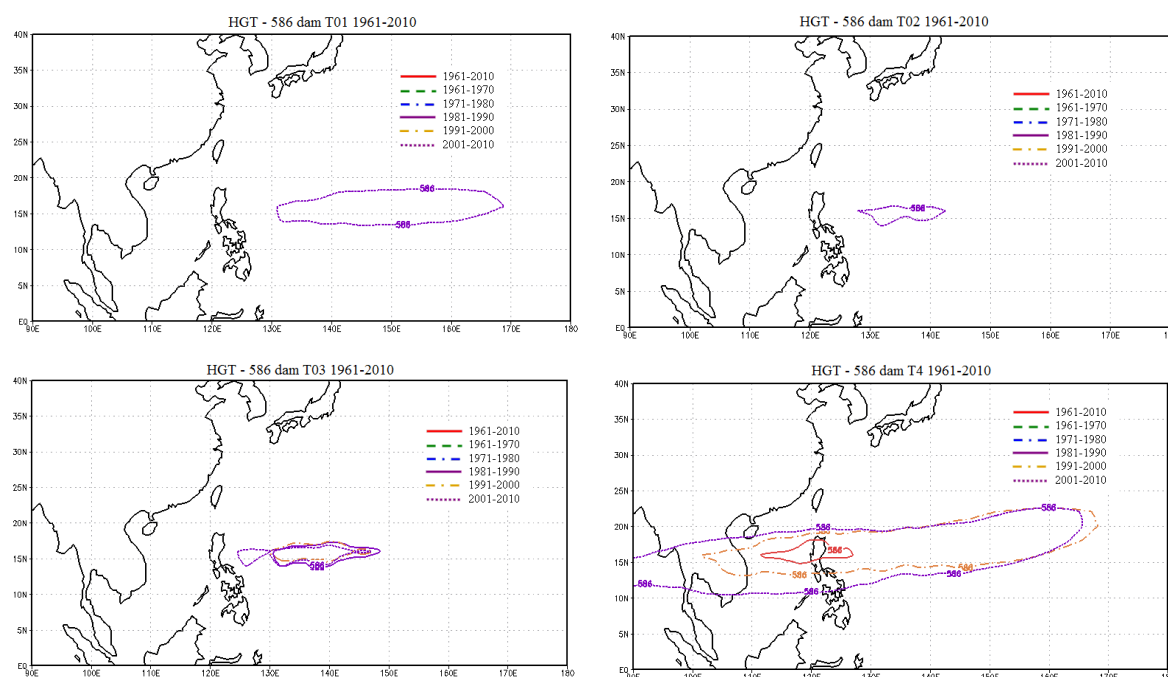
Tuy có cường độ tăng lên trong hầu hết các tháng, mùa, song phạm vi hoạt động của áp thấp Aleut qua các thập kỷ gần như không biến đổi (trong thời gian từ

tháng 11 đến tháng 2). Mặc dù vậy, trong thời kỳ đầu (tháng 9, 10) và cuối đông (tháng 4 và 5), áp thấp này lại có xu hướng mở rộng hơn sang phía Tây, nhất là trong thập kỷ 2001-2010 và thập kỷ 1991-2000 (Hình P3.2 và Hình P3.3). Sự mạnh lên của áp thấp Aleut cả về cường độ và phạm vi ảnh hưởng trong các tháng đầu và cuối đông không chỉ làm ảnh hưởng đến hoạt động của áp cao Siberia mà dòng xiết gió tây trên cao có thể cũng được tăng cường trong thời kỳ này.

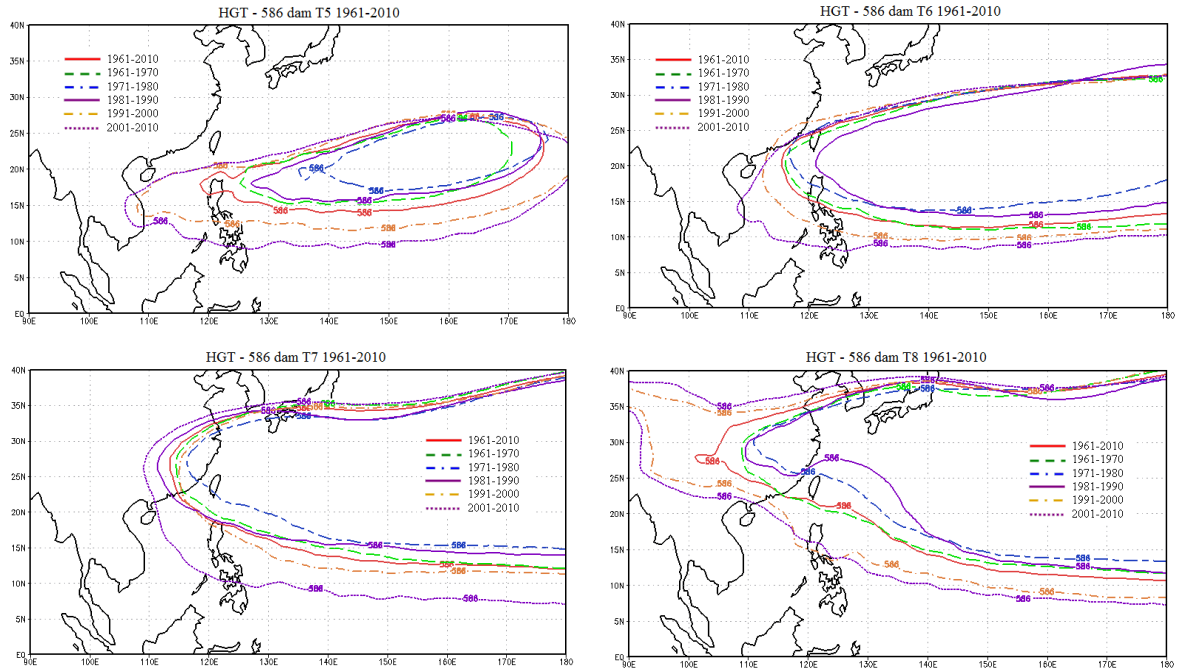
### c. Áp cao Thái Bình Dương

Trong khi đó, không chỉ tăng cường về cường độ, phạm vi hoạt động của ACTBD trong các tháng, qua các thập kỷ đều được mở rộng và lấn mạnh hơn sang phía Tây. Sự thay đổi vị trí của đường đẳng HGT 586 dam của ACTBD qua các thập kỷ trong từng tháng trong năm đã được chỉ ra trong Hình 3.8, Hình 3.9 và Hình 3.10.

Có thể thấy, ACTBD có xu thế dịch chuyển khá rõ ràng và nhất quán qua các thời kỳ trong tất cả các tháng với xu hướng lấn mạnh sang phía Tây, nhất là trong 2 thập kỷ 1991-2000 và 2001-2010.



Hình 3.8 Đường đẳng HGT 586 dam trên mực 500 hPa trung bình từng thập kỷ trong thời gian từ tháng 1 đến tháng 4.

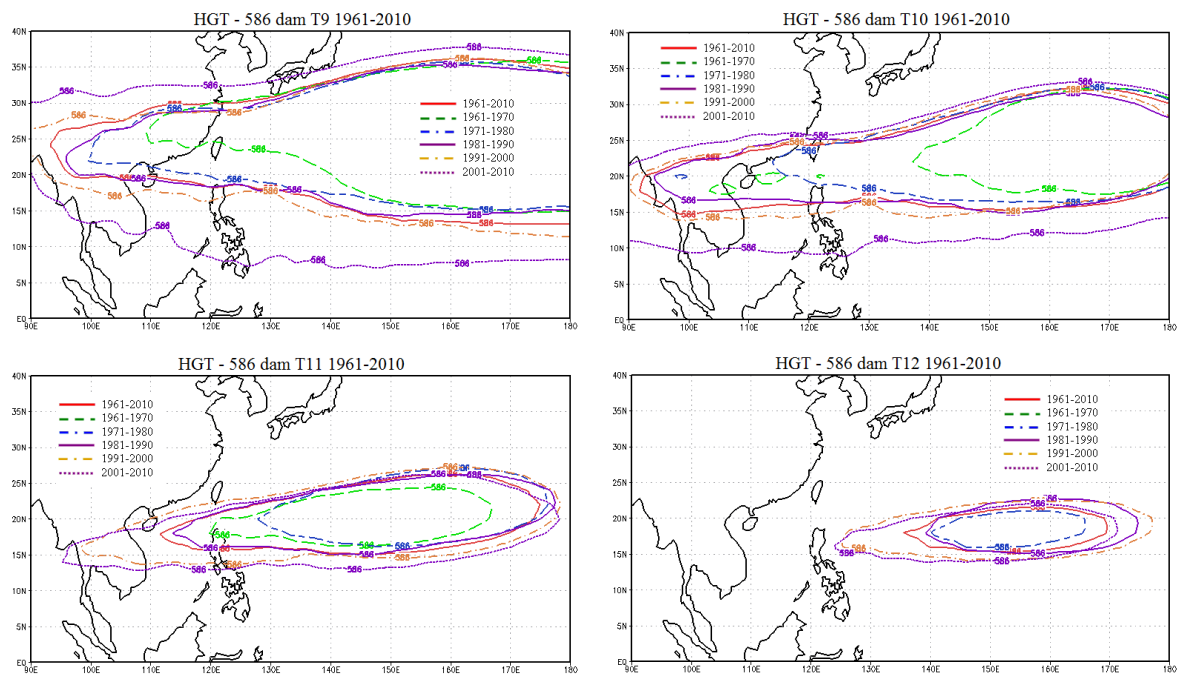


Hình 3.9 Đường đẳng HGT 586 dam trên mực 500 hPa trung bình từng thập kỷ trong các tháng 5, 6, 7 và 8

Trong các tháng 1, 2 và 3, do áp cao này phát triển chưa mạnh, nên chỉ thấy xuất hiện một đường 586 dam của thập kỷ 2001-2010 (tháng 1 và 2) và 3 thập kỷ cuối (1981-2010) (tháng 3) (Hình 3.7). Do đó, đường 584 dam cũng đã được phân tích để xem xét sự dịch chuyển của áp cao này qua tất cả các thời kỳ. Từ đó cho thấy, ACTBD đều có phạm vi thu hẹp trong thời kỳ 1971-1980, mở rộng hơn trong thập kỷ 1961-1971 và ba thập kỷ cuối. Hơn nữa, trong tháng 2 và 3, phạm vi hoạt động của áp cao này lại có xu hướng thu hẹp hơn trong tháng 1 (Hình 3.8). Điều này cũng cho thấy rõ sự mạnh lên của ACTBD trong tháng 1.

Đến tháng 4, ACTBD tuy chưa mở rộng như trong các tháng mùa hè (các tháng 5, 6, 7 và 8), song lại có xu hướng lấn mạnh hơn sang phía Tây trong 2 thập kỷ cuối. Ngược lại, do có cường độ yếu hơn nên đường 586 dam trong 3 thập kỷ đầu (1961-1990) lại không được thể hiện trên hình vẽ. Trục của áp cao này trong thời gian từ tháng 1 đến tháng 4 hầu như không thay đổi (đều nằm ở khoảng  $16^{\circ}\text{N}$ ) (Hình 3.8).

Sang các tháng 5, 6 và 7, ACTBD mở rộng hơn trong tháng 4 và dịch dần lên phía Bắc theo chuyển động biểu kiến của mặt trời, nhưng vùng trung tâm của áp cao này lại có xu hướng lùi hơn về phía Đông. Không giống các tháng khác trong năm, trong tháng 7, đường 586 dam ở thập kỷ 1981-1990 lại lấn sang phía Tây mạnh hơn thập kỷ 1991-2000, mặc dù sự dịch chuyển giữa các thập kỷ không nhiều (Hình 3.8).



Hình 3.10 Đường đẳng HGT 586 dam trên mực 500 hPa trung bình từng thập kỷ trong các tháng 9, 10, 11 và 12.

Tháng 8, áp cao này lấn mạnh hơn sang phía Tây, đồng thời trục của nó cũng tiếp tục dịch lên phía Bắc (khoảng  $30^{\circ}\text{N}$ ). Đây cũng là tháng mà ACTBD có vị trí cao nhất trên BBC. Cũng như trong tháng 4, áp cao này có xu hướng lấn sang phía Tây mạnh nhất và thể hiện rõ rệt nhất trong hai thập kỷ cuối (Hình 3.9). Sau đó, trục của áp cao này lại dịch dần xuống phía Nam và nằm ở khoảng  $24^{\circ}\text{N}$  (trong tháng 9),  $19^{\circ}\text{N}$  (trong tháng 10), và khoảng  $16-17^{\circ}\text{N}$  (trong tháng 11 và 12) (Hình 3.10). Vẫn có chung xu hướng lấn mạnh sang phía Tây qua các thập kỷ, song kể từ tháng 9, phạm vi của ACTBD đã dần thu hẹp, đặc biệt vùng trung tâm của áp cao đã lùi về phía Đông (ở khoảng  $150 - 155^{\circ}\text{E}$ ). Đồng thời đường 586 dam cũng dịch sang phía Đông và ra ngoài khu vực Biển Đông. Ngay cả trong 2 thập kỷ cuối, đường đẳng

HGT 586 dam dịch xa nhất sang phía Tây song cũng chỉ đến khoảng  $125^{\circ}\text{E}$  (Hình 3.10).

Hơn nữa, do trong các tháng mùa đông, từ bề mặt lên đến mực 700 hPa, khu vực Đông Á thường chịu sự khống chế của áp cao lạnh lục địa, nên trên các mực 850 hPa và 700 hPa, ACTBD thường nằm ở phía Đông Thái Bình Dương. Bởi vậy, sự dịch chuyển của ACTBD trên các mực 850 hPa và 700 hPa cũng được phân tích tương tự như trên mực 500 hPa dựa trên hai đường đẳng HGT 152 dam và 316 dam tương ứng, song chỉ được phân tích trong thời kỳ từ tháng 4 đến tháng 9.

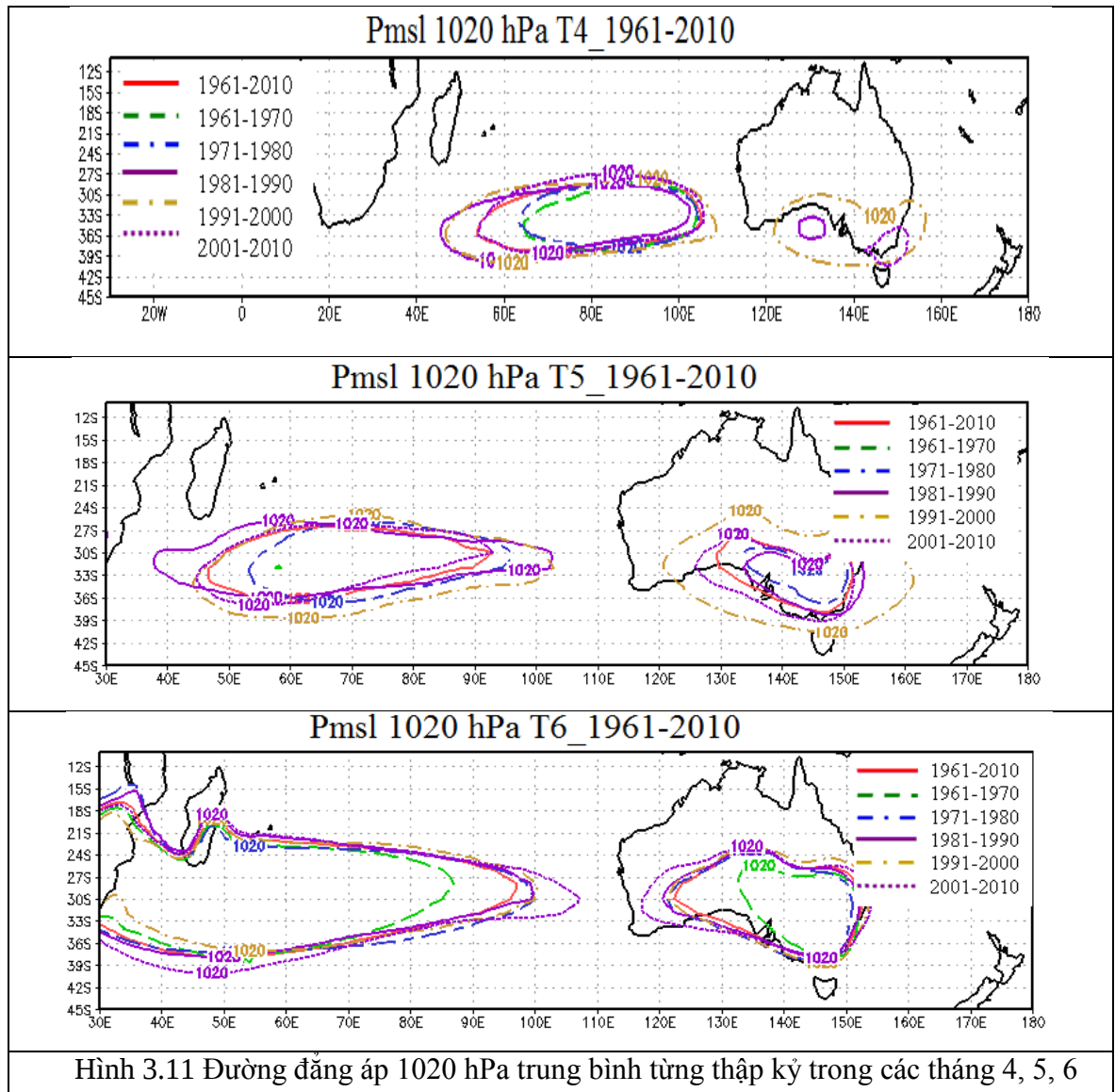
Có thể nói, vị trí của ACTBD trên cả hai mực 700 hPa và 850 hPa biến đổi không nhiều qua các thập kỷ. Tuy nhiên, trên mực 700 hPa, đường 316 dam cũng dịch sang phía Tây mạnh hơn ở thập kỷ 1991-2000 (trong các tháng 4, 5 và 6) và ở thập kỷ 2001-2010 (trong các tháng 7, 8 và 9) (Hình P3.4). Ngược lại, trên mực 850hPa, mặc dù đường 152 dam trong thập kỷ cuối cũng có xu hướng lấn sang phía Tây mạnh hơn trong các thập kỷ trước đó. Song trong tháng 4, cường độ của áp cao này lại có xu thế yếu đi trong thập kỷ cuối. Điều này được thể hiện rõ khi đường 152 dam thu hẹp trong thập kỷ này song lại mở rộng và dịch sang phía Tây mạnh hơn trong hai thập kỷ đầu (1961-1970 và 1971-1980). Trong các tháng 5, 6 và 7, vị trí của đường 152 dam trung bình trong từng thập kỷ ít biến đổi hoặc biến đổi không có quy luật rõ ràng (Hình P3.5).

Như vậy, có thể thấy rằng, không chỉ có cường độ tăng, ACTBD còn có xu thế mở rộng phạm vi hoạt động sang phía Tây trong tất cả các tháng, mùa trong năm, làm ảnh hưởng đến thời tiết, khí hậu các vùng trên lãnh thổ Việt Nam. Trên các mực, áp cao này có xu hướng thu hẹp hơn trong các tháng mùa đông và mở rộng hơn trong các tháng mùa hè. Trục của áp cao này cũng dịch dần lên phía Bắc và có vị trí cao nhất trong tháng 8 ở khoảng  $30 - 32^{\circ}\text{N}$  sau đó lại dịch dần xuống phía Nam đến khoảng  $16-17^{\circ}\text{N}$  trong các tháng mùa đông (từ tháng 11 đến tháng 4). Trong tất cả các tháng, vị trí của ACTBD trên mực 500 hPa đều có xu hướng mở rộng sang phía Tây qua các thời kỳ, đặc biệt trong hai thời kỳ cuối. Trên mực 700

hPa và 850 hPa, vị trí của ACTBD biến đổi qua các thập kỷ không nhiều, song trên mực 850 hPa, áp cao này lại có xu hướng thu hẹp hơn trong tháng 4.

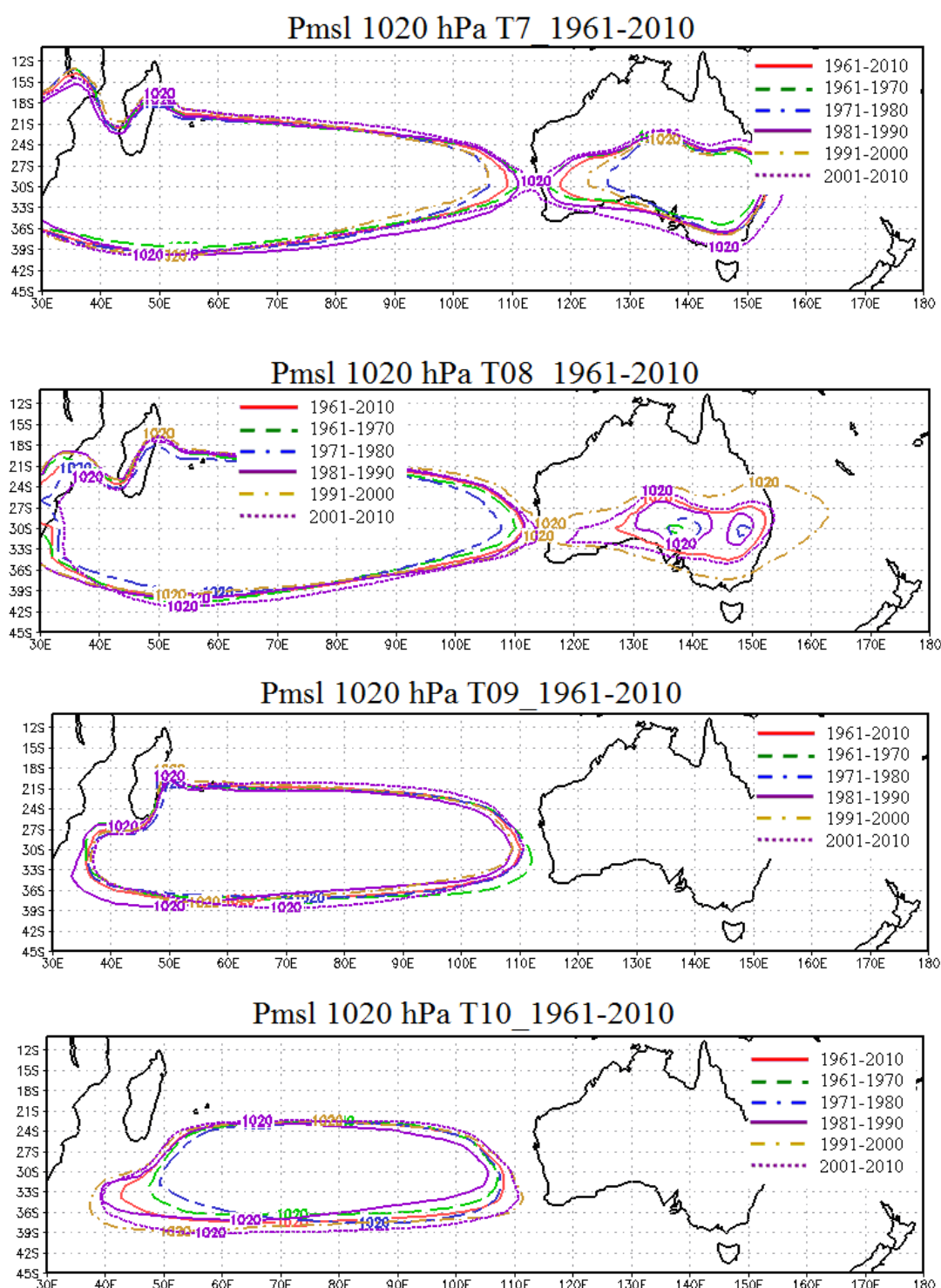
#### d. Áp cao Mascarene và áp cao Châu Úc

Tương tự ACTBD, hai trung tâm phát gió trong thời kỳ SM là áp cao Mascarene và áp cao Châu Úc cũng có phạm vi hoạt động mở rộng qua các thập kỷ, đặc biệt trong ba thập kỷ cuối (1981-2010).



Hình 3.11 Đường đẳng áp 1020 hPa trung bình từng thập kỷ trong các tháng 4, 5, 6

Thật vậy, ngay đầu mùa hè (tháng 4 và 5), áp cao Mascarene đã có xu hướng mở rộng hơn sang phía Tây và phía Đông trong hai thập kỷ 1981-1990 và 1991-2000, còn áp cao Châu Úc lại mở rộng hơn trong hai thập kỷ cuối (1991-2000 và 2001-2010) và được thể hiện rõ hơn trong thập kỷ 1991-2000. Sang tháng 6, phạm



Hình 3.12 Đường đẳng áp 1020hPa trung bình từng thập kỷ trong các tháng 7, 8, 9 và 10 vì hoạt động của cả hai áp cao này biến đổi không nhiều trong các thời kỳ 1971-2000, song đường đẳng áp 1020 hPa lại thu hẹp hơn trong thập kỷ 1961-1970 và mở rộng hơn trong thập kỷ 2001-2010 (Hình 3.11).

Nhìn chung, phạm vi hoạt động của áp cao Mascarene qua các thập kỷ biến đổi không nhiều trong các tháng 7, 8, 9 và 10, nhưng ta vẫn nhận thấy xu thế mở rộng hơn trong 2 thập kỷ 1991-2000 và 2001-2010 của áp cao này. Tương tự tháng 4 và 5, trong tháng 8, áp cao Châu Úc cũng có phạm vi mở rộng hơn trong 3 thập kỷ cuối (1981-2010) (Hình 3.12). Sự mở rộng phạm vi, kết hợp với sự tăng cường về cường độ của áp cao Mascarene và áp cao Châu Úc có thể đã làm tăng cường hoạt động của gió mùa tây nam.

#### e. Rãnh thấp xích đạo

Tuy cường độ của RTXD trong từng tháng, mùa trong năm có xu thế tăng lên cho dù tốc độ tăng không nhiều, nhưng phạm vi hoạt động của RTXD được thể hiện bởi vị trí của đường đẳng áp 1010 hPa lại hầu như không biến đổi qua các thập kỷ (Hình P3.2 và Hình P3.3). Điều này chứng tỏ rằng, RTXD có phạm vi và cường độ tương đối ổn định qua các năm.

#### c. Áp thấp Nam Á

Cũng có ảnh hưởng không nhỏ đến thời tiết, khí hậu Việt Nam trong các tháng mùa hè, nhưng khác với ACTBD, áp cao Mascarene và áp cao Châu Úc, phạm vi hoạt động của áp thấp Nam Á trong các tháng biến đổi rất ít qua các thập kỷ.

Cụ thể, trong các tháng đầu mùa hè (tháng 4, 5), áp thấp Nam Á có xu hướng mở rộng hơn một chút sang phía Đông và phía Tây, nhất là trong thập kỷ 2001-2010. Tháng 6, áp thấp này lại mở rộng hơn sang phía Đông và phía Bắc ở ba thập kỷ cuối (1981-1990, 1991-2000 và 2001-2010). Phạm vi hoạt động của áp thấp Nam Á hầu như không biến đổi trong các tháng 7, 8 và 9 (Hình P3.6).

Như vậy, không chỉ có cường độ tăng, phạm vi hoạt động của ACTBD, áp cao Mascarene và áp cao Châu Úc trong từng thập kỷ cũng có xu hướng ngày càng mở rộng. Hơn nữa, tuy áp thấp Aleut, áp thấp Nam Á và RTXD có phạm vi hoạt động ít biến đổi qua các thập kỷ, nhưng cường độ của chúng trong hầu hết các tháng cũng đều có xu thế tăng lên. Trong khi đó, áp cao Siberia lại có phạm vi hoạt động thu hẹp và lùi về phía Bắc, đồng thời cường độ của nó cũng có xu thế giảm trong

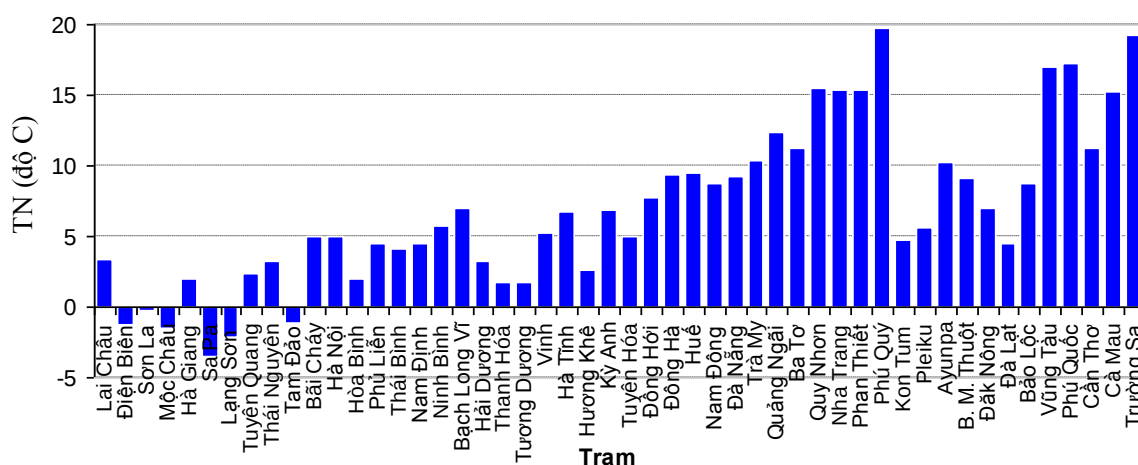
thời kỳ mùa đông. Điều này cho thấy rằng, có thể cường độ của WM đang có xu hướng yếu đi, song cường độ của SM lại có xu hướng mạnh lên.

### 3.3 Sự biến đổi của một số cực trị, cực đoan khí hậu

#### 3.3.1 Nhiệt độ cực tiểu

##### a. Phân bố theo không gian và thời gian

Nhiệt độ cực tiểu tuyệt đối (TN) năm có xu hướng tăng dần từ bắc vào nam do không khí lạnh chỉ ảnh hưởng ở phía Bắc Việt Nam (Hình 3.13). Ở các trạm trên vùng N1 và N3, TN năm có giá trị dao động trên dưới  $15^{\circ}\text{C}$ , cao nhất trên toàn lãnh thổ. Trên vùng N2, do ảnh hưởng của địa hình nên TN năm không cao như tại trạm Kon Tum và Đà Lạt, TN năm giảm tương ứng xuống đến  $4,7^{\circ}\text{C}$  và  $4,5^{\circ}\text{C}$ .



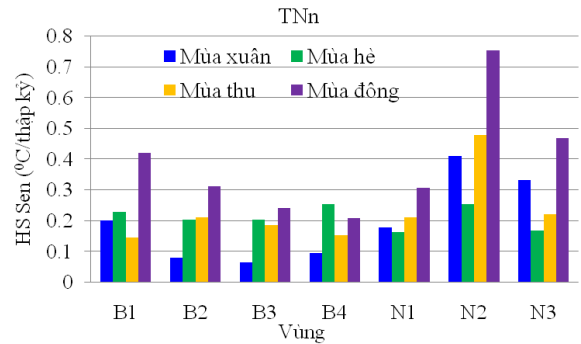
Hình 3.13 TN năm tại một số trạm tiêu biểu thời kỳ 1961-2010

TN tháng được biểu diễn trên Hình P3.7. Nhìn chung, TN tháng đạt giá trị lớn nhất vào các tháng chính hè (tháng 6, 7 và 8) và đạt giá trị nhỏ nhất vào các tháng chính đông (tháng 12, 1 và 2). Đặc biệt, tại một số trạm miền núi phía Bắc như Sa Pa, Lạng Sơn, Điện Biên, Mộc Châu, Yên Châu,... TN tháng giảm xuống dưới  $0^{\circ}\text{C}$  trong các tháng mùa đông, như Sa Pa ( $-3,5^{\circ}\text{C}$ ), Lạng Sơn ( $-2,1^{\circ}\text{C}$ ), Yên Châu và Mộc Châu ( $-1,5^{\circ}\text{C}$ ). Trong các tháng mùa hè, TN ở hầu hết các trạm đều đạt trên  $20^{\circ}\text{C}$  (trừ các trạm vùng B1).

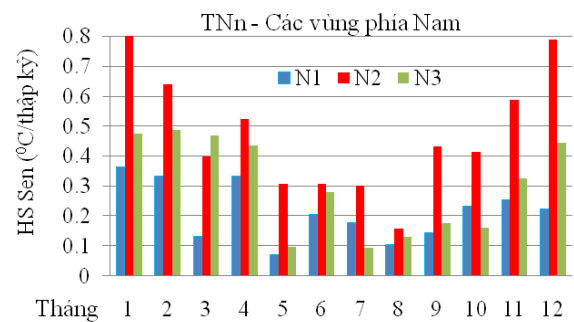
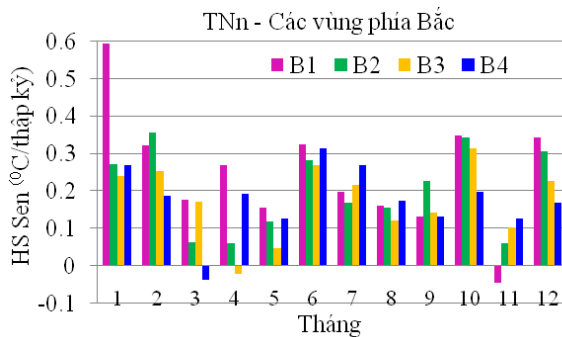
##### b. Xu thế biến đổi

Xu thế biến đổi của TNn trong từng mùa, tháng trên các vùng của Việt Nam trong thời kỳ 1961-2010 được chỉ ra trên Hình 3.14 và Hình 3.15.

Có thể thấy, TNn có xu thế tăng mạnh nhất trong mùa đông với tốc độ tăng từ 0,2 đến 0,4<sup>0</sup>C/thập kỷ. Đặc biệt, trên các vùng B1, N2, N3, TNn đều có xu thế tăng hơn 0,4<sup>0</sup>C/thập kỷ, thậm chí, còn lên tới trên 0,7<sup>0</sup>C/thập kỷ (trên vùng N2). Trong mùa hè và mùa thu, TNn trên hầu hết các vùng đều có xu thế tăng khoảng 0,2<sup>0</sup>C/thập kỷ. Xu thế tăng chậm nhất trong mùa xuân (các vùng khí hậu phía Bắc) và trong mùa hè (các vùng khí hậu phía Nam). So với các vùng trên lãnh thổ, TNn trên vùng N2 có xu thế tăng mạnh nhất, với tốc độ tăng trong các mùa (trừ mùa hè) đều đạt trên 0,4<sup>0</sup>C/thập kỷ (Hình 3.14).



Hình 3.14 Xu thế biến đổi của TNn trong các mùa trên các vùng của Việt Nam thời kỳ 1961-2010.



Hình 3.15 Xu thế biến đổi của TNn tháng trên các vùng của Việt Nam trong thời kỳ 1961-2010.

Tất nhiên, TNn tháng ở hầu hết các vùng trên lãnh thổ cũng đều có xu thế tăng lên. Trên các vùng B1, N2 và N3, TNn có xu thế tăng nhanh hơn trên các vùng còn lại, nhất là trong mùa đông (Hình 3.15 ).

Trên các vùng khí hậu phía Bắc, TNn cũng có xu thế tăng lên nhanh hơn trong các tháng chính đông và chính hè (khoảng 0,2 đến 0,3<sup>0</sup>C/thập kỷ), nhưng chỉ tăng khoảng 0,1<sup>0</sup>C/thập kỷ, thậm chí còn có xu thế giảm chậm trong các tháng

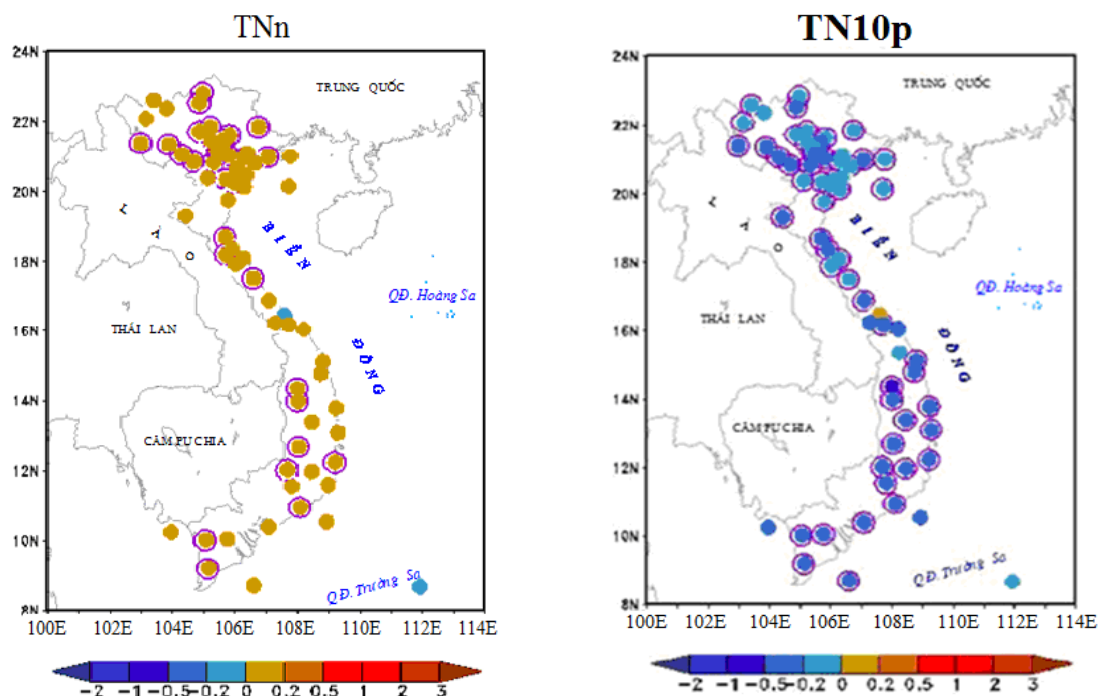
chuyển tiếp. Đặc biệt, trong tháng 1, T<sub>Nn</sub> trên vùng B1 còn tăng lên hơn 0,5<sup>0</sup>C/thập kỷ. Riêng trong tháng 10, mặc dù cũng là tháng chuyển tiếp nhưng trên các vùng Bắc Bộ, T<sub>Nn</sub> cũng tăng khoảng 0,3<sup>0</sup>C/thập kỷ (Hình 3.15). Kết quả này cũng phù hợp với tốc độ tăng của T<sub>s</sub> trong mùa đông và mùa hè. Hơn nữa, trong các tháng chính đông, sự tăng cường của ACTBD kết hợp với sự suy yếu của áp cao Siberia, nhất là trong tháng 2 có thể là nguyên nhân làm T<sub>Nn</sub> tăng mạnh hơn trong thời kỳ này. Ngược lại, xu thế tăng chậm hơn trong tháng 4 và 5 cũng phù hợp với sự tăng cường của áp thấp Aleut, áp cao Siberia, nhưng cường độ ACTBD lại ít biến đổi trong thời kỳ này.

Với độ tin cậy đạt trên 90%, T<sub>Nn</sub> trên các vùng khí hậu phía Nam cũng tăng lên trong tất cả các tháng với tốc độ tăng trong mùa đông nhanh hơn trong mùa hè. Đặc biệt, trên vùng N2, T<sub>Nn</sub> đã tăng lên trên 0,4<sup>0</sup>C/thập kỷ trong hầu hết các tháng mùa đông, mùa xuân và mùa thu. Thậm chí, trong các tháng mùa đông, T<sub>Nn</sub> còn tăng lên khoảng 0,7<sup>0</sup>C/thập kỷ. Trên vùng N3, mặc dù T<sub>Nn</sub> tăng khoảng 0,4 đến 0,5<sup>0</sup>C/thập kỷ (trong các tháng mùa đông), nhưng chỉ tăng lên khoảng 0,1<sup>0</sup>C/thập kỷ (trong các tháng mùa hè) (Hình 3.15).

Hiển nhiên rằng, xu thế biến đổi của T<sub>Nn</sub> và T<sub>N10p</sub> trong năm trên từng trạm là trái ngược nhau. Hình 3.16 chỉ ra xu thế tăng của T<sub>Nn</sub> và giảm của T<sub>N10p</sub> trên các trạm tương đối đồng đều. T<sub>Nn</sub> trong năm có xu thế tăng khoảng từ 0,2 đến 0,6<sup>0</sup>C/thập kỷ ở tất cả các trạm trên lãnh thổ với độ tin cậy ở hầu hết các trạm đều đạt trên 90%. Xu thế tăng mạnh hơn thường xảy ra ở một số trạm vùng núi và trên vùng N3 như các trạm Điện Biên, Yên Châu, Tuyên Quang, Hòa Bình, Hà Giang, Tam Đảo, Bảo Lộc, Phan Thiết, Đắk Nông, Kon Tum, Ayunpa, Côn Đảo, Cà Mau,... với tốc độ tăng trên 0,6<sup>0</sup>C/thập kỷ. Đặc biệt, tại các trạm Điện Biên, Ayunpa, T<sub>Nn</sub> năm còn tăng lên trên 1<sup>0</sup>C/thập kỷ, thậm chí, tại Kon Tum còn tăng lên trên 1,4<sup>0</sup>C/thập kỷ.

Ngược lại, ở hầu hết các trạm, T<sub>N10p</sub> có xu thế giảm khoảng 2 - 3 ngày/thập kỷ. Riêng ở một số trạm miền núi phía Bắc, T<sub>N10p</sub> chỉ giảm khoảng 1 ngày/thập kỷ. Trong đó, xu thế giảm của T<sub>N10p</sub> ở hầu hết các trạm trên lãnh thổ cũng như xu

thể tăng của  $TN_n$  ở một số trạm vùng B2, B3 và N2 đều đạt mức ý nghĩa 5% (những trạm được khoanh tròn) (Hình 3.16).



Hình 3.16 Xu thế biến đổi của  $TN_n$  năm ( $^{\circ}\text{C}/\text{năm}$ ) (trái) và  $TN_{10p}$  (ngày/năm) (phải) ở các trạm khí tượng trên lãnh thổ Việt Nam trong thời kỳ 1961-2010.

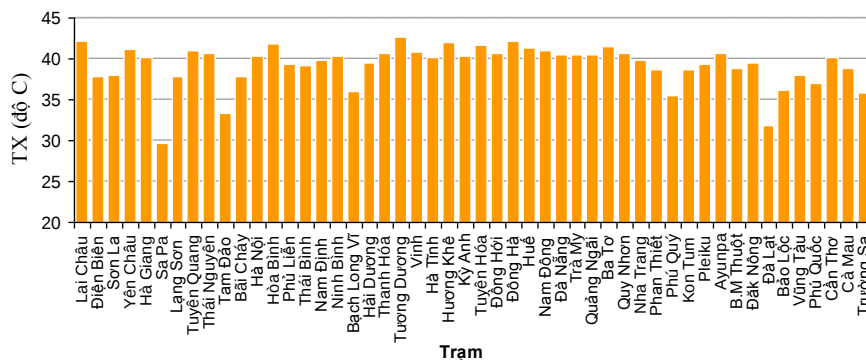
### 3.3.2 Nhiệt độ cực đại

#### a. Phân bố theo không gian và thời gian

Trong thời kỳ 1961-2010, nhiệt độ cực đại tuyệt đối (TX) năm trên từng trạm rất khác nhau (Hình 3.17). Có thể nhận thấy, trên vùng B4, ở tất cả các trạm, TX đều lên tới trên  $40^{\circ}\text{C}$ . Trên các trạm như Lai Châu, Tương Dương, Hương Khê, Đông Hà, TX lên tới trên  $42^{\circ}\text{C}$ , đặc biệt, TX tại trạm Tương Dương đạt tới  $42,7^{\circ}\text{C}$ . Ngược lại, ở các trạm có độ cao lớn như Sa Pa, Đà Lạt, TX chỉ tương ứng là  $29,6$  và  $31,9^{\circ}\text{C}$ . Ngoài ra, ở những trạm ven biển hoặc trên đảo như Phù Liễn, Nha Trang, Phan Thiết, Bạch Long Vĩ, Phú Quốc,..., TX cũng thấp hơn so với các trạm trên cùng khu vực.

TX thường có giá trị lớn nhất vào tháng 4, 5 hoặc tháng 6. Trên toàn lãnh thổ Việt Nam, có ít nhất  $\frac{1}{2}$  số trạm có TX đạt trên  $40^{\circ}\text{C}$  (Hình P3.8).

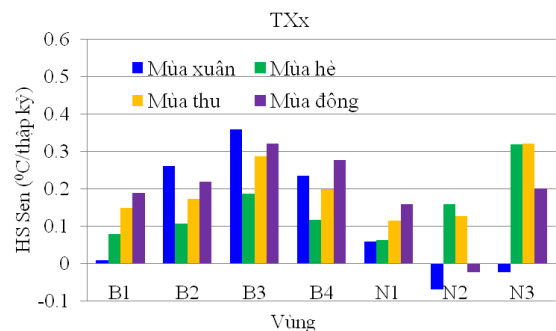
Mặc dù chịu ảnh hưởng của không khí lạnh trong mùa đông, song TX ở hầu hết các trạm khu vực Bắc Bộ vẫn lên tới trên  $30^{\circ}\text{C}$ . Tất nhiên, ở các khu vực phía Nam, nơi ít hoặc không chịu ảnh hưởng của không khí lạnh nên nhiệt độ giữa các tháng biến đổi không nhiều. Trên vùng N3, TX trong các tháng hầu như không biến đổi và chỉ dao động từ khoảng 30 đến  $35^{\circ}\text{C}$ . Riêng tại trạm Cần Thơ có TX cao hơn so với các trạm trên khu vực và cũng lên tới trên  $40^{\circ}\text{C}$  trong tháng 4 (Hình P3.8).



Hình 3.17  
Nhiệt độ cực đại  
tuyệt đối năm tại  
các trạm tiêu biểu  
trên lãnh thổ Việt  
Nam thời kỳ  
1961-2010.

### b. Xu thế biến đổi

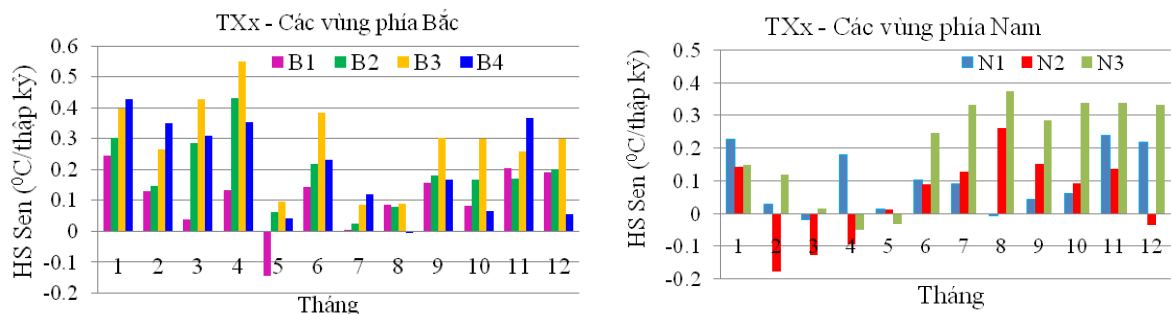
Với độ tin cậy đạt trên 90%, trên các vùng khí hậu phía Bắc, TXx có tốc độ tăng khoảng  $0,2$  đến  $0,3^{\circ}\text{C}/\text{thập kỷ}$ . Tương tự TNn, ở nhiều vùng, TXx cũng có xu thế tăng nhanh hơn trong mùa đông. Xu thế biến đổi của nhiệt độ trong mùa xuân và mùa hè cũng có sự khác biệt giữa các vùng khí hậu phía Bắc và phía Nam. Nhưng khác với TNn, TXx có xu thế tăng nhanh nhất trong mùa đông, chậm nhất trong mùa hè (trên các vùng B2, B3 và B4), và xu thế tăng ngược lại (trên các vùng B1, N2 và N3).



Hình 3.18 Xu thế biến đổi của  
TXx trong từng mùa trên các vùng của  
Việt Nam, thời kỳ 1961-2010.

Hơn nữa, trên vùng N2, trong mùa xuân và mùa đông, trong khi TNn có xu thế tăng mạnh thì TXx lại có xu thế giảm chậm. Điều này có thể làm cho biên độ dao động nhiệt độ trong ngày trong mùa đông và mùa xuân trên vùng này có xu thế giảm đi (Hình 3.18).

Trên các vùng khí hậu phía Bắc, TXx cũng có xu thế tăng trong hầu hết các tháng với xu thế tăng nhanh hơn trong mùa xuân và mùa đông (khoảng 0,2 đến 0,4<sup>0</sup>C/thập kỷ). Đặc biệt, trong tháng 4, TXx vùng B3 còn có tốc độ tăng trên 0,5<sup>0</sup>C/thập kỷ. Ngược lại, trong hầu hết các tháng mùa hè, TXx trên các vùng lại tăng lên rất ít (chỉ khoảng 0,1<sup>0</sup>C/thập kỷ), thậm chí trên vùng B1 còn có xu thế giảm trong tháng 5. Riêng trong tháng 6, cả TXx cũng có xu thế tăng khoảng 0,2 đến 0,3<sup>0</sup>C/thập kỷ (Hình 3.19).

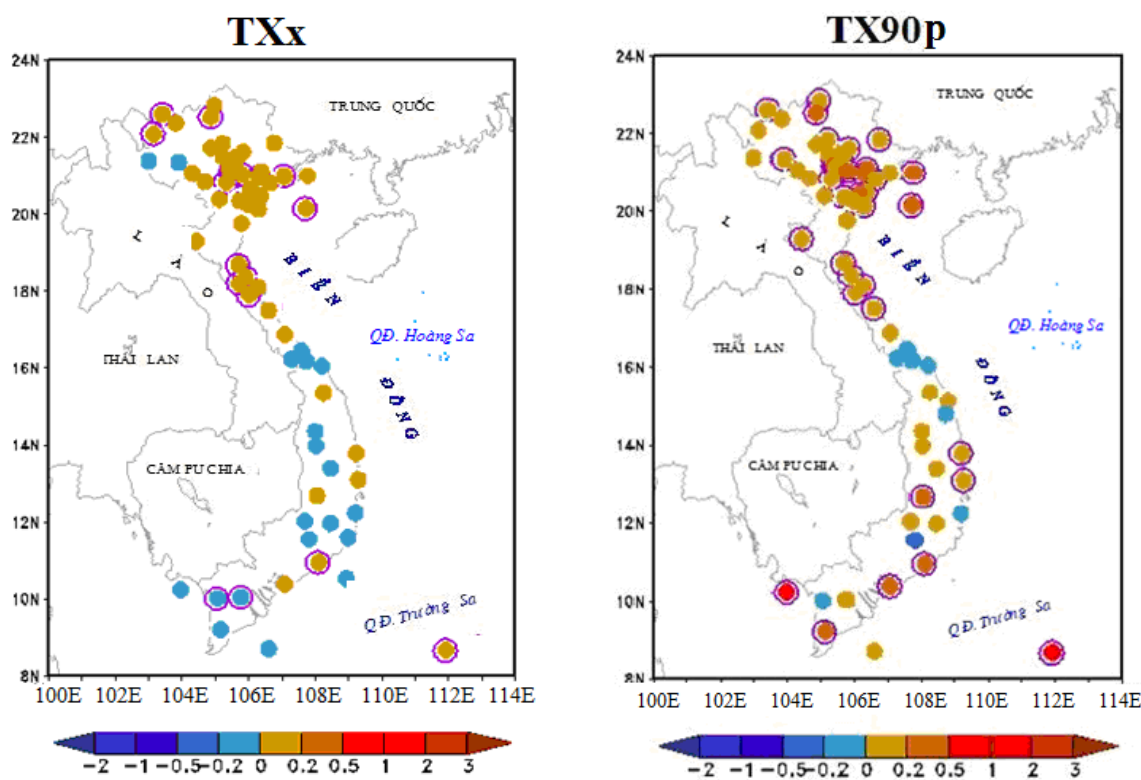


Hình 3.19 Xu thế biến đổi của TXx tháng trên các vùng của Việt Nam trong thời kỳ 1961-2010.

Ngược lại với các vùng khí hậu phía Bắc, trên các vùng khí hậu phía Nam, TXx lại có xu thế tăng nhanh hơn trong các tháng mùa hè và mùa thu, song lại có xu thế tăng chậm hơn trong các tháng mùa xuân. Thậm chí, TXx trên vùng N2 còn có xu thế giảm khoảng 0,1<sup>0</sup>C/thập kỷ trong các tháng mùa xuân. So với các vùng trên lãnh thổ, TXx vùng N3 có xu thế tăng lên nhanh nhất (khoảng 0,3<sup>0</sup>C/thập kỷ trong mùa hè và mùa thu) (Hình 3.19).

Bên cạnh đó, xu thế biến đổi của TXx và TX90p trong năm trên từng trạm cũng được chỉ ra trong Hình 3.20. Có thể nhận thấy, cả TXx và TX90p đều có xu thế tăng lên ở các trạm trên các vùng khí hậu phía Bắc. Trên các vùng khí hậu phía Nam, xu thế tăng của TXx chỉ xảy ra ở một số trạm vùng ven biển Nam Trung Bộ như Tuy Hòa, Quy Nhơn, Phan Thiết và trạm Vũng Tàu, Trường Sa. Với mức tin cậy đạt trên 90%, ở các trạm phía Bắc, TXx tăng khoảng 0,2<sup>0</sup>C/thập kỷ, còn TX90p cũng tăng từ 2 đến 4 ngày/thập kỷ. Riêng tại các trạm Hà Nội, Bạch Long Vĩ, Sơn Tây, Hà Tĩnh, Hương Khê, Tuyên Hóa, TXx tăng lên trên 0,3<sup>0</sup>C/thập kỷ. Trên các vùng phía Nam, TXx ở hầu hết các trạm có xu thế giảm hoặc tăng không đáng kể,

song TXx tại trạm Trường Sa tăng lên tới  $0,6^{\circ}\text{C}$ /thập kỷ. Mặc dù TXx có xu thế giảm, nhưng TX90p ở một số trạm phía Nam lại có xu thế tăng lên khoảng từ 1 đến 3 ngày/thập kỷ (Hình 3.20).



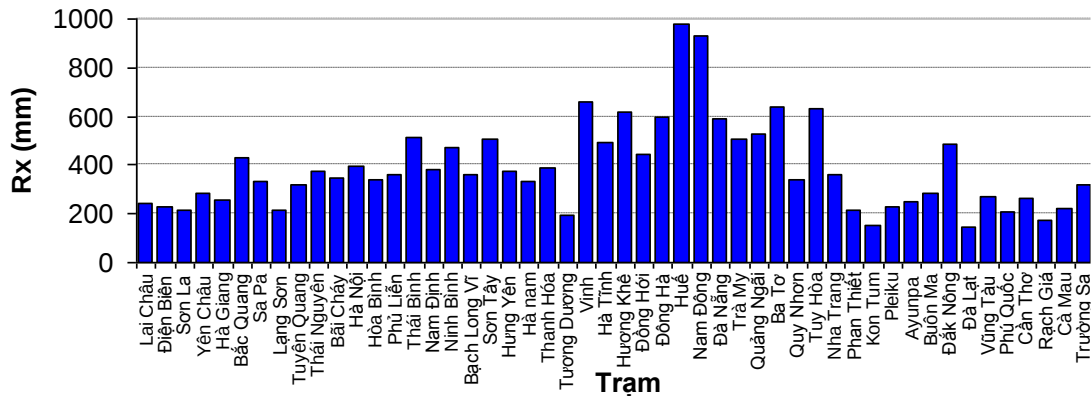
Hình 3.20 Xu thế biến đổi của TXx ( $^{\circ}\text{C}/\text{năm}$ ) và TX90p (ngày/năm) trong năm tại các trạm trên lãnh thổ Việt Nam trong thời kỳ 1961-2010

### 3.3.3 Lượng mưa ngày cực đại

#### a. Phân bố theo không gian và thời gian

Phân bố theo không gian của Rx trong năm tại một số trạm tiêu biểu được chỉ ra trên Hình 3.21. Có thể nhận thấy, Rx tăng dần từ vùng B1, B2, B3 đến vùng N1 sau đó lại giảm xuống trên vùng N2 và N3. Đặc biệt, ở một số trạm trên khu vực Bắc Bộ, Rx cũng lên tới trên 400 mm như Bắc Quang (428 mm), Mộc Châu (469 mm), Phú Hộ (701mm), Việt Trì (508 mm), Thái Bình (512 mm), Ninh Bình (472 mm), Nho Quan (480 mm), Ba Vì (523 mm). Trên vùng B4 và N1, Rx tại hầu hết các trạm đều đạt trên 500 mm (trừ một số trạm như Hồi Xuân, Thanh Hóa, Tương Dương và các trạm từ Nha Trang trở vào đến Phú Quý). Thậm chí, ở một số trạm trên khu vực này Rx có thể lên tới trên 600 mm như ở các trạm Kỳ Anh (616 mm),

Hà Tĩnh (657 mm), Ba Tơ (639 mm), Tuy Hạ (628 mm). Đặc biệt, tại các trạm Huế, A Lưới và Nam Đông, Rx tương ứng lên tới 977mm, 758mm và 927mm. Nhìn chung, trên các vùng N2 và N3, Rx chỉ dao động trên dưới 200 mm. Riêng trạm Đak Nông có Rx lên tới 489 mm, trạm Trường Sa và Phú Quốc cũng có lượng mưa ngày lớn nhất đạt được trên 300mm.



Hình 3.21 Lượng mưa ngày cực đại tuyệt đối năm tại các trạm tiêu biểu trên lãnh thổ Việt Nam, thời kỳ 1961-2010

Phân bố của Rx trong tháng tại một số trạm tiêu biểu cho từng vùng cũng được chỉ ra trên Hình P3.9. Có thể nhận thấy, Rx cũng tăng trong các tháng mùa mưa và giảm trong các tháng mùa khô. Trên vùng B1, Rx thường lớn nhất trong tháng 9 và nhỏ nhất trong tháng 1. Trên vùng B2 thì Rx cực đại lại xảy ra trong thời gian từ tháng 6 đến tháng 8. Đặc biệt, tại trạm Bắc Quang, một trong những tâm mưa lớn, Rx trong thời gian từ tháng 5 đến tháng 10 đều đạt trên 350mm.

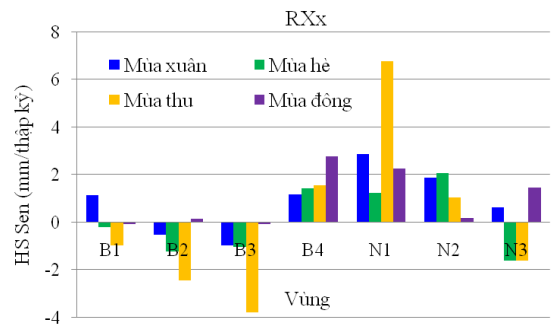
Trên các vùng B3, B4 và N1, Rx biến đổi qua các tháng trong năm với 2 cực đại xảy ra vào tháng 5 hoặc 6 và tháng 9 (vùng B3) hoặc tháng 10 hay 11 (vùng B4 và N1). Trong đó, Rx trong năm thường xảy ra vào tháng 10 và 11 với lượng mưa tại các trạm Đông Hà, Nam Đông, Vinh, Huế Đà Nẵng, Tuy Hòa đều đạt trên dưới 600mm (Hình P3.9).

Trên vùng N2 và N3, Rx có giá trị thấp hơn so với các vùng khác trên toàn lãnh thổ. Tuy có phân bố tương đối đồng đều trong các tháng, song ở hầu hết các trạm, Rx biến đổi trong năm cũng xảy ra 2 cực đại và 2 cực tiểu. Hai cực đại xảy ra vào khoảng tháng 5 hoặc 6 và tháng 10 hoặc 11, còn 2 cực tiểu xảy ra vào tháng 1

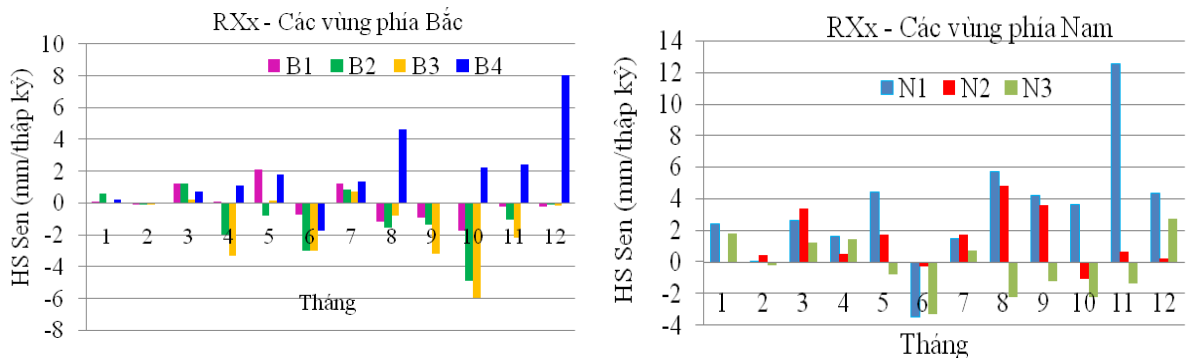
hoặc 2 và tháng 7 hoặc 8. Riêng ở trạm Trường Sa, Rx biến đổi trong năm không có quy luật rõ ràng. Nó có xu hướng tăng mạnh trong các tháng mùa đông (tháng 11, 12 và 1) và tháng 8, song lại giảm trong tháng 4, 5 và tháng 9. Ngoài ra, Rx tại trạm Rạch Giá lại chỉ có 1 cực đại xảy ra vào tháng 8 với lượng mưa 260mm (Hình P3.9).

#### b. Xu thế biến đổi

RXx trong tất cả các mùa trên vùng B4, N1 và N2 đều có xu thế tăng khoảng 2 mm/thập kỷ. Xu thế tăng mạnh nhất xảy ra trong mùa thu trên vùng N1 với tốc độ tăng khoảng 7 mm/thập kỷ. Trong khi đó, trên các vùng B1, B2, B3 và N3, RXx lại có xu thế giảm chậm từ 1 đến 2 mm/thập kỷ. Xu thế giảm mạnh nhất xảy ra trong mùa thu trên vùng B3 nhưng cũng chỉ đạt khoảng 4 mm/thập kỷ (Hình 3.22).



Hình 3.22 Xu thế biến đổi của RXx trung bình trong từng mùa trên các vùng của Việt Nam trong thời kỳ 1961-2010.



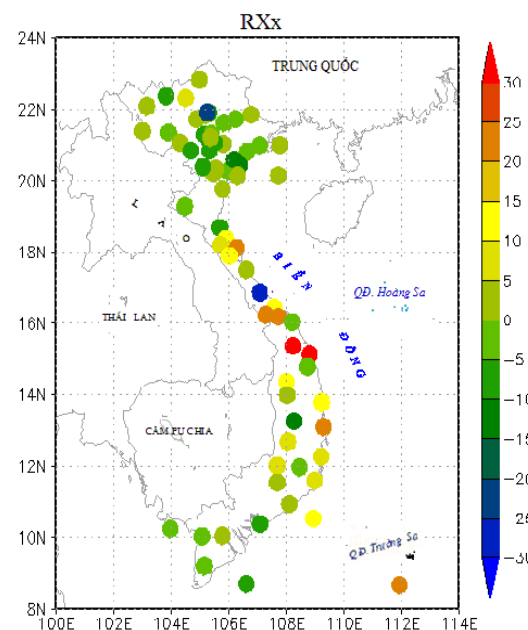
Hình 3.23 Xu thế biến đổi của RXx tháng trên các vùng khí hậu trong thời kỳ 1961-2010.

Tương tự xu thế biến đổi trong các mùa, trên các vùng B1, B2 và B3, RXx giảm trong hầu hết các tháng với tốc độ giảm mạnh nhất khoảng 6 mm/thập kỷ trong tháng 10 trên vùng B3. Ngược lại, trên vùng B4, RXx lại có xu thế tăng với xu thế tăng chậm xảy ra trong thời gian từ tháng 1 đến tháng 7, tăng nhanh hơn (từ 2 đến 8 mm/thập kỷ) trong các tháng 8, 10 và 11, 12.

Ngược lại, trên các vùng khí hậu phía Nam, RXx có xu thế tăng lên trong hầu hết các tháng. Xu thế tăng mạnh hơn trong các tháng mùa mưa, nhất là trong tháng 11 trên vùng N1 với tốc độ tăng lên tới trên 12 mm/thập kỷ. Trên vùng N3, RXx lại có xu thế tăng hoặc giảm không đáng kể (khoảng 2mm/thập kỷ) (Hình 3.23).

Tất nhiên, RXx trong năm ở hầu hết các trạm trên vùng B1, B2 và B3 cũng đều có xu thế giảm xấp xỉ 10 mm/thập kỷ. Đặc biệt, RXx trong năm tại trạm Ba Vì và Thái Bình có xu thế giảm tương ứng là 22 mm/thập kỷ và 14 mm/thập kỷ. Tuy nhiên, ở một số trạm vùng núi phía Bắc như trạm Lai Châu, Điện Biên, Lạng Sơn, Tuyên Quang, Yên Bái,... RXx vẫn có xu hướng tăng lên mặc dù mức độ tăng không nhiều, chỉ khoảng 2 mm/thập kỷ. Đặc biệt, tại trạm Bắc Quang, một trong những trung tâm mưa lớn trên lãnh thổ, RXx cũng có xu thế tăng trên 8 mm/thập kỷ (Hình 3.24).

Hơn nữa, với độ tin cậy đạt trên 90%, RXx năm tại hầu hết các trạm vùng B4, N1 và N2 đều có xu hướng tăng lên. Nhất là, tại các trung tâm mưa lớn như Kỳ Anh, Hà Tĩnh, A Lưới, Nam Đông, Trà My, Quảng Ngãi, Quy Nhơn, Tuy Hòa,... RXx có xu thế tăng lên tới trên 20 mm/thập kỷ, thậm chí tại trạm Trà My và Quảng Ngãi còn tăng lên với tốc độ trên 30 mm/thập kỷ. Tuy nhiên, tại trạm Đông Hà, RXx trong năm lại có xu thế giảm xấp xỉ 30 mm/thập kỷ. Bên cạnh đó, ở hầu hết các trạm vùng N3 hay tại một số trạm như Đà Nẵng, Ayunpa,... RXx cũng có xu thế giảm nhẹ. Riêng tại trạm Trường Sa, RXx năm lại có xu thế tăng lên tới 24 ngày/thập



Hình 3.24 Xu thế biến đổi của lượng mưa ngày lớn nhất năm (mm/thập kỷ) trên một số trạm khí tượng của Việt Nam trong thời kỳ 1961-2010.

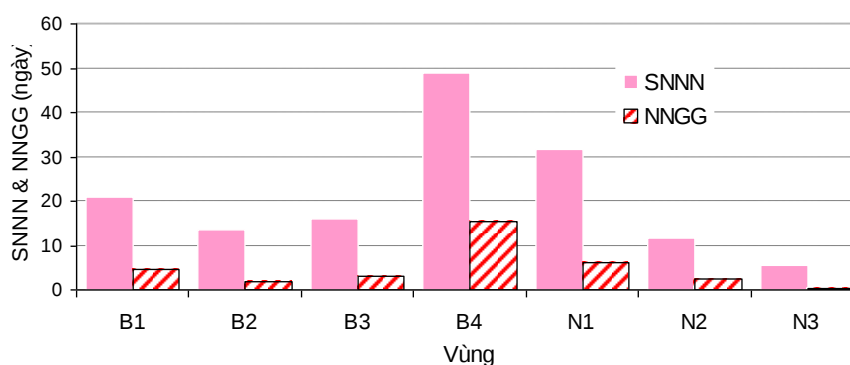
kỷ (Hình 3.24).

### 3.4 Sự biến đổi của một số hiện tượng khí hậu cực đoan

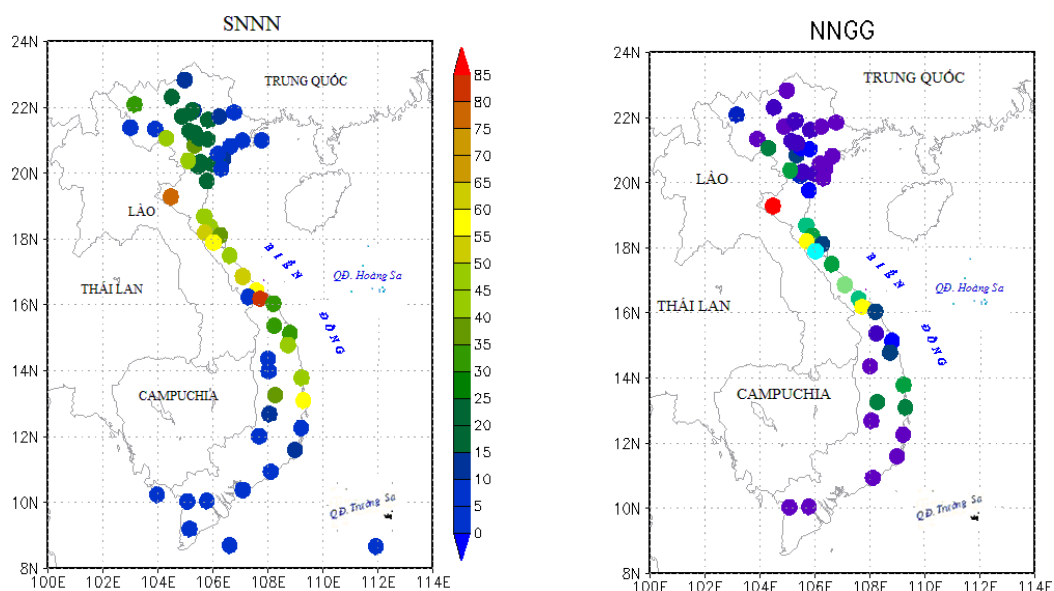
#### 3.4.1 Hiện tượng nắng nóng và nắng nóng gay gắt

a. Sự phân bố của SNNN và NNGG theo không gian và thời gian

Tổng SNNN và NNGG trong năm chỉ ra trên Hình 3.25 cho thấy, SNNN và NNGG xảy ra nhiều nhất ở vùng B4 và vùng N1. Đặc biệt, SNNN trung bình trên vùng B4 lên tới xấp xỉ 50 ngày/năm. Trên vùng N3, cả SNNN và NNGG đều ít hơn các vùng khác trên lãnh thổ, thậm chí, NNGG hầu như không xảy ra trên khu vực này.



Hình 3.25 Tổng SNNN và NNGG trung bình trên từng vùng trong năm

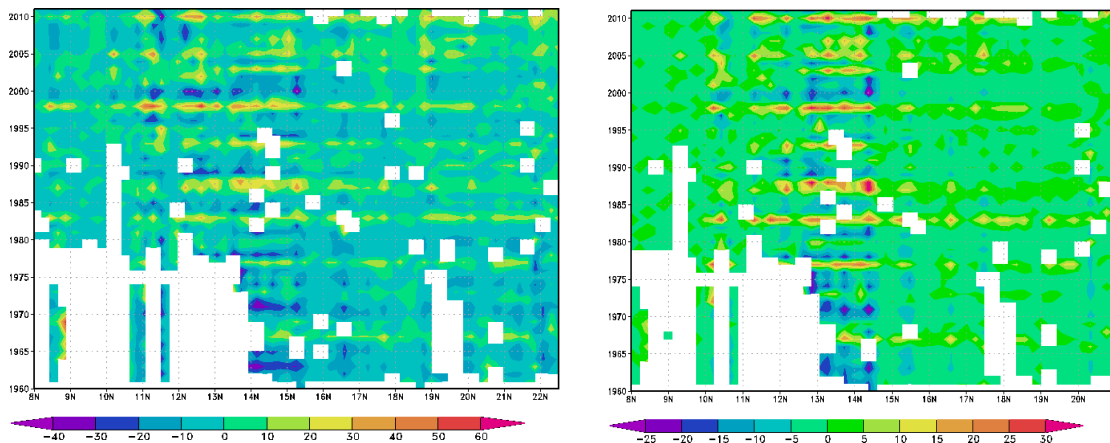


Hình 3.26 Phân bố không gian của SNNN và NNGG trung bình năm tại một số trạm trên lãnh thổ Việt Nam

Mặc dù, SNNN và NNGG trung bình trên các vùng phía Bắc đều không cao song SNNN trên một số trạm lên tới trên 20 ngày/năm như ở trạm Lai Châu (34 ngày), trạm Yên Châu (42 ngày), Bắc Quang (25 ngày) và trạm Hòa Bình (36 ngày).

Ở các trạm trên vùng B4, SNNN thường lên tới trên 40 ngày, đặc biệt SNNN ở trạm Nam Đông lên tới 84 ngày, trạm Tương Dương lên tới 78 ngày. Thậm chí, số ngày NNGG trên hai trạm này cũng lên tới 25 và 30 ngày. Tuy nhiên, do ảnh hưởng của địa hình nên tại trạm A Lưới chỉ có 2 ngày nắng nóng trong năm. Nhìn chung, NNGG trên vùng này ở hầu hết các trạm đều xảy ra trên 10 ngày trong năm, song tại các trạm Thanh Hóa, Kỳ Anh và A Lưới, thì NNGG chỉ đạt dưới 10 ngày. Riêng trạm A Lưới còn hầu như không có NNGG xuất hiện.

Trên vùng N2, tuy chịu ảnh hưởng nhiều của gió biển, song SNNN trung bình trong vùng vẫn lên tới trên 30 ngày/năm. Riêng trạm Quy Nhơn và Tuy Hòa, SNNN còn lên tới 49 và 55 ngày một cách tương ứng. Mặc dù vậy, tại trạm Nha Trang và Phan Thiết, nắng nóng chỉ xuất hiện dưới 5 ngày/năm (Hình 3.26). Trên vùng N3, chỉ có ở các trạm Cần Thơ, Rạch Giá và Cà Mau là có SNNN trong năm đạt từ 8 đến 10 ngày. Còn ở trên các trạm khác, SNNN chỉ đạt trên dưới 1 ngày.



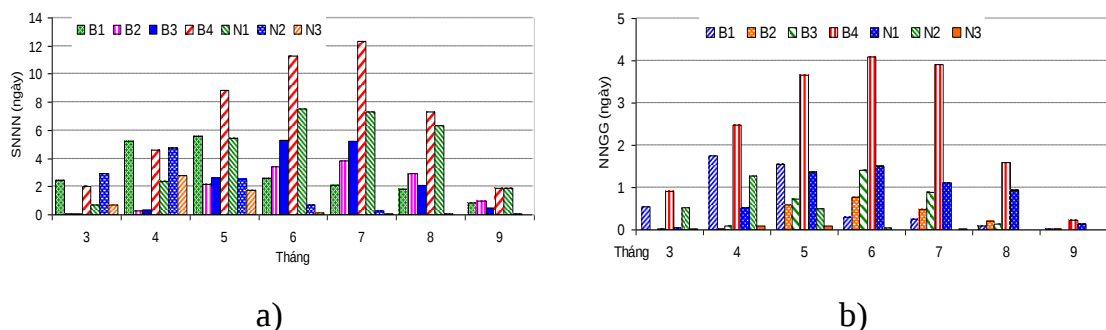
Hình 3.27 Phân bố không gian và thời gian của chuẩn sai SNNN (trái) và NNGG (phải) trong năm tại các trạm trên lãnh thổ Việt Nam so với thời kỳ 1980-1999. Trong đó, trục hoành biểu thị vĩ độ, trục tung biểu thị năm.

Phân tích phân bố theo không gian và thời gian của chuẩn sai SNNN và NNGG trong năm so với thời kỳ 1980-1999 (Hình 3.27) cho thấy, SNNN và NNGG đều có chuẩn sai dương trong các năm 1967, 1977, 1983, 1987, 1990, 1993, 1997,

2003, 2005, 2006, 2007 và 2010. Có thể nói, SNNN tăng mạnh trong các năm này phần lớn là do ảnh hưởng của hiện tượng El Nino. Thật vậy, trong các năm 1977, 2003, 2005, 2007 và 2010 đều có hiện tượng El Nino kết thúc vào các tháng mùa đông (tháng 1, 2 hoặc 3) hoặc mùa xuân thì mùa hè của năm đó, SNNN đã tăng mạnh. Riêng trong đợt El Nino xảy ra từ tháng 4/1972 đến tháng 3/1973 cũng là một đợt El Nino mạnh, song SNNN năm 1973 cũng chỉ có dị thường dương nhỏ ở trên một số trạm như Vinh, Hà Tĩnh, Phan Rang,... Bên cạnh đó, SNNN cũng tăng mạnh ở thời kỳ trước, trong và sau thời kỳ El Nino phát triển như trong các năm 1997, 1987, 1993 và 1983.

Ngược lại, SNNN và NNGG có chuẩn sai âm trong các năm 1963, 1971, 1974, 1978, 1981, 1984, 1989, 1991, 1994, 1996, 1999, 2000, 2004 và 2008 (Hình 3.27). Đặc biệt, SNNN trên vùng Bắc Trung Bộ và một số trạm thuộc vùng Nam Trung bộ, SNNN có chuẩn sai dương hoặc âm đều lớn hơn SNNN trên các trạm trên khu vực Bắc Bộ và vùng N3. Tuy nhiên, không nhất quán như trong những năm SNNN có chuẩn sai dương, SNNN có chuẩn sai âm không chỉ xảy ra trong (1971, 1999) và sau thời kỳ La Nina (1974, 1989, 2000, 2008) mà nó còn xảy ra trước thời kỳ La Nina như trong năm 1984 và thậm chí còn xảy ra trong (1963, 1991) và trước thời kỳ El Nino (2004).

Qua đó, chứng tỏ rằng, ảnh hưởng của các thời kỳ El Nino làm tăng nhiệt độ ở hầu hết các vùng trên lãnh thổ từ đó làm tăng SNNN, NNGG là khá rõ ràng, song xu thế giảm nhiệt lại không hoàn toàn xảy ra trong thời kỳ La Nina.

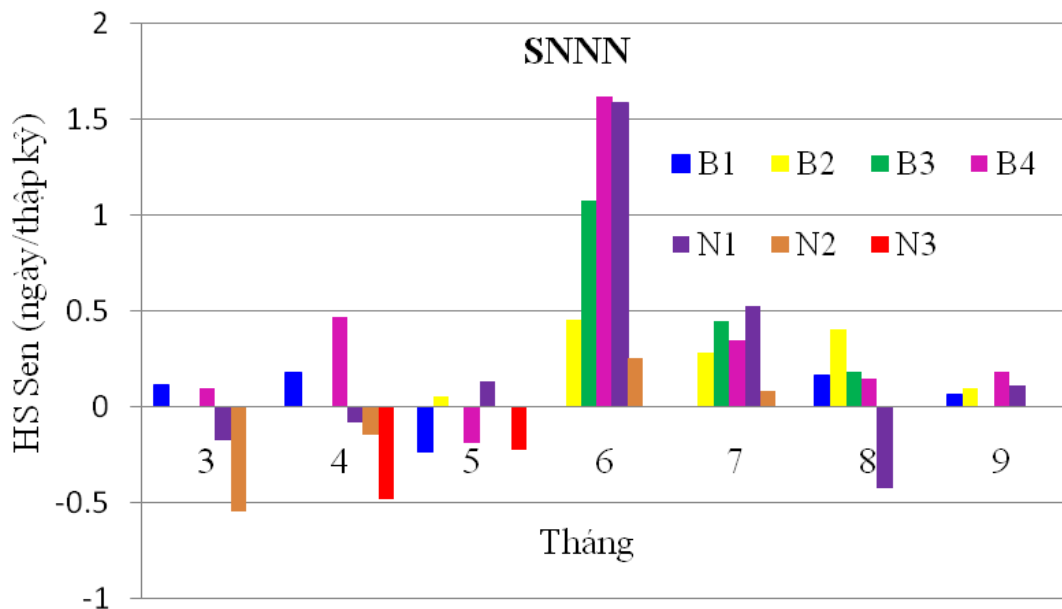


Hình 3.28 SNNN và NNGG trung bình trên từng vùng trong các tháng

Sự phân bố của SNNN và NNGG trung bình trên từng vùng ở từng tháng trong năm cũng được chỉ ra trên Hình 3.28. Có thể nhận thấy, nắng nóng thường xuất hiện vào thời gian từ tháng 3 đến tháng 9. Riêng vùng khí hậu B1, N2 và N3, nắng nóng thường xuất hiện vào tháng 4 và tháng 5, còn trên các vùng B2, B3, B4 và N1 thì nắng nóng xảy ra chủ yếu trong các tháng mùa hè, nhưng thường có cường độ mạnh nhất trong tháng 6 và 7. Đặc biệt, trong tháng 7, trên vùng B4 có tới trên 12 ngày nắng nóng (Hình 3.28a). Tuy NNGG thường kết thúc trước nắng nóng khoảng 1 tháng, song thời kỳ NNGG mạnh nhất lại xuất hiện sớm hơn nắng nóng khoảng 1 tháng ở hầu hết các vùng (Hình 3.28b).

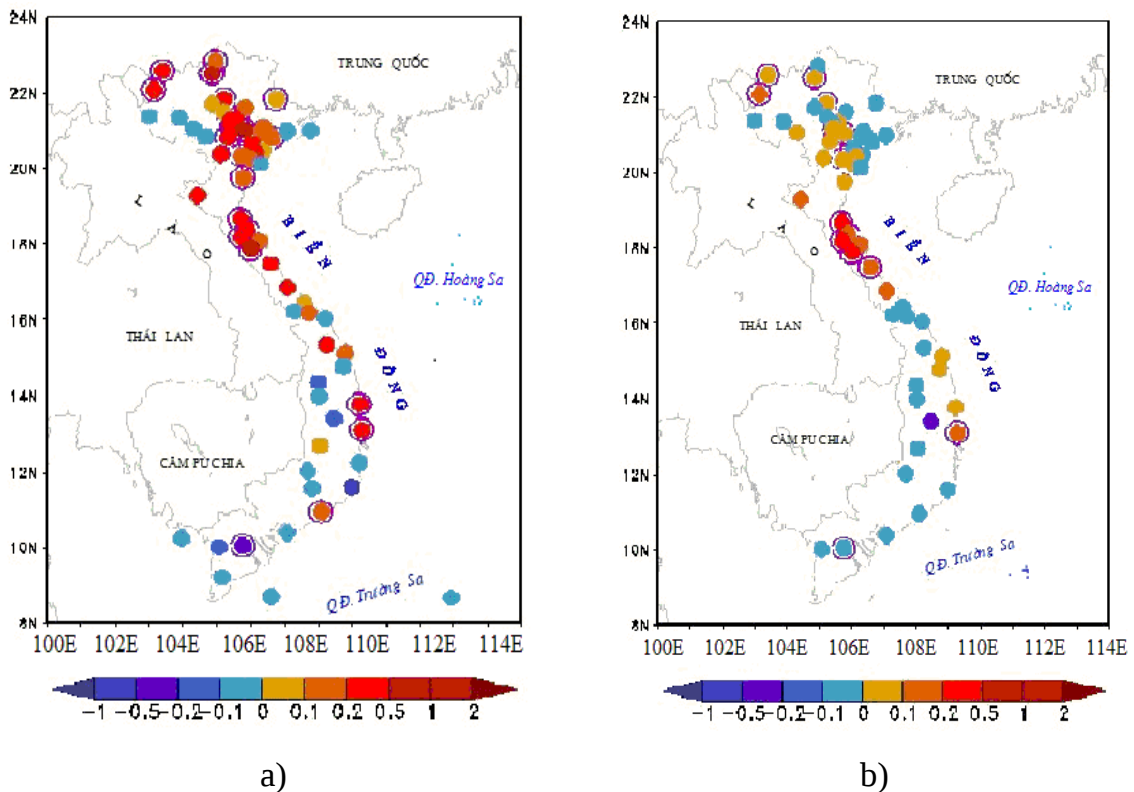
#### b. Xu thế biến đổi

Với độ tin cậy đạt trên 95%, SNNN trung bình tháng trên các vùng khí hậu Việt Nam có xu thế tăng trong hầu hết các tháng mùa hè với tốc độ khoảng 0,3 ngày/thập kỷ. Riêng trong tháng 6, SNNN trên vùng B3, B4 và N1 tăng lên mạnh nhất với tốc độ lên tới 1,5 ngày/thập kỷ. So với các vùng trên khu vực, SNNN trên vùng B1 tăng lên ít nhất. Tuy nhiên, trong các tháng mùa xuân, nhất là trong tháng 5, SNNN xảy ra trên hầu hết các vùng đều có xu thế giảm (Hình 3.29).



Hình 3.29 Xu thế biến đổi của SNNN trên lãnh thổ Việt Nam trong thời kỳ 1961-2010.

Tất nhiên, tổng SNNN và NNGG trong năm trên từng trạm cũng có xu thế tăng mạnh trên vùng B4, hầu hết các trạm trên vùng B3, một số trạm trên các khu vực miền núi phía Bắc và vùng N1. Cụ thể, trên vùng B4, tại các trạm từ Đông Hà trở ra, các trạm trên khu vực miền núi phía Bắc như Lai Châu, Điện Biên, Hà Giang, Thái Nguyên, Tuyên Quang, Hòa Bình,... và trên các trạm Tuy Hòa, Phan Thiết,... SNNN trong năm tăng khoảng 2 đến 4 ngày/thập kỷ với mức tin cậy hầu hết đều đạt trên 95%. Đặc biệt, tại các trạm Bắc Quang, Hà Nội, Tuyên Hóa, Trà My, Quy Nhơn, tổng SNNN trong năm đã tăng lên tới trên 5 ngày/thập kỷ, thậm chí, tại trạm Tuyên Hóa, SNNN có xu thế tăng xấp xỉ 9 ngày/thập kỷ. Tuy nhiên, tại một số trạm như Đà Nẵng, Nha Trang, Kon Tum, Cần Thơ, Rạch Giá, SNNN lại có xu thế giảm chậm. Trong khi đó, ở một số trạm vùng núi phía Bắc và vùng ven biển, SNNN trong thời kỳ 1961-2010 hầu như không biến đổi (Hình 3.30a).



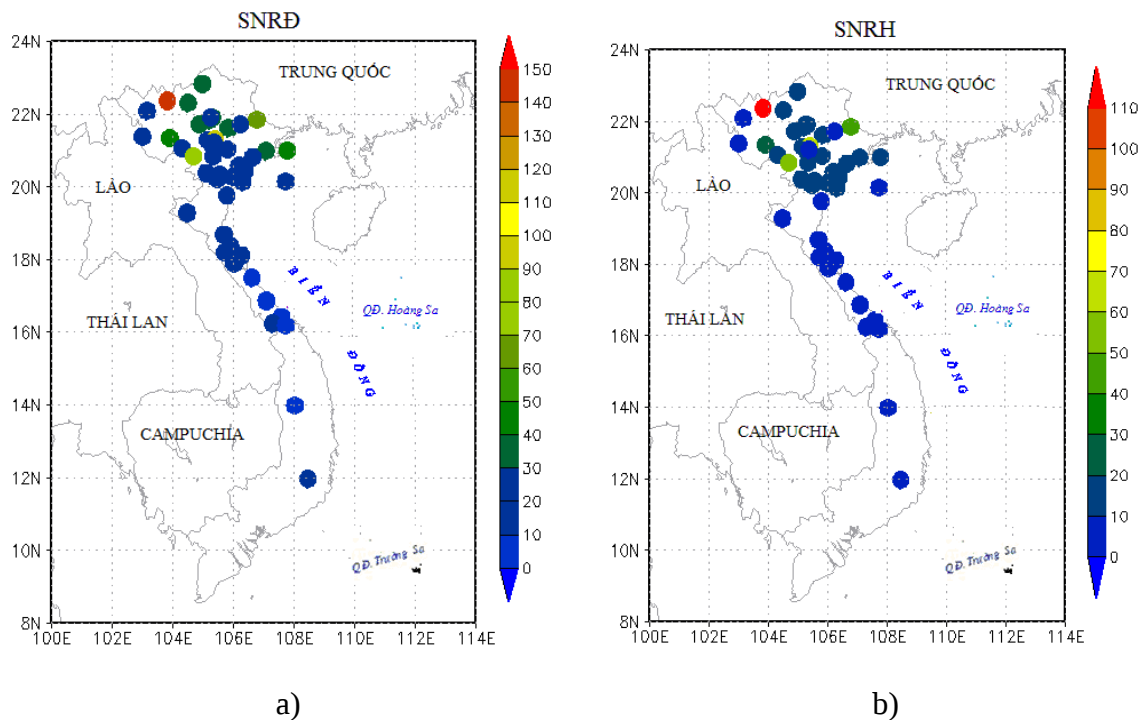
Hình 3.30 Xu thế biến đổi (ngày/năm) của SNNN (a) và NNGG (b) tại các trạm trong thời kỳ 1961-2010.

Số ngày NNGG trong năm cũng có xu thế tăng hay giảm ở hầu hết các trạm tương tự như SNNN, nhưng có tốc độ tăng chậm hơn, chỉ khoảng 1 đến 3 ngày/thập kỷ (Hình 3.30b).

### 3.4.2 Hiện tượng rét đậm và rét hại

#### a. Phân bố của SNRĐ và SNRH theo không gian và thời gian

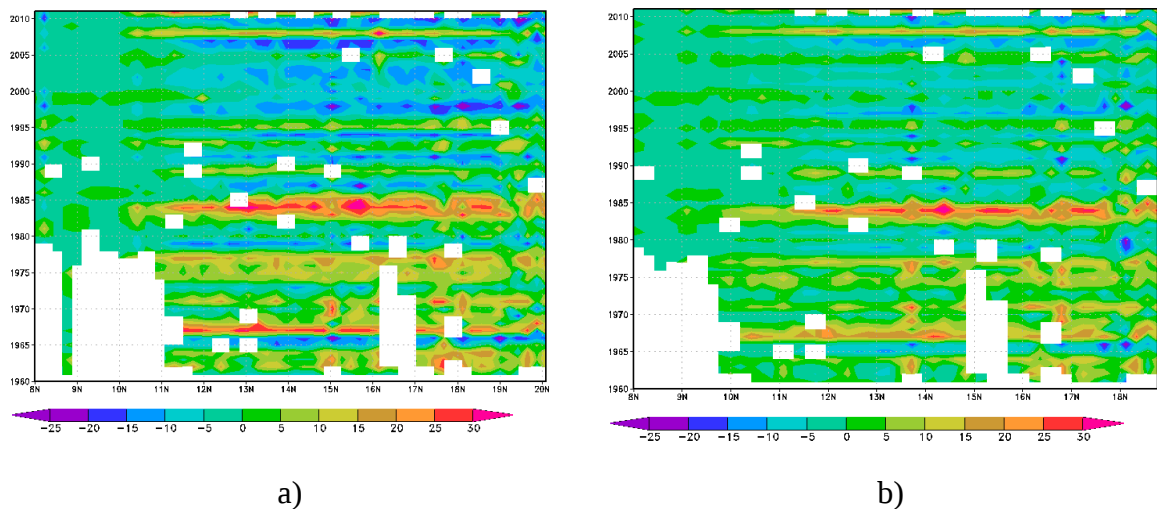
Hiện tượng rét đậm, rét hại chủ yếu chỉ xảy ra trên các vùng phía Bắc Việt Nam. Trên các vùng B1, B2 và B3, tổng SNRĐ trong năm thường đạt trên 20 ngày. Đặc biệt, trên một số trạm miền núi phía Bắc, SNRĐ lên tới trên 30 ngày/năm, thậm chí, trạm Mộc châu, Tam Đảo và Lạng Sơn, SNRĐ lên tới trên 83, 96 và 69 ngày một cách tương ứng, riêng trạm Sa Pa, SNRĐ lên tới hơn xấp xỉ 148 ngày/năm. Trên vùng B4, SNRĐ giảm xuống dưới 20 ngày/năm, càng dịch xuống phía Nam, SNRĐ càng giảm, đến các trạm như Đông Hà, Huế, Nam Đông, SNRĐ giảm xuống dưới 5 ngày/năm (Hình 3.31a).



Hình 3.31 Phân bố SNRĐ (a) và SNRH (b) (ngày/năm) tại các trạm khí tượng trên lãnh thổ Việt Nam

Cũng có phân bố tương tự SNRĐ, song tất nhiên, SNRH xảy ra ít hơn. Trên vùng B3, SNRH ở hầu hết các trạm xảy ra trên 10 ngày/năm. Đến vùng B4, SNRH

giảm xuống dưới 10 ngày/năm, thậm chí, ở trạm Nam Đông và Huế, SNRH hầu như không xuất hiện với chỉ 0,1 đến 0,2 ngày/năm. Ở các trạm có độ cao lớn như Sa Pa, Tam Đảo, Mộc Châu và Lạng Sơn, SNRH vẫn xảy ra với tần suất khá cao, tương ứng với 110, 65, 55 và 47 ngày/năm (Hình 3.31b). Do đó, có thể nói, độ cao địa hình có vai trò rất lớn đến tần suất xuất hiện của hiện tượng rét đậm, rét hại trên mỗi vùng.



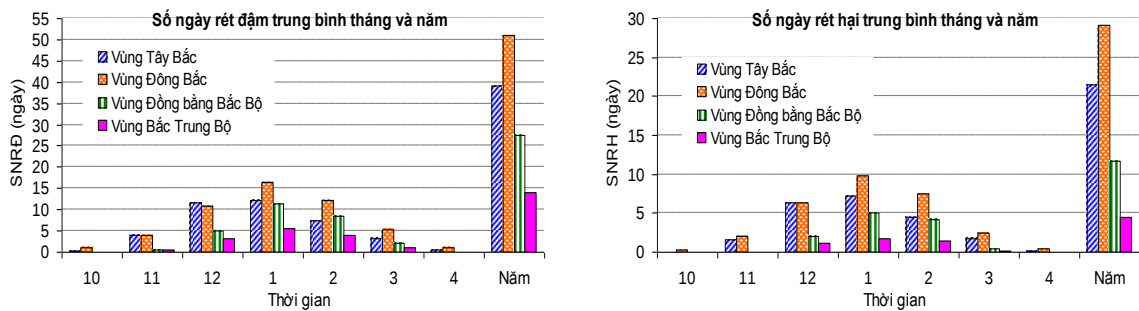
Hình 3.32 Phân bố theo không gian và thời gian của chuẩn sai SNRĐ (a) và SNRH (b) trong năm so với thời kỳ 1980-1999 tại các trạm khí tượng trên lãnh thổ Việt Nam. Trong đó, trục hoành là vĩ tuyến, trục tung là năm.

Phân tích chuẩn sai của SNRĐ và SNRH trung bình năm so với thời kỳ 1980-1999 cho thấy rõ, cả SNRĐ và SNRH đều có chuẩn sai dương lớn trong thời kỳ La Nina như trong các năm: 1964, 1967, 1971, 1975, 1977, 1984, 1989, 2008 và 2010. Tuy nhiên, năm có chuẩn sai dương lớn nhất lại xảy ra vào năm 1984 và 1967, hai năm hiện tượng La Nina xảy ra với cường độ trung bình. Hơn nữa, trong các năm xảy ra hiện tượng El Nino (1983, 1993 và 2004) và không ENSO (1996), SNRĐ và SNRH cũng có chuẩn sai dương nhưng không lớn và cũng không xảy ra ở tất cả các trạm trên lãnh thổ (Hình 3.32).

Ngược lại, trong thời kỳ El Nino, SNRĐ và SNRH lại có chuẩn sai âm như các năm 1966, 1973, 1979, 1987, 1991, 1997, 2002, 2003, 2007 và 2009. Đặc biệt, các năm SNRĐ và SNRH có chuẩn sai âm lớn đều xảy ra vào những năm El Nino

mạnh như năm: 1966, 1987 và 1997 (Hình 3.32). Qua đó, có thể thấy rằng, hiện tượng El Nino có ảnh hưởng đến nhiệt độ không khí bề mặt trên lãnh thổ Việt Nam lớn hơn hiện tượng La Nina.

Phân bố SNRĐ, SNRH trung bình tháng và năm trên các vùng khí hậu phía Bắc được biểu diễn trên Hình 3.33. Từ đó ta thấy, hiện tượng rét đậm (rét hại) thường xuất hiện từ tháng 11 năm trước đến tháng 4 (tháng 3) năm sau. SNRĐ, SNRH thường tập trung chủ yếu trong ba tháng chính đông là tháng 12, 1 và 2. Đặc biệt, rét đậm, rét hại xảy ra nhiều nhất trong tháng 1, khi mà áp cao lạnh lục địa hoạt động mạnh nhất.



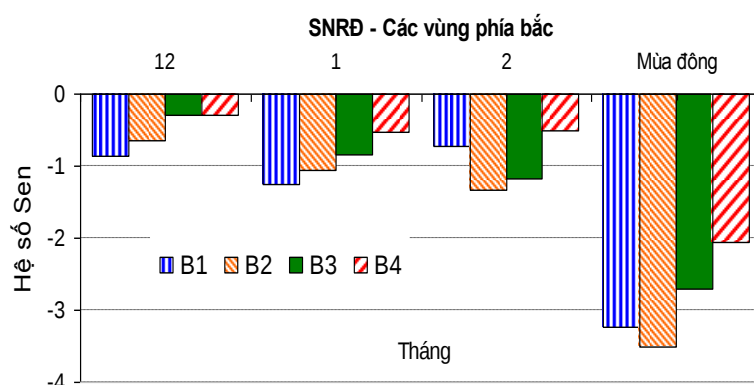
Hình 3.33 SNRĐ và SNRH trung bình tháng và năm trên các vùng phía Bắc

Thật vậy, trên vùng Đông Bắc, nơi chịu ảnh hưởng mạnh của không khí lạnh xuất hiện trên 16 ngày rét đậm và 10 ngày rét hại. Tổng SNRĐ, SNRH trung bình trong năm cũng lên tới trên 50 và 27 ngày tương ứng. So với vùng B2 và B3, vùng B1 chịu ảnh hưởng của không khí lạnh ít hơn, song do ảnh hưởng của độ cao địa hình, nên tổng SNRĐ trong năm ở vùng này cũng lên tới xấp xỉ 40 ngày, còn SNRH thì đạt trên 20 ngày. Trên vùng B4, nơi không khí lạnh ảnh hưởng đã suy yếu nhiều nên tổng SNRĐ và SNRH trong năm tương ứng chỉ là 15 và 5 ngày (Hình 3.33).

#### b. Xu thế biến đổi

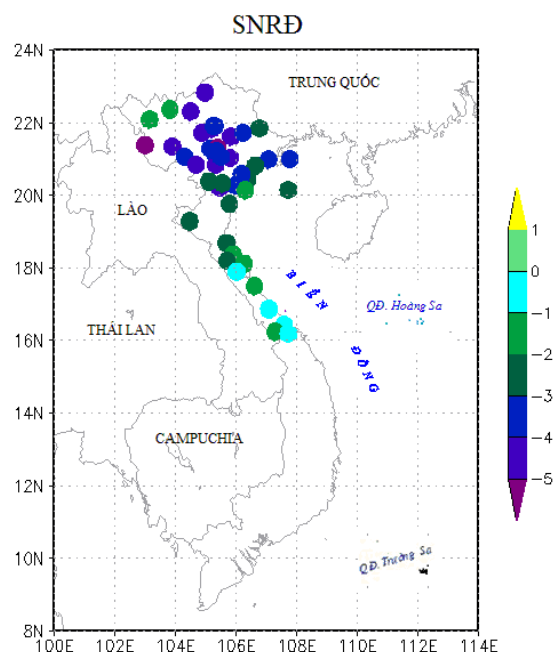
Do ảnh hưởng của BĐKH nên SNRĐ trên các vùng phía Bắc Việt Nam đã và đang có xu thế giảm trong tất cả các tháng mùa đông.

Nhìn chung, tổng SNRĐ trong mùa đông trên từng vùng có xu thế giảm khoảng từ 2 đến 3 ngày/thập kỷ với mức tin cậy đều đạt trên 90% với xu thế giảm mạnh nhất xảy ra trên vùng B2, và giảm ít nhất trên vùng B4 (Hình 3.34).



Hình 3.34 Xu thế biến đổi của SNRĐ trung bình (ngày/thập kỷ) trên từng vùng và lãnh thổ Việt Nam trong mùa đông, thời kỳ 1961-2010.

Hơn nữa, tổng SNRĐ trong năm cũng có xu thế giảm khá đồng đều ở tất cả các trạm (Hình 3.35). SNRĐ trên hầu hết các trạm vùng B1, B2 và B3 đều có xu thế giảm với tốc độ từ 3 đến 4 ngày/thập kỷ, với mức tin cậy hầu hết đều đạt trên 95%. Đặc biệt, tại trạm Điện Biên, Tam Đảo, SNRĐ còn giảm trên 5 ngày/thập kỷ. Ở một số trạm vùng B4 và ven biển Bắc Bộ, SNRĐ giảm với tốc độ chậm hơn (khoảng 1 đến 2 ngày/thập kỷ) nhưng lại hầu như không đạt mức tin cậy 95%.



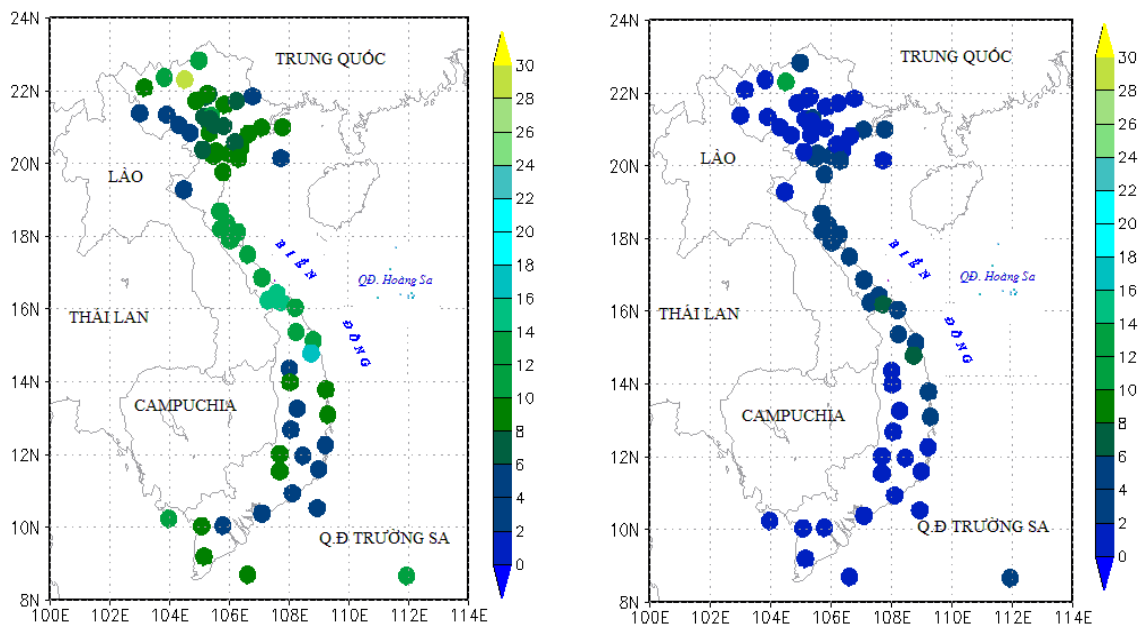
Hình 3.35 Xu thế biến đổi của SNRĐ trong năm (ngày/thập kỷ) trên từng trạm trong thời kỳ 1961-2010.

### 3.4.3 Hiện tượng mưa lớn

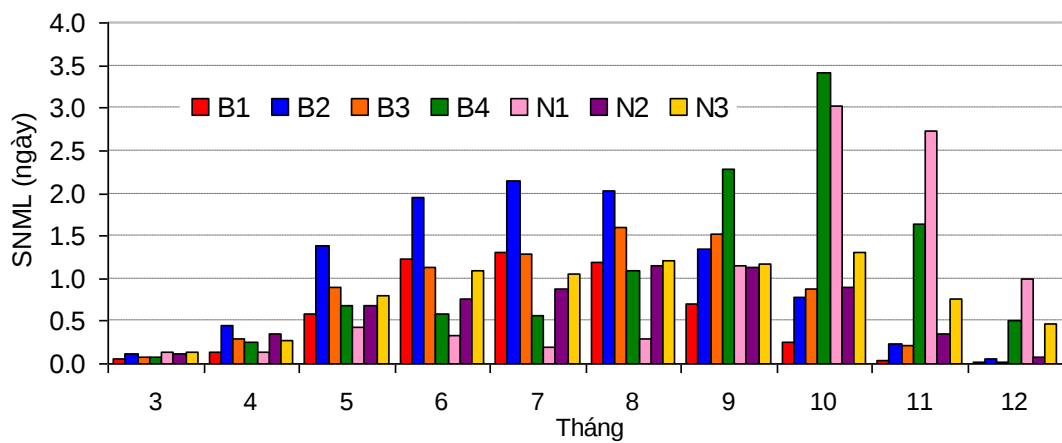
#### a. Phân bố của số ngày mưa lớn theo không gian và thời gian

Số ngày mưa lớn trung bình năm trên các trạm được chỉ ra trên Hình 3.36. Cụ thể, SNML  $\geq 50\text{mm}$  trên hầu hết các vùng đều xảy ra dưới 10 ngày/năm. Riêng trên vùng B4 và ở một số trạm miền núi phía Bắc (như Hà Giang, Bắc Quang, Sa Pa, Tam Đảo), hay vùng N1 và N3 (như Đà Nẵng, Ba Tơ, Trà My, Quảng Ngãi, Trường Sa và Côn Đảo) có trên 10 ngày mưa lớn trong năm. Đặc biệt, trạm Bắc Quang, một trong những trung tâm mưa trên lãnh thổ, có tới 29 ngày/năm có mưa

lớn; trạm Ba Tơ, SNML cũng lên tới 18 ngày/năm. SNML có lượng mưa trên 100 mm ở hầu hết các trạm chỉ xảy ra dưới 5 ngày/năm. Riêng một số trạm trên vùng B4 như Hà Tĩnh, Hương Khê, Huế có trên 5 ngày mưa lớn trong năm, còn trạm Bắc Quang thì lên tới trên 10 ngày. SNML lớn hơn hoặc bằng 50mm trung bình trên các vùng đều tập trung vào các tháng mùa mưa và cũng thường có giá trị lớn nhất hoặc nhỏ nhất vào các tháng có lượng mưa cực đại hoặc cực tiểu trên mỗi vùng (Hình 3.37).



Hình 3.36 Phân bố của SNML lớn hơn hoặc bằng 50mm (trái) và 100mm (phải) tại các trạm khí tượng trên lãnh thổ Việt Nam



Hình 3.37 SNML trung bình tháng trên từng vùng của Việt Nam

Như chúng ta đã biết, trên lãnh thổ Việt Nam (trừ vùng ven biển Trung Bộ), lượng mưa cực tiểu hàng năm thường xảy ra vào giữa mùa đông (tháng 1 hoặc 2), sau đó tăng dần. Lượng mưa bắt đầu tăng mạnh khi gió mùa mùa hè bắt đầu ảnh hưởng tới Việt Nam, với trọng tâm của mùa mưa thường xảy ra vào mùa hè. Cụ thể, lượng mưa cực đại thường xảy ra vào tháng 6 hoặc 7 (vùng B1), vào tháng 7 hoặc 8 (vùng B2 và B3), tháng 8 hoặc 9 (vùng N2 và N3), đến tháng 11-12 lượng mưa giảm nhanh. Riêng trên vùng B4 và N1, biến trình năm của lượng mưa khác hẳn các vùng khác trên lãnh thổ, càng về phía Nam, thời gian xảy ra cực đại mưa càng chậm. Thông thường, lượng mưa trên khu vực này thường tồn tại một cực đại phụ xảy ra vào tháng 5 mà ta thường gọi là mùa mưa tiểu mãn. Còn cực đại chính có thể xảy ra vào tháng 10 hoặc tháng 11.

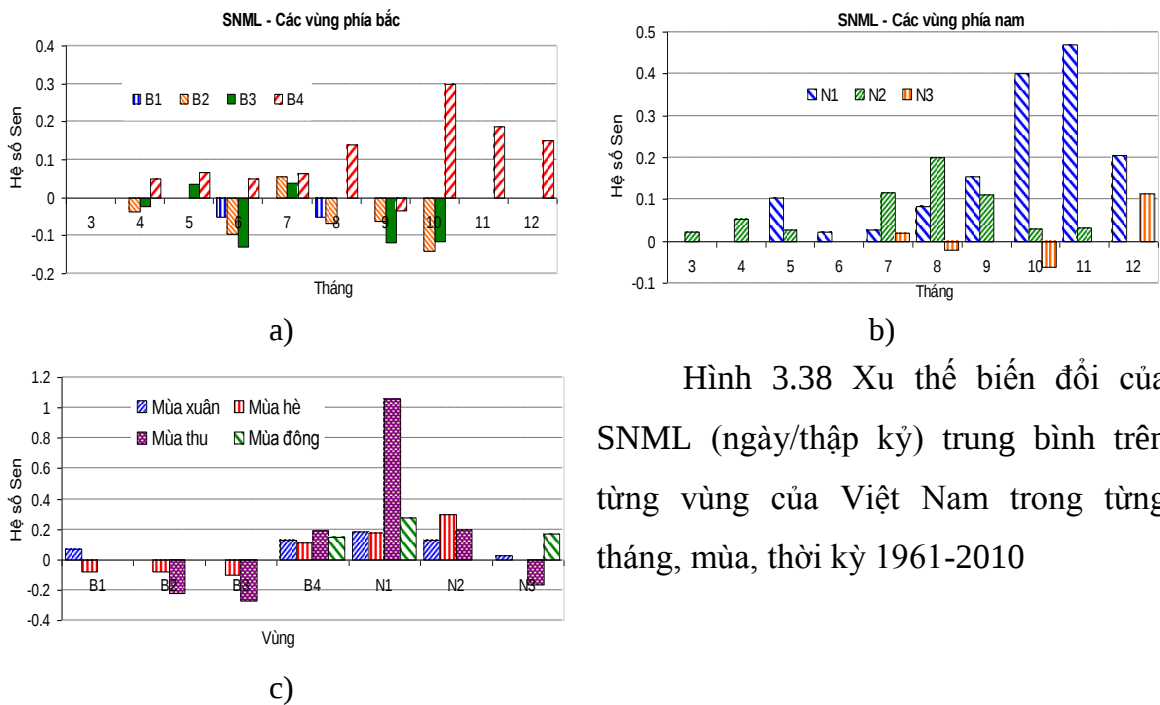
Bởi vậy, trên các vùng B1 và B2, SNML trung bình xảy ra nhiều nhất vào tháng 7 với 2,14 ngày/tháng (trên vùng B2). Cũng xảy ra vào thời gian cực đại của mùa mưa, SNML xảy ra nhiều nhất vào tháng 8 (trên vùng B3), vào tháng 8 và 9 (trên vùng N2 và N3), vào tháng 10 (trên vùng B4 và N1). Đặc biệt, trong tháng 10 trên vùng B4 và N1, SNML cũng lên tới trên 3 ngày. Hiển nhiên rằng, SNML trung bình trong tháng 1 và 2 trên tất cả các vùng đều rất nhỏ (nhỏ hơn 0,07 ngày/tháng) (Hình 3.37), bởi đây được xem là thời kỳ mùa khô. Như vậy, có thể nói, SNML trong từng tháng có ảnh hưởng không nhỏ đến lượng mưa và mùa mưa trên mỗi vùng.

#### b. Xu thế biến đổi

Xu thế biến đổi của SNML trung bình trên từng vùng, trong từng tháng, mùa được chỉ ra trên Hình 3.38. Nhìn chung, trong hầu hết các tháng, trên các vùng B1, B2, B3 và N3, SNML có xu thế giảm chậm (chỉ khoảng 0,1 ngày/thập kỷ), nhưng trên các vùng B4, N1 và N2 thì SNML lại có xu thế tăng lên. Đặc biệt, SNML có xu thế tăng mạnh hơn trong tháng 10 và 11 trên vùng N1 và B4 với tốc độ tăng khoảng 0,3 đến 0,4 ngày/thập kỷ (Hình 3.38a và 3.38b). Mặc dù, SNML trong tháng 7 trên các vùng B1, B2 và B3 cũng có xu thế tăng nhẹ, song trong hầu hết các tháng, kể cả tháng 7, xu thế biến đổi của SNML trên các vùng này đều chưa đạt mức ý nghĩa

10%. Trong khi đó, trên các vùng B4, N1 và N2, trong các tháng mùa mưa, mức ý nghĩa này gần như được đảm bảo.

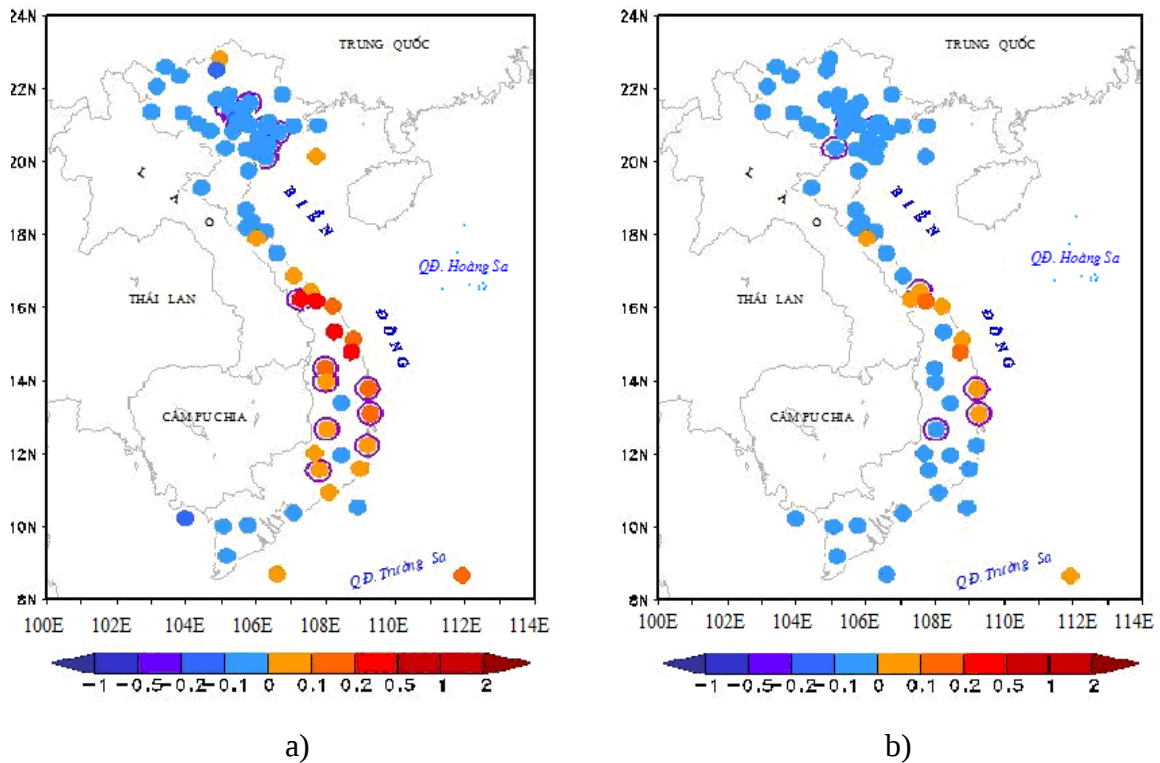
Tương tự xu thế biến đổi của RXx, SNML cũng có xu thế tăng lên trên vùng B4, N1 và N2 với tốc độ tăng nhanh hơn trong mùa thu, nhất là trên vùng N1, SNML đã tăng lên khoảng 1 ngày/thập kỷ. Tất nhiên, SNML trong các mùa trên các vùng B1, B2, B3 và N3 hầu hết đều có xu thế giảm (Hình 3.38c).



Hình 3.38 Xu thế biến đổi của SNML (ngày/thập kỷ) trung bình trên từng vùng của Việt Nam trong từng tháng, mùa, thời kỳ 1961-2010

Xu thế biến đổi của tổng SNML trong năm trên từng trạm cũng được chỉ ra trên Hình 3.39. Cũng tương tự như xu thế tăng, giảm trên các vùng, SNML trên 50 mm trong năm ở hầu hết các trạm vùng B1, B2, B3 và N3 đều có xu thế giảm khoảng 0,3 đến 0,5 ngày/thập kỷ. Song trên vùng N1, một số trạm vùng N2 và phía Nam vùng B4, SNML trên 50 mm lại tăng lên. Đặc biệt, ở một số trạm như Ba Tơ, Trà My, Nam Đông, A Lưới, SNML tăng với tốc độ trên 2 ngày/thập kỷ. Bên cạnh đó, một số trạm như Bắc Quang, Bạch Long Vĩ, Trường Sa, Côn Đảo, SNML cũng có xu thế tăng song với tốc độ tăng chỉ khoảng 0,5 ngày/thập kỷ. Tuy nhiên, xu thế tăng hoặc giảm của tổng SNML trong năm chỉ đạt mức ý nghĩa bằng 10% ở một số ít trạm vùng B3, N1 và N2 (Hình 3.39a).

Trong khi đó, tổng SNML có lượng mưa lớn hơn hoặc bằng 100mm trong năm chỉ có xu thế tăng ở một số trạm trên vùng B4 và N1 như Huế, A Lưới, Nam Đông, Đà Nẵng, Quy Nhơn, Ba Tơ, Quy Nhơn, Tuy Hòa và Trường Sa với tốc độ tăng khoảng 1 ngày/thập kỷ. Ở các trạm khác trên lãnh thổ, SNML trong năm đều có xu thế giảm, mặc dù chỉ có vài trạm đạt mức ý nghĩa 10% (Hình 3.39b).



Hình 3.39 Xu thế biến đổi của SNML lớn hơn 50mm (a) và lớn hơn 100mm (b) trên từng trạm khí tượng của Việt Nam trong thời kỳ 1961-2010.

Như vậy, có thể nói, SNML có xu thế tăng lên ở những trạm có lượng mưa lớn trong năm, tăng mạnh hơn ở những trung tâm mưa và giảm đi ở những trạm hay vùng ít mưa. Hơn nữa, SNML cũng thường tăng lên trong các tháng có cực đại của lượng mưa trên mỗi vùng và giảm đi ở những tháng còn lại. Trong đó, SNML giảm mạnh nhất trên các vùng B1, B2, B3 và N3. Điều này có thể làm cho tình trạng khô hạn và lũ lụt trên mỗi vùng càng trở lên khắc nghiệt hơn.

#### ***Nhận xét chung:***

Nói tóm lại, Ts trên toàn cầu và trên từng vùng đang tăng lên với những tốc độ khác nhau. Ts trên lục địa tăng nhanh hơn trên các đại dương, trong mùa đông

tăng nhanh hơn trong mùa hè,... Sự biến đổi này ít nhiều đã tác động đến cường độ, phạm vi hoạt động của các trung tâm khí áp. Trong khi đó, cũng tương tự những nghiên cứu đã đưa ra trước đó, TXx, TNn, SNNN và NNGG trên hầu hết các vùng khí hậu trên lãnh thổ Việt Nam đều có xu thế tăng lên. Riêng RXx và SNML chỉ có xu thế tăng lên trên các vùng B4, N1 và N2. Tất nhiên, RXx và SNML trên các vùng B1, B2, B3, N3 và SNRĐ trên các vùng khí hậu phía Bắc đều có xu thế giảm. Sự biến đổi của các trung tâm khí áp có thể đã trực tiếp tác động lên các cực trị khí hậu và ECEs làm cho chúng biến đổi rõ rệt hơn và cực đoan hơn. Để chứng minh nhận định này, mối quan hệ giữa một số cực trị khí hậu và hiện tượng khí hậu cực đoan trên lãnh thổ Việt Nam với Ts trung bình toàn cầu và trên từng vùng, cũng như các nhân tố hoàn lưu mà được thể hiện chủ yếu qua sự biến đổi của các trung tâm khí áp sẽ được đưa ra trong chương 4.

## **CHƯƠNG 4: MỐI QUAN HỆ GIỮA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TOÀN CẦU VÀ MỘT SỐ CỰC TRỊ KHÍ HẬU, HIỆN TƯỢNG KHÍ HẬU CỰC ĐOAN Ở VIỆT NAM**

Như đã chỉ ra trong chương 3, dưới ảnh hưởng của BĐKH, nhiệt độ ở mỗi vùng trên Trái đất đang tăng lên với những tốc độ khác nhau, làm thay đổi vị trí và cường độ của các trung tâm khí áp. Bởi vậy, ảnh hưởng của BĐKH toàn cầu đến một số cực trị khí hậu và ECEs ở Việt Nam trước hết được đánh giá dựa trên mối quan hệ giữa từng cực trị và hiện tượng khí hậu với Ts trung bình toàn cầu. Đồng thời, mối quan hệ gián tiếp giữa Ts trên khu vực và hoạt động của một số trung tâm khí áp chính ảnh hưởng đến Việt Nam với các cực trị và ECEs cũng được phân tích, đánh giá trong các mục 4.2 và 4.3 của chương này.

### **4.1 Ảnh hưởng của nhiệt độ không khí bề mặt trung bình toàn cầu**

Sự tăng lên của Ts trung bình toàn cầu đã tác động đến khí hậu làm gia tăng các sự kiện khí hậu cực đoan trên mỗi vùng nói chung và trên lãnh thổ Việt Nam nói riêng. Để chứng minh điều này, mối quan hệ giữa Ts trung bình toàn cầu với một số cực trị khí hậu và ECEs trên lãnh thổ Việt Nam được phân tích dựa trên các HSTQ giữa chúng trong từng tháng, mùa trong năm.

Hiển nhiên rằng, Ts trung bình toàn cầu sẽ có tương quan dương với TXx trung bình trên các vùng, trong đó, những giá trị được tô đậm đều đạt trên mức tin cậy 95% (Bảng 4.1). Vùng có HSTQ cao nhất là vùng N2 với HSTQ trong mọi thời gian đều đạt trên 0,45, đặc biệt trong mùa hè và mùa thu, HSTQ trên vùng này còn đạt đến 0,7. Hơn nữa, trong tháng 4 và mùa xuân, trên các vùng từ B2 đến N1, HSTQ giữa Ts trung bình toàn cầu và TXx cũng tương đối cao (khoảng 0,5). Điều này chứng tỏ, Ts trung bình toàn cầu tăng lên đã góp phần làm cho TXx trên vùng N2 và TXx trong tháng 4 và trong mùa xuân trên các vùng từ B2 đến N1 tăng lên. Tuy nhiên, giá trị HSTQ âm lại đạt được trên vùng N3 trong các tháng mùa xuân, đặc biệt trong tháng 4, HSTQ cũng lên tới -0.47.

Bảng 4.1 Bảng HSTQ giữa Ts trung bình toàn cầu và TXx tháng, trung bình mùa trên các vùng khí hậu của Việt Nam

| Thời gian | Tháng 3     | Tháng 4     | Tháng 5     | Tháng 6     | Tháng 7     | Mùa xuân    | Mùa hè      | Mùa thu     | Mùa đông    |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| B1        | 0.02        | 0.17        | -0.01       | <b>0.35</b> | 0.12        | 0.06        | <b>0.37</b> | <b>0.46</b> | 0.23        |
| B2        | 0.25        | <b>0.51</b> | 0.17        | <b>0.34</b> | 0.01        | <b>0.47</b> | 0.27        | <b>0.52</b> | <b>0.33</b> |
| B3        | <b>0.31</b> | <b>0.49</b> | 0.23        | <b>0.44</b> | 0.17        | <b>0.51</b> | <b>0.41</b> | <b>0.67</b> | <b>0.45</b> |
| B4        | <b>0.37</b> | <b>0.47</b> | 0.15        | <b>0.32</b> | 0.11        | <b>0.49</b> | 0.19        | <b>0.43</b> | <b>0.40</b> |
| N1        | <b>0.54</b> | <b>0.59</b> | <b>0.39</b> | 0.17        | 0.05        | <b>0.66</b> | 0.13        | 0.12        | 0.24        |
| N2        | <b>0.49</b> | <b>0.45</b> | <b>0.58</b> | <b>0.61</b> | <b>0.60</b> | <b>0.57</b> | <b>0.70</b> | <b>0.71</b> | <b>0.53</b> |
| N3        | -0.25       | -0.47       | -0.24       | <b>0.38</b> | <b>0.35</b> | -0.39       | <b>0.51</b> | <b>0.48</b> | -0.23       |

Bảng 4.2 Bảng HSTQ giữa Ts trung bình toàn cầu và SNNN tháng, trung bình mùa trên các vùng khí hậu của Việt Nam

| Thời gian | Tháng 4     | Tháng 5     | Tháng 6     | Tháng 7     | Tháng 8     | Mùa xuân    | Mùa hè      |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| B1        | 0.13        | 0.03        | 0.21        | 0.20        | <b>0.28</b> | 0.12        | <b>0.36</b> |
| B2        | <b>0.36</b> | 0.22        | <b>0.3</b>  | 0.19        | 0.25        | 0.24        | <b>0.39</b> |
| B3        | <b>0.41</b> | 0.21        | <b>0.51</b> | <b>0.31</b> | 0.24        | 0.27        | <b>0.51</b> |
| B4        | <b>0.46</b> | 0.12        | <b>0.44</b> | 0.10        | 0.12        | <b>0.38</b> | <b>0.32</b> |
| N1        | <b>0.58</b> | <b>0.54</b> | <b>0.49</b> | <b>0.44</b> | 0.13        | <b>0.63</b> | <b>0.52</b> |
| N2        | <b>0.56</b> | <b>0.62</b> | <b>0.67</b> | <b>0.61</b> | <b>0.32</b> | <b>0.60</b> | <b>0.71</b> |
| N3        | -0.26       | 0.04        | -0.01       | -0.25       | -0.02       | 0.12        | <b>0.36</b> |

Tương tự TXx, Ts trung bình toàn cầu cũng có tương quan dương cao với SNNN trung bình trên vùng N2. Song do SNNN xảy ra chủ yếu trong các tháng mùa hè, nên HSTQ cao nhất cũng đạt được trong thời kỳ này. Đặc biệt, HSTQ trong các tháng 5, 6 và 7 đều đạt trên 0,6, riêng trong mùa hè đạt 0,71. Trên vùng N1, HSTQ đạt được cũng tương đối cao (trừ tháng 8). Tuy nhiên, HSTQ giữa Ts trung bình toàn cầu và SNNN trên các vùng phía Bắc và Nam Bộ lại khá nhỏ (nhỏ hơn 0,5) và ít nhất có tới 50% các tháng có HSTQ chưa đạt mức tin cậy 95% (Bảng 4.2). Qua

đó cho thấy, sự tăng lên của SNNN trên vùng N1 và N2 trong những tháng đầu và giữa mùa hè có liên quan đến sự tăng lên của Ts trung bình toàn cầu.

Khác với TXX, Ts trung bình toàn cầu có tương quan cao với TNn trong tất cả các tháng và mùa trên cả hai vùng N2 và N3, đặc biệt trong thời kỳ mùa xuân và mùa hè, với HSTQ hầu hết đều đạt trên 0,7. Thậm chí, trong mùa xuân, HSTQ giữa TNn trên vùng N3 với Ts trung bình toàn cầu còn đạt tới 0,82. Mặc dù, trên các vùng phía Bắc, Ts trung bình toàn cầu cũng có tương quan cao với TNn trong các tháng mùa hè, song ở các tháng khác trong năm, HSTQ giữa chúng đạt được đều rất nhỏ và hầu như chưa đạt mức tin cậy 95%.

Bảng 4.3 Bảng HSTQ giữa Ts trung bình toàn cầu và TNn tháng, trung bình mùa trên các vùng khí hậu của Việt Nam

| Thời gian | Tháng 1     | Tháng 4     | Tháng 7     | Tháng 10    | Mùa xuân    | Mùa hè      | Mùa thu     | Mùa đông    |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| B1        | <b>0.35</b> | 0.17        | <b>0.48</b> | 0.26        | <b>0.36</b> | <b>0.62</b> | 0.25        | <b>0.44</b> |
| B2        | 0.26        | 0.02        | <b>0.51</b> | <b>0.28</b> | 0.22        | <b>0.68</b> | <b>0.36</b> | <b>0.45</b> |
| B3        | 0.22        | -0.04       | <b>0.58</b> | 0.27        | 0.18        | <b>0.75</b> | <b>0.33</b> | <b>0.36</b> |
| B4        | 0.26        | 0.12        | <b>0.60</b> | 0.17        | <b>0.28</b> | <b>0.68</b> | 0.27        | <b>0.4</b>  |
| N1        | 0.16        | <b>0.35</b> | <b>0.37</b> | -0.07       | 0.21        | <b>0.31</b> | 0.07        | 0.07        |
| N2        | <b>0.28</b> | <b>0.71</b> | <b>0.73</b> | <b>0.29</b> | <b>0.69</b> | <b>0.73</b> | <b>0.62</b> | <b>0.47</b> |
| N3        | <b>0.48</b> | <b>0.72</b> | <b>0.40</b> | <b>0.56</b> | <b>0.82</b> | <b>0.71</b> | <b>0.69</b> | <b>0.63</b> |

Bảng 4.4 Bảng HSTQ giữa Ts trung bình toàn cầu và SNRĐ trung bình trên các vùng khí hậu phía Bắc trong các tháng mùa đông

| Thời gian | Tháng 11     | Tháng 12 | Tháng 1      | Tháng 2      | Tháng 3 | Mùa đông     |
|-----------|--------------|----------|--------------|--------------|---------|--------------|
| B1        | -0.07        | -0.11    | <b>-0.31</b> | <b>-0.31</b> | -0.08   | <b>-0.47</b> |
| B2        | -0.19        | -0.22    | -0.22        | <b>-0.42</b> | -0.23   | <b>-0.51</b> |
| B3        | <b>-0.28</b> | -0.23    | -0.18        | <b>-0.41</b> | -0.17   | <b>-0.47</b> |
| B4        | -0.21        | -0.22    | -0.24        | <b>-0.35</b> | -0.17   | <b>-0.48</b> |

Thật vậy, trong mùa đông, do các vùng phía Bắc Việt Nam chịu ảnh hưởng mạnh của áp cao Siberia nên cả TNn và SNRĐ trên các vùng này cũng ít bị tác

động trực tiếp bởi sự nóng lên toàn cầu. Điều này cũng được chứng minh dựa trên HSTQ giữa Ts trung bình toàn cầu và SNRĐ trên các vùng này. Bảng 4.4 cho thấy, chỉ riêng trong tháng 2 và trong mùa đông có HSTQ đạt được mức tin cậy 95%, còn trong các tháng khác, HSTQ giữa chúng rất nhỏ.

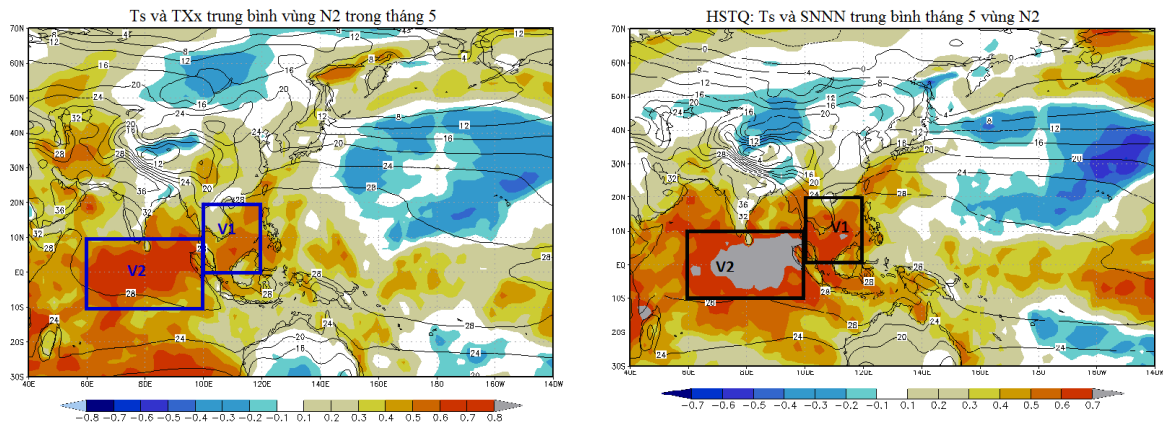
Có thể nói, mưa là một hiện tượng khí tượng ngẫu nhiên, chịu tác động bởi hoàn lưu và địa hình nên mang tính địa phương rất lớn. Bởi thế, sự biến đổi của Ts trung bình toàn cầu dường như không làm ảnh hưởng trực tiếp đến lượng mưa cũng như SNML trên mỗi vùng. Điều này được thể hiện qua mối quan hệ tương quan giữa Ts trung bình toàn cầu với RXx và SNML trung bình trên từng vùng là rất nhỏ và hầu như chưa đạt mức ý nghĩa 5% (Bảng P4.1 và Bảng P4.2).

Như vậy, Ts trung bình toàn cầu tăng lên đã góp phần làm cho TXx (trên vùng N2), TNn (trên vùng N2 và N3), SNNN (trên vùng N1 và N2) tăng lên trong tất cả các tháng, nhất là trong các tháng mùa hè. Trong thời kỳ mùa đông, do chịu ảnh hưởng mạnh của áp cao Siberia nên cả TNn và SNRĐ trên các vùng khí hậu phía Bắc hầu như không chịu ảnh hưởng trực tiếp của Ts trung bình toàn cầu.

#### **4.2 Ảnh hưởng của nhiệt độ không khí bề mặt trên khu vực**

Ts trung bình toàn cầu tăng lên đã ít nhiều làm biến đổi Ts trên mỗi vùng, làm ảnh hưởng không nhỏ đến các cực trị khí hậu và ECES trên khu vực đó. Bởi thế, mối quan hệ của từng cực trị khí hậu và ECE ở Việt Nam với Ts trên khu vực đã được phân tích trước hết dựa vào việc khảo sát các bản đồ HSTQ giữa chúng trong từng tháng.

Kết quả chỉ ra rằng, ở hầu hết các tháng, đặc biệt là các tháng mùa hè, cả TXx và SNNN đều có tương quan dương trên 0,5 (thậm chí còn lên tới 0,7) với Ts trên vùng biển và lãnh thổ phía Nam Việt Nam và biển Ấn Độ Dương. Khi đó, hai vùng có HSTQ lớn hơn hoặc bằng 0,4 đã được xác định (Vùng 1: 0-20<sup>0</sup>N, 100-120<sup>0</sup>E (V1) và Vùng 2: 10<sup>0</sup>S-10<sup>0</sup>N, 60-100<sup>0</sup>E (V2)) và Ts trung bình trên từng vùng lại được tính tương quan với TXx, SNNN trung bình trên từng vùng khí hậu (Hình 4.1, Hình P4.1 và Hình P4.2).



Hình 4.1 Bản đồ HSTQ giữa Ts và TXx (trái) và SNNN (phải) trung bình trong tháng 5 trên vùng N2

Có thể thấy, HSTQ giữa Ts trung bình trên vùng 1 và TXx trên các vùng khí hậu phía Bắc và vùng N2 trong tất cả các tháng và mùa trong năm có tương quan dương khá cao và hầu hết đều đạt mức ý nghĩa 5% (Bảng 4.5).

Bảng 4.5 Bảng HSTQ giữa Ts trung bình vùng V1 và TXx trung bình trên các vùng khí hậu của Việt Nam

| Thời gian | Tháng 3     | Tháng 4     | Tháng 5     | Tháng 6     | Tháng 7     | Mùa xuân    | Mùa hè      | Mùa thu     | Mùa đông    |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| B1        | <b>0.31</b> | <b>0.36</b> | <b>0.31</b> | <b>0.33</b> | 0.12        | <b>0.39</b> | <b>0.30</b> | <b>0.56</b> | <b>0.45</b> |
| B2        | <b>0.50</b> | <b>0.57</b> | <b>0.36</b> | <b>0.34</b> | 0.10        | <b>0.65</b> | <b>0.33</b> | <b>0.58</b> | <b>0.67</b> |
| B3        | <b>0.46</b> | <b>0.50</b> | <b>0.37</b> | <b>0.46</b> | <b>0.32</b> | <b>0.63</b> | <b>0.51</b> | <b>0.68</b> | <b>0.73</b> |
| B4        | <b>0.64</b> | <b>0.56</b> | <b>0.60</b> | <b>0.49</b> | <b>0.40</b> | <b>0.73</b> | <b>0.44</b> | <b>0.49</b> | <b>0.65</b> |
| N1        | 0.06        | 0.01        | 0.12        | 0.21        | 0.07        | 0.06        | 0.13        | 0.10        | 0.11        |
| N2        | <b>0.49</b> | <b>0.47</b> | <b>0.60</b> | <b>0.53</b> | <b>0.55</b> | <b>0.56</b> | <b>0.60</b> | <b>0.60</b> | <b>0.46</b> |
| N3        | 0.24        | 0.15        | 0.25        | 0.26        | 0.22        | 0.23        | 0.26        | 0.21        | <b>0.30</b> |

Bên cạnh đó, sự biến đổi của Ts trung bình trên vùng 2 cũng có ảnh hưởng không nhỏ đến TXx trên các vùng B2, B3, B4 và N2 với HSTQ đạt được trong tất cả các tháng (trừ tháng 7) đều đạt mức ý nghĩa 5%, thậm chí HSTQ trên vùng N2 cũng lên tới 0,71. Ngược lại, HSTQ giữa TXx trên vùng N1 và N3 với Ts trung bình vùng 1 và 2 rất thấp và hầu như đều chưa đạt mức tin cậy 95% (Bảng 4.6).

Bảng 4.6 Bảng HSTQ giữa Ts trung bình vùng V2 và TXx tháng, trung bình mùa trên các vùng khí hậu của Việt Nam

| Thời gian | Tháng 3     | Tháng 4     | Tháng 5     | Tháng 6     | Tháng 7     | Mùa xuân    | Mùa hè      | Mùa thu     | Mùa đông    |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| B1        | 0.22        | 0.19        | 0.18        | <b>0.41</b> | 0.04        | <b>0.30</b> | <b>0.33</b> | <b>0.36</b> | 0.21        |
| B2        | <b>0.42</b> | <b>0.44</b> | <b>0.36</b> | <b>0.43</b> | 0.06        | <b>0.60</b> | <b>0.35</b> | <b>0.46</b> | <b>0.42</b> |
| B3        | <b>0.41</b> | <b>0.42</b> | <b>0.39</b> | <b>0.57</b> | <b>0.30</b> | <b>0.58</b> | <b>0.51</b> | <b>0.63</b> | <b>0.56</b> |
| B4        | <b>0.51</b> | <b>0.45</b> | <b>0.46</b> | <b>0.52</b> | 0.27        | <b>0.66</b> | <b>0.38</b> | <b>0.33</b> | <b>0.55</b> |
| N1        | 0.27        | 0.25        | 0.16        | 0.15        | 0.09        | 0.23        | 0.13        | <b>0.28</b> | <b>0.29</b> |
| N2        | <b>0.51</b> | <b>0.47</b> | <b>0.68</b> | <b>0.69</b> | <b>0.54</b> | <b>0.59</b> | <b>0.71</b> | <b>0.69</b> | <b>0.50</b> |
| N3        | <b>0.32</b> | 0.24        | 0.18        | 0.13        | 0.12        | 0.26        | 0.14        | 0.25        | <b>0.36</b> |

Bảng 4.7 Bảng HSTQ giữa Ts trung bình vùng V1 và SNNN trên các vùng khí hậu của Việt Nam

| Thời gian | Tháng 3     | Tháng 4     | Tháng 5     | Tháng 6     | Tháng 7     | Tháng 8     | Mùa xuân    | Mùa hè      |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| B1        | <b>0.39</b> | <b>0.41</b> | <b>0.40</b> | 0.27        | 0.21        | 0.24        | <b>0.40</b> | <b>0.35</b> |
| B2        | 0.10        | <b>0.44</b> | <b>0.41</b> | <b>0.31</b> | 0.21        | 0.25        | <b>0.30</b> | <b>0.39</b> |
| B3        | 0.16        | <b>0.46</b> | <b>0.43</b> | <b>0.5</b>  | <b>0.47</b> | <b>0.28</b> | <b>0.35</b> | <b>0.58</b> |
| B4        | <b>0.60</b> | <b>0.58</b> | <b>0.52</b> | <b>0.56</b> | <b>0.39</b> | 0.19        | <b>0.61</b> | <b>0.52</b> |
| N1        | 0.04        | 0.07        | 0.25        | <b>0.32</b> | 0.13        | 0.10        | 0.11        | 0.20        |
| N2        | <b>0.59</b> | <b>0.69</b> | <b>0.72</b> | <b>0.68</b> | <b>0.67</b> | <b>0.42</b> | <b>0.69</b> | <b>0.76</b> |
| N3        | 0.25        | 0.19        | <b>0.32</b> | 0.26        | 0.20        | 0.24        | 0.27        | 0.25        |

Tương tự, HSTQ giữa Ts trung bình trên hai vùng này với SNNN trên các vùng khí hậu phía Bắc và vùng N2 trong hầu hết các tháng và trong mùa hè cũng khá cao và đều đạt được mức ý nghĩa 5%. Đặc biệt, HSTQ giữa Ts trung bình trên vùng 2 và SNNN trong các tháng mùa hè trên vùng N2 còn lên tới trên 0,7, thậm chí, trong tháng 5 và mùa xuân, HSTQ còn bằng 0,80 và 0,76 một cách tương ứng. Trong các tháng đầu và cuối mùa hè (tháng 3 và tháng 8), do SNNN không nhiều nên HSTQ đạt được cũng không cao, song trên vùng B4 và N2 trong tháng 3, HSTQ cũng lên tới 0,6 (Bảng 4.7 và Bảng 4.8). Kết quả này một lần nữa cho thấy,

có một mối quan hệ chặt chẽ giữa Ts trung bình toàn cầu cũng như Ts trên hai vùng này với TXX và SNNN trên các vùng khí hậu phía Bắc và vùng N2. Có thể nói rằng, khi nhiệt độ không khí bề mặt trên hai vùng biển này tăng thì TXX và SNNN trên các vùng khí hậu này cũng tăng lên và ngược lại.

Bảng 4.8 Bảng HSTQ giữa Ts trung bình vùng V2 và SNNN trên các vùng khí hậu của Việt Nam

| Thời gian | Tháng 3     | Tháng 4     | Tháng 5     | Tháng 6     | Tháng 7     | Tháng 8     | Mùa xuân    | Mùa hè      |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| B1        | 0.26        | 0.23        | <b>0.32</b> | <b>0.32</b> | 0.12        | 0.23        | <b>0.37</b> | <b>0.40</b> |
| B2        | 0.12        | <b>0.41</b> | <b>0.42</b> | <b>0.40</b> | <b>0.30</b> | 0.15        | <b>0.46</b> | <b>0.49</b> |
| B3        | 0.20        | <b>0.45</b> | <b>0.42</b> | <b>0.61</b> | <b>0.42</b> | 0.20        | <b>0.47</b> | <b>0.63</b> |
| B4        | <b>0.53</b> | <b>0.38</b> | <b>0.37</b> | <b>0.54</b> | <b>0.30</b> | 0.19        | <b>0.59</b> | <b>0.48</b> |
| N1        | 0.25        | <b>0.29</b> | <b>0.29</b> | 0.27        | 0.19        | 0.16        | <b>0.29</b> | 0.21        |
| N2        | <b>0.60</b> | <b>0.68</b> | <b>0.80</b> | <b>0.69</b> | <b>0.50</b> | <b>0.40</b> | <b>0.76</b> | <b>0.70</b> |
| N3        | <b>0.33</b> | 0.27        | 0.23        | 0.12        | 0.11        | 0.15        | <b>0.29</b> | 0.13        |

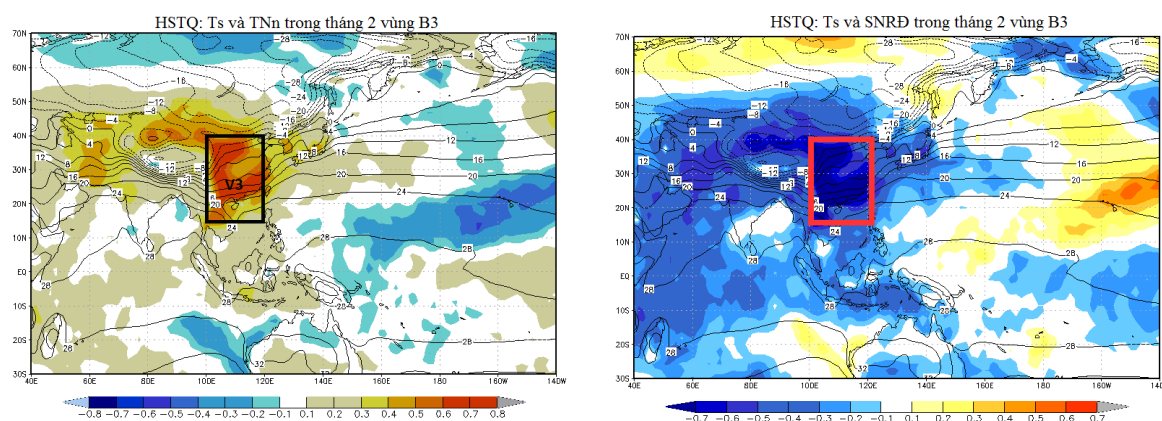
Bảng 4.9 Bảng HSTQ giữa Ts trung bình vùng V1 và TNn trung bình trên các vùng khí hậu của Việt Nam

| Thời gian | Tháng 11    | Tháng 12    | Tháng 1     | Tháng 2     | Tháng 3     | Mùa xuân    | Mùa hè      | Mùa thu     | Mùa đông    |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| B1        | <b>0.48</b> | <b>0.47</b> | <b>0.60</b> | <b>0.45</b> | <b>0.48</b> | <b>0.50</b> | <b>0.51</b> | <b>0.43</b> | <b>0.58</b> |
| B2        | <b>0.40</b> | <b>0.36</b> | <b>0.49</b> | <b>0.44</b> | <b>0.45</b> | <b>0.36</b> | <b>0.55</b> | <b>0.43</b> | <b>0.55</b> |
| B3        | <b>0.36</b> | <b>0.28</b> | <b>0.40</b> | <b>0.37</b> | <b>0.43</b> | <b>0.28</b> | <b>0.63</b> | <b>0.33</b> | <b>0.42</b> |
| B4        | <b>0.47</b> | <b>0.44</b> | <b>0.65</b> | <b>0.54</b> | <b>0.58</b> | <b>0.55</b> | <b>0.52</b> | <b>0.33</b> | <b>0.64</b> |
| N1        | 0.17        | 0.24        | 0.08        | 0.03        | 0.05        | 0.04        | 0.14        | 0.11        | 0.11        |
| N2        | <b>0.75</b> | <b>0.52</b> | <b>0.63</b> | <b>0.66</b> | <b>0.66</b> | <b>0.67</b> | <b>0.55</b> | <b>0.69</b> | <b>0.69</b> |
| N3        | 0.24        | 0.24        | 0.27        | 0.26        | 0.26        | 0.25        | 0.26        | 0.21        | <b>0.32</b> |

Mối quan hệ giữa Ts trung bình trên vùng V1 và TNn trung bình trên các vùng khí hậu Việt Nam cũng được chỉ ra trong Bảng 4.9. Có thể thấy, Ts trung bình trên vùng 1 có tương quan dương khá cao với TNn trên các vùng khí hậu phía Bắc và vùng N2 với HSTQ đạt được trong tất cả các tháng mùa đông và các mùa trong

năm đều thoả mãn mức ý nghĩa 5%. Đặc biệt, HSTQ đạt được trên vùng N2 hầu hết đều lớn hơn 0,6, thậm chí còn lên tới 0,75 (trong tháng 11).

Tương tự, bản đồ tương quan giữa Ts với TNn và SNRĐ trung bình trên các vùng trong từng tháng cũng được phân tích để khảo sát mối quan hệ giữa chúng (Hình 4.3, P4.3 và P4.4).



Hình 4.2 Bản đồ HSTQ giữa Ts với TNn và SNRĐ vùng B3 trong tháng 2

Trong mùa đông, do Ts trên các vùng khí hậu phía Bắc Việt Nam chịu ảnh hưởng chủ yếu của áp cao Siberia, nên cả TNn và SNRĐ trên lãnh thổ đều ít chịu ảnh hưởng của Ts trung bình toàn cầu. Hiển nhiên rằng, sự lạnh đi của Ts do hoạt động của áp cao này sẽ ảnh hưởng không nhỏ đến TNn và SNRĐ trên các khu vực phía Bắc. Ts giảm sẽ làm cho TNn giảm đi và SNRĐ tăng lên. Hình 4.2 chỉ rõ vùng mà Ts có tương quan cao với TNn hoặc SNRĐ (V3). Với HSTQ đạt trên 0,6 (đối với TNn) và nhỏ hơn -0,6 (đối với SNRĐ), đây là vùng bao trùm lãnh thổ phía Bắc Việt Nam và phía Nam lục địa Trung Quốc, nơi chịu ảnh hưởng bởi áp cao Siberia trong mùa đông (V3:  $15^{\circ}$  -  $40^{\circ}$ N;  $100^{\circ}$ E -  $120^{\circ}$ E)

Mối quan hệ giữa Ts trung bình trên vùng V3 với TNn và SNRĐ trên từng vùng khí hậu Việt Nam đã được chỉ ra trong Bảng 4.10 và Bảng 4.11. Có thể thấy rất rõ, Ts trung bình trên vùng V3 có ảnh hưởng rất lớn đến TNn và SNRĐ trên các vùng khí hậu phía Bắc Việt Nam. Điều này được biểu diễn thông qua Bảng HSTQ giữa chúng trong các tháng mùa đông cũng như ở tất cả các mùa trong năm.

Thật vậy, HSTQ giữa Ts trung bình trên vùng V3 với TNn trên các vùng phía Bắc trong tất cả các tháng và mùa đều đạt mức tin cậy 95%. Đặc biệt, trên các

vùng B2, B3 và B4, HSTQ trong hầu hết các tháng đều lớn hơn 0,6, thậm chí còn lên tới 0,7 (trên vùng B2 và B3, trong tháng 2) (Bảng 4.10).

Bảng 4.10 Bảng HSTQ giữa Ts trung bình vùng V3 với TNn trung bình trên các vùng khí hậu của Việt Nam

| Thời gian | Tháng 11    | Tháng 12    | Tháng 1     | Tháng 2     | Tháng 3     | Mùa xuân    | Mùa hè      | Mùa thu     | Mùa đông    |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| B1        | <b>0.40</b> | <b>0.49</b> | <b>0.56</b> | <b>0.56</b> | <b>0.44</b> | <b>0.40</b> | <b>0.39</b> | <b>0.34</b> | <b>0.55</b> |
| B2        | <b>0.61</b> | <b>0.65</b> | <b>0.65</b> | <b>0.71</b> | <b>0.54</b> | <b>0.39</b> | <b>0.50</b> | <b>0.50</b> | <b>0.66</b> |
| B3        | <b>0.71</b> | <b>0.65</b> | <b>0.63</b> | <b>0.70</b> | <b>0.57</b> | <b>0.37</b> | <b>0.40</b> | <b>0.50</b> | <b>0.63</b> |
| B4        | <b>0.63</b> | <b>0.66</b> | <b>0.60</b> | <b>0.58</b> | <b>0.42</b> | <b>0.43</b> | 0.25        | <b>0.45</b> | <b>0.57</b> |
| N1        | 0.25        | <b>0.42</b> | 0.01        | -0.05       | -0.13       | -0.07       | -0.02       | 0.11        | 0.13        |
| N2        | <b>0.34</b> | 0.19        | <b>0.47</b> | <b>0.36</b> | 0.26        | <b>0.34</b> | <b>0.47</b> | <b>0.52</b> | <b>0.43</b> |
| N3        | <b>0.51</b> | <b>0.31</b> | <b>0.31</b> | 0.08        | -0.06       | 0.00        | 0.18        | <b>0.33</b> | <b>0.28</b> |

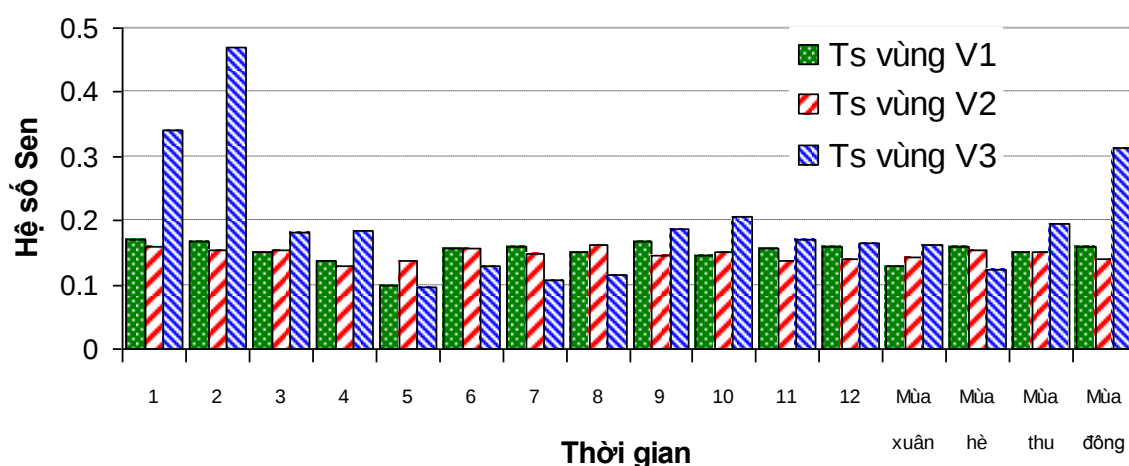
Đối với SNRĐ trên các vùng khí hậu phía Bắc, HSTQ đạt được trong các tháng và trong mùa đông đều nhỏ hơn -0,6. Riêng trong tháng 2, HSTQ đạt được đều nhỏ hơn -0,75. Vùng B1 là vùng ít chịu tác động của áp cao Siberia nhất nên HSTQ giữa Ts vùng V3 với TNn cũng như SNRĐ trên vùng này thường nhỏ nhất. Tuy nhiên, trong tháng 2, HSTQ giữa Ts trung bình vùng V3 với SNRĐ vùng B1 cũng lên tới -0,75. Tất nhiên, trên các vùng B2, B3 và B4 HSTQ đạt được cao hơn hẳn với các giá trị tương ứng là -0,91, -0,89 và -0,8 (Bảng 4.11).

Bảng 4.11 Bảng HSTQ giữa Ts trung bình vùng V3 với SNRĐ trên các vùng khí hậu phía Bắc Việt Nam

| Thời gian | Tháng 11     | Tháng 12     | Tháng 1      | Tháng 2      | Tháng 3      | Mùa xuân     | Mùa thu      | Mùa đông     |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| B1        | <b>-0.43</b> | <b>-0.60</b> | <b>-0.67</b> | <b>-0.75</b> | <b>-0.56</b> | <b>-0.34</b> | -0.18        | <b>-0.64</b> |
| B2        | <b>-0.66</b> | <b>-0.77</b> | <b>-0.72</b> | <b>-0.91</b> | <b>-0.73</b> | <b>-0.51</b> | <b>-0.37</b> | <b>-0.82</b> |
| B3        | <b>-0.59</b> | <b>-0.79</b> | <b>-0.63</b> | <b>-0.89</b> | <b>-0.70</b> | <b>-0.53</b> | <b>-0.38</b> | <b>-0.80</b> |
| B4        | <b>-0.60</b> | <b>-0.77</b> | <b>-0.70</b> | <b>-0.80</b> | <b>-0.55</b> | <b>-0.40</b> | <b>-0.33</b> | <b>-0.75</b> |

Có thể nói, Ts trung bình trên vùng V3 có vai trò quan trọng làm biến đổi TNn và SNRĐ trên các vùng khí hậu phía Bắc Việt Nam. Nếu Ts trung bình trên vùng V3 tăng lên thì TNn cũng sẽ tăng lên, còn SNRĐ thì lại giảm đi và ngược lại.

Xu thế biến đổi của nhiệt độ không khí bề mặt trên vùng V1, vùng V2 và vùng V3 trong thời kỳ 1961-2010 cũng được chỉ ra trên Hình 4.3. Có thể thấy rất rõ, Ts trung bình trên cả ba vùng V1, V2 và V3 đều có xu thế tăng lên với tốc độ tăng tương đối đồng đều giữa các vùng (khoảng  $0,15^{\circ}\text{C}/\text{thập kỷ}$ ). Hơn nữa, Ts trung bình trên vùng V3 có tốc độ tăng mạnh nhất, đặc biệt là trong thời kỳ mùa đông. Thậm chí, trong tháng 1 và 2, Ts trung bình vùng V3 tăng lên với tốc độ gấp 2 và 3 lần so với các tháng khác trong năm. Tương tự vùng V3, do vùng V1 có một phần diện tích nằm trên lục địa, nên Ts trung bình trên vùng này trong các tháng mùa đông cũng tăng nhanh hơn Ts trên vùng V2 (vùng nằm trên biển Ấn Độ Dương). Ngược lại, trong thời kỳ mùa hè, Ts trên vùng V3 và V1 lại có xu thế tăng lên chậm hơn so với Ts trên vùng V2 (Hình 4.3). Kết quả này hoàn toàn phù hợp với xu thế biến đổi của Ts trung bình toàn cầu cũng như Ts trên lục địa và đại dương trong các mùa.



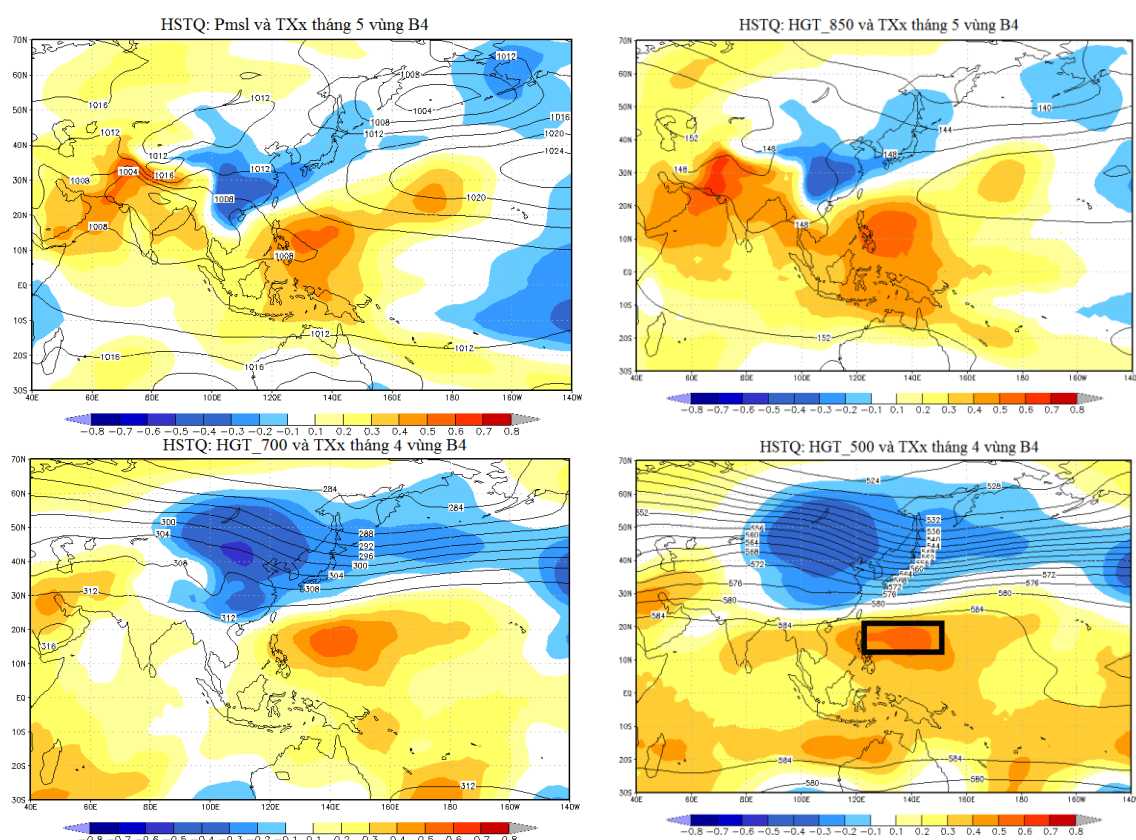
Hình 4.3 Xu thế biến đổi của nhiệt độ không khí bề mặt trên vùng V1 ( $0-15^{\circ}\text{N}$ ;  $100-120^{\circ}\text{E}$ ), vùng V2 ( $10^{\circ}\text{S}-10^{\circ}\text{N}$ ;  $60-100^{\circ}\text{E}$ ) và vùng V3 ( $15-40^{\circ}\text{N}$ ;  $100-120^{\circ}\text{E}$ ) trong thời kỳ 1961-2010

Như vậy, Ts trung bình vùng V1 và vùng V2 tăng lên đã làm TXX, TNN và SNNN trên các vùng khí hậu phía Bắc và Tây Nguyên tăng lên. Trong đó, Tây Nguyên là vùng chịu ảnh hưởng mạnh mẽ nhất bởi sự tăng nhiệt trên hai vùng này. Hơn nữa, Ts trung bình vùng V3 tăng lên cũng làm tăng TNN và giảm SNRĐ trên các vùng khí hậu phía Bắc lãnh thổ. Riêng RXx và SNML trên các vùng, mặc dù vẫn biến đổi liên tục theo thời gian, song lại hầu như ít bị ảnh hưởng trực tiếp bởi sự

biến đổi của Ts trung bình toàn cầu cũng như Ts trên khu vực. Do đó, tác động của nhân tố hoàn lưu được thể hiện thông qua ảnh hưởng của các trung tâm khí áp sẽ được phân tích trong mục 4.3 dưới đây.

### 4.3 Ảnh hưởng của các trung tâm khí áp

Như đã đề cập đến trong chương 2, để xác định mối quan hệ giữa các cực trị khí hậu và ECE với hoạt động của các trung tâm khí áp, bản đồ HSTQ của từng cực trị khí hậu và ECE đó với các trường toàn cầu như Pmsl, HGT trên các mực khí áp chuẩn 850, 700, 500 và 200hPa đã được phân tích trong từng tháng.



Hình 4.4 Bản đồ HSTQ giữa trường Pmsl và trường HGT mực 850 hPa với TXx trung bình vùng B4 tháng 5 (trên) và trường HGT mực 700, 500 hPa với TXx trung bình tháng 4 (dưới). Trong đó, các đường liền nét là đường đẳng áp (a) và đẳng độ cao địa thế vị (b, c và d) trung bình tháng 4 và 5 trong thời kỳ 1961-2010.

Bản đồ HSTQ giữa TXx và SNNN với trường Pmsl và trường HGT trên các mực chỉ ra rằng, trong các tháng đầu mùa hè, TXx và SNNN có tương quan âm với khí áp tại vùng rìa phía Nam của áp cao Siberia, nhưng lại có tương quan dương với

rià phía Tây Nam của ACTBD và phía Đông Nam áp thấp Ấn Miến với giá trị tuyệt đối của HSTQ dao động từ 0,4 đến 0,6 (Hình 4.4 và Hình 4.5). Điều này chứng tỏ, tuy đã suy yếu trong các tháng cuối đông, song áp cao Siberia vẫn có ảnh hưởng không nhỏ đến nhiệt độ trên các vùng phía Bắc Việt Nam. Hơn nữa, khi ACTBD mạnh hơn, lấn sang phía Tây và ảnh hưởng bao trùm khu vực thì bầu trời sẽ quang mây, làm tăng TXx cũng như SNNN trên lãnh thổ.

Bởi vậy, vùng có tương quan dương cao trên 0,5 đặc trưng cho ACTBD trên bản đồ tương quan giữa HGT mực 500 hPa và TXx vùng B4 đã được xác định ( $10^{\circ}$ - $20^{\circ}$ N;  $120^{\circ}$ - $150^{\circ}$ E) (Hình 4.4). Từ đó, HGT trung bình trên vùng này lại được tính tương quan với TXx trung bình trên các vùng của Việt Nam.

Bảng 4.12 Bảng HSTQ giữa TXx và HGT trung bình vùng ( $10^{\circ}$  -  $20^{\circ}$ N;  $120^{\circ}$  -  $150^{\circ}$ E) trên mực 500 hPa.

| Thời gian | Tháng 4     | Tháng 5     | Tháng 7     | Tháng 10    | Tháng 11    | Mùa xuân    | Mùa hè      | Mùa thu     | Mùa đông    |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| B1        | <b>0.36</b> | <b>0.29</b> | 0.20        | <b>0.40</b> | <b>0.35</b> | <b>0.5</b>  | <b>0.33</b> | <b>0.48</b> | 0.19        |
| B2        | <b>0.41</b> | <b>0.32</b> | 0.11        | <b>0.28</b> | <b>0.43</b> | <b>0.52</b> | 0.14        | <b>0.48</b> | <b>0.38</b> |
| B3        | <b>0.43</b> | <b>0.35</b> | <b>0.29</b> | <b>0.45</b> | <b>0.51</b> | <b>0.51</b> | <b>0.33</b> | <b>0.58</b> | <b>0.47</b> |
| B4        | <b>0.53</b> | <b>0.48</b> | <b>0.37</b> | <b>0.28</b> | <b>0.45</b> | <b>0.61</b> | <b>0.34</b> | <b>0.41</b> | <b>0.46</b> |
| N1        | 0.07        | 0.20        | 0.16        | 0.19        | <b>0.39</b> | 0.16        | 0.17        | <b>0.28</b> | 0.14        |
| N2        | <b>0.36</b> | <b>0.44</b> | <b>0.50</b> | <b>0.57</b> | <b>0.53</b> | <b>0.56</b> | <b>0.50</b> | <b>0.66</b> | <b>0.43</b> |
| N3        | 0.15        | 0.25        | 0.20        | 0.06        | 0.26        | 0.20        | 0.24        | 0.22        | 0.17        |

Bảng 4.12 chỉ ra HSTQ của TXx và HGT trung bình vùng  $10^{\circ}$ - $20^{\circ}$ N;  $120^{\circ}$ - $150^{\circ}$ E trong một số tháng đặc trưng và trong cả 4 mùa. Có thể nhận thấy, HGT ở rìa phía tây của ACTBD có tương quan dương với TXx trên các vùng khí hậu phía Bắc và vùng N2 trong hầu hết các tháng. Đặc biệt, vùng N2, B3, B4 là những vùng có tương quan cao với HSTQ trong các tháng (trừ tháng 2) đều đạt mức tin cậy trên 95%. Trong đó, HSTQ trong mùa xuân và mùa thu đều đạt trên 0,5, thậm chí, trên vùng B4 (trong mùa xuân) và vùng N2 (trong mùa thu), HSTQ lên tới 0,61 và 0,66 tương ứng. Ngược lại, HSTQ trên vùng N1 chỉ đạt mức tin cậy trên 95% trong



Có thể nhận thấy, SNNN vùng B4 có tương quan âm với khí áp tại vùng rìa phía Nam của áp cao Siberia (hình 4.5a và 4.5b), nhưng lại có tương quan dương với rìa phía Tây Nam của ACTBD với giá trị tuyệt đối của HSTQ dao động từ 0,3 đến 0,6 (hình 4.5).

Từ đó, vùng đặc trưng cho hoạt động của ACTBD trên tất cả các bản đồ là vùng rìa phía tây nam của áp cao này có HSTQ dương lớn hơn 0,3 (đảm bảo mức tin cậy trên 95%) đã được xác định. Đây là các vùng V4, V5, V6:  $130^{\circ}\text{E}$  -  $160^{\circ}\text{E}$ ,  $10^{\circ}\text{N}$  –  $20^{\circ}\text{N}$  (hình 4.5a, b, c) và vùng V7:  $10^{\circ}\text{N}$ - $20^{\circ}\text{N}$ ;  $110^{\circ}\text{E}$ - $140^{\circ}\text{E}$  (hình 4.5d). Đồng thời, Pmsl trung bình trên vùng V4, HGT trung bình trên các vùng V5, V6, V7 và vùng trung tâm của ACTBD (V8):  $20^{\circ}\text{N}$  -  $35^{\circ}\text{N}$ ;  $140^{\circ}\text{E}$ - $160^{\circ}\text{W}$  [39] trong thời gian từ tháng 3 đến tháng 9 lại được tính tương quan với tổng SNNN trong năm trên từng vùng khí hậu Việt Nam (Bảng 4.13).

Bảng 4.13 Bảng HSTQ giữa tổng SNNN trong năm trên từng vùng khí hậu Việt Nam với Pmsl trung bình vùng V4 và HGT trung bình vùng V5, V6, V7 và V8

| VÙNG      | B1   | B2   | B3   | B4   | N1   | N2   | N3   |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|
| V4 - Pmsl | 0.39 | 0.28 | 0.33 | 0.52 | 0.24 | 0.42 | 0.55 |
| V5 – H850 | 0.48 | 0.34 | 0.42 | 0.61 | 0.35 | 0.52 | 0.54 |
| V6 - H700 | 0.57 | 0.43 | 0.53 | 0.68 | 0.48 | 0.63 | 0.51 |
| V7 - H500 | 0.58 | 0.50 | 0.61 | 0.68 | 0.61 | 0.69 | 0.39 |
| V8 - H500 | 0.34 | 0.27 | 0.41 | 0.48 | 0.30 | 0.37 | 0.28 |

Từ Bảng 4.13 cho thấy, tổng SNNN trong năm trên các vùng khí hậu Việt Nam đều có quan hệ khá chặt chẽ với hoạt động của ACTBD với HSTQ giữa chúng hầu hết đều đạt độ tin cậy 95%.

Như chúng ta đã biết, tuy phát triển từ tầng thấp lên tầng cao, song ACTBD thường hoạt động mạnh nhất và cũng được thể hiện rõ nhất trên mực 500 hPa. Hoạt động của áp cao này ở các mực trên cao (từ 850 hPa đến 500 hPa) đã tạo ra dòng ráng động lực làm bầu trời quang mây, tạo điều kiện thuận lợi cho nắng nóng phát triển. Song càng lên cao, ACTBD càng lấn mạnh hơn sang phía tây nên so với các

mức bề mặt, 850 hPa và 700 hPa thì sự biến đổi cường độ của áp cao này trên mức 500 hPa sẽ có ảnh hưởng mạnh hơn đến SNNN trên các vùng khí hậu Việt Nam.

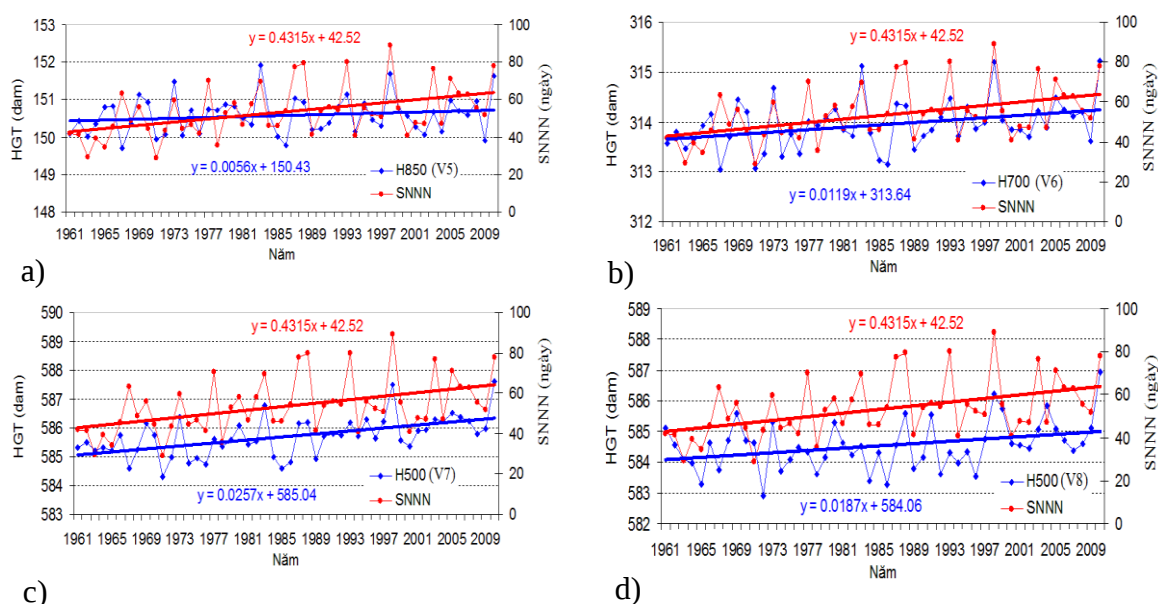
Thật vậy, HSTQ giữa HGT trung bình vùng V7 và SNNN trên các vùng đều đạt mức ý nghĩa 5%. Đặc biệt, trên vùng B4 và N2, HSTQ giữa chúng còn lên tới xấp xỉ 0,7. Tuy nhiên, do nằm ở vùng trung tâm Thái Bình Dương nên cường độ tại trung tâm ACTBD không làm ảnh hưởng nhiều đến SNNN trên các vùng. Điều này được thể hiện thông qua giá trị HSTQ giữa HGT trung bình tại vùng trung tâm của ACTBD trên mức 500 hPa (V8) với SNNN trên các vùng không cao, với giá trị cao nhất đạt được trên vùng B4 là 0,48 (Bảng 4.13). Có thể thấy, cường độ của ACTBD có liên quan chặt chẽ đến SNNN trên vùng B4. Do đó, sự mạnh lên của áp cao này có thể là một trong những nguyên nhân làm tăng SNNN trên khu vực. Bởi thế, trong luận án này, mối quan hệ giữa cường độ của ACTBD và SNNN trên vùng B4 sẽ được phân tích rõ hơn qua các năm có SNNN nhiều và ít trong từng thời kỳ.

Cụ thể, sự biến đổi của tổng SNNN trong năm và Pmsl hay HGT trung bình trên các vùng (từ V5 đến V8) trong thời gian từ tháng 3 đến tháng 9 hàng năm đã được chỉ ra trên Hình 4.6.

Có thể nhận thấy, cả SNNN trên vùng B4 và HGT trung bình trên các vùng (từ V5 đến V8) trong thời kỳ 1961-2010 đều có xu thế tăng lên với tốc độ tăng của SNNN lên tới hơn 4 ngày/thập kỷ. Còn cường độ tại vùng trung tâm và vùng rìa phía tây của ACTBD trên các mức thì tăng lên với những tốc độ khác nhau. Trên mức 500 hPa, cường độ của áp cao này tăng mạnh nhất với tốc độ đạt tới xấp xỉ 0,3 dam/thập kỷ (vùng V7) và 0,2 dam/thập kỷ (vùng V8). Trên các mức 700 hPa và 850 hPa, cường độ tại vùng V6 và V5 có tốc độ tăng giảm dần và chỉ đạt xấp xỉ 0,1 dam/thập kỷ (Hình 4.6).

Hơn nữa, những năm có SNNN xảy ra nhiều cũng là những năm có HGT trên các vùng từ V5 đến V8 tăng cao và ngược lại. Điều này được thể hiện rõ nhất trong các năm 1965, 1969, 1973, 1978, 1980, 1983, 1988, 1989, 1998, 2000 và 2010. Riêng trong năm 1967 và 2004, SNNN vùng B4 và cường độ của ACTBD lại có quan hệ trái ngược nhau (hình 4.6). Tuy vậy, ảnh hưởng của ACTBD đến SNNN

vùng B4 cũng đã khá rõ ràng, khi ACTBD tăng cường, sẽ làm tăng khả năng xảy ra nắng nóng hay SNNN trên khu vực.



Hình 4.6 Sự biến đổi của tổng SNNN trong năm trung bình vùng B4 và HGT trung bình vùng V5 (a), V6 (b), V7 (c) và V8 (d) trong thời gian từ tháng 3 đến tháng 9, thời kỳ 1961-2010.

Để thấy rõ hơn hoạt động của ACTBD thông qua sự dịch chuyển của nó sang phía Tây trong các năm có SNNN nhiều hoặc ít, luận án đã chọn ra 5 năm có SNNN cao nhất và 5 năm có SNNN thấp nhất trong từng thời kỳ 1961-1990 và 1991-2010. Trong thời kỳ 1961-1990, 5 năm có SNNN cao nhất là các năm 1967, 1977, 1983, 1987 và 1988 với tổng SNNN trung bình vùng đều đạt trên 63 ngày/năm. Ngược lại, 5 năm có tổng SNNN thấp nhất là các năm 1963, 1964, 1965, 1971 và 1978 với tổng SNNN trung bình vùng chỉ xảy ra dưới 40 ngày/năm. Dưới ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, SNNN trong thời kỳ 1991-2010 cao hơn nhiều trong thời kỳ 1961-1990. Trong thời kỳ này, 5 năm có SNNN cao nhất là các năm 1993, 1998, 2003, 2005 và 2010 với tổng SNNN trung bình vùng đều đạt trên 71 ngày/năm, đặc biệt năm 1998, SNNN còn lên tới xấp xỉ 90 ngày/năm. Nhưng trong 5 năm 1994, 2000, 2001, 2002 và 2004, tổng SNNN trung bình vùng chỉ xảy ra dưới 48 ngày/năm.

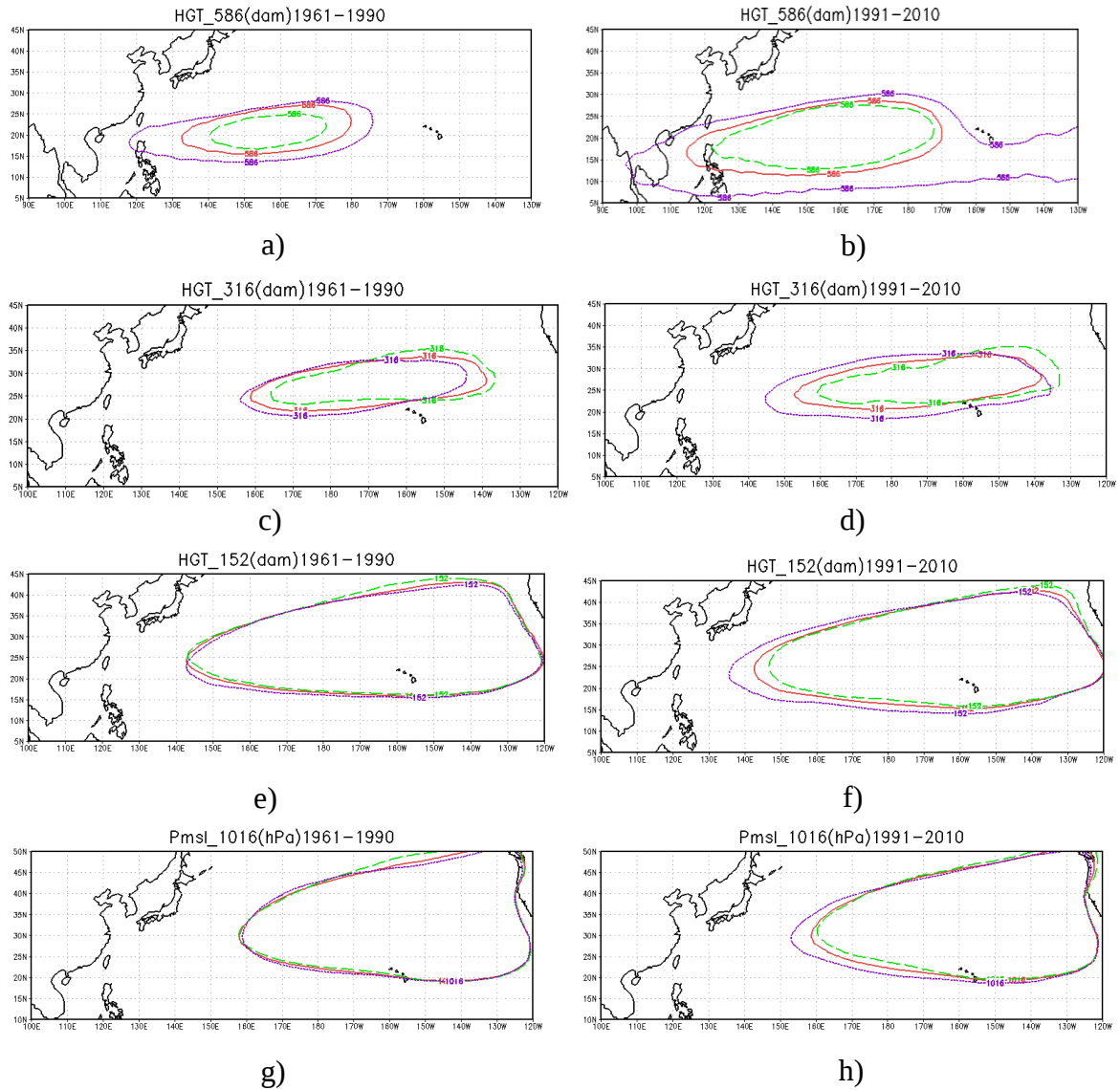
Khi đó, sự dịch chuyển cũng như phạm vi hoạt động của ACTBD trên các mực được xác định dựa trên vị trí của các đường đẳng áp 1016 hPa tại bề mặt, các

đường 152 dam, 316 dam và 586 dam tương ứng trên các mực 850 hPa, 700 hPa và 500 hPa đã được chỉ ra trong Hình 4.7. Các đường này được tính trung bình trong thời gian từ tháng 3 đến tháng 9 của 5 năm có SNNN nhiều nhất, 5 năm có SNNN ít nhất và của tất cả các năm trong từng thời kỳ 1961-1990 và 1991-2010.

Hình 4.7 chỉ ra đường 586 dam trên mực 500 hPa, đường 316 dam trên mực 700 hPa, đường 152 dam trên mực 850 hPa và đường 1016 hPa tại bề mặt trong hai thời kỳ 1961-1990 (trái) và 1991-2010 (phải). Có thể nhìn thấy rõ, trên tất cả các mực, ACTBD ngày càng có xu hướng lấn mạnh hơn sang phía Tây. Tuy nhiên, tại bề mặt và mực 850, phạm vi của áp cao này ít biến đổi. So với trung bình nhiều năm, các đường đẳng Pmsl và HGT đặc trưng cho ACTBD trên các mực trong từng thời kỳ đều có xu hướng lấn mạnh hơn sang phía Tây trong 5 năm có SNNN nhiều nhất và lùi hơn về phía Đông trong 5 năm có SNNN ít nhất. Điều này được thể hiện rõ hơn trong thời kỳ 1991-2010 và ở các mực 500 hPa, 700 hPa.

Có thể thấy, trong thời kỳ 1961-1990, tại bề mặt và mực 850 hPa, đường 1016 hPa và 152 dam trung bình trong cả thời kỳ cũng như trung bình trong 5 năm có SNNN nhiều và 5 năm có SNNN ít gần như trùng nhau và lấn vào kinh tuyến  $160^{\circ}\text{E}$  (tại bề mặt) (Hình 4.7g) và vào khoảng kinh tuyến  $143^{\circ}\text{E}$  (mực 850hPa) (Hình 4.7e). Song đến thời kỳ 1991-2010, trong 5 năm có SNNN nhiều, đường 1016 hPa đã lấn vào tới kinh tuyến  $153^{\circ}\text{E}$  (Hình 4.7h), còn đường 152 dam còn lấn vào tới kinh tuyến  $136^{\circ}\text{E}$ , trong khi trong 5 năm có SNNN ít, đường 152 hPa chỉ dịch vào đến khoảng  $147^{\circ}\text{E}$  (Hình 4.7f).

Sự lấn mạnh hơn sang phía Tây của ACTBD trong các năm có SNNN nhiều được thể hiện rõ nhất trên mực 500 hPa. Trong thời kỳ 1961-1990, đường 586 dam trong các năm nắng nóng nhiều lần sang phía Tây qua kinh tuyến  $120^{\circ}\text{E}$ , nhưng trong các năm nắng nóng ít, nó chỉ lấn vào gần tới kinh tuyến  $140^{\circ}\text{E}$  (Hình 4.7a). Với xu thế dịch sang phía Tây mạnh hơn, trong thời kỳ 1991-2010, đường 586 dam lấn vào qua kinh tuyến  $100^{\circ}\text{E}$  (trong 5 năm nắng nóng nhiều) và tới gần  $120^{\circ}\text{E}$  (trong 5 năm nắng nóng ít) (Hình 4.7b).



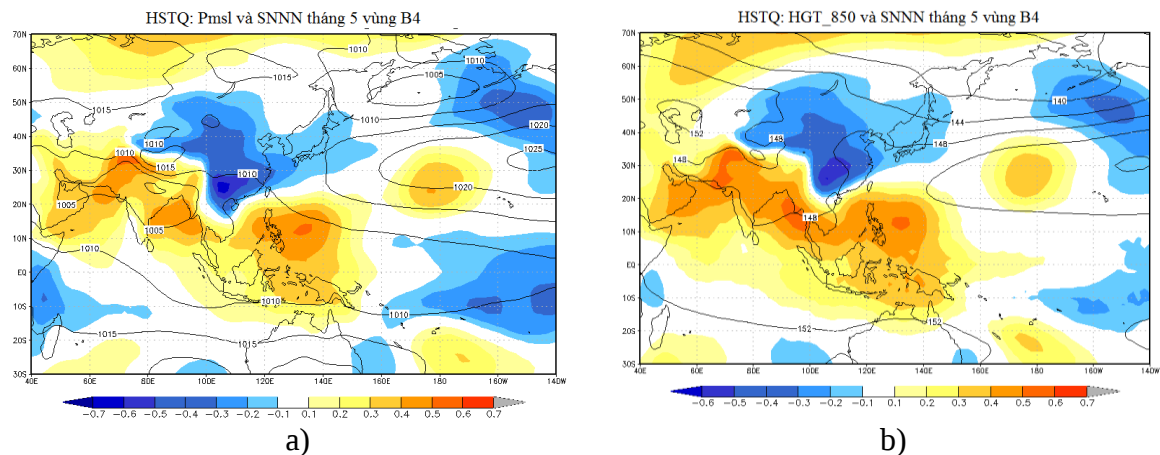
Hình 4.7 Đường 586 dam (Hình a và b); 316 dam (Hình c và d); 152 dam (Hình e và f) và 1016 hPa (Hình g và h) trung bình trong 5 năm có SNNN nhiều nhất (màu tím), 5 năm có SNNN ít nhất (màu xanh đứt nét) và trung bình trong thời kỳ 1961-1990 (trái), thời kỳ 1991-2010 (phải) (màu đỏ liền nét).

Sự dịch chuyển của ACTBD trên mực 700 hPa trong các năm nắng nóng nhiều hay ít cũng thể hiện rất rõ ràng. Đường 316 dam trung bình trong 5 năm có SNNN nhiều cũng lần vào tới  $156^{\circ}\text{E}$  (trong thời kỳ 1961-1990) và  $145^{\circ}\text{E}$  (trong thời kỳ 1991-2010). Trong khi đó, trong 5 năm nắng nóng ít xảy ra, đường 316 dam chỉ dịch vào tới kinh tuyến  $164^{\circ}\text{E}$  (trong thời kỳ 1961-1990) và  $160^{\circ}\text{E}$  (trong thời kỳ 1991-2010) (Hình 4.7b và c). Không chỉ lần mạnh sang phía Tây, ACTBD trên mực

500 hPa và 700 hPa còn có xu hướng mở rộng phạm vi hoạt động trong các năm xảy ra nắng nóng nhiều (Hình 4.7).

Như vậy, ảnh hưởng của ACTBD đến SNNN trên vùng B4 đã khá rõ ràng. Khi áp cao này tăng cường và lấn sang phía Tây sẽ là điều kiện thuận lợi cho nắng nóng xảy ra trên khu vực.

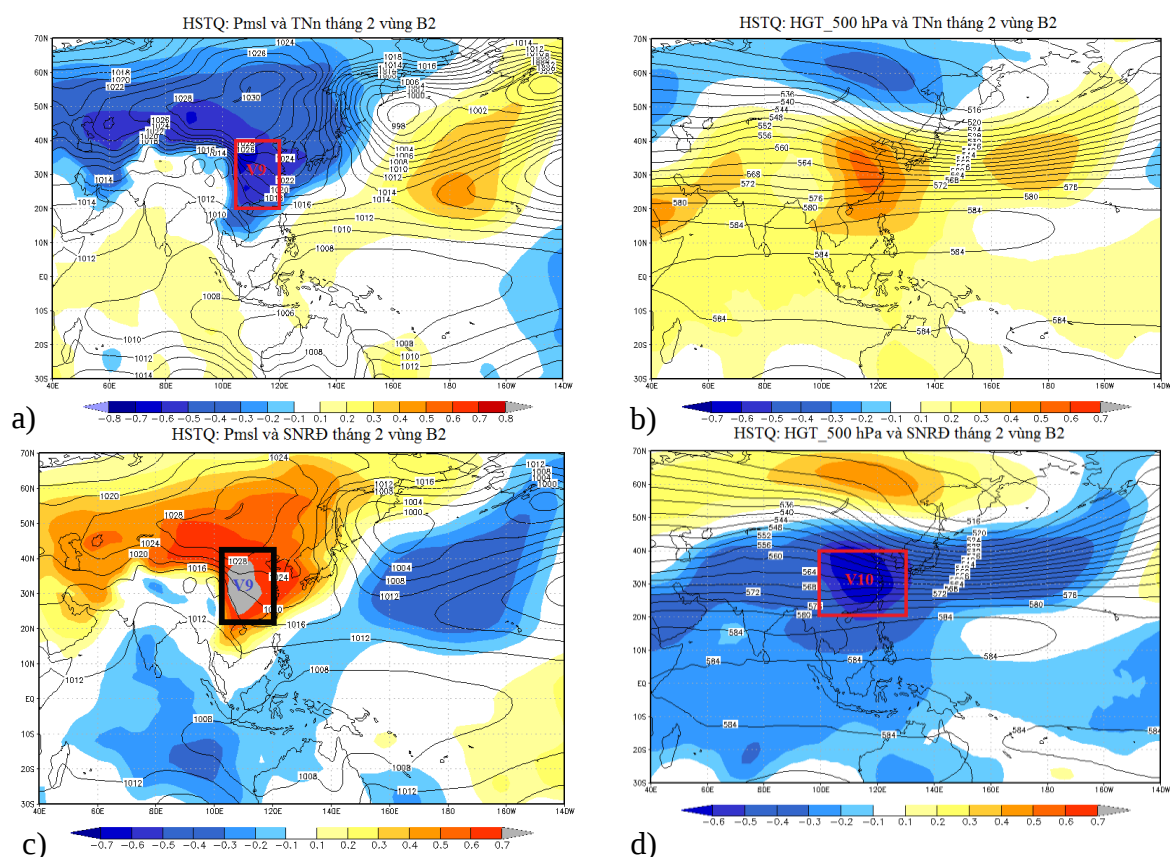
Cùng với ACTBD, hoạt động của áp cao Siberia và áp thấp Nam Á cũng tác động đến SNNN trên các vùng khí hậu Việt Nam trong các tháng đầu mùa hè.



Hình 4.8 Bản đồ HSTQ giữa trường Pmsl và trường HGT mực 850 hPa với SNNN trung bình vùng B4 trong tháng 5. Trong đó, các đường liền nét là đường đẳng áp (a) và đẳng độ cao địa thế vị (b) trung bình tháng 5, thời kỳ 1961-2010.

Hình 4.8 cho thấy rằng, SNNN có tương quan âm với khí áp và HGT vùng rìa phía Tây nam của áp cao Siberia với HSTQ lên tới -0,5. Điều này chứng tỏ, hoạt động của áp cao Siberia trong các tháng cuối mùa đông, đầu mùa hè đã làm giảm SNNN trên các vùng khí hậu phía Bắc Việt Nam.

Cũng tương tự như TXx, SNNN trong các tháng mùa hè trên các vùng lại có tương quan dương với khí áp vùng rìa phía Tây nam áp thấp Nam Á, với HSTQ đạt được hầu hết đều đạt mức ý nghĩa 5% (Hình 4.8, Hình P4.5). Điều này có thể lý giải rằng, sự suy yếu của áp thấp Nam Á sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho ACTBD lấn mạnh hơn sang phía Tây, do đó, TXx và SNNN trên các vùng trên lãnh thổ đều có xu thế tăng lên. Ngược lại, khi áp thấp Nam Á mạnh lên thì gió mùa tây nam cũng được tăng cường. Mưa do gió mùa tây nam có thể làm giảm nhiệt độ trên khu vực.



Hình 4.9 Bản đồ HSTQ giữa trường Pmsl và HGT mực 500 hPa với TNn (a, b) và SNRĐ (c, d) trung bình vùng B2. Trong đó, các đường liền nét là đường đẳng áp (a, c) và đẳng độ cao địa thế vị (b, d) trung bình tháng 2, thời kỳ 1961-2010.

Như vậy, có thể nói rằng, không chỉ bị ảnh hưởng của sự nóng lên toàn cầu, sự tăng cường của ACTBD đã làm TXx và SNNN trên một số vùng của Việt Nam (trừ vùng N1 và N3) tăng lên. Ngoài ra, khi áp cao Siberia tăng cường thì TXx, và SNNN trên các vùng khí hậu phía Bắc giảm đi.

Không những thế, áp cao Siberia còn là một trong những hệ thống chi phối chế độ thời tiết, khí hậu trên các vùng khí hậu phía Bắc Việt Nam trong các tháng mùa đông. Bởi thế, cường độ và phạm vi hoạt động của áp cao này sẽ ảnh hưởng không nhỏ đến TNn và SNRĐ trên mỗi vùng.

Bản đồ tương quan giữa trường Pmsl và HGT mực 500 hPa với TNn và SNRĐ trên vùng B2 được đưa ra trên Hình 4.9 và Hình P4.6 cũng như một ví dụ minh họa cho các vùng khác trên khu vực. Có thể thấy rằng, TNn có tương quan âm còn SNRĐ lại có tương quan dương với khí áp vùng rìa phía Nam áp cao Siberia.

Giá trị tuyệt đối của HSTQ đạt được trong các tháng mùa đông đều lớn hơn 0,5, đặc biệt, đối với SNRĐ, HSTQ còn lên tới trên 0,7. Kết quả phân tích HSTQ của TNn và SNRĐ với Pmsl trung bình vùng có tương quan cao trên 0,5 ( $20^{\circ}\text{N} - 40^{\circ}\text{N}$ ;  $105^{\circ}\text{E} - 120^{\circ}\text{E}$ ) (V9) trong các tháng mùa đông, trên từng vùng được đưa ra trong các Bảng 4.14 và Bảng 4.15 dưới đây.

Bảng 4.14 Bảng HSTQ giữa Pmsl trung bình vùng V9 và TNn trung bình trên các vùng khí hậu Việt Nam

| Thời gian | Tháng 11     | Tháng 12     | Tháng 1      | Tháng 2      | Tháng 3      | Tháng 4      | Mùa đông     |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| B1        | <b>-0.42</b> | <b>-0.53</b> | <b>-0.41</b> | <b>-0.36</b> | <b>-0.37</b> | <b>-0.45</b> | <b>-0.46</b> |
| B2        | <b>-0.40</b> | <b>-0.47</b> | <b>-0.42</b> | <b>-0.48</b> | <b>-0.38</b> | <b>-0.42</b> | <b>-0.47</b> |
| B3        | <b>-0.39</b> | <b>-0.46</b> | <b>-0.38</b> | <b>-0.47</b> | <b>-0.39</b> | <b>-0.40</b> | <b>-0.44</b> |
| B4        | <b>-0.35</b> | <b>-0.54</b> | <b>-0.50</b> | <b>-0.47</b> | <b>-0.33</b> | <b>-0.39</b> | <b>-0.54</b> |
| N1        | -0.18        | -0.24        | -0.10        | -0.04        | 0.01         | 0.11         | -0.17        |
| N2        | <b>-0.28</b> | <b>-0.39</b> | <b>-0.33</b> | -0.22        | <b>-0.29</b> | -0.19        | <b>-0.38</b> |
| N3        | <b>-0.40</b> | -0.16        | -0.19        | -0.15        | -0.24        | -0.07        | -0.26        |

Trong các tháng mùa đông, TNn và SNRĐ trên các vùng phía Bắc đều có tương quan âm với Pmsl trung bình trên vùng V9, với HSTQ trong tất cả các tháng đều đạt mức tin cậy trên 95%. Đặc biệt, HSTQ của Pmsl trung bình vùng V9 và SNRĐ trong tháng 2, vùng B2 và B3 còn lên tới trên 0,70. Tuy nhiên, trong tháng 1, khi cường độ của áp cao Siberia mạnh nhất nhưng HSTQ đạt được cũng chỉ bằng khoảng 0,5. Điều này có thể giải thích rằng, ngoài áp cao Siberia thì năng lượng bức xạ mặt trời trong thời gian này cũng ảnh hưởng không nhỏ đến nhiệt độ cũng như SNRĐ trên các vùng. Trong mùa đông, HSTQ đạt được trên các vùng cũng rất lớn, với HSTQ trên 2 vùng B1 và B4 nhỏ nhất cũng đạt 0,57 và 0,58, còn vùng B2 và B3 có HSTQ tương ứng là 0,67 và 0,64. Điều này, một lần nữa cho thấy rằng, không khí lạnh có ảnh hưởng nhiều nhất đến vùng B2. Ngược lại, ảnh hưởng của không khí lạnh giảm đi trên các vùng B1 và B4. Tất nhiên, do ít chịu ảnh hưởng của

áp cao này nên HSTQ giữa Pmsl trung bình vùng V9 và TNn, SNRĐ trên các vùng phía Nam rất nhỏ (Bảng 4.14 và Bảng 4.15).

Bảng 4.15 Bảng HSTQ giữa Pmsl trung bình vùng V9 và TNn trung bình trên các vùng khí hậu phía Bắc Việt Nam

| Thời gian | Tháng 11    | Tháng 12    | Tháng 1     | Tháng 2     | Tháng 3     | Mùa đông    |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| B1        | <b>0.42</b> | <b>0.56</b> | <b>0.53</b> | <b>0.60</b> | <b>0.41</b> | <b>0.57</b> |
| B2        | <b>0.55</b> | <b>0.54</b> | <b>0.49</b> | <b>0.72</b> | <b>0.51</b> | <b>0.67</b> |
| B3        | <b>0.50</b> | <b>0.55</b> | <b>0.43</b> | <b>0.71</b> | <b>0.44</b> | <b>0.64</b> |
| B4        | <b>0.48</b> | <b>0.59</b> | <b>0.50</b> | <b>0.63</b> | <b>0.29</b> | <b>0.58</b> |

Bên cạnh đó, áp thấp Aleut cũng gián tiếp ảnh hưởng đến hoạt động của không khí lạnh ảnh hưởng đến Việt Nam. Khi áp thấp Aleut mạnh lên, lấn sang phía Tây và dịch hơn xuống phía Nam thì nó sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho áp cao Siberia phát triển, TNn sẽ giảm đi và SNRĐ cũng sẽ tăng lên. Hoạt động của áp thấp này được thể hiện rõ hơn ở trên cao trong vai trò là rãnh Đông Á.

Cụ thể, trên mực 500 hPa, TNn có tương quan dương, còn SNRĐ thì có tương quan âm với HGT trên vùng phía Tây nam của rãnh Đông Á. Đặc biệt, HSTQ của HGT trên vùng này với SNRĐ trong tháng 1 và 2 lên tới -0,5. Khi đó, vùng có trị tuyệt đối của HSTQ lớn hơn 0,4 đã được xác định là vùng V10: 20-40<sup>0</sup>N, 100-130<sup>0</sup>E (Hình 4.9 và Hình P4.7). Đồng thời, HSTQ giữa HGT trung bình trên vùng V10 và TNn cũng như SNRĐ trên các vùng khí hậu cũng được chỉ ra trong Bảng 4.16 và 4.17.

Bảng 4.16 và 4.17 cho thấy, cả TNn và SNRĐ trên các vùng khí hậu phía Bắc đều chịu ảnh hưởng của rãnh Đông Á. HSTQ giữa HGT trung bình vùng V10 với TNn trên các vùng khí hậu phía Bắc và vùng N2 tuy không cao nhưng hầu hết đều đạt mức ý nghĩa 5% (Bảng 4.16). Tương tự đối với SNRĐ, chỉ riêng trong tháng 12 trên vùng B1 là có HSTQ chưa đạt mức ý nghĩa 5%, còn hầu hết đều đạt mức ý nghĩa 1%. Trong đó, tháng 2 vẫn là tháng có HSTQ lớn nhất, thậm chí HSTQ

trên vùng B2 và B3 lên tới -0,69 và -0.65. Trong mùa đông, HSTQ đạt được cũng lên tới -0,69 và -0,66 một cách tương ứng (Bảng 4.17).

Bảng 4.16 Bảng HSTQ giữa HGT trung bình vùng V10 trên mực 500 hPa và TNn trung bình trên các vùng khí hậu Việt Nam

| Thời gian | Tháng 10    | Tháng 11    | Tháng 12    | Tháng 1     | Tháng 2     | Tháng 3     | Mùa xuân    | Mùa thu     | Mùa đông    |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| B1        | <b>0.50</b> | <b>0.54</b> | 0.23        | <b>0.38</b> | <b>0.44</b> | <b>0.39</b> | 0.24        | <b>0.40</b> | <b>0.44</b> |
| B2        | <b>0.39</b> | <b>0.48</b> | <b>0.28</b> | <b>0.33</b> | <b>0.46</b> | <b>0.38</b> | <b>0.32</b> | <b>0.40</b> | <b>0.46</b> |
| B3        | <b>0.31</b> | <b>0.43</b> | 0.20        | 0.26        | <b>0.42</b> | <b>0.30</b> | <b>0.29</b> | <b>0.34</b> | <b>0.36</b> |
| B4        | <b>0.38</b> | <b>0.49</b> | 0.27        | <b>0.48</b> | <b>0.44</b> | <b>0.46</b> | <b>0.44</b> | <b>0.38</b> | <b>0.49</b> |
| N1        | 0.16        | <b>0.33</b> | 0.17        | -0.01       | 0.14        | 0.14        | 0.03        | 0.24        | 0.11        |
| N2        | <b>0.67</b> | <b>0.40</b> | <b>0.28</b> | <b>0.59</b> | <b>0.46</b> | <b>0.30</b> | 0.24        | <b>0.64</b> | <b>0.57</b> |
| N3        | 0.05        | <b>0.46</b> | 0.12        | 0.13        | 0.19        | 0.06        | 0.02        | <b>0.37</b> | 0.21        |

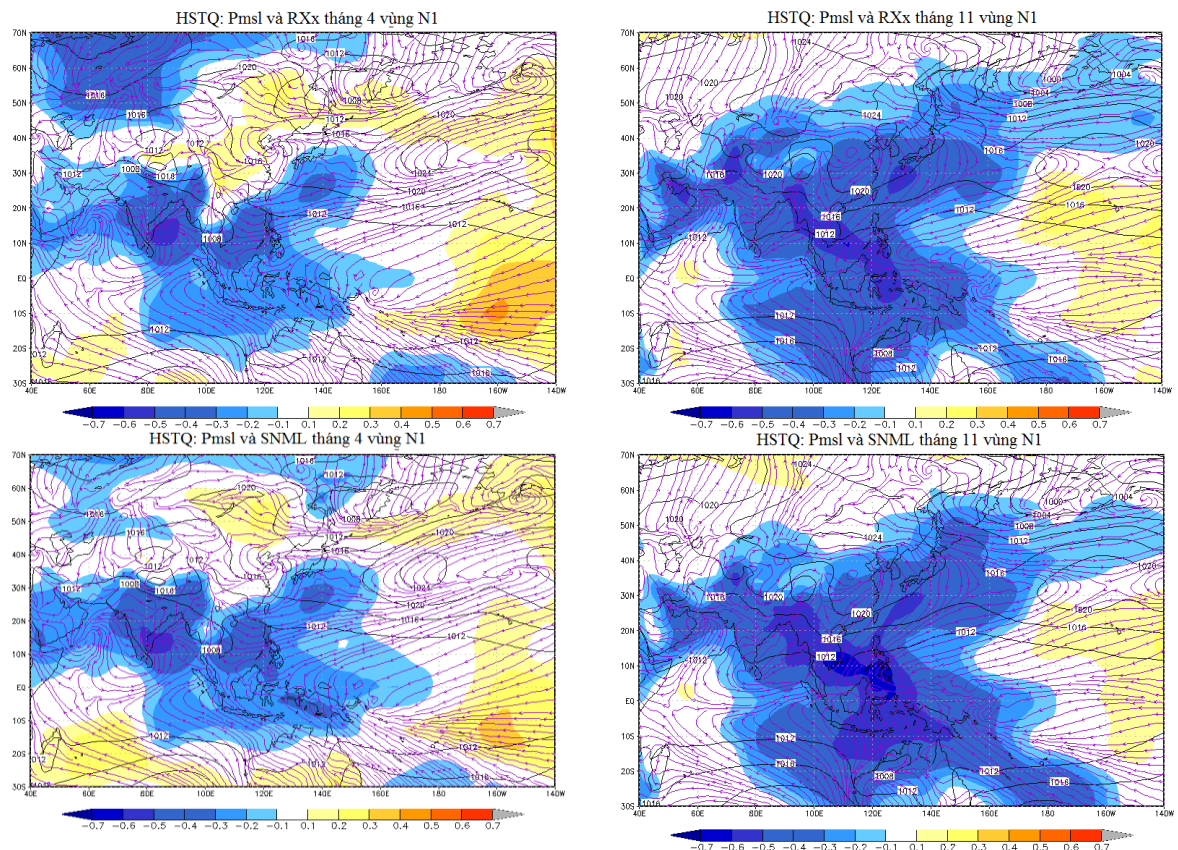
Bảng 4.17 Bảng HSTQ giữa HGT trung bình vùng V10 trên mực 500 hPa và SNRĐ trung bình trên các vùng khí hậu phía Bắc Việt Nam.

| Thời gian | Tháng 11     | Tháng 12     | Tháng 1      | Tháng 2      | Tháng 3      | Mùa đông     |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| B1        | <b>-0.34</b> | -0.14        | <b>-0.54</b> | <b>-0.52</b> | <b>-0.35</b> | <b>-0.49</b> |
| B2        | <b>-0.49</b> | <b>-0.38</b> | <b>-0.59</b> | <b>-0.69</b> | <b>-0.33</b> | <b>-0.69</b> |
| B3        | <b>-0.47</b> | <b>-0.42</b> | <b>-0.51</b> | <b>-0.65</b> | <b>-0.38</b> | <b>-0.66</b> |
| B4        | <b>-0.33</b> | <b>-0.49</b> | <b>-0.52</b> | <b>-0.49</b> | <b>-0.38</b> | <b>-0.53</b> |

Có thể nói, rãnh Đông Á có tác dụng như dòng dẫn đường cho không khí lạnh xuống Việt Nam. Khi trục rãnh nằm trong khoảng từ 140-160<sup>0</sup>E, đồng thời HGT trên vùng phía Đông Nam Trung Quốc giảm xuống thì rãnh sẽ có khả năng được khơi sâu, tạo điều kiện cho không khí lạnh dịch hơn xuống phía Nam và ảnh hưởng đến Việt Nam góp phần làm giảm TNn và tăng SNRĐ trên các vùng của Việt Nam.

Như đã đưa ra ở trên, do ít chịu tác động trực tiếp của Ts, nên ngoài yếu tố địa hình mang tính địa phương thì hoàn lưu là nhân tố quan trọng làm biến đổi số ngày mưa cũng như lượng mưa trên mỗi khu vực. Đối với các vùng trên lãnh thổ

Việt Nam, các đặc trưng hoàn lưu gây mưa chủ yếu là do hoạt động của rãnh thấp xích đạo, gió mùa tây nam, gió mùa đông bắc và những nhiễu động trong đới gió tây trên cao hay do ảnh hưởng của hiện tượng La Nina,... Tuy nhiên, trong khuôn khổ luận án này, thật khó có thể đánh giá được hết những tác động của từng nhân tố này cũng như những tác động đồng thời của chúng đến RXx hay SNML. Bởi thế, việc khảo sát ảnh hưởng của những nhân tố tác động cũng được phân tích dựa trên bản đồ tương quan giữa RXx và SNML với trường Pmsl trung bình tháng.



Hình 4.10 Bản đồ HSTQ giữa trường Pmsl với RXx (a, b) và SNML (c, d) trung bình vùng N1 trong tháng 4 và 11. Trong đó, các đường liền nét màu đen là đường đẳng áp, còn những đường màu tím là đường dòng trung bình trong tháng 4 và 11 tương ứng, thời kỳ 1961-2010.

Bản đồ HSTQ giữa trường Pmsl với RXx và SNML trong các tháng mùa mưa trên các vùng được chỉ ra trên Hình 4.10, Hình P4.8, Hình P4.9 và Hình P4.10 cho thấy, trong tất cả các tháng mùa mưa, trên toàn bộ lãnh thổ Việt Nam và một số vùng lân cận đều có HSTQ âm đạt mức ý nghĩa 5%.

Có thể lý giải rằng, trong tháng 4 và 5, mưa lớn trên các vùng B4, N1 chủ yếu do sự hội tụ của gió đông bắc từ rìa của áp cao Siberia lệch đông và gió đông nam từ rìa tây nam của ACTBD, nhưng trên vùng N3 thì gió mùa tây nam đã bắt đầu làm tăng lượng mưa trong thời kỳ này. Bên cạnh đó, hoạt động của gió mùa tây nam phát triển trong tháng 5 cũng ảnh hưởng đến các vùng B1, B4, N1, N2 và N3. Đến tháng 7, hoạt động RTXD được thể hiện rõ hơn thông qua dải hội tụ nhiệt đới (ITCZ) cũng làm tăng lượng mưa trên các vùng B2 và B3. Mưa lớn trên các vùng B4, N1 và N2 tập trung chủ yếu trong tháng 10 và 11 phần lớn đều do hoạt động của ITCZ hoặc ảnh hưởng kết hợp của không khí lạnh với ITCZ. Như vậy, sự tăng cường của áp cao Mascarene, áp cao Châu Úc, ACTBD và RTXD đã có thể là một trong những nguyên nhân làm tăng RXx cũng như SNML trên các vùng B4, N1 và N2.

Như vậy, không chỉ chịu tác động trực tiếp của Ts trung bình toàn cầu hay trên khu vực, các cực trị khí hậu và ECEs có liên quan đến nhiệt độ ở Việt Nam còn chịu ảnh hưởng gián tiếp bởi các trung tâm khí áp ảnh hưởng đến khu vực như áp cao Siberia, ACTBD, áp cao Mascarene, áp cao Châu Úc, rãnh thấp xích đạo, rãnh Đông Á,... Trong thời kỳ hoạt động của WM, cả TXx, TNn, SNNN và SNRĐ trên các vùng phía Bắc đều chịu sự chi phối của áp cao Siberia. Bên cạnh đó, áp thấp Aleut và rãnh Đông Á cũng được xem như là nhân tố giúp không khí lạnh tăng cường. Trong các tháng mùa hè, ACTBD cũng có ảnh hưởng đến TXx và SNNN trên hầu hết các vùng (trừ vùng N3). Riêng RXx và SNML thì chỉ chịu ảnh hưởng chủ yếu bởi nhân tố hoàn lưu và địa hình. Trong đó, sự kết hợp của không khí lạnh với tín phong đông nam (tháng 4 và 5), hoạt động của gió mùa tây nam (tháng 5) hay hoạt động của ITCZ (trong tháng 7) và sự kết hợp của nó với không khí lạnh (tháng 10 và 11) là một trong những nhân tố làm tăng lượng mưa trên các vùng.

#### ***Nhận xét chung:***

Ts trung bình toàn cầu tăng lên đã tác động đến nhiều vùng trên trái đất, trong đó có Việt Nam. Nó đã góp phần làm cho TXx (vùng N2), TNn (vùng N2 và N3) và SNNN (vùng N1 và N2) tăng lên trong tất cả các tháng, nhất là các tháng

mùa hè, nhưng lại gần như không tác động trực tiếp đến TNn và SNRĐ trên các vùng khí hậu phía Bắc.

Bên cạnh đó, TNn, TXx và SNNN trên hầu hết các vùng khí hậu của Việt Nam (trừ vùng N1 và N3) tăng lên và SNRĐ trên các vùng khí hậu phía Bắc giảm đi một phần là do Ts trung bình trên vùng V1 và V2 tăng lên. Tuy nhiên, cả RXx và SNML trên các vùng đều hầu như ít bị tác động trực tiếp bởi Ts.

Trong thời kỳ mùa đông và các tháng chuyển tiếp, TXx, TNn, SNNN và SNRĐ trên các vùng phía Bắc đều chịu sự chi phối của áp cao Siberia. Nhưng trong thời kỳ mùa hè, hoạt động của ACTBD đã làm tăng TXx và SNNN trên hầu hết các vùng (trừ vùng N1 và N3). Tùy thuộc vào từng thời gian trong năm, RXx và SNML lại chịu ảnh hưởng kết hợp của áp cao Siberia và ACTBD, áp cao Mascarene, áp cao Châu Úc và ITCZ, áp cao Siberia và ITCZ,...

## KẾT LUẬN

Biến đổi khí hậu và tác động của nó đến điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội và môi trường có thể được xem xét trên nhiều phương diện khác nhau. Trong phạm vi luận án, tác động của BĐKH toàn cầu đến các trị số và hiện tượng khí hậu cực đoan đã được khảo sát, đánh giá dựa trên các nguồn số liệu quan trắc từ 69 trạm khí tượng Việt Nam cũng như các nguồn số liệu chính thống khác, như số liệu nhiệt độ bề mặt trung bình toàn cầu, số liệu tái phân tích, v.v. Độ dài các chuỗi số liệu khoảng 50 năm gần đây (thời kỳ 1961-2010).

Trên quan điểm cho rằng, BĐKH toàn cầu có thể gây nên sự biến đổi trong các hệ thống hoàn lưu khí quyển, được thể hiện qua sự biến đổi về vị trí, cường độ và thời gian hoạt động của các trung tâm khí áp chính. Những biến đổi đó sẽ dẫn đến sự biến đổi của điều kiện thời tiết và khí hậu, đặc biệt là ở các khu vực gió mùa như Việt Nam mà hệ quả là làm biến đổi các đặc trưng cực trị và các hiện tượng thời tiết khí hậu cực đoan. Mối quan hệ giữa sự biến đổi khí hậu toàn cầu, các trung tâm tác động chi phối thời tiết, khí hậu Việt Nam và các cực trị khí hậu cũng như các hiện tượng khí hậu cực đoan (ECEs) đã được luận án tập trung giải quyết. Nội dung chính của luận án là xác định xu thế biến đổi của nhiệt độ bề mặt ( $T_s$ ), các trung tâm khí áp, một số cực trị khí hậu và ECEs ở Việt Nam dựa trên hệ số góc Sen và kiểm nghiệm Mann Kendall. Đồng thời, mối quan hệ tương quan giữa chúng cũng được xác định nhằm đưa ra những lý giải cho sự biến đổi của chúng. Những kết quả nhận được cho phép rút ra một số nhận xét sau:

1. Về xu thế biến đổi của một số trung tâm khí áp chính ảnh hưởng đến Việt Nam trong thời kỳ 1961-2010:

- Cường độ của áp cao Siberia có xu hướng giảm và phạm vi hoạt động của nó bị thu hẹp và lùi về phía Bắc trong thời kỳ mùa đông, trong khi đó áp thấp Aleut, áp thấp Nam Á và RTXD đều có xu thế tăng về cường độ nhưng phạm vi hoạt động lại ít biến đổi.

- ACTBD, áp cao Mascarene và áp cao Châu Úc có xu hướng tăng về cường độ và ngày càng mở rộng qua các thập kỷ.

- Có một mối liên hệ khá rõ giữa sự mạnh lên của áp thấp Nam Á, RTXD, ACTBD và sự suy yếu của áp cao Siberia với sự nóng lên toàn cầu.

2. Về xu thế biến đổi của một số cực trị khí hậu và hiện tượng khí hậu cực đoan trên lãnh thổ Việt Nam:

- TNN có xu thế tăng từ 0,2 đến 0,4<sup>0</sup>C/thập kỷ, xu thế tăng chậm hơn xảy ra trong mùa xuân (trên các vùng khí hậu phía Bắc) và trong mùa hè (ở các vùng khí hậu phía Nam). TXx cũng có xu thế tăng từ 0,2 đến 0,3<sup>0</sup>C/thập kỷ, với tốc độ tăng nhanh nhất trong mùa đông, chậm nhất trong mùa hè ở các vùng B2, B3 và B4, và ngược lại ở các vùng B1, N2 và N3. Trên vùng N2, TNN có xu thế tăng mạnh nhất, song TXx lại có xu thế giảm chậm trong mùa xuân và đông.

- SNNN và NNGG có xu thế tăng lên trong hầu hết các tháng mùa hè, với tổng SNNN trong năm tại nhiều trạm tăng khoảng 2 đến 4 ngày/thập kỷ. Đặc biệt, SNNN/NNGG thường tăng mạnh trong các mùa hè sau thời kỳ El Nino và giảm đi ở sau thời kỳ La Nina. SNRĐ/SNRH có xu thế giảm nhanh hơn trên vùng các vùng B1, B2 và B3 (khoảng 3 đến 4 ngày/thập kỷ). SNRĐ/SNRH cũng có dấu hiệu giảm đi trong những năm El Nino, nhưng lại tăng lên trong những năm La Nina.

- RXx và SNML trong năm có xu thế giảm ở hầu hết các trạm thuộc vùng B1, B2, B3 và N3 với tốc độ giảm tương ứng từ 2 đến 4 mm/thập kỷ và 0,3 đến 0,5 ngày/thập kỷ. Riêng tại một số trạm như Bắc Quang và Trường Sa, RXx lại có xu thế tăng lên. Trên các vùng B4, N1 và N2, RXx và SNML đều có xu thế tăng tương ứng khoảng từ 2 đến 6 mm/thập kỷ và 0,5 đến 1 ngày/thập kỷ, với tốc độ tăng mạnh nhất trong mùa thu và trên vùng N1.

3. Về tác động của BĐKH toàn cầu đến các cực trị khí hậu và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam:

- Ts trung bình trên vùng V1 (0<sup>0</sup> - 20<sup>0</sup>N; 100<sup>0</sup>E - 120<sup>0</sup>E) và vùng V2 (10<sup>0</sup>S- 10<sup>0</sup>N, 60-100<sup>0</sup>E) tăng lên tương ứng với sự giảm SNRĐ trên các vùng khí hậu phía Bắc và sự tăng TNN, TXx và SNNN trên hầu hết các vùng khí hậu Việt Nam (trừ vùng N1 và N3).

- Sự suy yếu của áp cao Siberia và sự tăng của Ts trên vùng V3 ( $15^{\circ}$  -  $40^{\circ}$ N;  $100^{\circ}$ E -  $120^{\circ}$ E) có liên quan đến sự tăng của TNn và giảm SNRĐ trên các vùng khí hậu phía Bắc. Song sự tăng cường của áp cao này cùng với sự suy yếu của áp thấp Nam Á và ACTBD trong tháng 5 có thể đã làm giảm TXx, SNNN trên các vùng này.

- Sự tăng cường của ACTBD phù hợp với sự tăng của TNn, TXx và SNNN trên các vùng khí hậu phía Bắc và vùng N2. Đặc biệt, trong những năm ACTBD tăng cường và lấn mạnh hơn sang phía Tây thì SNNN trên vùng B4 cũng tăng mạnh. Điều đó gợi lên rằng vai trò của ACTBD có liên quan mật thiết với hiện tượng nắng nóng ở Việt Nam.

- Trên toàn lãnh thổ, SNNN tăng mạnh nhất trong tháng 6 cũng có thể liên quan đến sự giảm của lượng mưa trong thời kỳ này.

- Sự tăng của RXx và SNML trên các vùng B4, N1 và N2 có thể cũng liên quan đến sự tăng cường của RTXD, áp cao Mascarene và áp cao Châu Úc.

Tóm lại, có thể nói BĐKH toàn cầu mà biểu hiện rõ rệt nhất của nó là sự tăng lên của Ts trung bình toàn cầu đã dẫn đến sự biến đổi của các hệ thống hoàn lưu khí quyển đặc trưng bởi các trung tâm khí áp mà hệ quả của nó là ảnh hưởng đến các cực trị khí hậu và ECEs trên quy mô toàn cầu nói chung, ở Việt Nam nói riêng. Mỗi quan hệ đó đã được chứng minh phần nào qua các kết quả nghiên cứu của luận án. Tuy nhiên, do tính chất phức tạp của hệ thống khí hậu và mối tương tác giữa các thành phần của nó, việc lý giải một cách đầy đủ về cơ chế vật lý cũng như mối liên hệ giữa sự biến đổi của các cực trị khí hậu và ECEs ở Việt Nam với sự nóng lên toàn cầu vẫn cần được nghiên cứu thêm, song nó vượt quá khuôn khổ của luận án. Mặc dù vậy, trong quá trình thực hiện luận án, một số vấn đề khoa học đã được gợi mở mà tác giả hy vọng sẽ tiếp tục được nghiên cứu sâu hơn trong tương lai.

- 1) Sự tăng lên của số ngày mưa lớn trên các vùng khí hậu phía Nam, đặc biệt là Nam Trung Bộ, có thể liên quan đến sự dịch chuyển theo không gian và thời gian của các hệ thống gây mưa lớn ở đây như bão, áp thấp nhiệt đới, dải hội

tụ nhiệt đới và tương tác giữa chúng với sự xâm nhập sâu hơn của không khí lạnh.

- 2) Sự biến đổi của các cực đoan khí hậu có thể liên quan với sự biến đổi trong các chu kỳ hoạt động của ENSO cũng như cơ chế vận chuyển nhiệt ẩm khu vực.
- 3) Việt Nam nằm trong khu vực gió mùa châu Á điển hình. Sự biến đổi của các cực trị khí hậu và các hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam chắc chắn có liên quan mật thiết với sự biến đổi trong chế độ hoạt động của các hệ thống này. Đây có lẽ cũng là một lớp bài toán hết sức quan trọng và lý thú cần được nghiên cứu sâu hơn.

## DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. Vũ Thanh Hằng, Chu Thị Thu Hường, Phan Văn Tân (2009), *Xu thế biến đổi của lượng mưa ngày cực đại ở Việt Nam giai đoạn 1961-2007*, *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội*, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Tập 25, Số 3S, pp. 423-430.
2. Chu Thị Thu Hường, Phan Văn Tân, Vũ Thanh Hằng, (2010), *Mức độ và xu thế biến đổi của tốc độ gió cực đại trên khu vực Việt Nam trong thời kỳ 1961-2007*, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 597, pp. 32-41.
3. Chu Thị Thu Hường, Phan Văn Tân, Phạm Thị Lê Hằng, Vũ Thanh Hằng (2010), *Mức độ và xu thế biến đổi của nắng nóng ở Việt Nam giai đoạn 1961-2007*, *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội*, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Tập 26, Số 3S, pp. 370-383.
4. Chu Thị Thu Hường, Phan Văn Tân (2010), *Hoạt động của áp cao Siberia với nhiệt độ trên khu vực Bắc Bộ Việt Nam*, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 599, pp. 30-38.
5. Chu Thị Thu Hường, Phan Văn Tân (2012), *Mối quan hệ giữa nắng nóng và rét đậm trên lãnh thổ Việt Nam với bức xạ sóng dài đi xa*, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, Số 614, Tháng 2/2012, pp. 8-14.
6. Chu Thị Thu Hường (2013), *Sự biến đổi cường độ và vị trí của áp cao Thái Bình Dương*, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, Số 635, Tháng 11/2013, pp. 35-42.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### Tiếng Việt

1. Phạm Vũ Anh (2004), *Giáo trình Khí tượng nhiệt đới*, Trường Cao đẳng Khí tượng Thủy văn Hà Nội, Bộ Tài nguyên và Môi trường (2004).
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012), *Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam*, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Nhà xuất bản Tài nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam.
3. Nguyễn Duy Chinh (2005), “Đánh giá quan hệ giữa hiện tượng ENSO và chế độ nhiệt ẩm ở Việt Nam”, *Tuyển tập báo cáo Hội thảo Khoa học lần thứ 9*, Viện Khí tượng Thủy văn.
4. Hoàng Đức Cường (2013), “Đánh giá xu thế biến đổi khí hậu trên khu vực Tây Nguyên”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, Tháng 4/2013, pp. 1-6.
5. Trần Quang Đức (2011), “Xu thế biến động của một số đặc trưng gió mùa mùa hè khu vực Việt Nam”, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, (Số 27-3S), pp. 14-20.
6. Hồ Thị Minh Hà, Phan Văn Tân (2009), “Xu thế và mức độ biến đổi của nhiệt độ cực trị ở Việt Nam trong giai đoạn 1961- 2007”, *Tạp chí khoa học - Đại học tự nhiên và Công nghệ*, pp. 412-422.
7. Vũ Thanh Hằng, Phan Văn Tân, ThS. Chu Thị Thu Hường (2009), “Xu thế biến đổi của lượng mưa ngày cực đại ở Việt Nam giai đoạn 1961- 2007”, *Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học tự nhiên và Công nghệ*, pp. 423-430.
8. Vũ Thanh Hằng, Phạm Thị Lê Hằng, Phan Văn Tân (2010), “Sự biến đổi của hiện tượng rét đậm, rét hại ở các vùng khí hậu Việt Nam”, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*.
9. Nguyễn Trọng Hiệu, Phạm Thị Thanh Hương, Nguyễn Thị Lan (2011), “Biểu hiện của biến đổi khí hậu ở Việt Nam”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, (Số 602), Tháng 2/2011, pp. 13-18.

10. Phạm Thị Thanh Hương (2002), “Đặc điểm của hoàn lưu gió mùa mùa hè ở Đông Nam Á và Việt Nam trong hai năm El Nino (1997) và La Nina (1998)”, *Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học lần thứ 7*, Tập 1, Viện Khí tượng Thủy văn.
11. Phạm Thị Thanh Hương, Nguyễn Trọng Hiệu, Vũ Văn Thắng, Nguyễn Thị Lan (2012), *Nghiên cứu khả năng dự báo các hiện tượng thời tiết cực đoan trong gió mùa mùa đông ở miền bắc Việt Nam*, Đề tài nghiên cứu Khoa học và phát triển Công nghệ cấp Bộ, Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012.
12. Chu Thị Thu Hường, Phan Văn Tân, Vũ Thanh Hằng (2009), “Xu thế biến đổi của tốc độ gió cực đại (Vx) trên khu vực Việt Nam trong thời kỳ 1961-2007”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 597, pp. 32-41.
13. Chu Thị Thu Hường, Phạm Thị Lê Hằng, Phan Văn Tân, Vũ Thanh Hằng (2010), “Xu thế và mức độ biến đổi của nắng nóng ở Việt Nam trong giai đoạn 1961-2007”, *Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học tự nhiên và Công nghệ*, Tập 26, Số 3S, pp. 423-430.
14. Nguyễn Viết Lành và các cộng sự (2007), *Nghiên cứu ảnh hưởng của gió mùa Á – Úc đến thời tiết, khí hậu Việt Nam*, Đề tài nghiên cứu Khoa học cấp Bộ, Bộ Tài nguyên và Môi trường.
15. Nguyễn Viết Lành (2007), “Một số kết quả nghiên cứu về sự biến đổi khí hậu trên khu vực Việt Nam”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, (số 560), pp 33-38.
16. Nguyễn Đức Ngữ và các cộng sự (2002), *Tác động của ENSO đến thời tiết, khí hậu, môi trường và kinh tế xã hội Việt Nam*, Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Nhà nước, Viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường.
17. Nguyễn Đức Ngữ (2005), “Ảnh hưởng của ENSO đến các cực trị nhiệt độ ở Việt Nam”, *Tuyển tập báo cáo Hội thảo Khoa học lần thứ 9*, Viện Khí tượng Thủy văn.

18. Nguyễn Đức Ngữ (2007), “Ảnh hưởng của ENSO đến các cực trị nhiệt độ và lượng mưa ở Việt Nam và khả năng dự báo”, *Tuyển tập báo cáo Hội thảo Khoa học lần thứ 10*, Viện Khí tượng Thủy văn.
19. Nguyễn Đức Ngữ (chủ biên) (2008), *Biến đổi khí hậu*, Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.
20. Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Văn Thắng (2008), “Biến đổi khí hậu và kế hoạch ứng phó của Việt Nam”, *Hoạt động khoa học*, số tháng 8 (591).
21. Nguyễn Đức Ngữ (2009), “Biến đổi khí hậu thách thức đối với sự phát triển (kỳ 1)”, *Kinh tế Môi trường*, (số 01), pp10-14.
22. Phan Văn Tân và các cộng sự (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*, Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Nhà nước, Bộ Khoa học Công nghệ, Tháng 12/2010.
23. Phan Văn Tân (2007), *Giáo trình Các phương pháp thống kê trong khí hậu*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội.
24. Phan Văn Tân, Nguyễn Minh Trường (2001), “Về quan hệ giữa ENSO và dao động có tính chu kỳ của lượng mưa khu vực miền Trung Việt Nam”, *Tuyển tập báo cáo khoa học, Hội nghị khoa học trường Đại học Khoa học Tự nhiên lần thứ 2*, Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội.
25. Ngô Đức Thành, Phan Văn Tân (2012), “Kiểm nghiệm phi tham số đối với xu thế biến đổi của một số yếu tố khí tượng trong thời kỳ 1961-2007”, *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội*, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ 28, (Số 3S), pp 129-135.
26. Nguyễn Văn Thắng, Nguyễn Trọng Hiệu, Trần Thực (2010), *Biến đổi khí hậu và tác động ở Việt Nam*, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2010.
27. Nguyễn Thị Hiền Thuận (2005), “Sự biến động của các chỉ số gió mùa mùa hè ở Nam Bộ trong các pha ENSO”, *Tuyển tập báo cáo Hội thảo Khoa học lần thứ 9*, Viện Khí tượng Thủy văn.

### Tiếng Anh

28. Abarbanel H., S. Koonin, H. Levine, G. MacDonald, O. Rothaus (1992), Statistics of Extreme Events with Application to Climate, JSR 90 -305.
29. Barros V.R., Doyle M.E., Camilloni I.A. (2008), “Precipitation trends in southeastern South America: relationship with ENSO phases and with low-level circulation”, *Theor. Appl. Climatol.* Vol. 93, pp. 19–33.
30. Bulygina O.N., Razuvaev V.N, Korshunova N.N. and Groisman P.Ya. (2007), “Climate variations and changes in extreme climate events in Russia”, *Environ. Res. Lett.* Vol. 2, 7 pp.
31. Dash, S. K., Ashu Mamgain (2011), “Changes in the Frequency of Different Categories of Temperature Extremes in India”. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, (Vol. 50), pp. 1842–1858.
32. Dang-Quang Nguyen, James Renwick and James McGregor (2013), “Variations of surface temperature and rainfall in Vietnam from 1971-2010”, *International Journal of Climatology*. DOI: 10.1002/joc.3684.
33. Drápela K., I. Drápelová (2011), “Application of Mann – Kendall test and Sen’s slope estimates for trend detection in deposition data from Beskydy 1997-2010”, *Beskydy*, Vol 4(2), pp. 133-146.
34. Feldl, Nicole, Gerard H. Roe (2011), “Climate Variability and the Shape of Daily Precipitation: A Case Study of ENSO and the American West”, *J. Climate*, Vol. 24, pp. 2483–2499.
35. Gang Zeng, Sun Zhaobo, Wei–Chyung Wang and Min Jinzhong (2007), “Interdecadal Variability of the East Asian summer monsoon and associated atmospheric circulations”, *Advances in atmospheric sciences*, Vol. 24 NO. 5, 2007, 915-926.
36. Ghap Jhun. Jong and Eun. Jhong Lee (2004), “A New East Asian Winter Monsoon Index and Associated Characteristics of the Winter Monsoon”, *Journal of Climate*, Vol. 17, pp. 711-725.

37. Gong D. Y và C.-H. Ho (2002), “The Siberian High and climate change over middle to high latitude Asia”, *Theor. Appl. Climatol*, Vol 72, pp. 1-9.
38. Hansen J., R. Ruedy, M. Sato and K. Lo (2010), “Global surface temperature change”, *Reviews of Geophysics*, Vol. 48, pp. RG4004.
39. HeXueZhao, GongPaoyi (2002), “Interdecadal change in Western Pacific subtropical high and climate effect”, *Journal of Geographical Sciences*, Vol. 12, pp. 202-209.
40. Ho Thi-Minh-Ha, Van-Tan Phan, Nhu-Quan Le, Quang-Nguyen-Trung (2011), “Detection extreme the climatic events from observed data and projection with RegCM3 over Vietnam”, *Climate Research Clim Res*, Vol. 48, pp 87-100.
41. Hong Ye, Riyu Lu (2011), “Subseasonal Variation in ENSO-Related East Asian Rainfall Anomalies during Summer and Its Role in Weakening the Relationship between the ENSO and Summer Rainfall in Eastern China since the Late 1970s”, *J. Climate*, 24, 2271–2284.
42. IPCC (2007), *Climate change*, Synthesis Report, 104 pp.
43. IPCC (2012), *Managing the risks of extreme event and disappers to advance climate change adaptation, Special report of the intergovernmental panel on climate change*, CahParidge University Press, New York, USA, pp 582.
44. Jiang Ying, Yong Luo, Zongci Zhao and Shuwang Tao (2010), “Changes in wind speed over China during 1956–2004”, *Theor. Appl. Climatol*, Vol. 99, pp. 421-430.
45. Manton M.J., Della-Marta P.M., Haylock M.R., Hennessy K.J., Nicholls N., ChahPaers L.E., Collins D.A., Daw G., Finet A., Gunawan D., Inape K., Isobe H., Kestin T.S., Lefale P., Leyu C.H., Lwin T., Maitrepierre L., Ouprasitwong N., Page C.M., Pahalad J., Plummer N., Salinger M.J., Salinger, Suppiah R., Tran V.L., Trewin B., Tibig I. and Yee D. (2001),

- “Trends in extreme daily rainfall and temprature in Southeast asia and The south pacific : 1961-1998”, *Int. J. Climatol.* 21 (2001) 269.
46. Matti C., Pauling A., Kuttel M., Wanner H. (2009), “Winter precipitation trends for two selected European regions over the last 500 years and their possible dynamical background”, *Theor. Appl. Climatol.*, Vol. 95, pp. 9-26.
  47. Ning Liang and Oian Yongfu (2009), “Interdecadal Change in Extreme Precipitation over South China and Its Mechanism”, *Advances in Atmospheric sciences*, Vol. 26, No. 1, pp. 109-118.
  48. Peng Liu, Qian Yongfu và Huang Anning (2009), “Impacts of Land Surface and Sea Surface Temperatures on the Onset Date of the South China Sea Summer Monsoon”, *Advances in atmospheric sciences*, Vol. 26, No 3/2009, pp. 493-502.
  49. Qian Q.H, Qin A. (2008), “Precipitation division and climate shift in China from 1960 to 2000”, *Theor. Appl. Climatol.* Vol. 93, pp. 1-17.
  50. Ronghui Huang, Chen Jilong và Huang Gang (2007), “Characteristics and Variations of the East Asian Monsoon System and Its Impacts on Climate sasters in China, *Advances in Atmospheric sciences*”, Vol. 24, No. 6, pp. 993-1023.
  51. Rodiov S. N., J.E Overland, N.A Bond (2004), “The Aluettian low and winter Climatic conditions in Bering Sea, Part I: Classification”, *Journal of Climate*, Vol. 18, pp. 160-177.
  52. Tar K., Makra L., Horvaith Sz., A. Kircsi (2001), “Temporal change of some statistical characteristics of wind speed over the Great Hungarian Plain”, *Theor. Appl. Climatol* Vol. 69, pp. 69-79.
  53. Toreti A., Desiato F. (2008), “Temperature trends over Italy from 1961 to 2004”, *Theor. Appl. Climatol.* Vol. 91, pp. 81-88.
  54. Vincent L. A, T. C. Peterson, V. R. Barros, M. B. Marino, M. Rusticucci, G. Carrasco, E. Ramirez, L. M. Alves, T. AhParizzi, M. A. Berlato, A. M.

- Grimm, J. A. Marengo, L. Molion, D. F. Moncunili, E. Rebello (2005), *Observed Trends in Indices of Daily Temperature Extremes in South America 1960–2000*, 5011.
55. Wang Bin, Renguang Wu, Lau K.M., (2001), “Interannual Variability of the Asian Summer Monsoon: Contrasts between the Indian and the Western North Pacific – East Asian Monsoons”, *Journal of Climate*, Vol. 14, pp. 4073 -4090.
56. WMO, *Reports on Extreme Weather and Climate Events in 2007* (2007).
57. Yali Zhu, Wang Huijun (2010), “The Relationship between the Aleutian Low and the Australian Monsoon at Interannual Time Scales”, *Advances in Atmospheric Sciences*, Vol. 27, No.1.2010, pp. 177-184.
58. Zhou Botao và Wang Huijun (2008), “Interdecadal Change in the Connection Between Hadley Circulation and Winter Temperature in East Asia”, *Advances in Atmospheric sciences*, Vol. 25, No.1, pp. 24-30.
59. Zhou Tianiun, Rucong Yu, Jie Zhang, Helge Drange, Christophe Cassou, Clara Deser, Daniel L.R. Hodson, Emilia Sanchez – Gomez, Jian Li, Noel Keenlyside, Xiaoge Xin and Yuko Okumura (2009), “Why the Western Pacific Subtropical High Has Extended Westward since the Late 1970s”, *Journal of Climate*, Vol. 22, pp. 2199-2215.
60. Zhou Tianiun and Fu Congbin (2009), “Intercomparison of the Summertime Subtropical High from the ERA-40 and NCEP/NCAR Reanalysis over East Eurasia and the western North Pacific”, *Atvances in Atmospheric Sciences*, Vol. 26, No. 1, 2009, pp. 119-131.

## PHỤ LỤC

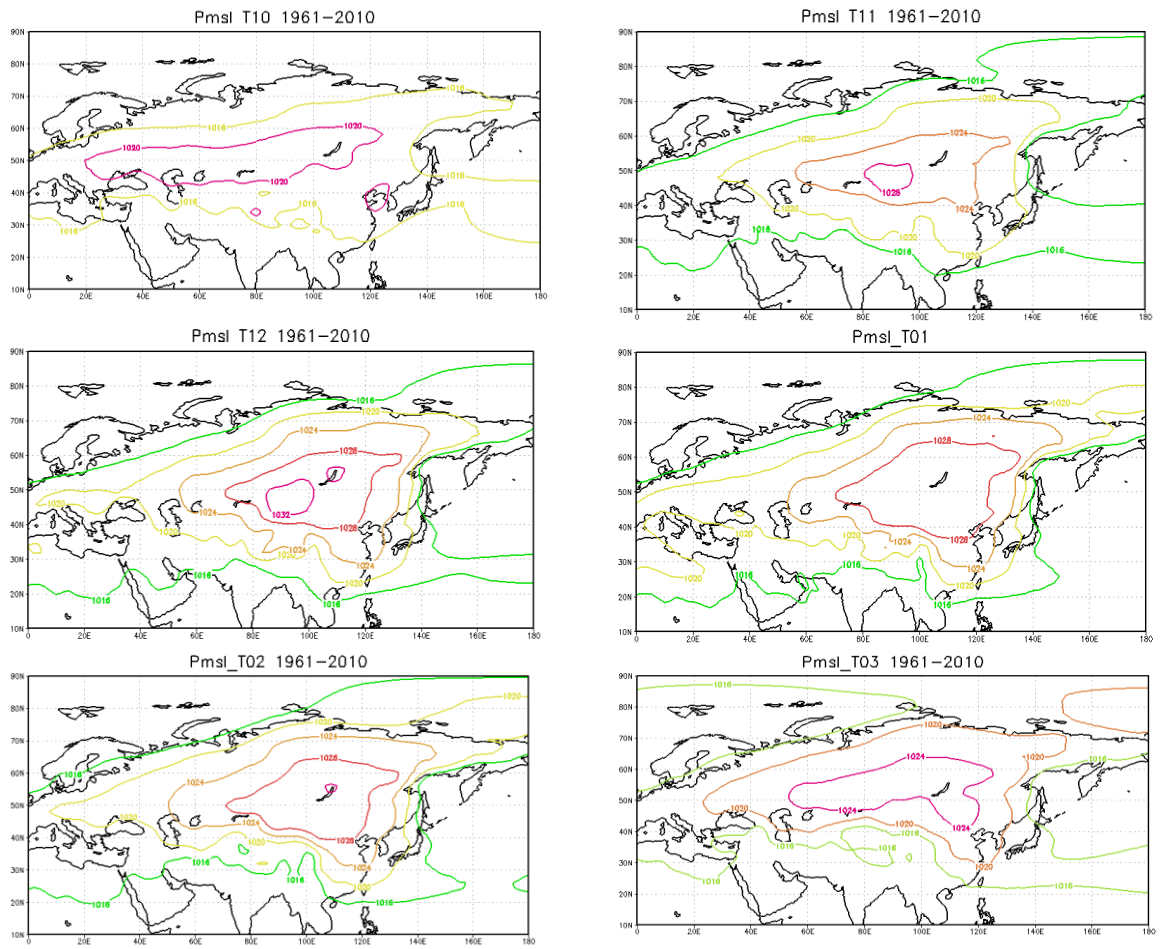
### Phụ lục chương 2

Bảng P.2.1 Danh sách mạng lưới trạm khí tượng được khai thác số liệu [22]

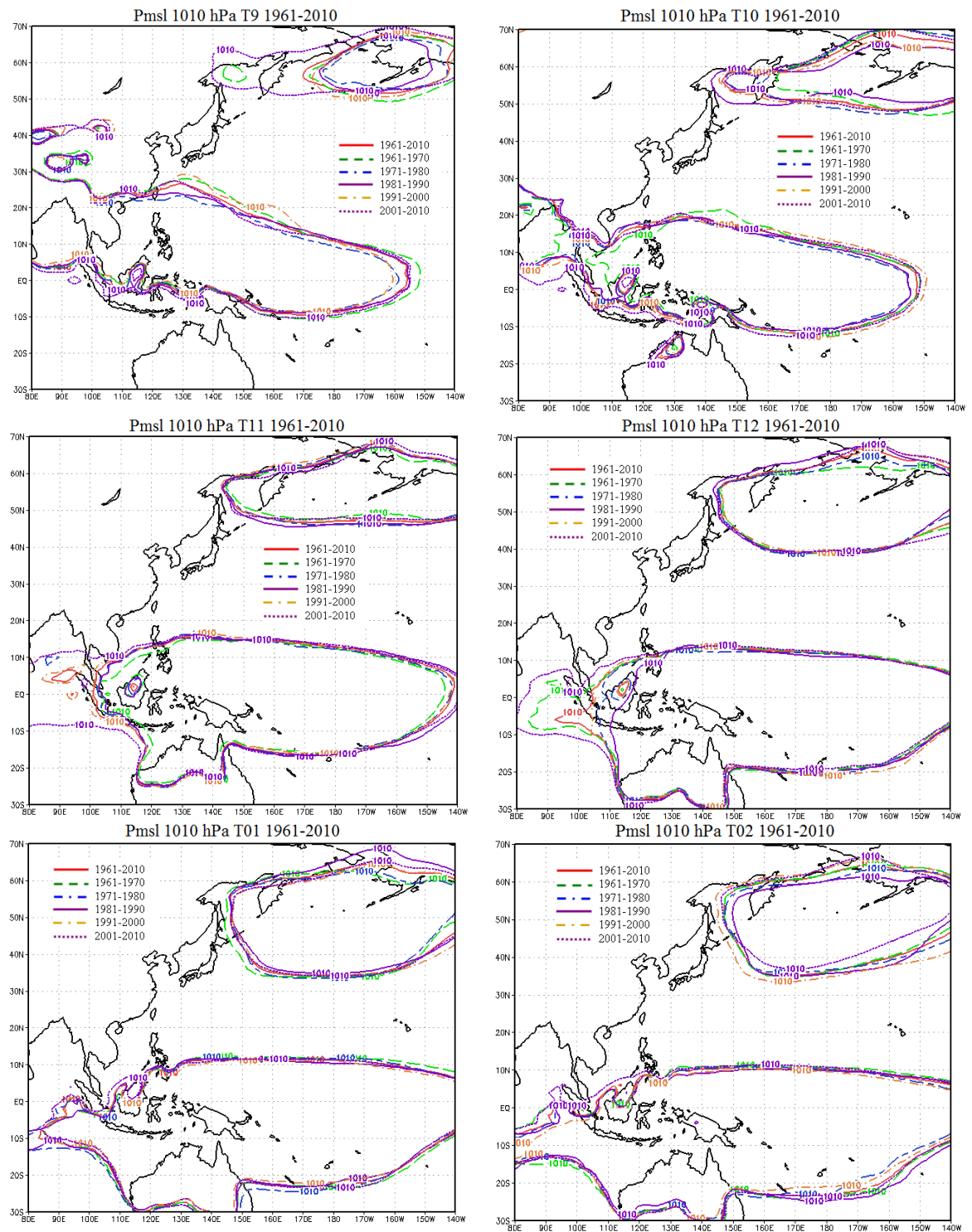
| TT                         | Tên trạm    | Kinh độ | Vĩ độ  | Đ. cao (m) | TT | Tên trạm     | Kinh độ | Vĩ độ  | Đ. cao (m) |
|----------------------------|-------------|---------|--------|------------|----|--------------|---------|--------|------------|
| Vùng Tây Bắc Bộ (B1)       |             |         |        |            |    |              |         |        |            |
| 1                          | Lai Châu    | 103.150 | 22.067 | 243.2      | 4  | Yên Châu     | 104.300 | 21.050 | 59.0       |
| 2                          | Điện Biên   | 103.000 | 21.367 | 475.1      | 5  | Mộc Châu     | 104.683 | 20.833 | 972.0      |
| 3                          | Sơn La      | 103.900 | 21.333 | 675.3      |    |              |         |        |            |
| Vùng Đông Bắc Bộ (B2)      |             |         |        |            |    |              |         |        |            |
| 1                          | Hà Giang    | 104.967 | 22.817 | 117.0      | 7  | Thái Nguyên  | 105.833 | 21.600 | 35.3       |
| 2                          | Sa Pa       | 103.817 | 22.350 | 1584.2     | 8  | Việt Trì     | 105.25  | 21.580 | 30.0       |
| 3                          | Bắc Quang   | 104.50  | 22.290 | 104.5      | 9  | Tam Đảo      | 105.390 | 21.280 | 934.0      |
| 4                          | Lạng Sơn    | 106.767 | 21.833 | 257.9      | 10 | Phủ Hộ       | 105.140 | 21.270 | 54.0       |
| 5                          | Tuyên Quang | 105.217 | 21.817 | 40.8       | 11 | Cô Tô        | 107.767 | 20.983 | 70.0       |
| 6                          | Yên Bái     | 104.867 | 21.700 | 55.6       | 12 | Bãi Cháy     | 107.067 | 20.967 | 37.9       |
| Vùng Đồng bằng Bắc Bộ (B3) |             |         |        |            |    |              |         |        |            |
| 1                          | Ba Vì       | 105.250 | 21.900 | 30.0       | 9  | Nam Định     | 106.150 | 20.433 | 1.9        |
| 2                          | Hưng Yên    | 105.300 | 21.900 | 16.0       | 10 | Thái Bình    | 106.383 | 20.417 | 1.9        |
| 3                          | Chí Linh    | 106.23  | 21.700 | 0.0        | 11 | Hà Nam       | 105.55  | 20.310 | 2.0        |
| 4                          | Vĩnh Yên    | 105.36  | 21.19  | 9.0        | 12 | Ninh Bình    | 105.983 | 20.250 | 2.0        |
| 5                          | Hà Nội      | 105.800 | 21.017 | 6.0        | 13 | Nho Quan     | 105.46  | 20.200 | 3.0        |
| 6                          | Hòa Bình    | 105.333 | 20.817 | 22.7       | 14 | Bạch Long Vĩ | 107.717 | 20.133 | 55.6       |
| 7                          | Phủ Liễn    | 106.633 | 20.800 | 112.4      | 15 | Văn Lý       | 106.300 | 20.116 | 1          |
| 8                          | Hải Dương   | 106.18  | 20.570 | 2.0        | 16 | Sơn Tây      | 105.5   | 21.05  | 2          |
| Vùng Bắc Trung Bộ (B4)     |             |         |        |            |    |              |         |        |            |
| 1                          | Hồi Xuân    | 105.100 | 20.367 | 102.2      | 8  | Tuyên Hóa    | 106.017 | 17.883 | 27.1       |
| 2                          | Thanh Hóa   | 105.783 | 19.750 | 5.0        | 9  | Đồng Hới     | 106.600 | 17.483 | 5.7        |
| 3                          | Tương Dương | 104.467 | 19.267 | 96.1       | 10 | Đồng Hà      | 107.083 | 16.850 | 8.0        |
| 4                          | Vinh        | 105.683 | 18.667 | 5.1        | 11 | Huế          | 107.583 | 16.433 | 10.4       |
| 5                          | Hà Tĩnh     | 105.900 | 18.350 | 2.8        | 12 | A Lưới       | 107.283 | 16.217 | 572.2      |
| 6                          | Hương Khê   | 105.700 | 18.183 | 17.0       | 13 | Nam Đông     | 107.717 | 16.167 | 59.7       |
| 7                          | Kỳ Anh      | 106.267 | 18.100 | 2.8        |    |              |         |        |            |
| Vùng Nam Trung Bộ (N1)     |             |         |        |            |    |              |         |        |            |
| 1                          | Đà Nẵng     | 108.200 | 16.033 | 4.7        | 6  | Tuy Hòa      | 109.283 | 13.083 | 10.9       |

| TT                   | Tên trạm   | Kinh độ | Vĩ độ  | Đ. cao (m) | TT | Tên trạm   | Kinh độ | Vĩ độ  | Đ. cao (m) |
|----------------------|------------|---------|--------|------------|----|------------|---------|--------|------------|
| 2                    | Trà My     | 108.233 | 15.350 | 123.1      | 7  | Nha Trang  | 109.200 | 12.250 | 3.0        |
| 3                    | Quảng Ngãi | 108.800 | 15.117 | 7.2        | 8  | Phan Thiết | 108.100 | 10.933 | 8.7        |
| 4                    | Ba Tơ      | 108.733 | 14.767 | 50.7       | 9  | Phú Quý    | 108.933 | 10.517 | 5.0        |
| 5                    | Quy Nhơn   | 109.217 | 13.767 | 3.9        |    |            |         |        |            |
| Vùng Tây Nguyên (N2) |            |         |        |            |    |            |         |        |            |
| 1                    | Kon Tum    | 108.000 | 14.350 | 536.0      | 5  | Dak Nong   | 107.680 | 12.000 | 631.0      |
| 2                    | Playcu     | 108.017 | 13.967 | 778.9      | 6  | Đà Lạt     | 108.450 | 11.950 | 1508.6     |
| 3                    | Ayunpa     | 108.260 | 13.250 | 150.0      | 7  | Bảo Lộc    | 107.683 | 11.533 | 840.4      |
| 4                    | B.M. Thuật | 108.050 | 12.667 | 490.0      |    |            |         |        |            |
| Vùng Nam Bộ (N3)     |            |         |        |            |    |            |         |        |            |
| 1                    | Vũng Tàu   | 107.083 | 10.367 | 4.0        | 5  | Cà Mau     | 105.150 | 9.183  | 0.9        |
| 2                    | Phú Quốc   | 103.967 | 10.217 | 3.5        | 6  | Côn Đảo    | 106.600 | 8.683  | 6.3        |
| 3                    | Cần Thơ    | 105.767 | 10.033 | 1.0        | 7  | Trường Sa  | 111.917 | 8.650  | 3.0        |
| 4                    | Rạch Giá   | 105.067 | 10.017 | 0.8        |    |            |         |        |            |

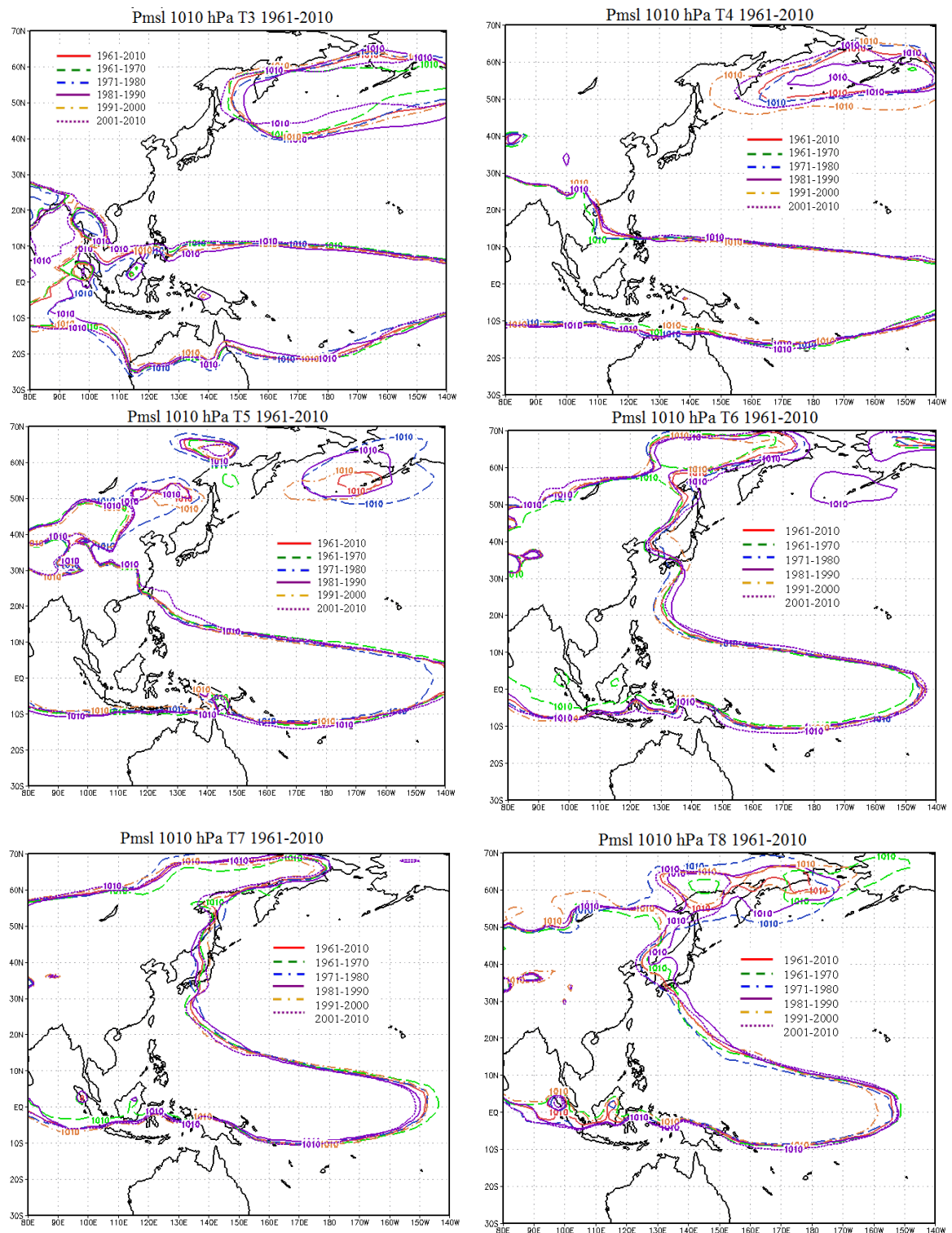
### Phụ lục chương 3

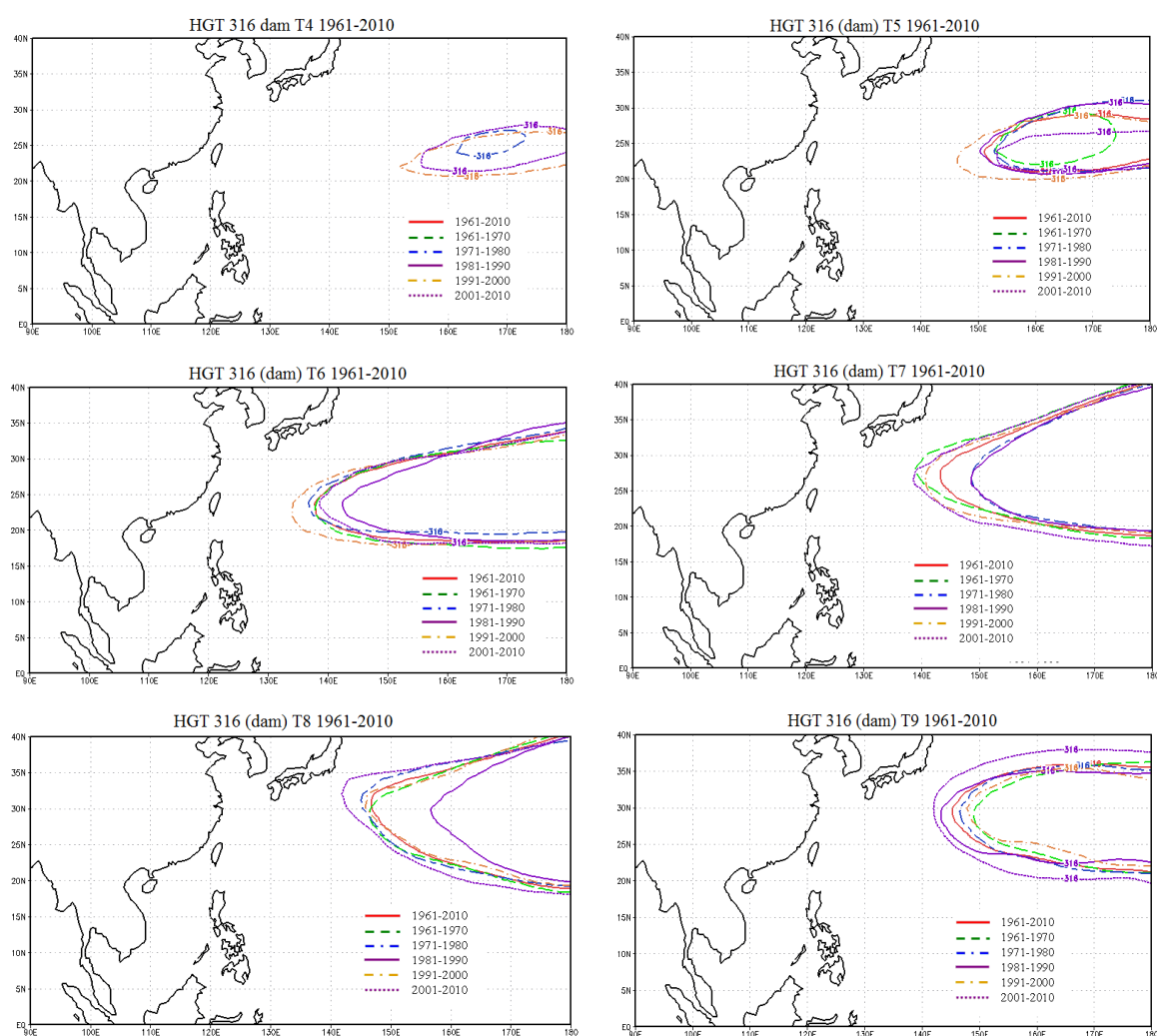


Hình P3.1 Bản đồ trường Pmsl trung bình trong từng tháng: 10, 11, 12, 1, 2 và 3 (từ trái sang phải, từ trên xuống dưới) trong thời kỳ 1961-2010, trên vùng lục địa Âu Á.

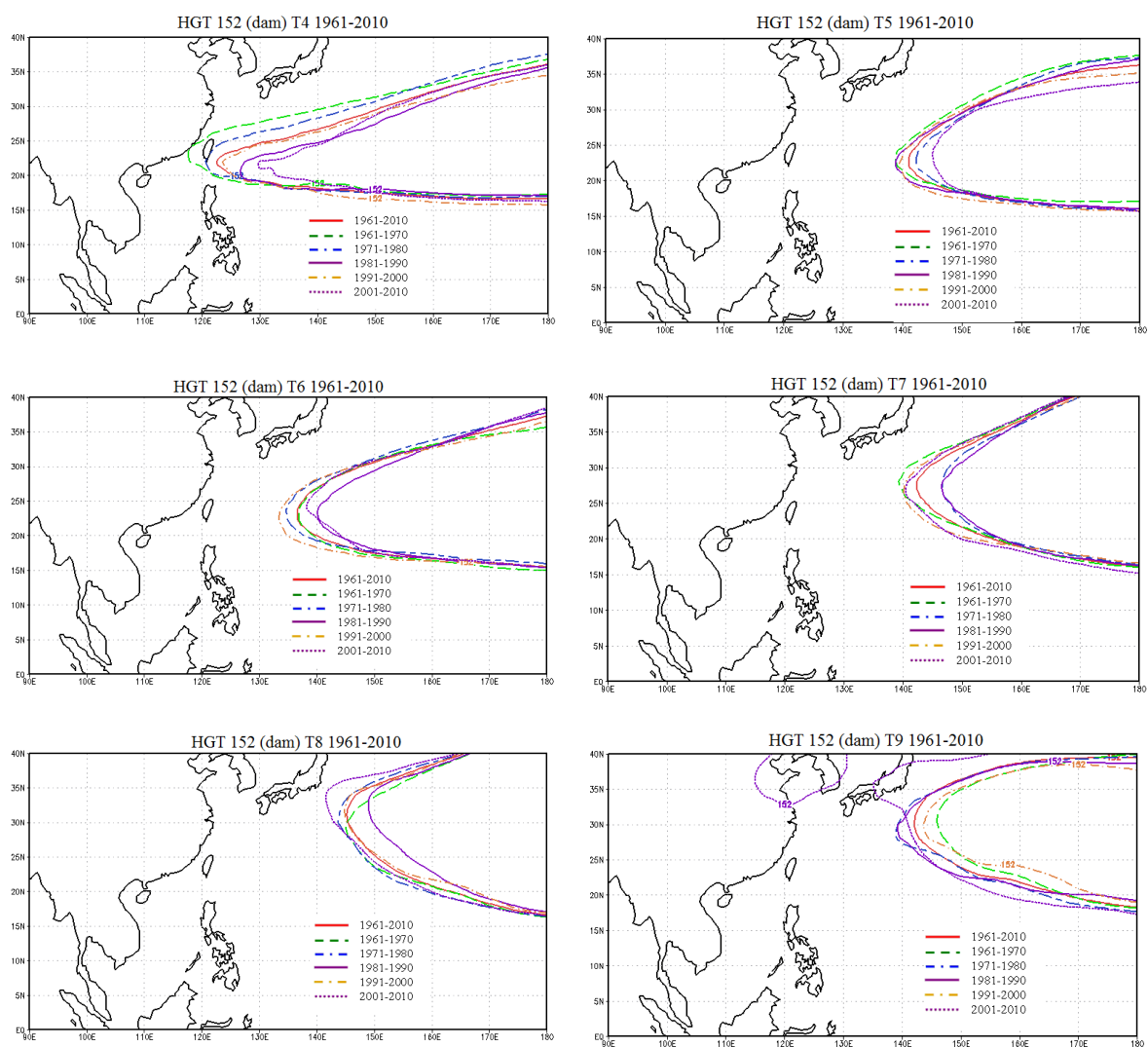


Hình P3.2 Đường đẳng áp 1010 (hPa) trung bình từng thập kỷ trong thời gian từ tháng 9 đến tháng 2 năm sau (từ trái sang phải, từ trên xuống dưới).

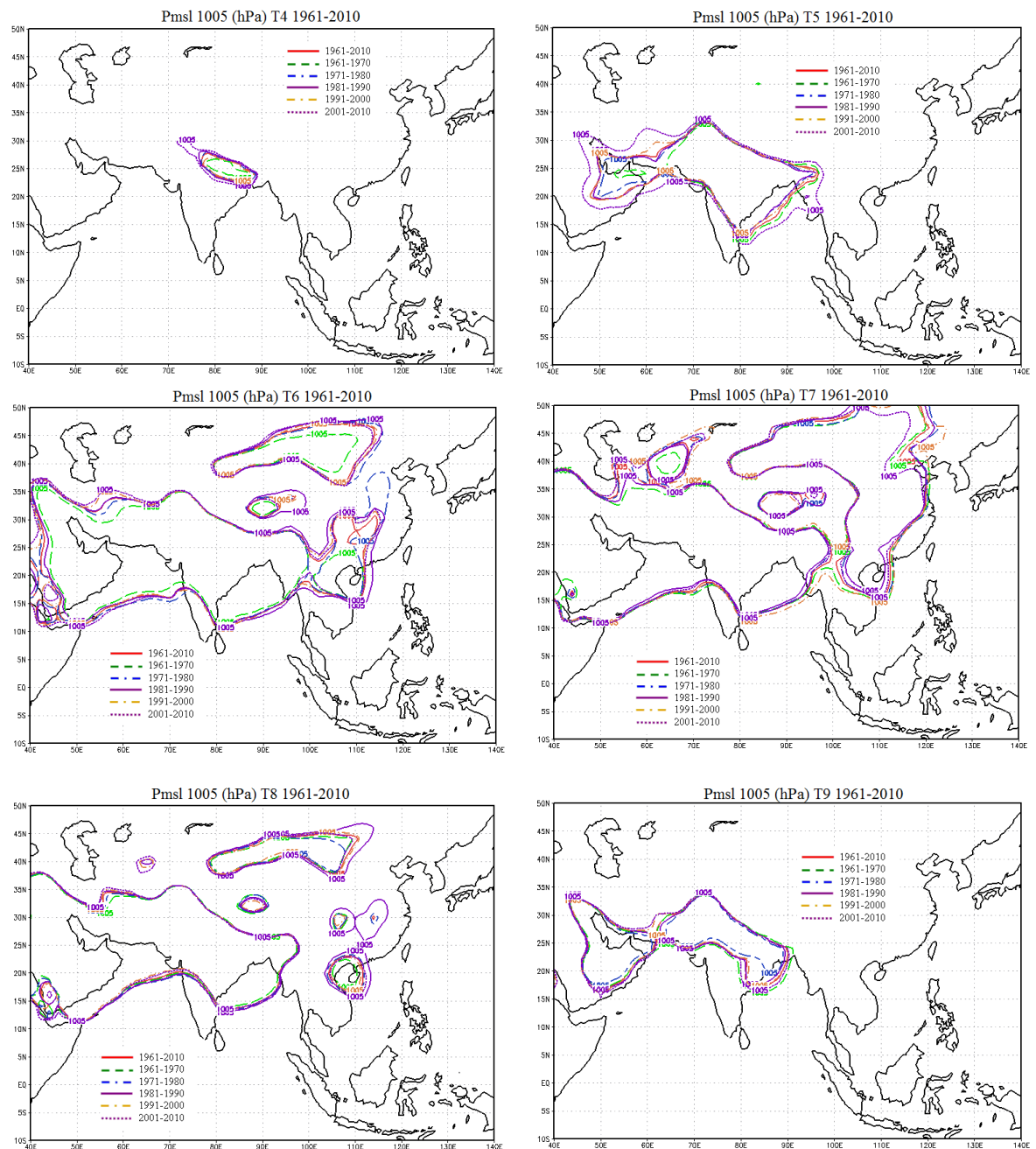




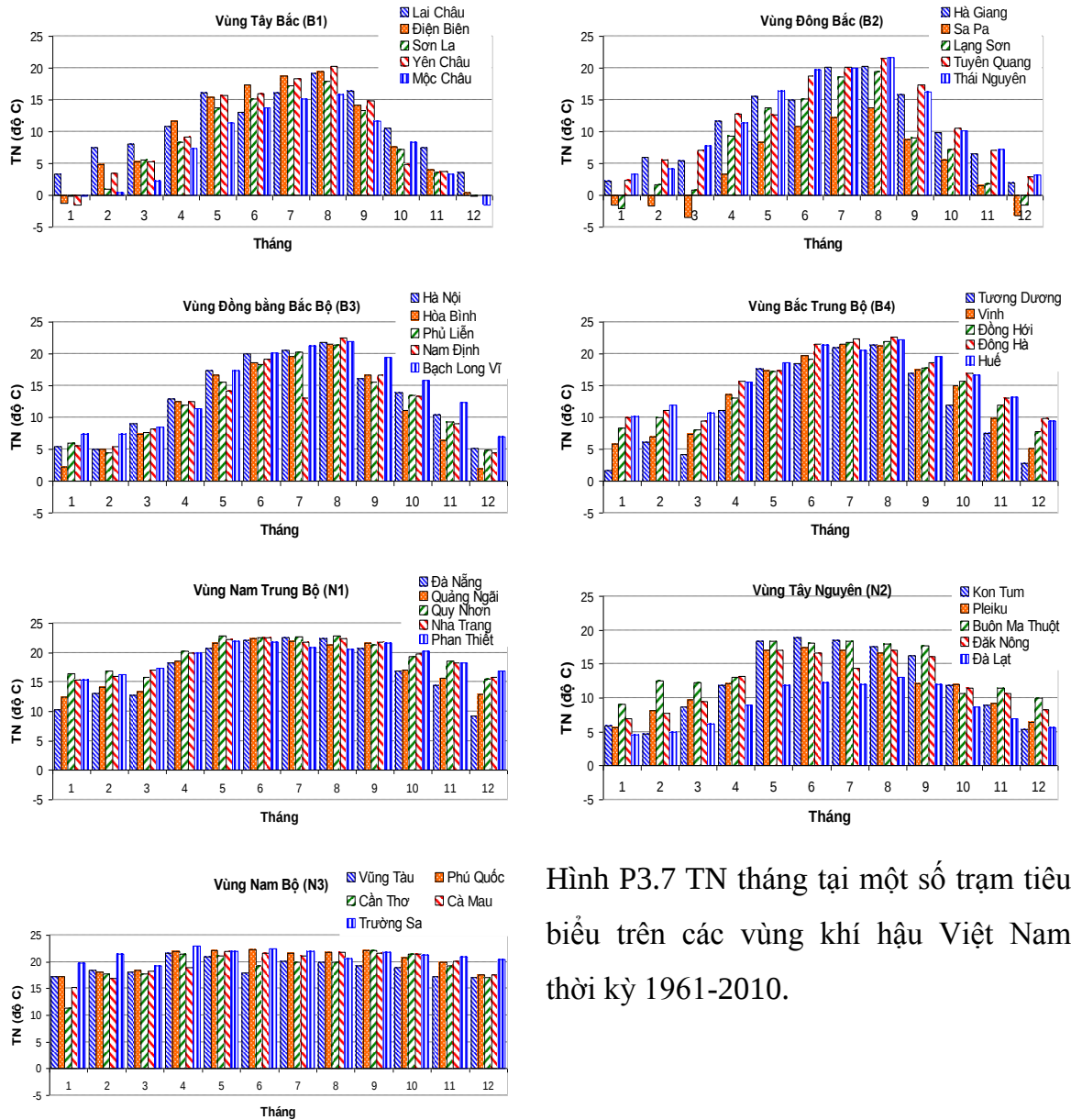
Hình P3.4 Đường 316 dam trung bình từng thập kỷ trên mực 700 hPa trong thời gian từ tháng 4 đến tháng 9 (từ trái sang phải, từ trên xuống dưới).



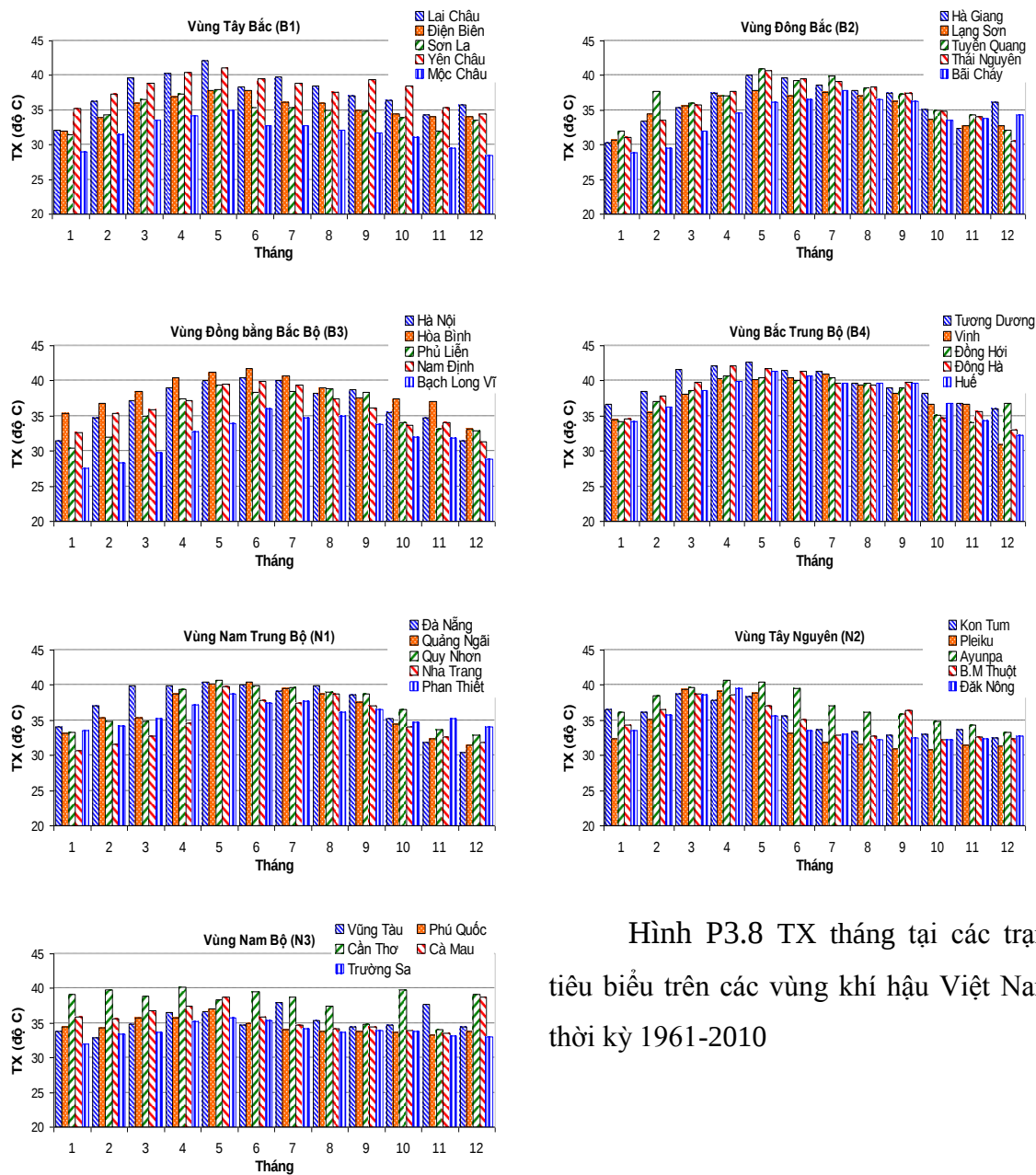
Hình P3.5 Đường 152 dam trên mực 850 hPa trung bình từng thập kỷ trong thời gian từ tháng 4 đến tháng 9 (từ trái sang phải, từ trên xuống dưới) .



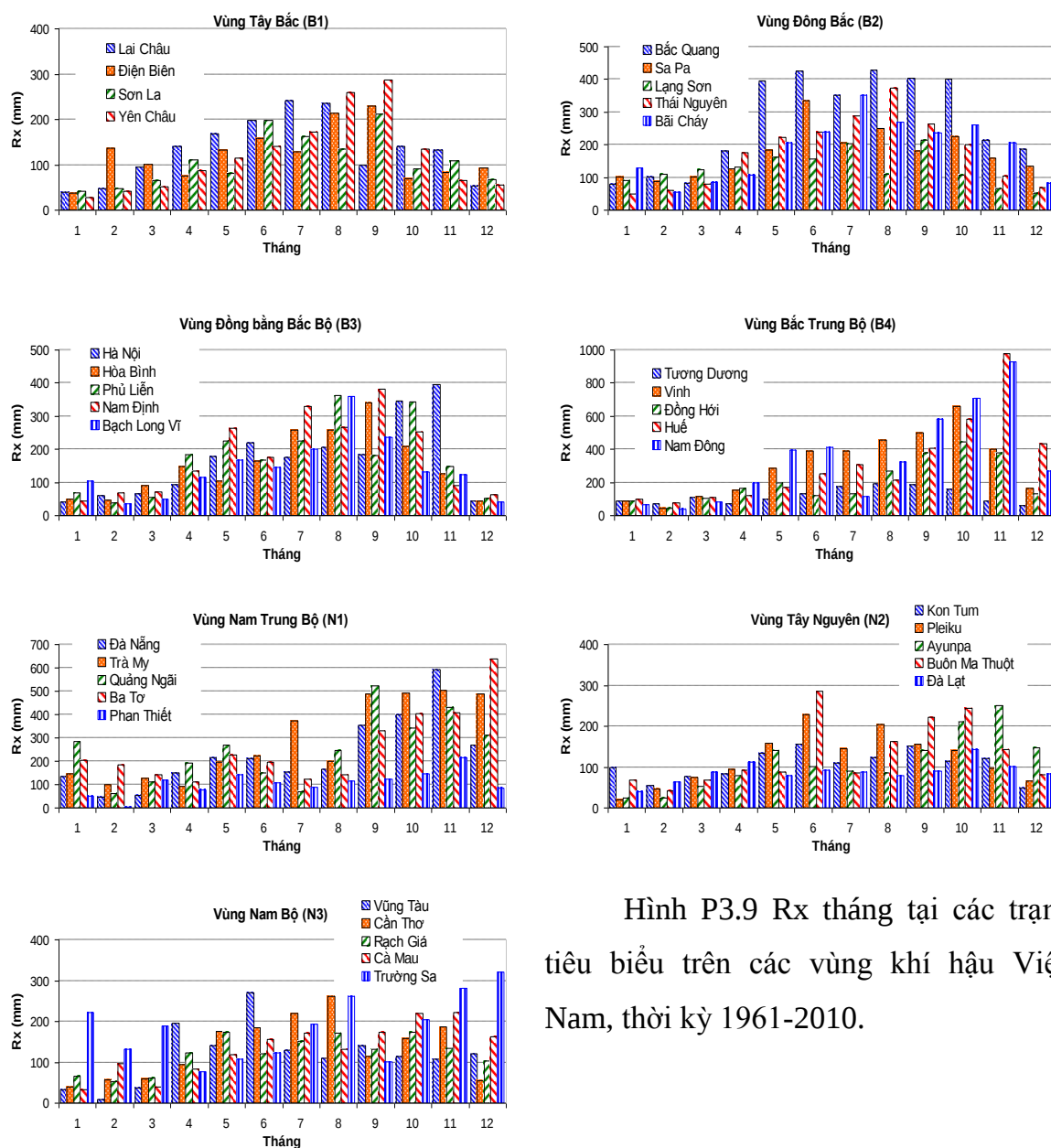
Hình P3.6 Đường đẳng áp 1005 hPa trung bình từng thập kỷ trong thời gian từ tháng 4 đến tháng 9 (từ trái sang phải, từ trên xuống dưới).



Hình P3.7 TN tháng tại một số trạm tiêu biểu trên các vùng khí hậu Việt Nam thời kỳ 1961-2010.

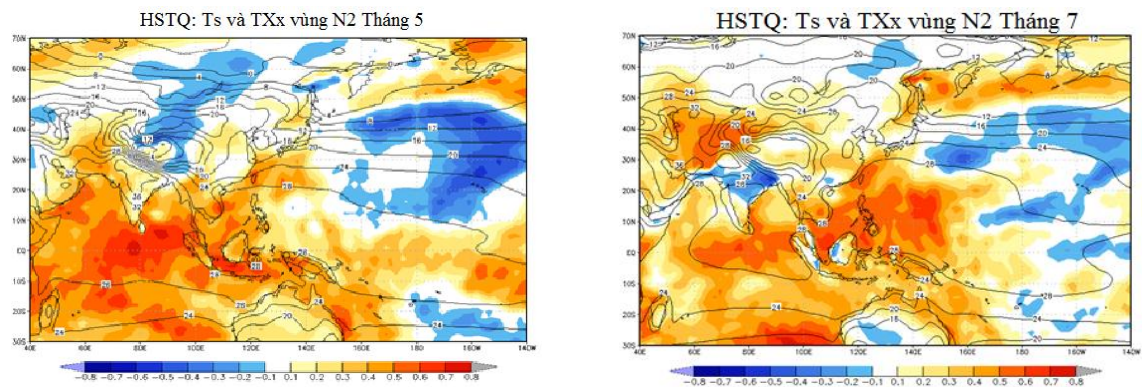


Hình P3.8 TX tháng tại các trạm tiêu biểu trên các vùng khí hậu Việt Nam thời kỳ 1961-2010

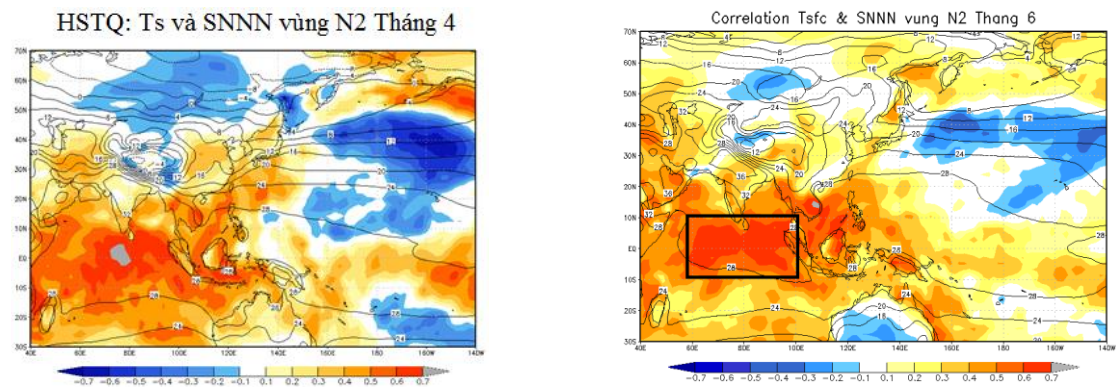


Hình P3.9 Rx tháng tại các trạm tiêu biểu trên các vùng khí hậu Việt Nam, thời kỳ 1961-2010.

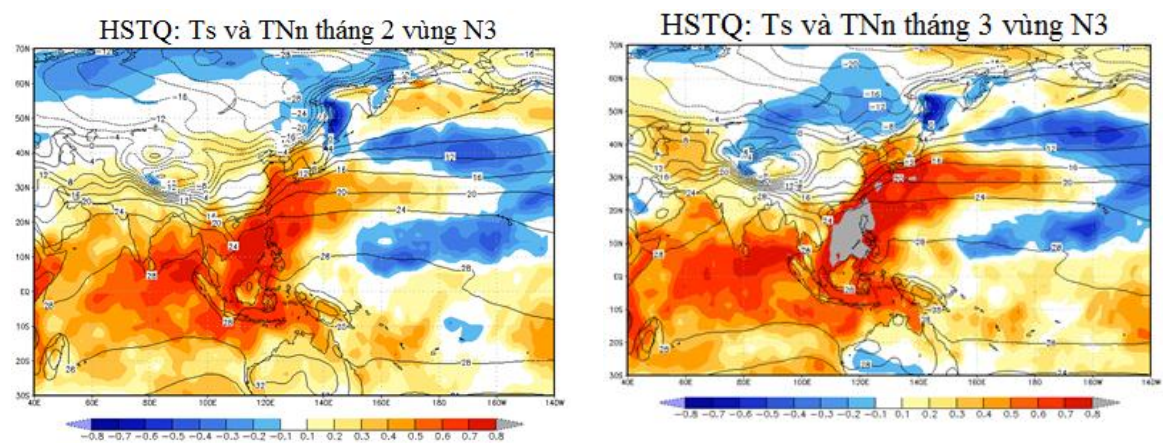
## Phụ lục chương 4



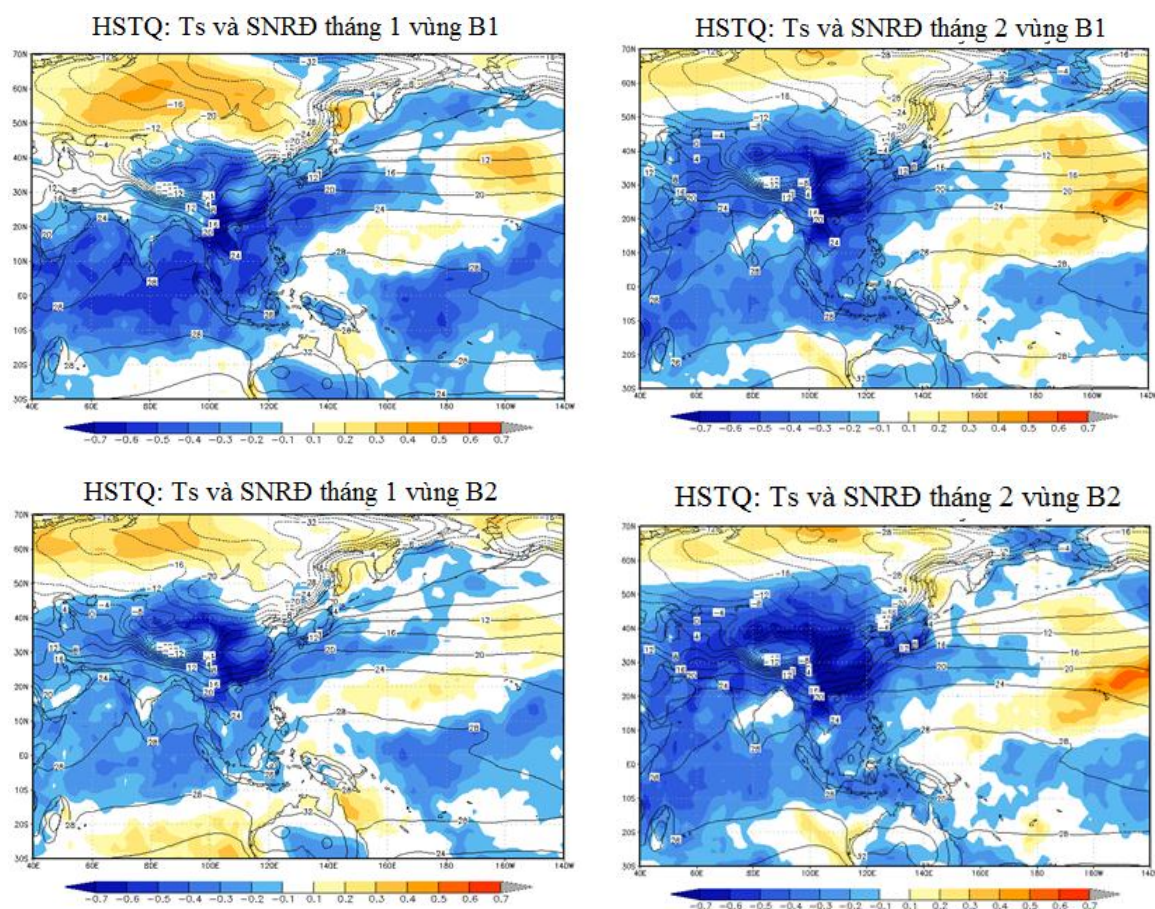
Hình P4.1 Bản đồ HSTQ giữa Ts và TXx vùng N2 trong tháng 5 và 7



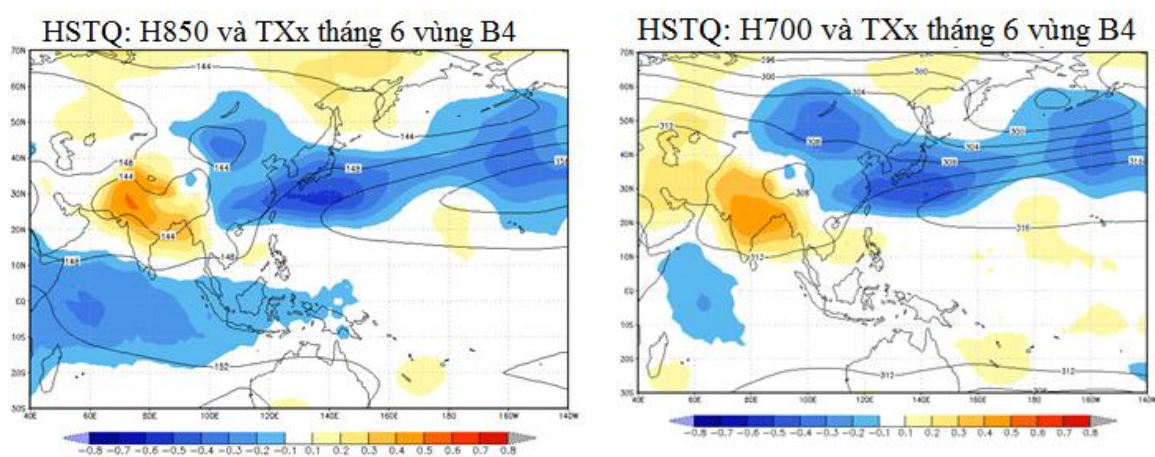
Hình P4.2 Bản đồ HSTQ giữa Ts và SNNN vùng N2 trong tháng 4 và 6



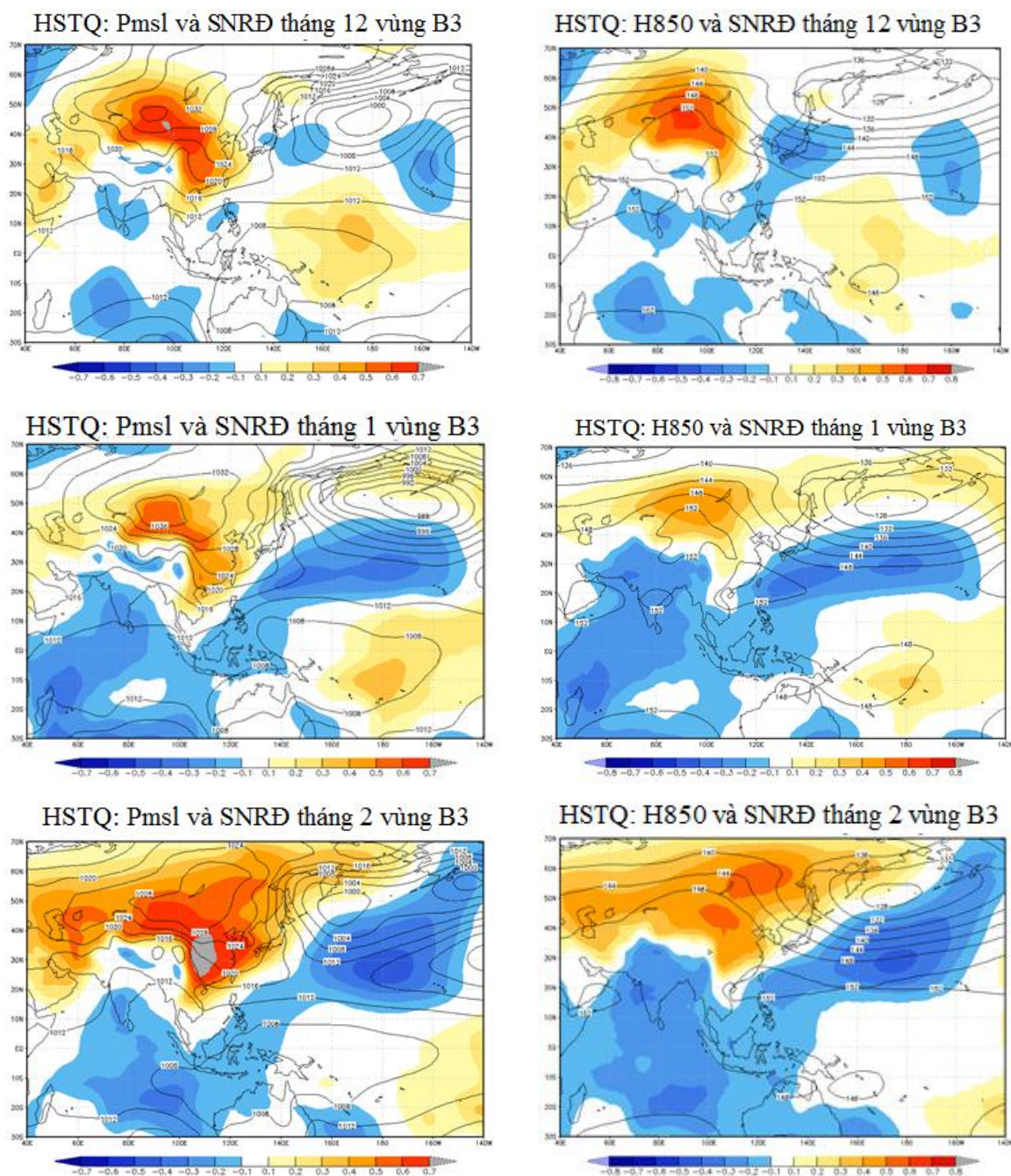
Hình P4.3 Bản đồ HSTQ giữa Ts và TNn vùng N3 trong các tháng 2 và 3.



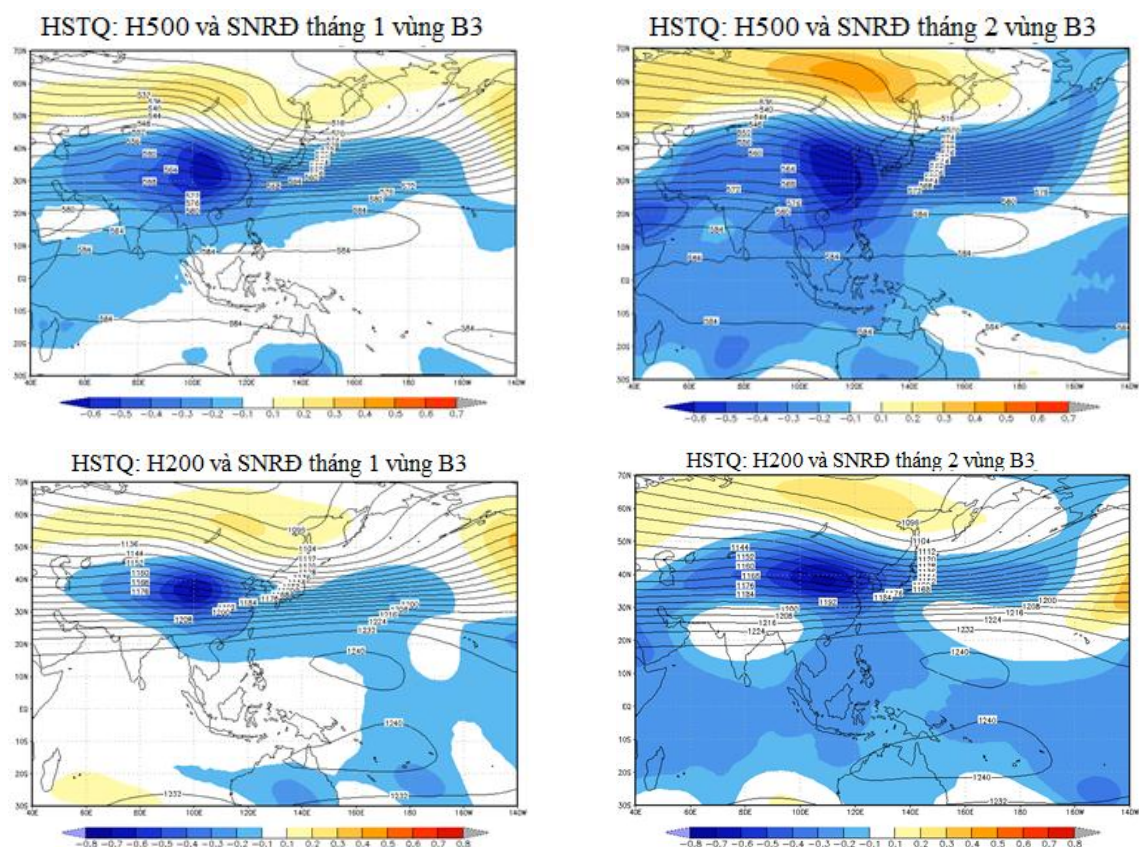
Hình P4.4 Bản đồ HSTQ giữa Ts và SNRĐ trung bình vùng B1 và B2 trong tháng 1 (trái) và 2 (phải)



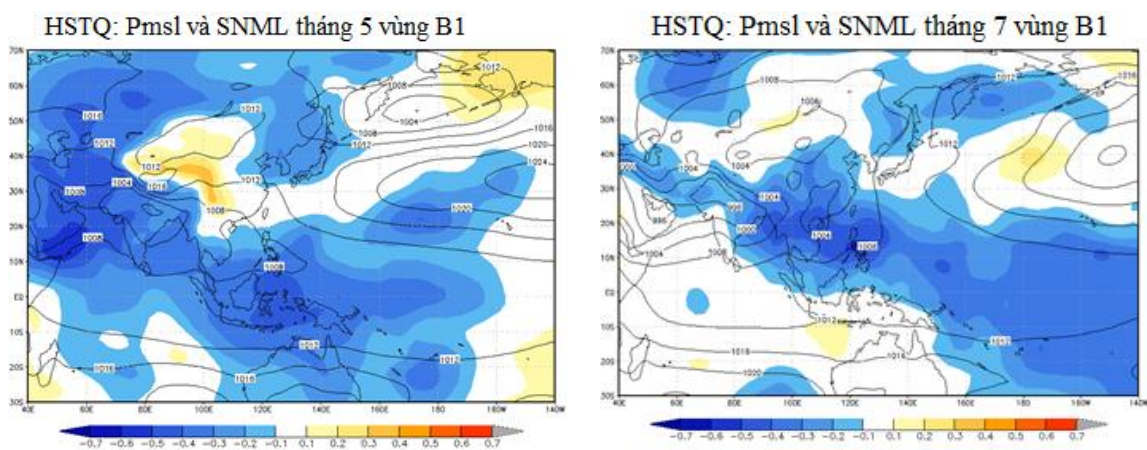
Hình P4.5 Bản đồ HSTQ giữa trường HGT mực 850 hPa và HGT mực 700 hPa với TXx vùng B4 trong tháng 6



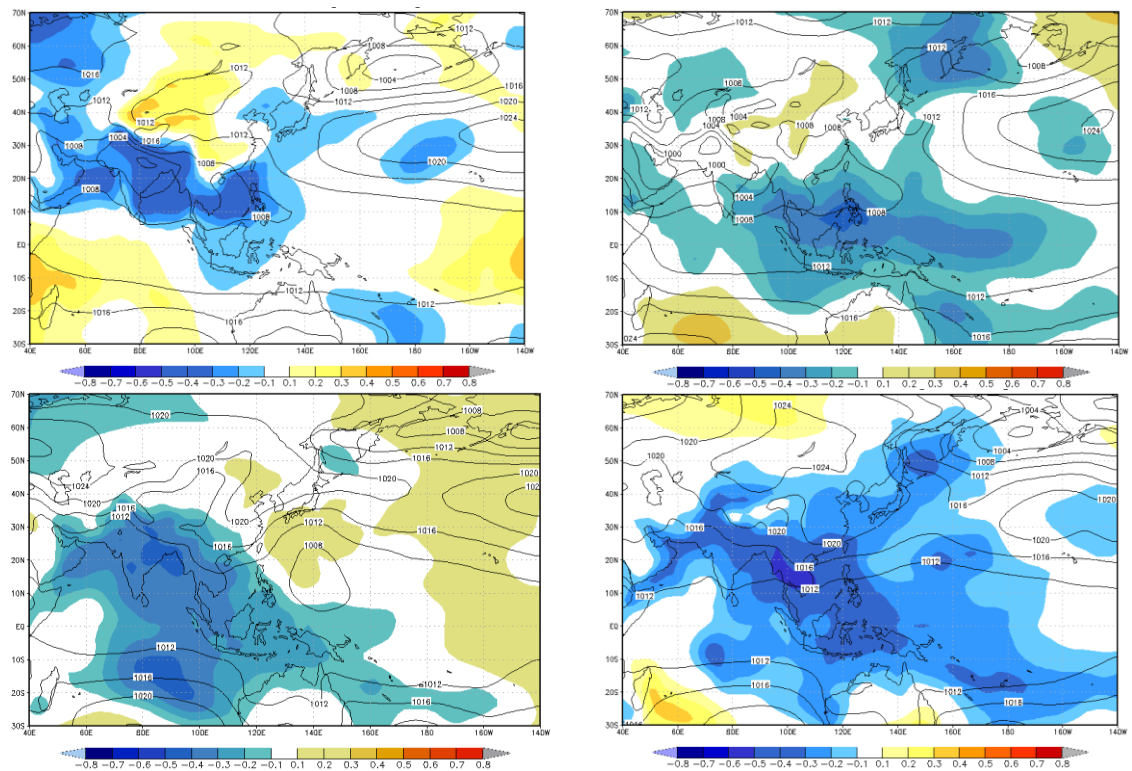
Hình P4.6 Bản đồ HSTQ giữa trường Pmsl và HGT mực 850 hPa với SNRĐ trung bình vùng B3 trong các tháng 12, 1 và 2.



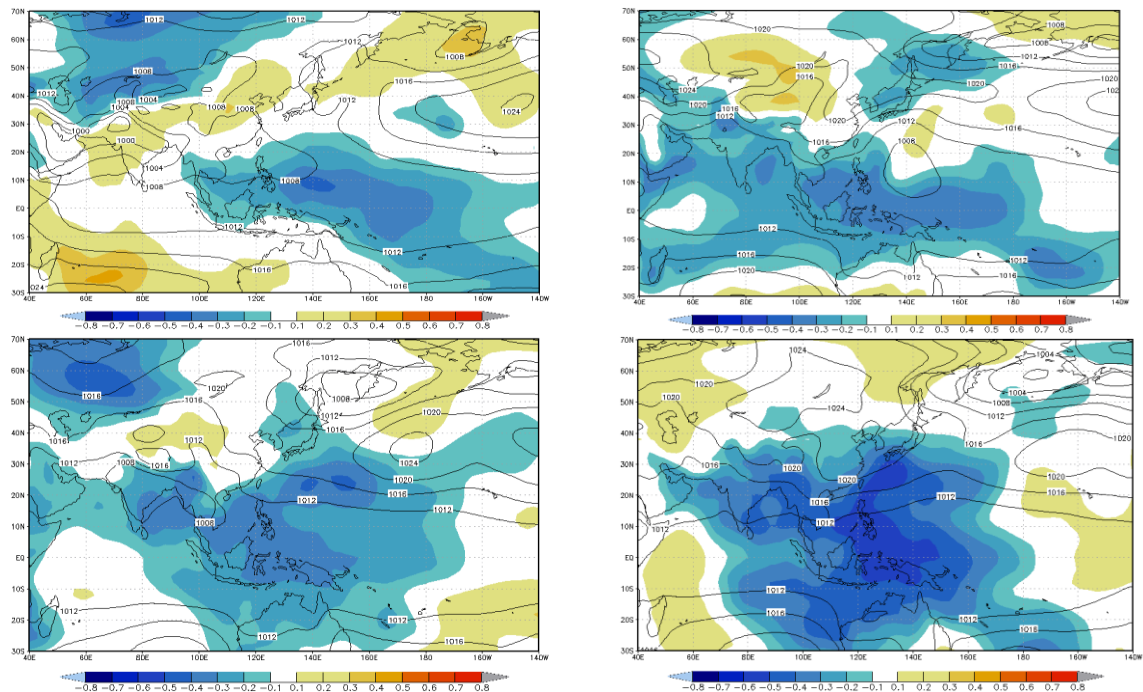
Hình P4.7 Bản đồ HSTQ giữa trường HGT mực 500 hPa và HGT mực 200 hPa với SNRĐ vùng B3 trong tháng 1 và 2



Hình P4.8 Bản đồ HSTQ giữa trường Pmsl và SNML vùng B1 trong tháng 5 và 7



Hình P4.9 Bản đồ HSTQ giữa trường Pmsl và RXx vùng B4 trong các tháng 5, 8, 10 và 11 (từ trên xuống dưới, từ trái sang phải).



Hình P4.10 Bản đồ HSTQ giữa trường Pmsl và RXx trong tháng 8 và 10 vùng N1 (trên), tháng 4 vùng N3 (dưới, trái) và tháng 11 vùng N2 (dưới, phải)