

**BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
VIỆN KHOA HỌC
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

Vũ Văn Thăng

ĐẶC ĐIỂM VẬN TẢI ẨM Ở VIỆT NAM TRONG CÁC ĐỢT ENSO

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KHOA HỌC TRÁI ĐẤT

Hà Nội-2016

**BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
VIỆN KHOA HỌC
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

Vũ Văn Thăng

ĐẶC ĐIỂM VẬN TẢI ẨM Ở VIỆT NAM TRONG CÁC ĐỢT ENSO

Chuyên ngành: Khí tượng và khí hậu học
Mã số: 62440222

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KHOA HỌC TRÁI ĐẤT

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:
1. PGS. TS. Nguyễn Văn Thắng
2. GS. TS. Nguyễn Trọng Hiệu

Hà Nội-2016

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 cứ công trình nào khác.

Tác giả

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Vũ Văn Thăng', written over a horizontal line.

Vũ Văn Thăng

LỜI CẢM ƠN

Bằng tất cả tấm lòng, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới hai thầy PGS. TS. Nguyễn Văn Thắng và GS.TS. Nguyễn Trọng Hiệu, là người đã tận tình chỉ bảo và hướng dẫn tôi hoàn thành luận án này.

Tôi xin cảm ơn các Thầy cô và các cán bộ trong Viện Khoa Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, Trung tâm Khoa học Công nghệ KTTV và Môi trường đặc biệt, Trung tâm Nghiên cứu Khí tượng Khí hậu đã cung cấp cho tôi những kiến thức chuyên môn quý báu, giúp đỡ và tạo điều kiện thuận lợi về cơ sở vật chất trong suốt thời gian tôi học tập và thực hành ở Trung tâm.

Tôi cũng xin cảm ơn Bộ môn Khí tượng - Khí hậu, Phòng Khoa học Đào tạo và Hợp tác Quốc tế, Viện Khoa Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu đã tạo điều kiện cho tôi có thời gian hoàn thành luận án.

Cuối cùng, tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành tới gia đình, người thân và các bạn, những người đã luôn ở bên cạnh cổ vũ, động viên và tạo mọi điều kiện tốt nhất cho tôi trong suốt thời gian học tập và nghiên cứu.

Hà Nội, tháng 01 năm 2016

Tác giả



Vũ Văn Thắng

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1.....	5
TỔNG QUAN CÁC CÔNG TRÌNH NGHIÊN CỨU VỀ VẬN TẢI ẨM VÀ CÁC VẤN ĐỀ LIÊN QUAN	5
1.1 Tổng quan các công trình nghiên cứu về vận tải ẩm	5
1.1.1 Các công trình nghiên cứu ở ngoài nước về vận tải ẩm.....	5
1.1.2 Các công trình nghiên cứu ở trong nước về vận tải ẩm	14
1.2 Tổng quan về một số công trình nghiên cứu ENSO và tác động đối với thời tiết khí hậu	16
1.2.1 Các công trình nghiên cứu ở ngoài nước về ENSO	16
1.2.2 Các công trình nghiên cứu ở trong nước về ENSO.....	20
1.3 Nhận xét cuối chương 1	26
CHƯƠNG 2.....	28
PHƯƠNG PHÁP VÀ SỐ LIỆU NGHIÊN CỨU.....	28
2.1 Phương pháp nghiên cứu.....	28
2.1.1 Phương pháp tính vận tải ẩm trong khí quyển	28
2.1.2 Vận tải ẩm qua 4 đường biên trên các khu vực Việt Nam.....	30
2.1.3 Phương pháp xác định các đợt ENSO.....	30
2.1.4 Xác định các chỉ tiêu hạn hán và mưa lớn.....	33
2.1.6 Tính các đặc trưng hạn hán trong các đợt El Niño và mưa lớn trong các đợt La Niña.....	37
2.1.7 Phương pháp kiểm nghiệm	38
2.2 Số liệu nghiên cứu	39
2.2.1 Số liệu mưa các trạm	39
2.2.2 Số liệu trên lưới.....	43
CHƯƠNG 3.....	44
PHÂN BỐ VẬN TẢI ẨM TỔNG HỢP TRONG ĐIỀU KIỆN ENSO.....	44
3.1 Vận tải ẩm tổng hợp trong điều kiện ENSO.....	44
3.1.1 Vận tải ẩm tổng hợp trong điều kiện chung.....	44
3.1.2 Vận tải ẩm tổng hợp trong điều kiện El Niño	56

3.1.3 Vận tải ẩm tổng hợp trong điều kiện La Niña.....	59
3.2 Vận tải ẩm tổng hợp trong từng đợt ENSO.....	62
3.2.1 Vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển trong các đợt El Niño	62
3.2.2 Vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển trong từng đợt La Niña	70
3.2.3 Vận tải ẩm tổng hợp trên các lớp khí quyển trong các đợt ENSO điển hình.....	77
3.3 Nhận xét về đặc điểm vận tải ẩm trong điều kiện ENSO	84
3.3.1 Đặc điểm các dải vận tải ẩm trên Đông Á Tây Thái Bình Dương mở rộng trong điều kiện ENSO.....	84
3.3.2 Đặc điểm vận tải ẩm trên các khu vực Việt Nam trong điều kiện ENSO	89
3.3.3 Đặc điểm vận tải ẩm trong từng đợt ENSO.....	93
CHƯƠNG 4.....	90
QUAN HỆ GIỮA VẬN TẢI ẨM VỚI HẠN HÁN, MƯA LỚN VÀ MƯA Ở MỘT SỐ KHU VỰC VIỆT NAM TRONG ĐIỀU KIỆN ENSO	90
4.1 Vận tải ẩm qua các đường biên trên các khu vực Việt Nam	90
4.1.1 Vận tải ẩm qua các đường biên khu vực Bắc Bộ Việt Nam	90
4.1.2 Vận tải ẩm qua các đường biên khu vực Trung Bộ Việt Nam	91
4.1.3 Vận tải ẩm qua các đường biên khu vực Nam Bộ Việt Nam.....	92
4.2 Quan hệ giữa vận tải ẩm với hạn hán ở Việt Nam trong các đợt El Niño ...	93
4.2.1 Ảnh hưởng của El Niño đến hạn hán ở Việt Nam	93
4.2.2 Quan hệ giữa vận tải ẩm với hạn hán ở Việt Nam	95
4.3 Quan hệ giữa vận tải ẩm với mưa lớn ở Việt Nam trong các đợt La Niña..	98
4.3.1 Ảnh hưởng của La Niña đến mưa lớn ở Việt Nam.....	98
4.3.2 Quan hệ giữa vận tải ẩm với mưa lớn ở Việt Nam	101
4.4 Ứng dụng thông tin vận tải ẩm nghiên cứu ảnh hưởng của ENSO đến mưa ở một số khu vực cụ thể	104
4.4.1 Ảnh hưởng của ENSO đến mưa ở Miền Trung trong các tháng mùa thu và vai trò của vận tải ẩm.....	104
4.4.2 Ảnh hưởng của El Niño đến sự hụt mưa tháng V ở Tây Nguyên và vai trò của vận tải ẩm	119
4.4.3 Đánh giá về vận tải ẩm trong một số đợt ENSO gây mưa lớn và hạn hán	

<i>nghiêm trọng ở Việt Nam</i>	124
4.5 Một số nhận xét cuối chương 4	132
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	134
Các công trình đã công bố có liên quan đến luận án	137
TÀI LIỆU THAM KHẢO	138

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

Ký hiệu	Ý nghĩa
BBVN	Khu vực Bắc Bộ Việt Nam
BĐ	Biển Đông
BG	Vịnh Bengal
BTB	Vùng khí hậu Bắc Trung Bộ
CFSR	Climate Forecast System Reanalysis data - số liệu tái phân tích bằng hệ thống dự báo khí hậu
Ctbd	Cao áp Tây Thái Bình Dương
DATTBD	Đông Á Tây Thái Bình Dương
ĐB	Vùng khí hậu Đông Bắc
ĐBBB	Vùng khí hậu Đồng bằng Bắc Bộ
ECMWF	European centre for Medium-Range weather Forecasts-Trung tâm Dự báo Hạn vừa Châu Âu
ENSO	Hiện tượng El Niño - Dao động Nam (El Niño - South Oscillation)
GHP	Tiềm năng mưa lớn trong điều kiện chung
GHMN	Số tháng mưa lớn trong điều kiện chung
GOMN	Số tháng quan trắc mưa trong điều kiện chung
ITCZ	Dải hội tụ nhiệt đới (Intertropical Convergence Zone)
KKL	Không khí lạnh
LHE	Hiệu ứng mưa lớn trong La Niña
LHP	Tiềm năng mưa lớn trong La Niña
LHMN	Số tháng mưa lớn trong La Niña
LOMN	Số tháng quan trắc mưa trong La Niña
NASA/ DAO	National Aeronautics and Space Administration Data Assimilation Office- Văn phòng đồng hóa dữ liệu của Cục Quản lý Vũ trụ và Hàng không Quốc gia (Mỹ)

Ký hiệu	Ý nghĩa
NB	Vùng khí hậu Nam Bộ
NBVN	Khu vực Nam Bộ Việt Nam
NCEP/NCAR	National Centers for Environmental Prediction/National center for Atmospheric Research - Trung tâm Quốc gia Dự báo Môi Trường /Trung tâm Quốc gia Nghiên cứu Khí quyển
NOAA	Naitional Oceanographiccal and Atmospheric Administration - Cơ quan quản lý Khí quyển - Đại dương Quốc gia (Mỹ)
NTB	Vùng khí hậu Nam Trung Bộ
Q	Vận tải ẩm tổng hợp
Qu	Vận tải ẩm vĩ hướng
Qv	Vận tải ẩm kinh hướng
SSTA	Chuẩn sai nhiệt độ mặt nước biển
SST	Nhiệt độ mặt nước biển
STH	Số tháng hạn hán
STML	Số tháng mưa lớn
TB	Vùng khí hậu Tây Bắc
TBD	Thái Bình Dương
TBVN	Khu vực Trung Bộ Việt Nam
TGTQ	Khu vực Trường Giang Trung Quốc
TN	Vùng khí hậu Tây Nguyên
Txd	Dải thấp xích đạo
VTA	Vận tải ẩm
XD-ĐNA	Xích đạo Đông Nam Á
XTNĐ	Xoáy thuận nhiệt đới

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ

Hình 1.1. Véc tơ tổng vận tải ẩm ($\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$) trung bình mùa hè thời kỳ 1980-1996..8	
Hình 1.2. Các nguồn ẩm cung cấp cho lưu vực sông Saskatchewan..... 10	
Hình 1.3. Vận tải ẩm trung bình các hậu trong thời kỳ gió mùa bắt đầu (trái) và thời kỳ hoạt động của gió mùa mùa hè trên Biển Đông (phải), thời kỳ 1948-2005..... 11	
Hình 1.4. Cân bằng ẩm trung bình các hậu trong thời kỳ gió mùa bắt đầu (trái) và thời kỳ hoạt động của gió mùa mùa hè Biển Đông (phải), thời kỳ 1948-2005. 12	
Hình 1.5. Các khu vực Nino trên Thái Bình Dương..... 16	
Hình 2.1. Giới hạn các khu vực tính vận tải ẩm..... 36	
Hình 2.2. Vị trí các trạm khí tượng sử dụng trong luận án. 40	
Hình 2.3. Địa hình và vị trí 13 trạm nghiên cứu. 41	
Hình 2.4. Các trạm quan trắc và địa hình khu vực Tây Nguyên..... 42	
Hình 3.1 Vận tải ẩm tổng hợp ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trên toàn cột khí quyển trung bình thời kỳ 1960-2009. a) mùa đông; b) mùa xuân; c) mùa hè; d) mùa thu 47	
Hình 3.2 Vận tải ẩm tổng hợp ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trên các lớp khí quyển mùa đông trung bình thời kỳ 1960-2009. a) 1000-700 hPa; b) 700-500 hPa; c) 500-300 hPa..... 48	
Hình 3.3 Vận tải ẩm tổng hợp ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trên các lớp khí quyển mùa xuân trung bình thời kỳ 1960-2009. a) 1000-700 hPa; b) 700-500 hPa; c) 500-300 hPa..... 51	
Hình 3.4 Vận tải ẩm tổng hợp ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trên các lớp khí quyển mùa hè trung bình thời kỳ 1960-2009. a) 1000-700 hPa; b) 700-500 hPa; c) 500-300 hPa 53	
Hình 3.5 Vận tải ẩm tổng hợp ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trên các lớp khí quyển mùa thu trung bình thời kỳ 1960-2009. a) 1000-700 hPa; b) 700-500 hPa; c) 500-300 hPa 55	
Hình 3.6. Vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình 13 đợt El Niño thời kỳ 1960-2009..... 56	
Hình 3.7. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên các lớp khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình 13 đợt El Niño. a) từ 1000-700 hPa; b) 700-500 hPa; c) 500-300 hPa..... 58	
Hình 3.8. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình 11 đợt La Niña thời kỳ 1960-2009. 59	
Hình 3.9. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên các lớp khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình	

11 đợt La Niña. a) từ 1000-700 hPa; b) 700-500 hPa; c) 500-300 hPa	61
Hình 3.10. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 7/63-1/64	62
Hình 3.11. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 6/65-3/66	63
Hình 3.12. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 11/68-5/69	63
Hình 3.13. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 9/69-2/70	64
Hình 3.14. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 5/72-3/73	64
Hình 3.15. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 9/76-2/77	65
Hình 3.16. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 5/82-6/83	66
Hình 3.17. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 9/86-1/88	66
Hình 3.18. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 5/91-6/92	67
Hình 3.19. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 9/94-2/95	68
Hình 3.20. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 5/97-4/98	68
Hình 3.21. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 6/02-3/03	69
Hình 3.22. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 8/04-1/05	70
Hình 3.23. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt La Niña 4/64-1/65	70

Hình 3.24. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt La Niña 9/67-4/68.....	71
Hình 3.25. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt La Niña 6/70-1/72.....	72
Hình 3.26. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt La Niña 5/73-5/76.....	72
Hình 3.27. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt La Niña 9/83-2/84.....	73
Hình 3.28. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt La Niña 9/84-7/85.....	74
Hình 3.29. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt La Niña 10/85-3/86.....	74
Hình 3.30. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt La Niña 4/88-9/89.....	75
Hình 3.31. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt La Niña 8/95-4/96.....	76
Hình 3.32. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt La Niña 6/98-2/01.....	76
Hình 3.33. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt La Niña 8/07-5/08.....	77
Hình 3.34. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 8/04-1/05. a) từ 1000-700 hPa; b) 700-500 hPa; c) 500-300 hPa.....	79
Hình 3.35. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 6/65-3/66 a) từ 1000-700 hPa; b) 700-500 hPa; c) 500-300 hPa.....	80
Hình 3.36. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) từ 500-300 hPa trung bình đợt La Niña 6/98-2/01. a) từ 1000-700 hPa; b) 700-500 hPa; c) 500-300 hPa.....	82
Hình 3.37. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) từ 500-300 hPa trung bình đợt La Niña 9/67-4/68. a) từ 1000-700 hPa; b) 700-500 hPa; c) 500-300 hPa.....	84
Hình 4.1. Vận tải ẩm ($\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$) trung bình nhiều năm qua 4 đường biên khu vực	

BBVN: a) Vĩ hướng; b) Kinh hướng.	91
Hình 4.2. Vận tải ẩm ($\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$) trung bình nhiều năm qua 4 đường biên khu vực TBVN: a) Vĩ hướng; b) Kinh hướng.....	92
Hình 4.3 Vận tải ẩm ($\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$) trung bình nhiều năm qua 4 đường biên khu vực NBVN: a) Vĩ hướng; b) Kinh hướng.	93
Hình 4.4. Hệ số tương quan giữa Qu và STH trong các đợt El Niño	96
Hình 4.5. Hệ số tương quan giữa Qv và STH trong các đợt El Niño	97
Hình 4.6 Hệ số tương quan giữa Qu và STML trong các đợt La Niña.....	102
Hình 4.7 Hệ số tương quan giữa Qv và STML trong các đợt La Niña.....	103
Hình 4.8. Tổng lượng mưa (mm) mùa thu thời kỳ 1980-2007	105
Hình 4.9. Lượng mưa trung bình (mm) các tháng mùa thu thời kỳ 1980-2007 (a) Tháng IX, (b) Tháng X và (c) Tháng XI.....	106
Hình 4.10. Véc tơ gió (ms^{-1}) trung bình mùa thu 1980-2007 (a) 10m; (b) 850hPa	107
Hình 4.11. Véc tơ tổng vận tải ẩm ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình mùa thu 1980-2007	107
Hình 4.12. Chuẩn sai lượng mưa (mm) mùa thu El Niño ở Miền Trung Việt Nam	109
Hình 4.13. Chuẩn sai véc tơ gió (ms^{-1}) mùa thu El Niño; (a) 10m; (b) 850hPa.	112
Hình 4.14. Chuẩn sai khí áp mực biển (hPa) mùa thu El Niño, 1980-2007.	112
Hình 4.15. Véc tơ tổng vận tải ẩm trung bình và chuẩn sai ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) mùa thu El Niño, 1980-2007, (a) Trung Bình; (b) Chuẩn sai.	112
Hình 4.16. Chuẩn sai lượng mưa mùa thu La Niña ở Miền Trung Việt Nam.	114
Hình 4.17. Chuẩn sai véc tơ gió (ms^{-1}) mùa thu La Niña (a) 10m; (b) 850hPa.....	117
Hình 4.18. Chuẩn sai khí áp mực biển (hPa) mùa thu La Niña	117
Hình 4.19. Véc tơ tổng vận tải ẩm trung bình và chuẩn sai ($\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$) mùa thu La Niña, (a) Trung Bình; (b) Chuẩn sai.	118
Hình 4.20. Biến trình năm của lượng mưa trung bình 13 trạm ven biển khu vực Miền Trung trong điều kiện El Niño, La Niña và trung bình thời kỳ 1980-2007...	118
Hình 4.21. Sơ đồ minh họa hoàn lưu khí quyển: (a) Trong điều kiện El Niño, (b) Trong điều kiện La Niña.....	119
Hình 4.22. Tổng lượng mưa (mm) trung bình tháng V khu vực Tây Nguyên, 1980-	

2007.....	120
Hình 4.23. Véc tơ gió ($m s^{-1}$) trung bình tháng V, 1980-2007(a)-10m, (b)-850hPa.	121
Hình 4.24. Véc tơ tổng vận tải ẩm ($kg m^{-1} s^{-1}$) trung bình tháng V, 1980-2007.....	121
Hình 4.25. Chuẩn sai lượng mưa (mm) tháng V ở Tây Nguyên trong điều kiện El Niño	123
Hình 4.26. Chuẩn sai véc tơ gió ($m s^{-1}$) tháng V thời kỳ 1980-2007 trong điều kiện El Niño a)-10 m; b)-850 hPa.....	124
Hình 4.27. Véc tơ tổng vận tải ẩm ($kg m^{-1} s^{-1}$) tháng V thời kỳ 1980-2007 trong điều kiện El Niño a) Véc tơ, b) Chuẩn sai.	124
Hình 4.28. Chuẩn sai lượng mưa (mm) Việt Nam: a)-tháng X, b)-tháng XI/ 1997.	126
Hình 4.29. Chuẩn sai véc tơ gió ($m s^{-1}$) tháng X/97: a)- 10m; b)-850hPa.....	127
Hình 4.30. Chuẩn sai véc tơ gió ($m s^{-1}$) tháng XI/97: a)- 10m; b)-850hPa.....	127
Hình 4.31. Chuẩn sai khí áp mực biển (mb):a)-tháng X/97,b)-tháng XI/97.....	127
Hình 4.32. Tổng vận tải ẩm ($kg m^{-1} s^{-1}$) tháng X/97: a)-Véc tơ, b) Chuẩn sai.	128
Hình 4.33. Tổng vận tải ẩm ($kg m^{-1} s^{-1}$) tháng XI/97: a)-Véc tơ, b) Chuẩn sai.	128
Hình 4.34. Chuẩn sai lượng mưa (mm) Việt Nam tháng XI/99	130
Hình 4.35. Véc tơ gió ($m s^{-1}$) trung bình tháng XI/99:a)- ở 10m, b)-850 hPa.	130
Hình 4.36. Chuẩn sai véc tơ gió ($m s^{-1}$) tháng XI/99: a)- ở 10m, b)-850 hPa.....	131
Hình 4.37. Chuẩn sai khí áp mực biển (mb) tháng XI/99	131
Hình 4.38. Tổng vận tải ẩm ($kg m^{-1} s^{-1}$) tháng XI/99: a) Véc tơ, b) Chuẩn sai.	131

DANH MỤC BẢNG

Bảng 2.1 Các đợt El Niño thời kỳ 1960-2009.....	31
Bảng 2.2 Các đợt La Niña thời kỳ 1960-2009.	32
Bảng 2.3 Các mùa thu ENSO thời kỳ 1980-2007.....	33
Bảng 2.4 Các tháng V El Niño thời kỳ 1980-2007.....	33
Bảng 2.5 Đánh giá các chỉ tiêu hạn điển hình theo các yêu cầu.....	34
Bảng 2.6. Danh sách các trạm khí tượng được sử dụng trong luận án.	40
Bảng 2.7 Danh sách các trạm ven biển Miền Trung.....	41
Bảng 2.8 Danh sách các trạm thuộc khu vực Tây Nguyên.....	42
Bảng 3.1 Đặc điểm các dải vận tải ẩm ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) ở ĐATTBD mở rộng trong các mùa trên các lớp và trên toàn cột khí quyển trong điều kiện chung.....	86
Bảng 3.2 So sánh các dải vận tải ẩm trên Đông Á Tây Thái Bình Dương mở rộng trong các điều kiện khác nhau ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$).....	88
Bảng 3.3 Vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển, các lớp trong các mùa ở các khu vực của Việt Nam ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$).....	90
Bảng 3.4: So sánh vận tải ẩm tổng hợp trên các khu vực của Việt Nam trong các điều kiện khác nhau ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$).....	92
Bảng 3.5: Một số đặc trưng vận tải ẩm trong các đợt El Niño ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$).....	95
Bảng 3.6: Một số đặc trưng vận tải ẩm trong các đợt La Niña ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$).....	96
Bảng 4.1. Vận tải ẩm trung bình ($\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$) qua 4 đường biên của các khu vực Việt Nam thời kỳ 1960-2009.	90
Bảng 4.2. Dấu chuẩn sai hạn trong các vụ hạn có hoạt động El Niño.....	94
Bảng 4.3. Hệ số tương quan giữa Qu với STH trên 7 vùng khí hậu của Việt Nam trong 13 đợt El Niño.....	96
Bảng 4.4. Hệ số tương quan giữa Qv với STH trên 7 vùng khí hậu của Việt Nam trong 13 đợt El Niño.....	97
Bảng 4.5 Tiềm năng mưa lớn trong điều kiện La Niña và điều kiện trung.....	99
Bảng 4.6. Hệ số tương quan giữa Qu với STML trên 7 vùng khí hậu của Việt Nam trong 11 đợt La Niña.....	102

Bảng 4.7. Hệ số tương quan giữa Qv với STML trên 7 vùng khí hậu của Việt Nam trong 11 đợt La Niña	103
Bảng 4.8. Chuẩn sai lượng mưa (%) các tháng mùa thu (IX, X, XI) và trung bình mùa thu trong điều kiện El Niño thời kỳ 1980-2007.	109
Bảng 4.9. Kết quả kiểm nghiệm T-test của lượng mưa, xoáy tương đối ở mực 10m, 850 hPa và chuẩn sai khí áp mực biển trong các điều kiện El Niño và điều kiện không ENSO so với trung bình khí hậu.	111
Bảng 4.10. Chuẩn sai lượng mưa (%) các tháng mùa thu (IX, X, XI) và cả mùa thu trong điều kiện La Niña.....	114
Bảng 4.11. Kết quả kiểm nghiệm T-test của lượng mưa, xoáy tương đối ở mực 10 m, 850 hPa và chuẩn sai khí áp mực biển trong La Niña và điều kiện không ENSO so với trung bình khí hậu.....	116
Bảng 4.12. Chuẩn sai lượng mưa (mm) tháng V trong điều kiện El Niño thời kỳ 1980-2007.....	123

MỞ ĐẦU

Cùng với nhiệt độ, mưa là yếu tố khí tượng quan trọng bậc nhất liên quan đến các hoạt động kinh tế - xã hội và môi trường. Nghiên cứu vận tải ẩm và mối quan hệ giữa các đặc trưng của chúng với các nhân tố hoàn lưu, mưa và các hiện tượng cực đoan của như mưa lớn, hạn hán,... là một trong những hướng tiếp cận nghiên cứu đương đại.

• Tính cấp thiết của đề tài

Vận tải ẩm là một trong những yếu tố hoàn lưu quan trọng liên quan nhiều nhất với mưa bởi nó là sự phối hợp của hai yếu tố hoàn lưu là gió và độ ẩm. Vì vậy vận tải ẩm được quan tâm nghiên cứu trong dự báo khí hậu nói chung và dự báo mưa nói riêng. Các chỉ số vận tải ẩm không những liên quan đến lượng mưa và phân bố mưa mà còn tác động mạnh đến cường độ mưa, hạn hán và lũ lụt, đặc biệt là trong các thời kỳ có hoạt động của ENSO.

Việt Nam nằm trong khu vực gió mùa châu Á, khí hậu Việt Nam chịu ảnh hưởng mạnh của hoàn lưu gió mùa, có chế độ mưa theo mùa liên quan mật thiết với phân bố và vận tải ẩm. Trong những năm El Niño, do sự tập trung của dòng thăng ở phía Đông Thái Bình Dương, Việt Nam thường có lượng mưa ít hơn trung bình nhiều năm. Ngược lại, trong những năm La Niña, do sự dịch chuyển của dòng thăng về phía Tây, Việt Nam thường có tổng lượng mưa lớn hơn trung bình nhiều năm. Có thể thấy rằng, vận tải ẩm vừa đóng vai trò quan trọng trong cơ chế hoàn lưu gió mùa nhiệt đới vừa góp phần tích cực vào các tác động của ENSO đến thời tiết, khí hậu ở Việt Nam, đặc biệt là hạn hán và mưa lớn. Vì vậy nghiên cứu ***Đặc điểm vận tải ẩm ở Việt Nam trong các đợt ENSO*** là rất cần thiết.

• Mục tiêu của luận án

- 1) Làm sáng tỏ thêm cơ chế vận tải ẩm trong các mùa ở Việt Nam;
- 2) Xác định mối quan hệ giữa vận tải ẩm và ENSO, đặc biệt trong các đợt ENSO gây mưa lớn và hạn hán nghiêm trọng ở Việt Nam;
- 3) Đề xuất ứng dụng thông tin vận tải ẩm để nhận định về diễn biến hạn hán trong các đợt El Niño và diễn biến mưa lớn trong các đợt La Niña ở Việt Nam.

- **Đối tượng và phạm vi nghiên cứu**

- *Đối tượng nghiên cứu*

- + Vận tải ẩm bao gồm: Vận tải ẩm tổng hợp, vận tải ẩm vĩ hướng và vận tải ẩm kinh hướng;

- + Các yếu tố hoàn lưu: Gió vĩ hướng và kinh hướng; khí áp mực biển;

- + Các yếu tố khí hậu và hiện tượng cực đoan: Lượng mưa tháng các trạm thuộc các vùng khí hậu Việt Nam; lượng mưa tái phân tích trên lưới; số tháng hạn hán; số tháng mưa lớn.

- *Phạm vi nghiên cứu*

- + Các đặc trưng vận tải ẩm được xem xét trên khu vực Đông Á Tây Thái Bình Dương (ĐATTBD) mở rộng: (40°S - 60°N ; 40°E - 60°W).

- + Các yếu tố hoàn lưu, gió, khí áp mực biển được xem xét trên khu vực Đông Á mở rộng: (10°S - 40°N ; 60°E - 160°E).

- + Các đặc trưng yếu tố khí hậu và số tháng hạn, số tháng mưa lớn trên các vùng khí hậu của Việt Nam.

- **Những đóng góp mới của luận án**

- 1) Đã xác định được nguồn ẩm và phân bố ẩm ở Việt Nam trong điều kiện chung và điều kiện ENSO

- 2) Luận án đã xác định được mối quan hệ giữa vận tải ẩm với hạn hán, mưa lớn ở các vùng khí hậu của Việt Nam trong các đợt ENSO

- 3) Bước đầu lý giải được cơ chế vật lý giải thích mối quan hệ giữa vận tải ẩm với mưa mùa thu ở Miền Trung Việt Nam trong điều kiện ENSO và mưa tháng V ở Tây Nguyên trong điều kiện El Niño.

- **Các luận điểm bảo vệ**

- 1) Có sự khác biệt về phân bố vận tải ẩm trong điều kiện chung và phân bố vận tải ẩm trong điều kiện ENSO

- 2) Tồn tại mối quan hệ giữa vận tải ẩm với hạn hán, mưa lớn ở các vùng khí hậu của Việt Nam trong các đợt ENSO

- 3) Vận tải ẩm liên quan mật thiết với mưa mùa thu ở Miền Trung Việt Nam trong điều kiện ENSO và mưa tháng V ở Tây Nguyên trong điều kiện El Niño.

- **Ý nghĩa khoa học và thực tiễn**

- Luận án đã góp phần làm sáng tỏ cơ chế vận tải ẩm các mùa và năm ở Việt Nam trong điều kiện chung và điều kiện ENSO.
- Luận án làm sáng tỏ mối quan hệ giữa vận tải ẩm với mưa lớn ở Việt Nam trong các đợt La Niña và hạn hán trong các đợt El Niño.
- Luận án đã lý giải cơ chế vật lý gây hụt mưa các tháng mùa thu ở Miền Trung Việt Nam trong điều kiện El Niño và sự tăng mưa trong điều kiện La Niña.
- Kết quả nghiên cứu của luận án có thể làm tài liệu tham khảo cho các công trình nghiên cứu về quan hệ giữa vận tải ẩm với mưa, với hạn hán trong điều kiện ENSO. Ngoài ra, tạo điều kiện thuận lợi cho các nhà dự báo khí hậu sử dụng thông tin vận tải ẩm nhận định về hạn hán (hụt mưa) trong điều kiện El Nio và mưa lớn (tăng mưa) trong điều kiện La Niña.

- **Cấu trúc của luận án**

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

Chương 1: Tổng quan các công trình nghiên cứu về vận tải ẩm và các vấn đề liên quan

Trong chương này trình bày tổng quan tình hình nghiên cứu ở trong và ngoài nước về vận tải ẩm, ENSO, mối quan hệ giữa vận tải ẩm với các yếu tố khí tượng và các hiện tượng cực đoan và các vấn đề liên quan.

Chương 2: Phương pháp nghiên cứu và số liệu

Chương 2 trình bày các phương pháp nghiên cứu và số liệu sử dụng trong luận án.

Chương 3: Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trong điều kiện ENSO

Chương 3 trình bày các kết quả nghiên cứu phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên các lớp khí quyển và trên toàn cột khí quyển các mùa trong điều kiện chung, trong điều kiện ENSO và so sánh đặc điểm của vận tải ẩm trong điều kiện ENSO với điều kiện chung.

Chương 4: Quan hệ giữa vận tải vận tải ẩm với hạn hán, mưa lớn và mưa ở một số khu vực Việt Nam trong điều kiện ENSO

Trong chương này, cung cấp một số thông tin phục vụ ứng dụng thông tin vận tải ẩm nhận định diễn biến hạn hán, mưa lớn trong các điều kiện chung và điều kiện ENSO bao gồm: vận tải ẩm đi vào và đi ra các khu vực Việt Nam qua 4 đường biên của 3 khu vực Việt Nam trong điều kiện chung, mối quan hệ giữa vận tải ẩm với hạn hán, mưa lớn trong điều kiện ENSO và ảnh hưởng của El Niño đối với hạn hán, La Niña đối với mưa lớn trên các vùng khí hậu của Việt Nam. Đặc biệt, tác giả thực nghiệm một số nghiên cứu đặc thù về mối liên hệ giữa vận tải ẩm và mưa trong điều kiện ENSO trong mùa thu khu vực Miền Trung Việt Nam, trong tháng V ở Tây Nguyên trong điều kiện El Niño và trong một số tháng El Niño, La Niña điển hình trên lãnh thổ Việt Nam.

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN CÁC CÔNG TRÌNH NGHIÊN CỨU VỀ VẬN TẢI ẨM VÀ CÁC VẤN ĐỀ LIÊN QUAN

1.1 Tổng quan các công trình nghiên cứu về vận tải ẩm

1.1.1 Các công trình nghiên cứu ở ngoài nước về vận tải ẩm

Vận tải ẩm và mối quan hệ của chúng với các đặc trưng hoàn lưu, các yếu tố khí hậu, các hiện tượng khí hậu cực đoan đặc biệt là mưa lớn, hạn hán,... đã được nghiên cứu trên quy mô toàn cầu và quy mô khu vực.

Trước năm 1985, các công trình nghiên cứu về vận tải ẩm chủ yếu sử dụng bộ số liệu quan trắc thám không và nghiên cứu ở các khu vực chịu ảnh hưởng của gió mùa. Vận tải ẩm trong khí quyển và cân bằng ẩm ở khu vực Bắc Mỹ trình bày trong nghiên cứu của Rasmusson [40]. Howland và cộng sự [32] nghiên cứu cân bằng ẩm trên khu vực Đông Bắc vùng Biển Ả Rập trong thời kỳ tiền gió mùa và thời kỳ bắt đầu gió mùa và cho rằng, trong thời kỳ gió mùa bắt đầu lượng mưa trên khu vực Đông Bắc vùng biển Ả Rập tăng lên nhiều hơn so với thời kỳ tiền gió mùa và tương ứng với hội tụ ẩm tăng trên khu vực. Nói chung, các nghiên cứu vận tải ẩm dựa trên bộ số liệu quan trắc thám không mới chỉ thực hiện ở một số khu vực giới hạn và mối quan hệ giữa vận tải ẩm với các đặc trưng hoàn lưu, các yếu tố khí hậu, mưa, hạn hán,... vẫn còn hạn chế.

Sau năm 1985, với sự phát triển của mô hình số và công nghệ máy tính cho phép tạo ra bộ số liệu tái phân tích theo lưới bằng kỹ thuật đồng hóa số liệu bốn chiều (4DVAR). Trong đó có bộ số liệu tái phân tích của Trung tâm Quốc gia về Dự báo Môi trường/Trung tâm Quốc gia nghiên cứu Khí quyển thuộc Mỹ (NCEP/NCAR), bộ số liệu của Trung tâm Dự báo hạn vừa Châu Âu (ECMWF),... Việc đồng hóa dữ liệu cho ra các kết quả hợp lý hơn so với số liệu được tạo ra bằng cách nội suy các số liệu thám không, đặc biệt là trên các khu vực đại dương. Mức độ tin cậy của số liệu tái phân tích đã được một số tác giả trong và ngoài nước nghiên cứu và so sánh [17, 33]. Nhờ có bộ số liệu tái phân tích này mà các công trình nghiên cứu về vận tải ẩm và mối liên hệ giữa vận tải ẩm với các yếu tố hoàn lưu, mưa, hạn hán,... được nghiên cứu đầy đủ và sâu hơn. Sau đây là một số công

trình nghiên cứu điển hình về vận tải ẩm và quan hệ của nó với các yếu tố ở một số khu vực có liên quan đến các mục tiêu của luận án.

Danniel và cộng sự (1987) [27, 28] nghiên cứu vận tải ẩm và cân bằng ẩm trên khu vực Ấn Độ Dương trong thời kỳ gió mùa hè năm 1979 dựa trên số liệu tái phân tích của ECMWF. Trong phần I của nghiên cứu này, các tác giả chỉ ra dòng vận tải ẩm vượt qua xích đạo qua vùng biển Ả Rập, Ấn Độ và vịnh Bengal có mối liên quan mật thiết với các thời kỳ hoạt động của gió mùa và mưa ở khu vực này. Trong phần II của công trình, các tác giả trình bày về cân bằng ẩm trên vùng biển Ả Rập và vịnh Bengal trong mùa gió mùa hè năm 1979. Kết quả nghiên cứu chỉ ra, sau ngày gió mùa bắt đầu dòng thông lượng ẩm đi vào vùng biển Ả Rập qua kinh tuyến 60°E chủ yếu từ Nam bán cầu và dòng đi ra qua kinh tuyến 72°E vào giữa tháng 6 dẫn đến đối lưu phát triển và mưa xảy ra ở dọc theo bờ biển phía Tây của Ấn Độ. Vận tải ẩm qua các đường biên của vùng nghiên cứu biến động phụ thuộc vào các thời kỳ hoạt động của gió mùa: Trong thời kỳ gió mùa hoạt động thì hội tụ ẩm mạnh và ngược lại trong thời kỳ gió mùa gián đoạn phân kỳ ẩm mạnh. Ngoài ra, nguồn ẩm cung cấp cho mưa ở vùng biển Ả Rập chủ yếu là từ Nam bán cầu. Vận tải ẩm đến vịnh Bengal chủ yếu từ phía Tây phụ thuộc vào dòng đi vào qua bờ biển phía Tây của Ấn Độ. Điều đó cho thấy rằng nguồn ẩm cung cấp cho mưa ở Miến Điện và Malaysia chủ yếu là từ vịnh Bengal.

Ding và cộng sự (1994) [29] xuất bản công trình “Gió mùa trên khu vực Trung Quốc”. Công trình gồm có 6 chương, trong đó chương 6 trình bày về vận tải ẩm và cân bằng ẩm trên khu vực gió mùa của Trung Quốc. Các tác giả chỉ ra, dòng vận tải ẩm lớn nhất ở khu vực phía Nam Trung Quốc và giảm nhanh lên phía Bắc liên quan đến sự hoạt động của áp cao Tây Thái Bình Dương. Vận tải ẩm có liên quan mật thiết với thời kỳ bắt đầu gió mùa mùa hè Đông Á. Vùng vận tải ẩm cao trên Biển Đông và phía Đông Nam bán đảo Đông Dương xuất hiện khi gió mùa mùa hè bắt đầu thiết lập trên khu vực đó.

Schmitz và cộng sự (1996) [41] công bố công trình “Vận tải ẩm kết hợp với gió mùa Bắc Mỹ trong thời gian mùa hè được mô tả bằng số liệu tái phân tích của ECMWF”. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, nguồn ẩm đến khu vực sa mạc Sonoran

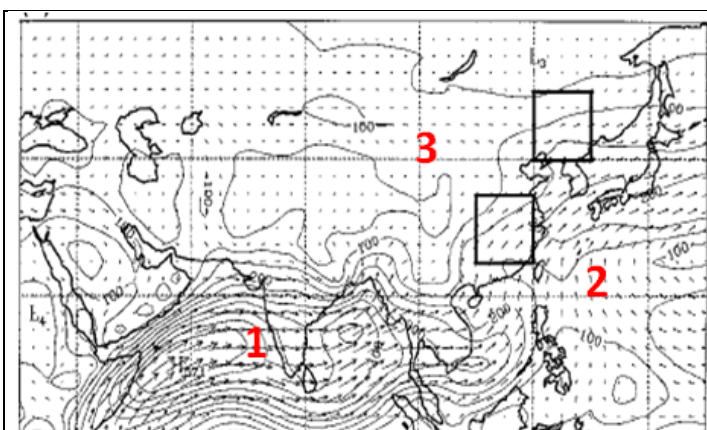
từ phía Bắc vịnh California thông qua dòng vận tải ẩm ở mực thấp từ bề mặt đến mực 700 hPa và nguồn ẩm từ vịnh Mexico thông qua dòng vận tải ẩm trên mực 700 hPa (700 -200 hPa) qua rìa phía Nam và phía Tây của dải áp cao cận nhiệt đới.

Kingtse và cộng sự (1996) [34] với công trình “Vận tải ẩm khí quyển quy mô lớn dựa trên số liệu tái phân tích của NCEP/NCAR và NASA/DAO”. Các tác giả tính vận tải ẩm trong khí quyển quy mô lớn, cân bằng ẩm, bốc hơi và lượng mưa dựa trên bộ số liệu tái phân tích được tạo ra từ NCEP sau đó so sánh với kết quả tính toán từ bộ số liệu tái phân tích của Văn phòng đồng hóa dữ liệu của Cục Quản lý Vũ trụ và Hàng không Quốc gia Mỹ (NASA/DAO), các số liệu quan trắc vệ tinh và số liệu quan trắc từ các trạm. Kết quả tính các trường vận tải ẩm và phân kỳ ẩm từ bộ số liệu của NCEP về cơ bản là giống với kết quả tính từ bộ số liệu của DAO, ngoại trừ vùng nhiệt đới. Các tác giả lý giải rằng sự khác nhau này do sự khác nhau của trường gió và các sơ đồ vật lý sử dụng trong mô hình của NCEP và DAO. Về cân bằng ẩm trên cả hai khu vực Bắc và Nam Mỹ các tác giả chỉ ra nguồn ẩm đi vào khu vực phía Bắc nước Mỹ chủ yếu từ vịnh Mexico qua đường biên phía Nam và phía Đông. Trong khi đó, nguồn ẩm đi vào khu vực phía Nam nước Mỹ chủ yếu từ lưu vực sông Amazon qua đường biên phía Bắc. Khi so sánh kết quả mô phỏng của NCEP và DAO các tác giả cho rằng mô hình của DAO mô phỏng hoàn lưu Hadley yếu hơn mô hình của NCEP. Việc so sánh các kết quả tính toán từ số liệu tái phân tích của NCEP và DAO với các nguồn số liệu quan trắc khác các tác giả cho thấy, số liệu tái phân tích được tạo ra từ NCEP có thể sử dụng để nghiên cứu chu trình ẩm trong khí quyển nhất là trong những năm ENSO.

Simonds và cộng sự (1999) [42] nghiên cứu vận tải ẩm trong khí quyển và quan hệ của nó với lượng mưa mùa hè ở Trung Quốc cho thấy rằng, có 3 dòng vận tải chính đến 2 khu vực nghiên cứu: (1) Dòng vận tải bởi gió mùa Ấn Độ, hoàn lưu gió Tây Nam rất mạnh mang hơi ẩm dồi dào từ vùng biển Ả Rập vịnh Bengal vào phía Nam tới Đông Nam Trung Quốc; (2) Dòng vận tải bởi gió mùa Đông Nam Á qua rìa phía Tây của Áp cao Tây Thái Bình Dương mang ẩm từ vùng nhiệt đới Thái Bình Dương và Biển Đông tới khu vực Đông Nam của Trung Quốc; (3) Dòng vận tải bởi dòng gió tây vĩ độ trung bình (Hình 1.1). Trong 3 dòng vận tải ẩm thì dòng

gió tây vĩ độ trung bình chiếm ưu thế trong vận tải ẩm đến khu vực Đông Bắc của Trung Quốc và là dòng yếu nhất trong 3 dòng vận tải ẩm đến khu vực Trung Quốc.

Từ kết quả tính toán cân bằng ẩm trên 2 khu vực Đông Nam và Đông Bắc Trung Quốc các tác giả cho thấy hầu như lượng ẩm được vận tải đi vào khu vực Đông Bắc qua đường biên phía Nam và phía Tây và đi ra qua đường biên phía Đông. Đối với khu vực Đông Nam Trung Quốc, dòng ẩm đi vào từ phía Nam lớn gấp 2 lần



Hình 1.1. Véc tơ tổng vận tải ẩm ($\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$) trung bình mùa hè thời kỳ 1980-1996

(Nguồn: Simonds và cộng sự, 1999) [42].

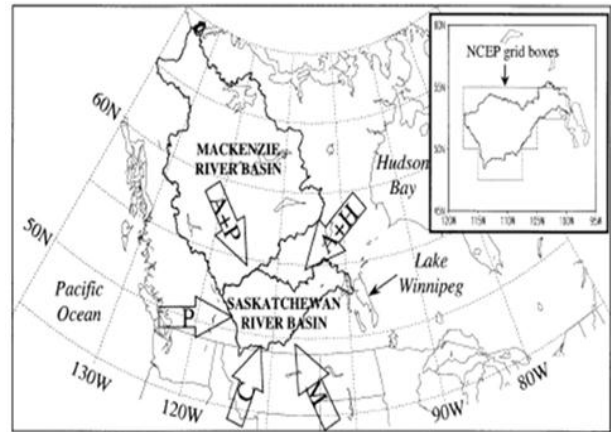
dòng ẩm đi vào từ phía Tây. Điều đó cho thấy, dòng gió từ Biển Đông đóng vai trò quan trọng trong việc cung cấp lượng ẩm cho mưa ở khu vực này. Trên khu vực Đông Bắc Trung Quốc dòng ẩm qua đường biên phía Tây gấp 2 lần dòng ẩm đến từ đường biên phía Nam, nghĩa là đới gió Tây vĩ độ trung bình có vai trò quan trọng đối với mưa ở khu vực Đông Bắc Trung Quốc. Mối quan hệ giữa biến trình của vận tải ẩm và biến trình mưa trên hai khu vực Đông Nam, Đông Bắc Trung Quốc được các tác giả xem xét thông qua chuẩn sai vận tải lượng ẩm trong các năm mưa nhiều (các năm ẩm) và các năm mưa ít (các năm khô). Trên khu vực Đông Nam Trung Quốc có sự khác nhau nhiều giữa vận tải ẩm bởi gió mùa Ấn Độ và gió mùa Đông Nam Á. Hoàn lưu gió mùa Đông Nam Á đóng vai trò quan trọng trong việc mang ẩm từ vùng biển Tây Thái Bình Dương và Biển Đông đến khu vực Đông Nam Trung Quốc. Sự mạnh lên hay yếu đi của hoàn lưu gió mùa Đông Nam Á có liên quan đến hoạt động của áp cao Tây Thái Bình Dương. Đối với khu vực Đông Bắc Trung Quốc, dòng vận tải ẩm đi vào qua đường biên phía Nam trong các năm mưa nhiều và các năm mưa ít biến đổi mạnh hơn là dòng vận tải ẩm đi vào qua đường biên phía Tây. Do đó, nguồn ẩm từ vùng biển Hoàng Hải có vai trò quan trọng đối với mưa mùa hè của khu vực này.

Vận tải ẩm với mưa trong thời kỳ hoạt động của El Niño trên khu vực Đông Á được Zhang và cộng sự (2002) [49] nghiên cứu dựa trên bộ số liệu tái phân tích của NCEP/NCAR thời gian từ 1958-1996 và số liệu mưa của 35 trạm quan trắc. Kết quả nghiên cứu chỉ ra, trong mùa đông, mùa xuân và mùa thu thời kỳ El Niño phát triển chuẩn sai lượng mưa dương ở phần phía Nam Trung Quốc có mối liên hệ với chuẩn sai dòng vận tải ẩm Tây Nam ở khu vực phía Đông Nam của bờ biển Đông Á. Chuẩn sai lượng mưa dương ở phần phía Nam Trung Quốc là do áp cao Tây Thái Bình Dương mạnh lên và dịch chuyển lên phía Nam lục địa Trung Quốc. Như vậy, trong thời kỳ El Niño phát triển, mưa trong mùa đông, mùa xuân và mùa thu ở phần phía Nam Trung Quốc có liên quan mật thiết với hoàn lưu ẩm trên khu vực Đông Á, đặc biệt là dòng vận tải ẩm Tây Nam.

Năm 2002, Christopher và cộng sự [26] công bố công trình “Sự biến đổi mùa của vận tải ẩm ở tầng đối lưu thấp trong thời gian gió mùa Châu Úc”. Vận tải ẩm được tính cho khu vực gió mùa Châu Úc từ số liệu tái phân tích của NCEP/NCAR thời gian từ 1958-1998 và tính cho các tháng tiền gió mùa (tháng trước khi bắt đầu gió mùa mùa hè, tháng -1), tháng bắt đầu gió mùa Châu Úc trong các thời kỳ có hoạt động của ENSO. Các tác giả cho rằng, dòng vận tải ẩm hướng Tây kéo dài từ vùng biển Timor tới vùng biển phía Tây Thái Bình Dương trong khoảng từ vĩ tuyến 5 đến 15°S có sự thay đổi mạnh trong tháng trước khi bắt đầu gió mùa và tháng gió mùa bắt đầu. Dòng vận tải ẩm hướng Tây trong tháng gió mùa bắt đầu mạnh hơn nhiều so với vận tải ẩm trong tháng trước khi bắt đầu gió mùa. Ngoài ra, khi so sánh các mùa El Niño và các mùa La Niña các tác giả nhận thấy sự biến đổi đáng kể của vận tải ẩm trong thời kỳ gió mùa bắt đầu và 3 tháng sau đó, trong thời kỳ El Niño dòng vận tải ẩm có xu hướng mạnh hơn ở vùng biển Arafura trong tháng bắt đầu gió mùa Châu Úc. Ngược lại, trong thời kỳ La Niña, dòng vận tải ẩm có xu hướng yếu hơn trong tháng bắt đầu gió mùa Châu Úc.

Liu và cộng sự (2003) [37] nghiên cứu vận tải ẩm trên lưu vực sông Saskatchewan cho thấy, có 4 nguồn ẩm cung cấp cho lưu vực sông Saskatchewan: (1) Vùng biển Thái Bình Dương; (2) Vịnh California và Mexico; (3) Vịnh Hudson và (4) vùng biển Bắc Cực qua lưu vực Mackenzie (Hình 1.2).

Trong bốn nguồn ẩm trên, nguồn ẩm từ vùng biển Thái Bình Dương, vịnh Mexico và Bắc cực là thường xuyên (nguồn cung cấp chính, xảy ra vào hầu hết các mùa trong năm). Trong khi đó, nguồn ẩm từ vịnh Hudson và các nguồn khác đến lưu vực chỉ xảy ra ở một số tháng trong năm. Khi xem xét cân bằng ẩm trên lưu vực sông



Hình 1.2. Các nguồn ẩm cung cấp cho lưu vực sông Saskatchewan (Nguồn: Liu và cộng sự, 2003) [37].

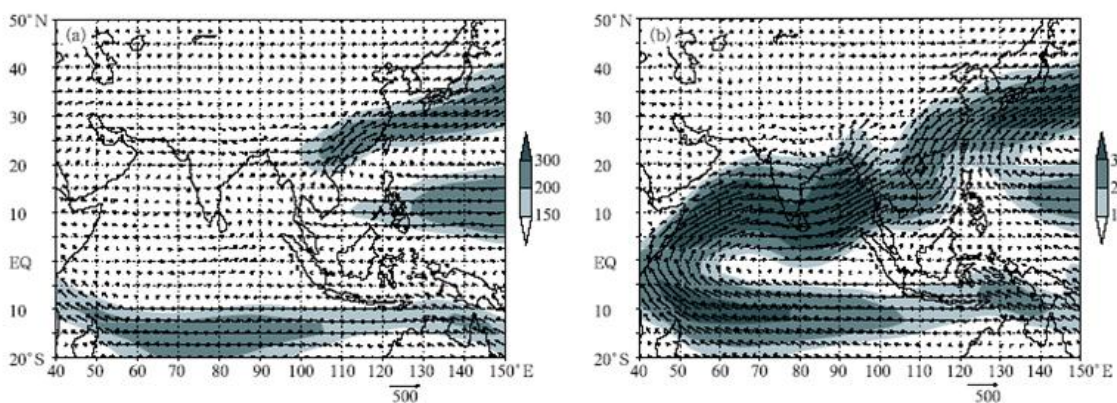
Saskatchewan các tác giả cho rằng, dòng vận tải ẩm đi vào lưu vực chủ yếu qua đường biên phía Tây, phía Nam và phía Bắc và đi ra qua đường biên phía Đông. Dòng đi vào qua đường biên phía Tây nhỏ hơn dòng đi ra qua biên phía Đông và dòng đi vào qua biên phía Nam lớn hơn dòng vào qua đường biên phía Bắc. Ngoài ra, các tác giả cho rằng dòng vận tải ẩm kinh hướng nhỏ hơn dòng vận tải ẩm vĩ hướng và biến đổi mạnh theo mùa trong khi dòng vận tải vĩ hướng ít thay đổi. Dòng vận tải ẩm đi vào lưu vực sông Saskatchewan qua đường biên phía Tây trong tất cả các mùa trong năm, dòng vận tải ẩm đi vào qua đường biên phía Nam chỉ xảy ra vào đầu mùa hè, dòng đi vào qua đường biên phía Bắc xảy ra hầu hết các mùa ngoại trừ các tháng cuối xuân và đầu hè, trong khi đó dòng đi ra qua đường biên phía Đông xảy ra trong tất cả các mùa trong năm.

Về mối liên hệ giữa vận tải ẩm với gió mùa và mưa trên một số khu vực Đông Á-Tây Thái Bình Dương mở rộng cũng đã được nhiều tác giả đề cập đến. Mối liên hệ mật thiết giữa vận tải ẩm với mưa gió mùa được thể hiện qua một số công trình nghiên cứu sau:

Vào năm 2006 Bin Wang và cộng sự [24] xuất bản công trình “Gió mùa Châu Á”. Rất nhiều vấn đề gió mùa được đề cập đến trong công trình này trong đó có cân bằng ẩm trong khu vực gió mùa Châu Á, vai trò của gió mùa Châu Á trong chu trình nước toàn cầu và ảnh hưởng của các phương thức vận tải ẩm quy mô toàn cầu đến các quá trình ẩm trong khu vực gió mùa Châu Á.

Theo các tác giả, sự thiết lập gió mùa mùa hè châu Á được đặc trưng bằng hành trình đột biến từ mùa khô chuyển sang mùa mưa. Trên khu vực Châu Á có hai dòng ẩm tới: (1) Từ Nam Ấn Độ Dương đến biển Ả Rập, vịnh Bengal, Biển Đông và tiếp tục thổi về phía Bắc Á; (2) Từ sườn Nam và sườn Tây áp cao Tây Thái Bình Dương. Hai dòng ẩm này nhập vào một ở Biển Đông. Ngoài ra, các tác giả chỉ ra ở Châu Á hội tụ ẩm đạt tới cường độ cao nhất trên vịnh Bengal, hầu hết bán đảo Ấn Độ, bán đảo Đông Dương, phía Đông Trung Quốc và khu vực Đông Bắc Á.

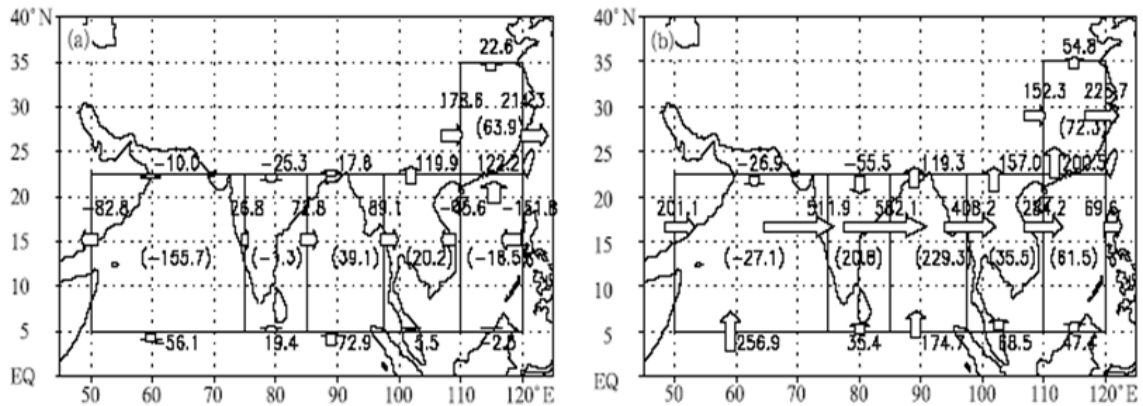
Vận tải ẩm trong khu vực gió mùa mùa hè Châu Á và quan hệ của nó với mưa mùa hè ở Trung Quốc được Xiaoxia và cộng sự (2010) [45] nghiên cứu. Các tác giả chỉ ra, có hai trung tâm hội tụ ẩm là khu vực gió mùa Ấn Độ và khu vực gió mùa mùa hè Đông Á. Vận tải ẩm ở tầng đối lưu thấp có nguồn gốc từ vịnh Bengal, ở tầng giữa và trên cao có nguồn gốc từ vùng nhiệt đới Tây Thái Bình Dương. Dòng vận tải ẩm vĩ hướng chiếm ưu thế trong gió mùa Ấn Độ, tăng từ tháng 5 đến tháng 7 trong khi dòng vận tải ẩm kinh hướng lại chiếm ưu thế trong gió mùa mùa hè Đông Á và tăng từ tháng 6 đến tháng 7. Vận tải ẩm vĩ hướng cũng như vận tải ẩm kinh hướng đều đạt cực đại vào tháng 7. Vận tải ẩm trên các khu vực trên vịnh Bengal, bán đảo Đông Dương và Biển Đông có sự thay đổi lớn sau ngày gió mùa bắt đầu (Hình 1.3).



Hình 1.3. Vận tải ẩm trung bình các hậu trong thời kỳ gió mùa bắt đầu (trái) và thời kỳ hoạt động của gió mùa mùa hè trên Biển Đông (phải), thời kỳ 1948-2005 (Nguồn: Xiaoxia và cộng sự, 2010) [45].

Khi xem xét cân bằng ẩm trung bình các hậu thứ 1 của tháng IV, thứ 3 của tháng V trong thời kỳ bắt đầu gió mùa và hậu thứ 5 tháng V và hậu thứ 2 của tháng

VII thời kỳ gió mùa hoạt động (Hình 1.4) cho thấy, nguồn ẩm ở Biển Đông đóng vai trò chủ đạo trong việc cung cấp ẩm dồi dào cho mưa trên đại lục Trung Quốc trong các tháng mùa hè.



Hình 1.4. Cân bằng ẩm trung bình các hậu trong thời kỳ gió mùa bắt đầu (trái) và thời kỳ hoạt động của gió mùa mùa hè Biển Đông (phải), thời kỳ 1948-2005 (Nguồn: Xiaoxia và cộng sự, 2010) [45].

Zhou và cộng sự (2005) [50] nghiên cứu mối quan hệ giữa vận tải ẩm với mưa mùa hè ở Trung Quốc được dựa trên 2 bộ số liệu tái phân tích của NCEP/NCAR và ERA40 của ECMWF cùng với các số liệu mưa tại các trạm quan trắc trên khu vực Trung Quốc. Nghiên cứu xác định mối quan hệ giữa biến trình vận tải ẩm với biến trình mưa trên lưu vực sông Dương Tử ($28-34^{\circ}\text{N}$; $112,5-122,5^{\circ}\text{E}$) và lưu vực sông Hoài ($32-36^{\circ}\text{N}$; $115-125^{\circ}\text{E}$). Các tác giả đã chỉ ra hai kiểu biến trình mưa liên quan đến các dòng vận tải ẩm ở hai lưu vực: (1) Mưa kéo dài từ trung đến hạ lưu của sông Dương Tử là do sự hội tụ của dòng vận tải ẩm Tây Nam của vùng nhiệt đới với dòng vận tải ẩm Đông Bắc ở vùng vĩ độ trung bình. Nguồn ẩm của vùng nhiệt đới có nguồn gốc từ vịnh Bengal và nguồn ẩm ở Biển Đông có nguồn gốc từ ngoài khơi Thái Bình Dương được điều khiển bởi hoàn lưu quy mô lớn là sự mở rộng theo hướng Tây Nam của áp cao Tây Thái Bình Dương và sự di chuyển xuống phía Nam của dòng xiết Đông Á; (2) Mưa dọc theo lưu vực sông Hoài là do hội tụ của dòng vận tải ẩm Tây Nam ở vùng cận nhiệt đới với dòng vận tải ẩm vĩ độ trung bình, nhánh cận nhiệt đới đến trực tiếp từ vùng biển phía Nam Trung Quốc, có nguồn gốc từ Biển Đông và lân cận vùng cận nhiệt đới Thái Bình Dương kéo dài từ vĩ độ $20-25^{\circ}\text{N}$ và liên quan đến sự mở rộng theo hướng Tây Bắc của Áp cao Tây

Thái Bình Dương và sự di chuyển theo hướng Đông của dòng xiết Đông Á ở tầng cao. Như vậy, vận tải ẩm có quan hệ mật thiết với sự hoạt động của áp cao Tây Thái Bình Dương và dòng xiết Đông Á.

Ding và cộng sự (2005) [30] trong công trình “Gió mùa mùa hè Đông Á” đã chỉ ra rằng vận tải ẩm từ bán đảo Đông Dương và Biển Đông có vai trò thiết yếu đối với nguồn ẩm cung cấp cho mưa Mai cũng như mưa Baiu, những vùng mưa đặc thù của Đông Á.

Năm 2005 Miki và cộng sự [39] công bố công trình “Biến động năm của mùa mưa và vận tải ẩm trên khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương”. Các tác giả chỉ ra rằng, ba dạng biến trình mưa ở khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương đều liên quan với dòng vận tải ẩm hướng Tây bắt nguồn từ khu vực Ấn Độ Dương và dòng vận tải ẩm hướng Nam, dòng vượt xích đạo ở mực thấp và nguồn ẩm cung cấp cho mưa khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương chủ yếu qua đường biên phía Tây và phía Nam và sự thay đổi lượng mưa ở khu vực này liên quan đến sự thay đổi dòng vận tải ẩm qua đường biên phía Tây và phía Nam.

Quan hệ giữa vận tải ẩm với hạn hán của một số khu vực cũng đã được Liu và cộng sự (2004) [38] đề cập trong công trình “Vận tải ẩm và các đặc trưng khí tượng thủy văn khác liên quan với hạn hán gay gắt năm 2000/2001 vùng phía Tây và Trung thảo nguyên Canada”. Vận tải ẩm được tính từ bộ số liệu tái phân tích của NCAR/NCEP trong thời gian 54 năm (1948-2001) cho thấy, có 2 nguồn vận tải ẩm chính cung cấp cho mưa ở vùng phía Tây và Trung thảo nguyên Canada bao gồm: (1) Nguồn ẩm từ vùng biển Thái Bình Dương trong các tháng mùa đông (XI-III); (2) Nguồn ẩm từ vùng vịnh Mexico trong thời gian mùa hè (V-VIII). Vào mùa đông vận tải ẩm từ nguồn ẩm ở Thái Bình Dương đóng vai trò quan trọng đối với mưa ở vùng phía Tây và Trung thảo nguyên Canada hơn nguồn ẩm từ vịnh Mexico và trong mùa hè thì ngược lại, nguồn ẩm cung cấp chính cho mưa mùa hè ở khu vực này là từ vịnh Mexico. Vụ hạn năm 2000/2001 xảy ra ở vùng phía Tây và Trung thảo nguyên Canada được các tác giả lý giải bằng dòng vận tải ẩm từ Thái Bình Dương đến vùng phía Tây và Trung thảo nguyên Canada trong thời gian mùa đông thấp hơn bình thường và không có sự gia tăng dòng vận tải ẩm từ vịnh Mexico đến

vùng này để bù lại. Ngược lại trong mùa hè, vận tải ẩm từ vịnh Mexico thấp hơn trung bình nhiều năm và không có sự gia tăng vận tải ẩm từ Thái Bình Dương. Như vậy, hạn hán xảy ra ở vùng phía Tây và Trung thảo nguyên Canada do nguồn ẩm trên khu vực Thái Bình Dương trong mùa đông thấp hơn trung bình nhiều năm, nguồn ẩm trên khu vực vịnh Mexico trong mùa hè thấp hơn bình thường và liên quan đến hoạt động của áp cao trên khu vực Bắc Mỹ.

Valsala và cộng sự (2005) [44] nghiên cứu sự kiện hạn cực nặng năm 2002 và phân tích cơ chế và lượng mưa gió mùa mùa hè thông qua vận tải ẩm. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, các thành phần chính liên quan đến hạn là pha âm của dao động xích đạo Ấn Độ Dương và trong thời kỳ El Niño thì hội tụ ẩm trên vùng biển Ả Rập giảm, vận tải ẩm qua biên phía Tây bờ biển Ấn Độ thấp hơn bình thường. Trong tháng 7/2002 chuẩn sai phân kỳ ẩm cao trên vùng biển Ả Rập, dòng vận tải ẩm đến Ấn Độ giảm liên quan đến lượng mưa gió mùa mùa hè Ấn Độ. Các tác giả chỉ ra sự kiện hạn nặng năm 2002 chủ yếu là do nguồn ẩm trên vùng biển Ả Rập thấp hơn trung bình nhiều năm.

Sự biến động vận tải ẩm mùa hè trên khu vực phía Nam Trung Quốc trong các thập kỷ gần đây được Xiuzhen và cộng sự (2011) [46] nghiên cứu dựa trên bộ số liệu tái phân tích của ECMWF (ERA-40). Các tác giả chỉ ra, tổng lượng hơi nước và hội tụ ẩm trên khu vực phía Nam Trung Quốc có xu hướng tăng, xu hướng này không phải do ảnh hưởng của các đặc trưng địa phương mà do chuẩn sai của hoàn lưu quy mô lớn. Trong các thập kỷ trước, vận tải ẩm từ phía Nam bán cầu và vùng cận nhiệt đới Tây Thái Bình Dương là mạnh, trong khi vận tải ẩm từ hướng Bắc Đông Á là yếu hơn dẫn đến sự gia tăng hội tụ ẩm trên khu vực Philipine và các vùng lân cận. Vận tải ẩm đi vào phía Nam Trung Quốc qua đường biên phía Đông và đường biên phía Tây ít có sự biến đổi, ngược lại vận tải ẩm qua đường biên phía Nam và phía Bắc có sự thay đổi mạnh và sự thay đổi này có liên quan chặt chẽ với sự di chuyển theo hướng Bắc-Nam của áp cao cận nhiệt đới Tây Thái Bình Dương.

1.1.2 Các công trình nghiên cứu ở trong nước về vận tải ẩm

Trong những năm gần đây, nhiều công trình nghiên cứu khí hậu ở Việt Nam bắt đầu quan tâm đến một trong những yếu tố hoàn lưu khí quyển quan trọng: Vận

tải ẩm trong khí quyển và quan hệ mật thiết của chúng với gió mùa và mưa, thể hiện qua một số công trình nghiên cứu sau:

Nguyễn Thị Hiền Thuận (2008) [18] nghiên cứu phân bố không gian, thời gian và sự biến động từ năm này qua năm khác của vận tải ẩm cho thấy lượng ẩm gây mưa trong mùa hè ở khu vực Nam Bộ phần lớn do hoàn lưu gió mùa Tây Nam từ vùng vịnh Bengal và vùng Bắc Ấn Độ Dương mang đến, một thành phần khác yếu hơn từ vùng Nam Biển Đông (gió Đông Nam). Trong các tháng đầu và giữa mùa hè, dòng ẩm có nguồn gốc từ vùng biển phía Tây Nam (Ấn Độ Dương, vịnh Bengal) khống chế toàn bộ lãnh thổ Việt Nam, gió mùa Tây Nam đóng vai trò chính trong việc mang ẩm tới khu vực Nam Bộ. Trong các tháng cuối mùa (tháng IX - tháng X), dòng ẩm đến từ phía Đông, phù hợp với hoạt động của dải hội tụ nhiệt đới với các nhiễu động trên Biển Đông. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu còn cho biết, vận tải ẩm trong mùa hè biến động mạnh trong những năm gần đây so với trước kia. Nhiều mùa hè El Niño có chuẩn sai âm với trị số tuyệt đối khá lớn. Ngoài ra, tác giả còn cho thấy ảnh hưởng của El Niño và La Niña thể hiện rõ thông qua các đặc trưng ẩm.

Phạm Thị Thanh Hương và CTV (2009) [5] trong báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu cấp Bộ “Nghiên cứu quan hệ giữa gió mùa Đông Á và lượng mưa trong mùa lũ khu vực Vân Nam Trung Quốc và miền Bắc Việt Nam”. Các tác giả đã đưa ra một số nhận xét: Dòng vận tải ẩm ở mực 850 hPa mạnh hơn hẳn dòng vận tải ẩm ở mực 500 hPa, xét cả về kinh hướng cũng như vĩ hướng. Dòng vận tải kinh hướng, vĩ hướng cũng như tổng hợp bắt đầu mạnh lên từ tháng V, tháng VI, phát triển rộng rãi và mạnh nhất vào tháng VII, tháng VIII, suy yếu đi vào tháng IX và đến tháng X trở nên rất yếu. Dòng vận tải ẩm đáng kể nhất trong mùa hè ở Đông Á là khu vực có vĩ độ tương đối thấp của Nam Á, Đông Nam Á, Tây Nam Trung Quốc vươn ra phía Biển Đông rồi đến Nhật Bản trên mực 850 hPa. Dòng vận tải ẩm ở các vĩ độ phía Bắc chỉ thể hiện được sức mạnh tương đối trên mực 500 hPa vào các tháng cuối mùa hè. Trong mùa hè ở Đông Á có ba trung tâm vận tải ẩm lớn liên quan đến Việt Nam: (1) Tây Nam Á; (2) Đông Nam Á và (3) Đông Nam Trung Quốc vươn ra đến vùng biển Nhật Bản.

1.2 Tổng quan về một số công trình nghiên cứu ENSO và tác động đối với thời tiết khí hậu

1.2.1 Các công trình nghiên cứu ở ngoài nước về ENSO

1.2.1.1 Các chỉ số ENSO

Từ trước đến nay, có 4 nhóm chỉ số ENSO được đề xuất và sử dụng:

1) Chỉ số Dao động Nam SOI (Southern Oscillation Index):

$$SOI = \frac{P_s(Tahiti) - P_s(Darwin)}{\delta[P_s(Tahiti) - P_s(Darwin)]}$$

Trong đó $P_s = (P - P_{tb})$, (P là khí áp mực biển tháng, P_{tb} là khí áp mặt biển trung bình tháng nhiều năm và δ là độ lệch tiêu chuẩn của khí áp mặt biển).

2) Chỉ số nhiệt độ nước mặt biển (SST) hoặc chuẩn sai nhiệt độ nước mặt biển (SSTA), thông thường là trị số SSTA4 khu vực NINO (Hình 1.5) sau đây:

+ NINO₁: 0 – 5°S, 80°W – 90°W

+ NINO₂: 5 – 10°S, 80°W – 90°W

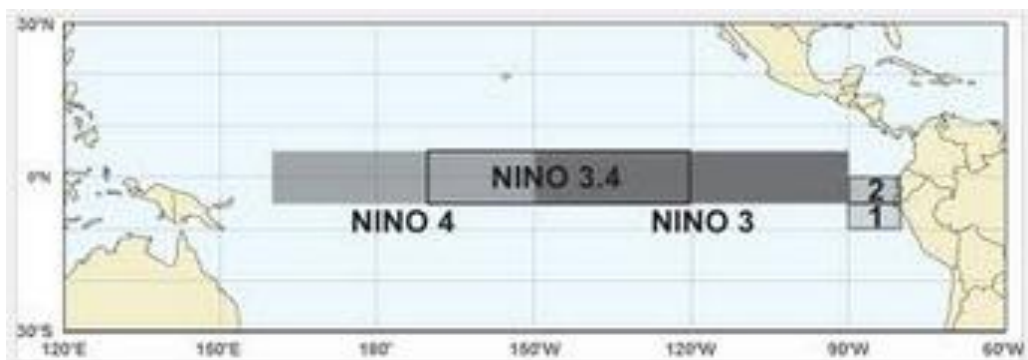
+ NINO₃: 5°S – 5°N, 90°W – 180°W

+ NINO₄: 5°S – 5°N, 160°E – 150°W

và hai khu vực liên hợp

+ NINO_{1,2}: 0 – 10°S, 80°W – 90°W

+ NINO_{3,4}: 5°S – 5°N, 120°W – 170°W



Hình 1.5. Các khu vực Nino trên Thái Bình Dương (Nguồn <http://www.esrl.noaa>)

Ngoài ra Trabert và Hoar đề xuất: chỉ số SST cho khu vực mở rộng ra cả NINO₃ và NINO₄ (5°N – 5°S, 160°E – 150°W), được gọi NINO_{3,5} với giá trị ngưỡng là $\geq 0,3^{\circ}\text{C}$.

3) Chỉ số ENSO hỗn hợp

Khác với các chỉ số về SST nêu trên, các tác giả Halpert và Ropelewski (1989) đã sử dụng 3 tham số đặc trưng là độ lệch lớn nhất của SST trung bình mùa đông ở xích đạo TBD, chỉ số Dao động Nam và vị trí đường đẳng trị nhiệt độ nước biển 28°C giữa vùng 5°N và 5°S . Theo đó ENSO được xem là mạnh nếu các trị số SSTA và SOI bằng hoặc lớn hơn 1 độ lệch tiêu chuẩn ($\geq 1\delta$), ngược lại được xem là ENSO yếu. El Niño mạnh thì đường đẳng trị của SST 28°C nằm ở phía Đông kinh tuyến 150°W , La Niña mạnh khi đường đẳng trị này nằm ở phía Tây kinh tuyến 180° .

4) Chỉ số ENSO tổng hợp

Cơ quan Đại dương – Khí quyển Hoa Kỳ (NOAA) đã đưa ra một chỉ số ENSO tổng hợp (Multi variate ENSO Index - MEI) được tính trên cơ sở 6 biến là: khí áp mực biển, các thành phần vĩ hướng và kinh hướng của tốc độ gió bề mặt, nhiệt độ mặt nước biển, nhiệt độ không khí bề mặt và tổng lượng mây. MEI phản ánh đặc trưng của ENSO trong mối tương tác giữa đại dương và khí quyển. Giá trị dương của MEI đặc trưng cho pha nóng và giá trị âm đặc trưng cho pha lạnh của ENSO. Chỉ số MEI được NOAA tính toán và thông báo rộng rãi trên Internet từ năm 1950 đến nay [35].

Ngoài ra còn có một vài chỉ số khác khi nghiên cứu ENSO cùng với các hiện tượng thời tiết kèm theo như mưa lớn, hạn hán, ...

Các chỉ số ENSO được sử dụng để xác định các đợt ENSO. Nói chung chỉ tiêu xác định các đợt ENSO không nhất quán, chẳng hạn:

- + Cơ quan khí tượng Úc xác định một đợt El Niño xuất hiện khi $\text{SSTA NINO}_3 \geq 0,8^{\circ}\text{C}$ và La Niña xuất hiện khi $\text{SSTA NINO}_3 \leq -0,8^{\circ}\text{C}$,

- + WMO xác định một đợt El Niño xuất hiện khi 6 tháng liên tục SSTA trượt 5 tháng tại $\text{NINO}_3 \geq 0,4^{\circ}\text{C}$ và La Niña xuất hiện khi 6 tháng liên tục SSTA trượt 5 tháng tại $\text{NINO}_3 \leq -0,4^{\circ}\text{C}$,

- + Cơ quan khí tượng Nhật Bản xác định một đợt El Niño xuất hiện khi 6 tháng liên tục SSTA trượt 5 tháng tại $[4^{\circ}\text{S} - 4^{\circ}\text{N}, 150^{\circ}\text{W} - 190^{\circ}\text{W}] \geq 0,5^{\circ}\text{C}$ và một đợt La Niña xuất hiện khi 6 tháng liên tục SSTA trượt 5 tháng tại $[4^{\circ}\text{S} - 4^{\circ}\text{N}$,

$$150^{\circ}\text{W} - 190^{\circ}\text{W}] \leq -0,5^{\circ}\text{C}$$

+ Trung tâm dự báo khí hậu (CPC) Hoa Kỳ xác định một đợt El Niño xuất hiện khi 5 tháng liên tục SSTA trợt 3 tháng tại $\text{NINO}_{3,4} \geq 0,5^{\circ}\text{C}$ và một đợt La Niña xuất hiện khi 5 tháng liên tục SSTA trợt 3 tháng tại $\text{NINO}_{3,4} \leq -0,5^{\circ}\text{C}$.

1.2.1.2. Tác động của ENSO đến thời tiết khí hậu trên thế giới

Năm 1999, Amandu D. Vernekar đã sử dụng mô hình khu vực với độ phân giải cao ETA của NCEP lồng ghép trong mô hình khí quyển toàn cầu GCM để mô phỏng những biến động trong mùa đối với gió mùa mùa hạ năm El Niño (1987) và năm La Niña (1988) trên $30^{\circ}\text{S}-50^{\circ}\text{N}$, $30^{\circ}-140^{\circ}\text{E}$ bao gồm khu vực gió mùa Ấn Độ, Trung Quốc và khu vực gió mùa Đông Nam Á. Kết quả cho thấy SSTA vùng phía Đông TBD ảnh hưởng mạnh đến hoàn lưu khu vực Châu Á. Vùng dòng giáng quy mô lớn của khí quyển dịch chuyển lên trên khu vực gió mùa xích đạo, rãnh gió mùa năm 1988 (La Niña) sâu hơn rãnh gió mùa năm 1987 (El Niño) khoảng 2,5 hPa trên lục địa Ấn Độ và Đông Nam Trung Quốc, 0,5-1,0 hPa trên lục địa Đông Dương. Điều này dẫn đến sự bắt đầu mùa gió mùa tương đối muộn trong năm 1987 và tương đối sớm trong năm 1988.

Cũng theo các tác giả trên, trong năm El Niño (1987) hệ thống áp thấp trên vùng biển quần đảo Indonexia dịch chuyển về phía Đông, đến gần kinh tuyến 180°E dẫn tới sự mở rộng của bể nóng Tây Thái Bình Dương và trung tâm đối lưu thay thế hệ thống áp cao, đồng thời ITCZ trên vùng bể nóng yếu đi, ITCZ trên vùng lục địa mạnh lên. Ngược lại, trong năm La Niña (1988) trung tâm đối lưu dịch chuyển về phía Tây so với năm El Niño (1987). Kết quả là, gió mùa mùa hè Ấn Độ trong năm El Niño (1987) hoạt động yếu đi và gió mùa mùa hè Ấn Độ trong năm La Niña (1988) hoạt động mạnh lên. Trong khi đó, ở vùng Đông Nam Trung Quốc, năm 1987 gió mùa mạnh mạnh hơn bình thường còn trong năm 1988, gió mùa yếu hơn bình thường [23].

Dao động mùa trong gió mùa Đông Á cũng có những tác động tương hỗ với ENSO. Theo Li (1990), tần số cao hơn và các sóng lạnh mạnh hơn ở Đông Á gắn liền với gió mùa mùa đông mạnh và có khả năng làm tăng đối lưu trên vùng phía tây TBD xích đạo và như vậy có thể làm tăng dao động 30-60 ngày trên khu vực

này, châm ngòi cho sự kiện ENSO. Một số tác giả khác cũng cho rằng những biến động gió mùa thường diễn ra trước những biến động của chỉ số SOI và do đó, bản thân gió mùa thúc đẩy sự biến động của ENSO về độ lớn cũng như về pha.

Một trong những quan hệ quan trọng giữa hiện tượng ENSO và hoàn lưu khí quyển nhiệt đới được thể hiện ở sự biến động của các nguồn nhiệt và đối lưu nhiệt đới, tác động trực tiếp đến hoạt động của xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ). Trên khu vực ĐA-TTBD, nguồn nhiệt lớn trên khu vực biển và quần đảo Indonexia và Malaysia có quan hệ trực tiếp với sự biến đổi của SST khu vực nhiệt đới Thái Bình Dương. Vì thế, sự biến đổi của nguồn nhiệt này về độ lớn cũng như sự dịch chuyển trong các chu trình ENSO không những có quan hệ với gió mùa Châu Á, hoàn lưu khí quyển khu vực mà còn cả với hoạt động của XTNĐ. Trong những năm El Niño, hoạt động của XTNĐ và bão ở vùng Đông Bắc TBD mạnh hơn bình thường bắt nguồn từ sự dịch chuyển bề nóng ở Tây TBD về phía trung tâm và Đông TBD.

Hoạt động của ENSO cũng liên quan trực tiếp với tần xuất XTNĐ trên khu vực Tây Bắc TBD.

Trong điều kiện El Niño, số XTNĐ trên Biển Đông và vùng biển Australia đều giảm đi. Chẳng hạn, trong năm El Niño 1997, do hoạt động của El Niño, chỉ có 7 cơn bão trên Biển Đông, ít hơn trung bình nhiều năm 5 cơn.

Trong điều kiện La Niña, hoạt động của XTNĐ trên khu vực Tây Bắc TBD mạnh lên. Chẳng hạn trong năm La Niña 1996 có 31 cơn, trong đó có 7 cơn phát triển ngay trên Biển Đông.

Ảnh hưởng của ENSO đến các yếu tố khí hậu diễn ra rất phức tạp và thường rất khác nhau giữa các pha của ENSO trên các khu vực khác nhau.

Về nhiệt độ, trong điều kiện El Niño có sự tăng lên khác thường của SST dọc theo bờ biển và ngoài khơi khu vực Trung Mỹ, Nam châu Mỹ và mở rộng về phía Tây đến vùng biển xích đạo Đông TBD. Trong điều kiện La Niña, SST trên vùng biển ven bờ và ngoài khơi Trung và Nam Mỹ lạnh đi khác thường, làm cho vùng đối lưu sâu bị dịch chuyển xa về phía Tây TBD xích đạo. Về ảnh hưởng của ENSO đến nhiệt độ có thể lấy trường hợp El Niño 1997-1998 là dẫn chứng tiêu biểu. Trong đợt El Niño này, nhiệt độ tăng dị thường ở các vùng Bắc, Trung và Nam Mỹ,

Bắc Trung Quốc, châu Á TBD xích đạo, Đông và Nam Phi, Tây Ấn độ Dương xích đạo, trong khi nhiệt độ giảm ở một số vùng của Bắc và Trung Âu và một số vùng Đông Nam của Bắc Mỹ.

Về lượng mưa, trong điều kiện El Niño có sự giảm đi đáng kể của lượng mưa, nhiều năm gây ra hạn hán ở Ấn Độ, Trung Quốc, ... nhưng lại gia tăng lượng mưa và lũ lụt ở các vùng bờ biển Nam Mỹ, Chile Lê, Paraguay, Bắc Aentina, Nam Brasil, Uruguay. Ở Ấn Độ 21 trong số 25 năm có El Niño, lượng mưa mùa hè thấp hơn trung bình nhiều năm. Ở Trung Quốc 19/29 đợt El Niño trong vòng 100 năm qua đều gây ra thâm hụt lượng mưa ở vùng bán hoang mạc phía Bắc [51].

Theo một số tác giả Trung Quốc, ENSO mang lại nhiều biến đổi về lượng mưa, gây ra hạn hán, lũ lụt nghiêm trọng ở quốc gia này. Trong các mùa hè El Niño, lưu vực Trường Giang-Hoàng Hà có sự gia tăng lượng mưa và ngược lại, mưa giảm đi, gây ra hạn hán ở Hoa Bắc, Giang Nam. Ngược lại, trong các mùa hè La Niña, mưa ít đi và hạn hán xảy ra ở lưu vực Trường Giang-Hoàng Hà trong khi mưa tăng lên và lũ lụt xảy ra ở Hoa Bắc và Giang Nam.

1.2.2 Các công trình nghiên cứu ở trong nước về ENSO

1.2.2.1 Các chỉ số ENSO

Theo kết quả nghiên cứu của Nguyễn Đức Ngữ (2002) [6], El Niño là thời kỳ có giá trị trung bình trượt 5 tháng của SSTA khu vực Nino 3 không dưới $0,5^{\circ}\text{C}$ kéo dài 6 tháng trở lên, El Niño mạnh khi $\text{SSTA} \geq 1,5^{\circ}\text{C}$, La Niña là thời kỳ có giá trị trung bình trượt 5 tháng của SSTA khu vực Nino 3 không quá $-0,5^{\circ}\text{C}$, La Niña mạnh khi $\text{SSTA} \leq -1,5^{\circ}\text{C}$. Nguyễn Trọng Hiệu (2014) [4], sử dụng số liệu SSTA khu vực Nino 3.4 để xác định các đợt ENSO theo tiêu chí sau:

Đợt El Niño là một chuỗi ít nhất 6 tháng liên tục, trị số trung bình trượt 3 tháng của SSTA trên khu vực NINO 3.4 không dưới $0,5^{\circ}\text{C}$.

Đợt La Niña là một chuỗi ít nhất 6 tháng liên tục trị số trung bình trượt 3 tháng của SSTA trên khu vực NINO 3.4 âm với trị số tuyệt đối không dưới $0,5^{\circ}\text{C}$. Các đợt ENSO được phân làm 2 loại: ENSO dài, khi thời gian tồn tại lớn hơn hoặc bằng 12 tháng và ENSO ngắn khi thời gian tồn tại từ 6-11 tháng.

1.2.2.2 Tác động của ENSO đến thời tiết, khí hậu ở Việt Nam

Nguyễn Đức Ngữ (2007) [9] nghiên cứu ảnh hưởng của ENSO đến các hiện tượng khí hậu cực đoan trong bối cảnh biến đổi khí hậu toàn cầu đã đưa ra nhận định rằng hiện tượng ENSO trong những thập kỷ gần đây, nhất là từ hiện tượng El Niño 1982 - 1983, diễn ra mạnh mẽ hơn những thập kỷ trước đó, tiêu biểu là hiện tượng El Niño 1997-1998, có liên quan đến sự nóng lên toàn cầu, bắt nguồn từ những biến đổi quy mô lớn diễn ra trong khí quyển và đại dương và trong sự tương tác khí quyển - đại dương. Những biến đổi này diễn ra không chỉ trong quá trình trao đổi thẳng đứng giữa biển và khí quyển, mà cả theo chiều ngang giữa vĩ độ cao và vĩ độ thấp, giữa biển và lục địa. Kết quả là làm thay đổi các hình thái thời tiết và chế độ khí hậu theo mùa ở nhiều nơi trên thế giới, làm tăng tính biến động, tính dị thường và tính cực đoan của các yếu tố khí hậu và hiện tượng thời tiết.

Những kết quả nghiên cứu ở Việt Nam cho thấy mặc dù tần số bão và ATNĐ trên Biển Đông và ảnh hưởng đến Việt Nam tuy không có sự thay đổi đáng kể, song số cơn bão có cường độ mạnh, tổng lượng mưa và cường độ mưa trong bão có sự tăng lên rõ rệt trong những năm gần đây.

Tần số front cực cùng với tần số và cường độ các đợt rét đậm, rét hại có xu thế giảm đi trong thời gian gần đây. Ngược lại, hiện tượng nắng nóng, hạn hán và lũ lụt nghiêm trọng cũng mở rộng phạm vi và gia tăng cường độ ở nhiều vùng trong cả nước.

Nguyễn Đức Ngữ (2002) [7] đã nghiên cứu quan hệ ENSO với gió mùa châu Á, trên cơ sở phân tích biến đổi của các trường nhiệt độ, độ cao địa thế vị và gió trong tầng đối lưu khu vực cận nhiệt đới và xích đạo Nam Á trong các đợt ENSO tiêu biểu. Tác giả đã đưa ra kết luận là trong các đợt El Niño, áp cao cận nhiệt đới TBD mạnh lên, mở rộng về phía xích đạo, tâm áp cao lệch về phía Tây so với vị trí trung bình, đới gió Tây vĩ độ trung bình mạnh hơn bình thường. Ở vùng xích đạo Tây Thái Bình Dương có dị thường gió Tây ở tầng thấp tầng đối lưu, đối lập với dị thường gió Đông ở phía Tây Sumatra (Indonexia) và đông Ấn Độ Dương nên đây là vùng khuếch tán ở tầng thấp, trong khi trên cao vùng này có hội tụ giữa gió Đông dị thường ở phía Đông và gió Tây ở phía Tây, đối lưu ở đây yếu đi. Trong điều kiện

Lanina, tình hình diễn ra ngược lại. Tương ứng với các vùng đối lưu tăng cường và đối lưu hạn chế lần lượt là các trung tâm chuẩn sai âm và chuẩn sai dương của bức xạ sóng dài (OLR). Điều này cũng được thể hiện trên khu vực Biển Đông và quần đảo Trường Sa.

Phạm Vũ Anh (2001) nghiên cứu ảnh hưởng của ENSO đến Front cực đới ở Việt Nam cũng có nhận định tương tự với Nguyễn Đức Ngữ rằng tần số front không có sự khác nhau đáng kể, nhưng cường độ của Front trong điều kiện El Niño mạnh hơn trong điều kiện La Niña, mặc dù lưỡi áp cao lục địa Châu Á trong mùa đông La Niña lấn sâu hơn về phía vĩ độ thấp ở Đông Nam Á [1].

Một số tác giả trong nước đã nghiên cứu đánh giá tác động của ENSO đến thời tiết khí hậu ở Việt Nam, chủ yếu đối với hoạt động của bão, nhiệt độ mùa đông, mưa, hạn hán và dòng chảy.

Hoàng Minh Hiền, Nguyễn Hữu Ninh (1990) cho rằng trong các đợt El Niño tần số bão trên khu vực Tây Bắc TBD và Biển Đông giảm đi, trái lại trong các đợt La Niña, tăng lên [3].

Nguyễn Doãn Toàn cho rằng vào những năm El Niño, số lượng XTNĐ đổ bộ và ảnh hưởng trực tiếp đến Việt Nam trung bình là 4,5 cơn, giảm đáng kể so với trung bình (khoảng 6 cơn) và ít hơn hẳn những năm La Niña (khoảng 8 cơn) [20].

Bùi Minh Tăng cũng có nhận xét rằng trung bình những năm La Niña có 8,3 cơn bão và ATNĐ ảnh hưởng đến Việt Nam, nhiều hơn rõ rệt những năm El Niño (5,3 cơn) và trung bình nhiều năm (khoảng 7 cơn). Mùa bão những năm El Niño sớm hơn và những năm La Niña muộn hơn bình thường [11].

Đặng Trần Duy cũng cho rằng, trong năm El Niño, số bão và ATNĐ ít hơn trung bình. Ở Việt Nam, trung bình thời kỳ 1951-1997, số bão và ATNĐ ảnh hưởng đến Việt Nam trong các năm El Niño là 5,3 cơn, trong các năm La Niña là 8,3 cơn (nhiều hơn trung bình khoảng 1 cơn) [2].

Nguyễn Đức Ngữ trong công trình nghiên cứu về ENSO (2002) [6] nhận xét rằng trong điều kiện El Niño số cơn bão ít hơn bình thường khoảng 27%, ngược lại, trong điều kiện La Niña số bão nhiều hơn bình thường khoảng 28%. Trong điều kiện La Niña, quỹ đạo chuyển động của bão lệch về phía Nam nhiều hơn và mùa

bão kéo dài hơn về cuối năm.

Năm 2010, trong báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Nhà nước: “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” dưới sự chủ trì của Phan Văn Tân có đề cập đến đặc điểm hoạt động của bão ở vùng biển gần bờ Việt Nam thời kỳ 1961-2009. Các tác giả đã chỉ ra rằng, trong những năm La Niña, số lượng bão ở vùng biển gần bờ Việt Nam thường nhiều hơn trong những năm El Niño. Ngoài ra, theo tác giả thì trong những năm El Niño vị trí hình thành bão có xu hướng dịch chuyển sang phía Đông, bão xuất hiện ở Biển Đông và Tây Thái Bình Dương thường có xu hướng đi lên phía Bắc do đó ít ảnh hưởng đến Việt Nam và trong những năm La Niña thì bão ở Biển Đông và Tây Thái Bình Dương thường có xu hướng đi theo hướng Tây và Tây Tây Bắc do vậy thường Việt Nam chịu ảnh hưởng nhiều hơn [12].

Năm 2011, trong báo cáo tổng kết dự án “Ứng dụng thông tin khí hậu và dự báo khí hậu phục vụ các ngành kinh tế xã hội và phòng tránh thiên tai ở Việt Nam”, của tác giả Nguyễn Văn Thắng và cộng sự đã dành một phần quan trọng trong báo cáo để trình bày những kiến thức cơ bản về ENSO được sử dụng trong ứng dụng thông tin khí hậu và dự báo khí hậu, mối quan hệ giữa ENSO với xoáy thuận nhiệt đới, lượng mưa, hạn hán, lũ lụt và dòng chảy trên các khu vực và lưu vực. Ngoài ra, báo cáo còn cung cấp các thông tin về hiệu quả của quá trình theo dõi các đợt El Niño, La Niña để đưa ra các cảnh báo về các hiện tượng thời tiết, khí hậu cực đoan phục vụ cho các ngành kinh tế xã hội [13].

Nguyễn Ngọc Thụy và các cộng tác viên (1997) nghiên cứu quan hệ giữa ENSO và trường nhiệt độ mặt nước biển trên vùng biển Việt Nam và Curoxio và cho rằng có sự biến đổi ngược pha giữa trường nhiệt độ nước biển khu vực Đông TBD và bờ biển Nam Mỹ [19].

Nguyễn Đức Ngữ (2007) [9] nghiên cứu ảnh hưởng của ENSO đến các cực trị nhiệt độ (T_x, T_m) thông qua việc tính tần suất xuất hiện các trị số T_x, T_m trong các năm El Niño, La Niña và không ENSO nhận xét rằng: nhiệt độ tối cao trung bình và tối thấp trung bình trong điều kiện El Niño, cả trong mùa đông và mùa hạ

đều cao hơn trong điều kiện La Niña và không ENSO. Các trị số bách phân vị thứ 90 và 95 (đối với Tx) và thứ 10 và 5 (đối với Tm) trong những năm El Niño thường cao nhất, trong những năm La Niña thường thấp nhất.

Phạm Đức Thi (1993) [14] phân tích chuẩn sai nhiệt độ mùa đông ở Việt Nam trong các đợt El Niño và La Niña và nhận xét chuẩn sai nhiệt độ trung bình 6 tháng mùa đông (XI -IV), 3 tháng chính đông (XII - II) và 2 tháng cuối đông (III - IV) trong những đợt El Niño đều có giá trị dương, ngược lại, trong những đợt La Niña đều có giá trị âm. Ngoài ra, số ngày rét đậm trong những mùa đông El Niño ít hơn hẳn trong những mùa đông La Niña.

Đặng Trần Duy (1998) [2] cho rằng, trong thời kỳ 1949 - 1982, các mùa đông-xuân ngay trước El Niño lạnh hơn trung bình, từ 1991 đến 1999, cả 3 vụ đông - xuân ngay trước El Niño đều ấm hơn trung bình, nhất là đông - xuân 1990-1991.

Nghiên cứu quan hệ giữa ENSO với lượng mưa ở Việt Nam, tác giả Kiều Thị Xin và những người khác cho rằng hệ số tương quan giữa SST ở các vùng NINO.1+2, NINO.3 và NINO.4 với lượng mưa ở các trạm đại diện cho 3 miền Bắc Bộ, Trung Bộ và Nam Bộ có giá trị âm và khá lớn (0,4-0,7) [22].

Lê Nguyên Tường (1999) phân tích quan hệ giữa SOI với lượng mưa ở Hà Nội có nhận xét, lượng mưa mùa mưa (V - X) của những năm có trị số SOI các tháng trước đó (XI - IV) âm thường nhỏ hơn những năm có SOI của những tháng này dương, nhất là khi $SOI > 10$ hoặc $SOI < -10$ [21].

Theo Phạm Đức Thi (1997, 1998), trong 11 năm hạn xuân hè xảy ra trên diện rộng ở Bắc Bộ, Bắc và Trung Trung Bộ, thì 7 năm liên quan đến El Niño và 3 năm liên quan đến La Niña. Đối với hạn hè - thu, 5/6 năm hạn diện rộng là năm El Niño, 1/6 năm là La Niña [15, 16].

Bùi Minh Tăng (1998) cho rằng, trong 22 năm gần đây hạn vừa và hạn nặng trên diện rộng xảy ra với chu kỳ 2-5 năm, khá phù hợp với các đợt El Niño, trong đó hạn đông-xuân nặng thường xảy ra ở hầu khắp khu vực, còn hạn vụ mùa nặng chủ yếu xảy ra ở vùng ven biển Trung Bộ. Tuy vậy, ngay trong năm La Niña vẫn có thể có hạn [10].

Nguyễn Đức Ngữ (2005) cho rằng hầu hết các đợt El Niño gây ra thâm hụt

lượng mưa trên khu vực ven biển miền Trung và Tây Nguyên, mức thâm hụt trung bình là 20 - 25% lượng mưa trung bình nhiều năm cùng thời kỳ. Trong tất cả các đợt El Niño được xem xét, đều xảy ra tình trạng lượng mưa thâm hụt nhiều tháng liên tiếp trong thời gian diễn ra El Niño với mức thâm hụt trung bình 40 - 45% lượng mưa trung bình nhiều năm cùng kỳ, dẫn đến tình trạng hạn hán kéo dài [8].

Nguyễn Trọng Hiệu và cộng sự (2014) [4] cho thấy rằng, trong thời kỳ 1960-2009, El Niño góp phần gia tăng hạn hán trên phạm vi cả nước đặc biệt là các đợt El Niño trong 3 thập kỷ 1971 – 1980, 1981 – 1990, 1991 - 2000 và ngược lại, La Niña góp phần giảm thiểu hạn hán, đặc biệt là các đợt La73 – 76, La77 – 78 đối với các vùng khí hậu phía Bắc và La98 – 01, La07- 08 đối với các vùng khí hậu phía Nam. Tác động của El Niño đối với hạn hán rất rõ rệt ở Miền Nam và khá mờ nhạt ở Miền Bắc, trừ Bắc Trung Bộ trong khi tác động của La Niña đối với hạn hán tuy khác nhau giữa các vùng song lại khá đồng đều giữa Miền Bắc và Miền Nam.

Đối với lượng mưa ngày (24 giờ) lớn nhất, Nguyễn Đức Ngữ trong công trình nghiên cứu ảnh hưởng của ENSO đến cực trị nhiệt độ và lượng mưa ở Việt Nam và khả năng dự báo nhận xét: trong điều kiện El Niño, độ lệch tần suất ứng với các số bách phân vị 75 và 90 trong các mùa có giá trị âm là chủ yếu (trừ vùng bán đảo Cà Mau có độ lệch tần suất dương trong mùa hè và mùa thu); trong điều kiện La Niña, độ lệch tần suất âm trong các mùa đều giảm, cả về phạm vi và giá trị so với trong điều kiện El Niño, trong khi độ lệch tần suất dương tăng lên. Đặc biệt là vùng ven biển Nam Trung Bộ (Đà Nẵng - Phú Yên trong mùa đông và Phú Yên - Ninh Thuận trong mùa thu) có độ lệch tần suất dương trên 100% và trên 150% ứng với bách phân vị thứ 90 so với trường hợp không ENSO. Tương tự như vậy là vùng Đông Nam Bộ trong mùa xuân La Niña [9]. Ngoài ra, về mối quan hệ giữa ENSO với mưa khu vực Việt Nam nói chung và mưa Miền Trung, mưa ở Tây Nguyên nói riêng đã được nhiều tác giả trong nước và ngoài nước quan tâm nghiên cứu. Nhiều kết quả nghiên cứu đã chỉ ra được mối quan hệ thống kê mật thiết giữa ENSO với mưa ở khu vực này nhưng chỉ dừng lại ở các chỉ số và quan hệ thống kê còn cơ chế hoàn lưu chưa được nghiên cứu sâu và đầy đủ.

1.3 Nhận xét cuối chương 1

(1) Trên thế giới, từ giữa những năm 1980, nhờ những tiến bộ về công nghệ quan trắc và thám sát khí tượng trên cao và những phát triển vượt bậc của công nghệ máy tính, công nghệ tin học, các công trình nghiên cứu về vận tải ẩm ngày càng phong phú và sâu sắc góp phần tích cực trong quá trình nghiên cứu hoàn lưu khí quyển và dự báo khí hậu.

(2) Các công trình nghiên cứu vận tải ẩm được thực hiện với rất nhiều đối tượng nghiên cứu khác nhau, các quốc gia, các khu vực, một phần hay toàn bộ châu lục trên toàn cầu và đề cập đến nhiều nội dung khác nhau về vận tải ẩm bao gồm:

- Phân bố theo không gian của vận tải ẩm các loại: vĩ hướng, kinh hướng, tổng hợp trên các phạm vi không gian diện tích khác nhau và các dòng vận tải ẩm chủ yếu trên các châu lục và khu vực.

- Diễn biến theo thời gian của vận tải ẩm các loại trên các khu vực thịnh hành hay không thịnh hành gió mùa.

- Quan hệ giữa lượng vận tải ẩm với lượng mưa, đặc biệt với các hiện tượng cực đoan liên quan đến mưa là hạn hán, mưa lớn trên các quốc gia tiêu biểu và rộng lớn: Ấn Độ ở Nam Á, Trung Quốc ở Đông Á, Canada ở Bắc Mỹ và hầu hết các châu lục khác, Nam Mỹ, Châu Úc.

- Cân bằng ẩm hay dòng vận tải ẩm đi vào và đi ra trên các đường biên: Tây, Đông, Nam, Bắc của nhiều khu vực ở Nam Á, Đông Á và một số lưu vực thuộc Bắc Mỹ.

(3) Cũng từ những năm 1980, xuất hiện nhiều công trình nghiên cứu về ENSO, bao gồm cơ chế vật lý và hoạt động của ENSO, các chỉ số, đặc trưng ENSO và phân bố không gian, thời gian của chúng, tác động của ENSO đến các đặc trưng hoàn lưu, gió mùa, thời tiết, khí hậu và hiện tượng cực đoan. Đặc biệt, ngày càng có nhiều công trình nghiên cứu, mô phỏng dự báo hoạt động của ENSO trong các giai đoạn phát triển khác nhau và các hiện tượng cực đoan kèm theo nhất là hạn hán, lũ lụt.

(4) Ở Việt Nam, các công trình nghiên cứu về vận tải ẩm mới chỉ được bắt đầu từ những năm 2000 trên một số khu vực. Các nghiên cứu đã chỉ ra, phân bố

không gian vận tải ẩm các tháng trong năm và sơ bộ đã đề cập đến mối quan hệ giữa vận tải ẩm với mưa các tháng mùa hè Bắc Bộ và Nam Bộ Việt Nam. Cho đến nay chưa có công trình nghiên cứu và phân tích về cơ chế vận tải ẩm các mùa trên các khu vực Việt Nam, đặc biệt là vận tải ẩm trong điều kiện ENSO, mối quan hệ giữa vận tải ẩm với hạn hán, mưa lớn ở Việt Nam, ... Tương tự các công trình nghiên cứu về ENSO cũng chỉ được bắt đầu từ những năm 1990 với nội dung chủ yếu là tìm hiểu các kiến thức cơ bản về ENSO và tác động của ENSO đến một số đặc trưng hoàn lưu khí quyển, gió mùa và thời tiết khí hậu. Vì vậy, trong luận án này, cần phải phân tích sâu hơn những vấn đề sau đây:

- Phân bố không gian của vận tải ẩm tổng hợp các mùa trên các lớp khí quyển và trên toàn cột khí quyển trong điều kiện chung và trong điều kiện ENSO.

- Mối quan hệ giữa vận tải ẩm với hạn hán và mưa lớn trong các thời kỳ hoạt động của ENSO.

- Bên cạnh hoàn lưu, vai trò của ẩm và vận tải ẩm là yếu tố quyết định tới mưa, cũng cần được nghiên cứu sâu hơn đối với một số khu vực nhỏ như biến đổi mưa mùa thu khu vực Miền Trung Việt Nam trong điều kiện ENSO và sự hụt mưa tháng V ở khu vực Tây Nguyên trong điều kiện El Niño.

CHƯƠNG 2

PHƯƠNG PHÁP VÀ SỐ LIỆU NGHIÊN CỨU

2.1 Phương pháp nghiên cứu

2.1.1 Phương pháp tính vận tải ẩm trong khí quyển

Véc tơ tổng vận tải ẩm (Q , $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) của cột khí được tính bằng công thức [43, 45]:

$$\vec{Q} = -\frac{1}{g} \int_{p_s}^{p_0} (\vec{V}q) dp \quad (1)$$

Trong đó, g - Gia tốc trọng trường (ms^{-2}); \vec{V} - Véc tơ gió; q - Độ ẩm riêng (gkg^{-1}); p_s và p_0 tương ứng là giới hạn khí áp bên dưới và bên trên của cột khí quyển được xem xét.

Các đặc trưng vận tải ẩm được tính toán trong luận án bao gồm: Vận tải ẩm tổng hợp, vận tải ẩm vĩ hướng và vận tải ẩm kinh hướng trên toàn cột khí quyển từ bề mặt (1000 hPa) đến mực 300 hPa. Trên mực 300 hPa, độ ẩm riêng rất nhỏ so với độ ẩm riêng ở lớp gần bề mặt và vận tải ẩm ảnh hưởng không đáng kể trong việc tính vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển từ 1000-300 hPa (vận tải ẩm trên mực 300 hPa có thể bỏ qua) [31]. Ngoài ra, do sự hạn chế trong bộ số liệu sử dụng trong luận án, độ ẩm riêng chỉ có đến mực 300 hPa [33].

1) Véc tơ vận tải ẩm trên toàn cột khí quyển từ bề mặt ($p_s=1000$ hPa) đến mực 300 hPa được tính bằng công thức [43, 45]:

$$\vec{Q} = -\frac{1}{g} \int_{1000}^{300} (\vec{V}q) dp = \vec{i} \left[-\frac{1}{g} \int_{1000}^{300} (uq) dp \right] + \vec{j} \left[-\frac{1}{g} \int_{1000}^{300} (vq) dp \right] \quad (2)$$

2) Vận tải ẩm vĩ hướng (Q_u , $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trên toàn cột khí quyển từ bề mặt (1000 hPa) đến mực 300 hPa được tính bằng công thức:

$$Q_u = -\frac{1}{g} \int_{1000}^{300} (uq) dp \quad (3)$$

3) Vận tải ẩm kinh hướng (Q_v , $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trên toàn cột khí quyển từ bề mặt (1000 hPa) đến mực 300 hPa được tính bằng công thức:

$$Q_v = -\frac{1}{g} \int_{1000}^{300} (vq) dp \quad (4)$$

4) Độ lớn vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển (Q , $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) được tính bằng công thức:

$$Q = \sqrt{Q_u^2 + Q_v^2} \quad (5)$$

Trong đó:

u - Tốc độ gió vĩ hướng (ms^{-1}) và v - Tốc độ gió kinh hướng (ms^{-1}); \vec{i} , \vec{j} tương ứng là véc tơ đơn vị theo kinh hướng và vĩ hướng.

5) Vận tải ẩm vĩ hướng trên lớp khí quyển P_1 đến P_2 được tính bằng công thức:

$$Q_u(p_1, p_2) = -\frac{1}{g} \int_{P_1}^{P_2} u(p)q(p)dp \quad (6)$$

6) Vận tải ẩm kinh hướng trên lớp khí quyển P_1 đến P_2 được tính bằng công thức:

$$Q_v(p_1, p_2) = -\frac{1}{g} \int_{P_1}^{P_2} v(p)q(p)dp \quad (7)$$

7) Vận tải ẩm tổng hợp trên lớp khí quyển P_1 đến P_2

$$Q(p_1, p_2) = \sqrt{Q_u^2(p_1, p_2) + Q_v^2(p_1, p_2)} \quad (8)$$

Trong luận án này, vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển được tính thông qua vận tải ẩm vĩ hướng (Q_u), vận tải ẩm kinh hướng (Q_v) theo phương pháp xấp xỉ tích phân liên tục theo quy tắc hình thang đối với từng lớp khí quyển, phân cách bởi các mặt đẳng áp chuẩn 1000, 925, 850, 700, 600, 500, 400, 300 hPa. Vận tải ẩm tổng hợp trên 3 lớp khí quyển: 1) 1000 – 700 hPa ($P_1=1000$ hPa, $P_2=700$ hPa); 2) 700-500 hPa ($P_1=700$ hPa, $P_2=500$ hPa) và 3) 500-300 hPa ($P_1=500$ hPa, $P_2=300$ hPa) được tính thông qua thành phần vĩ hướng và kinh hướng trên các lớp theo phương pháp tương tự như trên toàn cột khí quyển.

Vận tải ẩm được tính theo lưới $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ cho khu vực Đông Á –Tây Thái Bình Dương mở rộng ($40^\circ\text{S} - 60^\circ\text{N}$, $40^\circ\text{E} - 60^\circ\text{W}$) sau đó tính cho Việt Nam và khu vực lân cận. Ngoài ra, trong một số trường hợp vận tải ẩm được tính cho khu vực Đông Á giới hạn từ $10^\circ\text{S} - 40^\circ\text{N}$, $60^\circ\text{E} - 160^\circ\text{E}$.

2.1.2 Vận tải ẩm qua 4 đường biên trên các khu vực Việt Nam

Trong luận án, vận tải ẩm qua các đường biên phía Đông và phía Tây của các khu vực Việt Nam được tính bằng công thức (3) và qua đường biên phía Bắc và phía Nam được tính bằng công thức (4) tính trung bình các tháng trong năm thời kỳ 1960-2009 và sau đó tính cho các đợt ENSO của 3 khu vực Việt Nam bao gồm:

1) Khu vực bao trùm Bắc Bộ Việt Nam (BBVN): $20^{\circ}\text{N}-24^{\circ}\text{N}$, $102^{\circ}\text{E}-110^{\circ}\text{E}$

Vận tải ẩm vĩ hướng được tính qua đường biên phía Tây (kinh tuyến 102°E) và phía Đông khu vực BBVN (kinh tuyến 108°E) trung bình từ $20^{\circ}\text{N}-24^{\circ}\text{N}$.

Vận tải ẩm kinh hướng qua đường biên phía Bắc (vĩ tuyến 24°N) và qua đường biên phía Nam (vĩ tuyến 20°N) trung bình từ $102^{\circ}\text{E}-110^{\circ}\text{E}$.

2) Khu vực bao trùm Trung Bộ Việt Nam (TBVN): $14^{\circ}\text{N}-20^{\circ}\text{N}$, $102^{\circ}\text{E}-110^{\circ}\text{E}$

Vận tải ẩm vĩ hướng được tính qua đường biên phía Tây (kinh tuyến 102°E) và phía Đông khu vực TBVN (kinh tuyến 110°E) trung bình từ $14^{\circ}\text{N}-20^{\circ}\text{N}$.

Vận tải ẩm kinh hướng qua đường biên phía Bắc (vĩ tuyến 20°N) và qua đường biên phía Nam (vĩ tuyến 14°N) trung bình từ $102^{\circ}\text{E}-110^{\circ}\text{E}$.

3) Khu vực bao trùm Nam Bộ Việt Nam (NBVN): $8^{\circ}\text{N}-14^{\circ}\text{N}$, $102^{\circ}\text{E}-110^{\circ}\text{E}$

Vận tải ẩm vĩ hướng được tính qua đường biên phía Tây (kinh tuyến 102°E) và phía Đông khu vực NBVN (kinh tuyến 110°E) trung bình từ $8^{\circ}\text{N}-14^{\circ}\text{N}$.

Vận tải ẩm kinh hướng qua đường biên phía Bắc (vĩ tuyến 14°N) và qua đường biên phía Nam (vĩ tuyến 8°N) trung bình từ $102^{\circ}\text{E}-110^{\circ}\text{E}$.

2.1.3 Phương pháp xác định các đợt ENSO

Từ trước đến nay, có 4 nhóm chỉ số được áp dụng để xác định ENSO bao gồm: chỉ số SOI, chỉ số SSTA trên các vùng Nino (NINO1, NINO2, NINO3, NINO4, NINO1.2 và NINO3.4), chỉ số ENSO hỗn hợp và chỉ số ENSO tổng hợp (MEI). Tuy nhiên, chỉ tiêu xác định các đợt ENSO không nhất quán giữa các cơ quan nghiên cứu của các quốc gia và các nhà khoa học, chẳng hạn: Cơ quan Khí tượng Úc sử dụng SSTA trên vùng NINO3 với ngưỡng chỉ tiêu là $\pm 0,8^{\circ}\text{C}$; Tổ chức Khí tượng thế giới (WMO) sử dụng SSTA trượt 5 tháng trên vùng NINO3 với ngưỡng $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$ và tồn tại 6 tháng liên tục; Cơ quan khí tượng Nhật Bản sử dụng

SSTA trượt 5 tháng trên vùng $[4^{\circ}\text{S} - 4^{\circ}\text{N}, 150^{\circ}\text{W} - 190^{\circ}\text{W}]$ với ngưỡng $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ và tồn tại 6 tháng liên tục; Trung tâm dự báo khí hậu Hoa Kỳ (CPC) sử dụng SSTA trượt 3 tháng trên vùng NINO3.4 với ngưỡng $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ và tồn tại 5 tháng liên tục,...

Trong luận án này, các đợt ENSO được xác định theo hai tiêu chí như sau:

Các đợt ENSO được xác định theo số liệu trung bình trượt 3 tháng chuẩn sai nhiệt độ mặt nước biển (SSTA) trên vùng NINO 3.4 thời kỳ 1960–2009 của Viện nghiên cứu quốc tế về khí hậu và xã hội (International Research Institute for Climate and Society). Các đợt ENSO được xác định theo Nguyễn Trọng Hiệu và các cộng tác viên (2014) [4] với tiêu chí như sau:

Đợt La Niña là một chuỗi ít nhất 6 tháng liên tục trị số trung bình trượt 3 tháng của SSTA trên khu vực NINO 3.4 âm với trị số tuyệt đối không dưới $0,5^{\circ}\text{C}$.

Đợt El Niño là một chuỗi ít nhất 6 tháng liên tục trị số trung bình trượt 3 tháng của SSTA trên khu vực NINO 3.4 dương với trị số không dưới $0,5^{\circ}\text{C}$.

Căn cứ vào tiêu chí trên trong thời kỳ 1960 – 2009 có 13 đợt El Niño (Bảng 2.1) và 11 đợt La Niña (Bảng 2.2).

Bảng 2.1 Các đợt El Niño thời kỳ 1960-2009.

TT	Đợt El Niño	Tháng bắt đầu	Tháng kết thúc	Thời gian kéo dài (tháng)	Cực đại SSTA và tháng xuất hiện	
1	63/64	7/1963	1/1964	7	0,9	12/1963
2	65/66	6/1965	3/1966	10	1,6	11/1965
3	68/69	11/1968	5/1969	7	1,0	2/1969
4	69/70	9/1969	2/1970	6	0,8	1/1970
5	72/73	5/1972	3/1973	11	2,0	12/1972
6	76/77	9/1976	2/1977	6	0,8	11/1976
7	82/83	5/1982	6/1983	14	2,6	1/1983
8	86/88	9/1986	1/1988	17	1,7	8/1987
9	91/92	5/1991	6/1992	14	1,9	1/1992
10	94/95	9/1994	2/1995	6	1,3	12/1994
11	97/98	5/1997	4/1998	12	2,7	12/1997

TT	Đợt El Niño	Tháng bắt đầu	Tháng kết thúc	Thời gian kéo dài (tháng)	Cực đại SSTA và tháng xuất hiện	
12	02/03	6/2002	3/2003	10	1,6	12/2002
13	04/05	8/2004	1/2005	6	0,7	11/2004

Bảng 2.2 Các đợt La Niña thời kỳ 1960-2009.

TT	Đợt La Niña	Tháng bắt đầu	Tháng kết thúc	Thời gian kéo dài (tháng)	Cực tiểu SSTA và tháng xuất hiện	
1	64/65	4/1964	1/1965	10	-1,3	12/1964
2	67/68	9/1967	4/1968	8	-0,8	2/1968
3	70/72	6/1970	1/1972	20	-1,8	12/1970
4	73/76	5/1973	5/1976	37	-1,9	12/1973
5	83/84	9/1983	2/1984	6	-1,0	12/1983
6	84/85	9/1984	7/1985	11	-1,4	12/1984
7	85/86	10/1985	3/1986	6	-0,7	2/1986
8	88/89	4/1988	9/1989	18	-2,3	12/1988
9	95/96	8/1995	4/1996	9	-1,0	12/1995
10	98/2001	6/1998	2/2001	33	-1,7	1/2000
11	2007/2008	8/2007	5/2008	10	-1,8	1/2008

Tuy nhiên, trong bài báo “Effects of ENSO on Autumn Rainfall in Central Vietnam” gửi đăng trên tạp chí *Advances in Meteorology* do yêu cầu của tạp chí tác giả đã xác định các mùa thu ENSO và tháng V El Niño được xác định theo chỉ số Nino đại dương (ONI). Chỉ số ONI là giá trị trung bình trượt 3 tháng của SSTA trên khu vực Nino 3.4, nếu chỉ số ONI vượt ngưỡng $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ và tồn tại 5 tháng liên tục được gọi là 1 đợt El Niño hoặc La Niña [36]. Theo tiêu chí này, thì số mùa thu ENSO nhiều hơn so với lịch ENSO xác định ở trên. Trong thời kỳ 1980-2007, có 9 mùa thu El Niño và 10 mùa thu La Niña (Bảng 2.3) và 7 tháng V El Niño (Bảng 2.4).

Bảng 2.3 Các mùa thu ENSO thời kỳ 1980-2007

Năm El Niño	Năm La Niña
1982	1983
1986	1984
1987	1985
1991	1988
1994	1995
1997	1998
2002	1999
2004	2000
2006	2005
	2007

Bảng 2.4 Các tháng V El Niño thời kỳ 1980-2007

Năm El Niño
1982
1983
1987
1991
1992
1997
2002

2.1.4 Xác định các chỉ tiêu hạn hán và mưa lớn

2.1.4.1 Xác định chỉ tiêu hạn hán

Để xác định chỉ số hạn trong nghiên cứu này, Luận án sử dụng chỉ số hạn của Nguyễn Trọng Hiệu và các cộng tác viên (2014) [4]. Để lựa chọn được chỉ số hạn phục vụ mục đích nghiên cứu của đề tài các tác giả đã đưa ra 6 tiêu chí bao gồm: (1) Phản ánh được bản chất của hạn là lượng mưa quá ít trong thời gian đủ dài hoặc lượng mưa một tháng (mùa, năm) thấp hơn so với lượng mưa trung bình nhiều năm;

(2) Phản ảnh được tần suất hạn thực tế trong các thời kỳ khác nhau của mùa hạn và do đó, ngưỡng lượng mưa trong chỉ tiêu hạn phù hợp với điều kiện xảy ra hạn; (3) Phản ảnh đúng tương quan so sánh về hạn giữa các trạm trên từng vùng khí hậu; (4) Phản ảnh được sự khác nhau về loại hạn giữa các nhóm vùng khí hậu và giữa các vùng khí hậu; (5) Thuận lợi cho công tác thống kê hạn và xây dựng lịch hạn và (6) Thuận lợi cho công tác dự báo hạn (khí hậu) dựa trên thông tin ENSO để đánh giá cho 6 chỉ tiêu hạn sau:

1) Chỉ tiêu hạn Brunov: Trên 10 ngày lượng mưa không quá 5mm

2) Chỉ tiêu hạn Bulwin – Wiseman: Không dưới 3 tháng liên tục lượng mưa không quá 50% lượng mưa trung bình nhiều năm.

3) Chỉ tiêu hạn của Viện Khí tượng Thủy văn (1998): Rth không quá 30 mm trong các tháng IX – IV; Rth không quá 50 mm trong các tháng V – VIII

4) Chỉ số khô hạn K: Được xác định bằng tỷ số giữa lượng bốc hơi trên lượng mưa nếu $K \geq 2$ được coi là hạn.

5) Chỉ số hạn Ivanov: Được xác định thông qua các đặc trưng lượng mưa, nhiệt độ và độ ẩm tương đối.

6) Chỉ số chuẩn hóa giáng thủy SPI:

Quá trình đánh giá bắt đầu bằng việc cho điểm theo từng yêu cầu (1: thỏa mãn; 0: không thỏa mãn) sau đó tính tổng điểm cho cả 6 yêu cầu và chọn một chỉ tiêu có tổng điểm cao nhất (Bảng 2.5).

Bảng 2.5 Đánh giá các chỉ tiêu hạn điển hình theo các yêu cầu

Loại	Tên tắt	Yêu cầu						Tổng điểm	Xếp hạng
		1	2	3	4	5	6		
a ₁	Brunov	1	0	1	0	1	1	4	4
a ₂	Bulwin Wiseman	1	0	1	0	1	1	4	5
a ₃	Viện Khí tượng Thủy văn	1	1	1	0	1	1	5	1
b ₁	Chỉ số khô hạn	1	1	1	0	0	0	3	6
b ₂	Chỉ số Ivanov	1	1	1	0	1	0	4	2
b ₃	Chỉ số chuẩn hóa giáng thủy	1	0	1	0	1	1	4	3

Sau khi đánh giá các chỉ tiêu hạn điển hình, các tác giả đã lựa chọn chỉ tiêu hạn của Viện Khí tượng Thủy văn (1998) và cải tiến thành chỉ tiêu hạn sau đây:

Một tháng có lượng mưa R_{th} được coi là tháng hạn khi $R_{th} < K$

K thay đổi theo mùa như sau:

$K = 10\text{mm}$: XI, XII, I, II

$K = 30\text{mm}$: IX, X, III, IV

$K = 80\text{mm}$: V, VI, VII, VIII

Như vậy, Luận án sử dụng chỉ tiêu hạn lát tổng lượng mưa tháng R_{th} nhỏ hơn hoặc bằng một ngưỡng K mm nào đó ($R_{th} \leq K$ mm), K thay đổi theo mùa.

2.1.4.2 Xác định chỉ tiêu mưa lớn

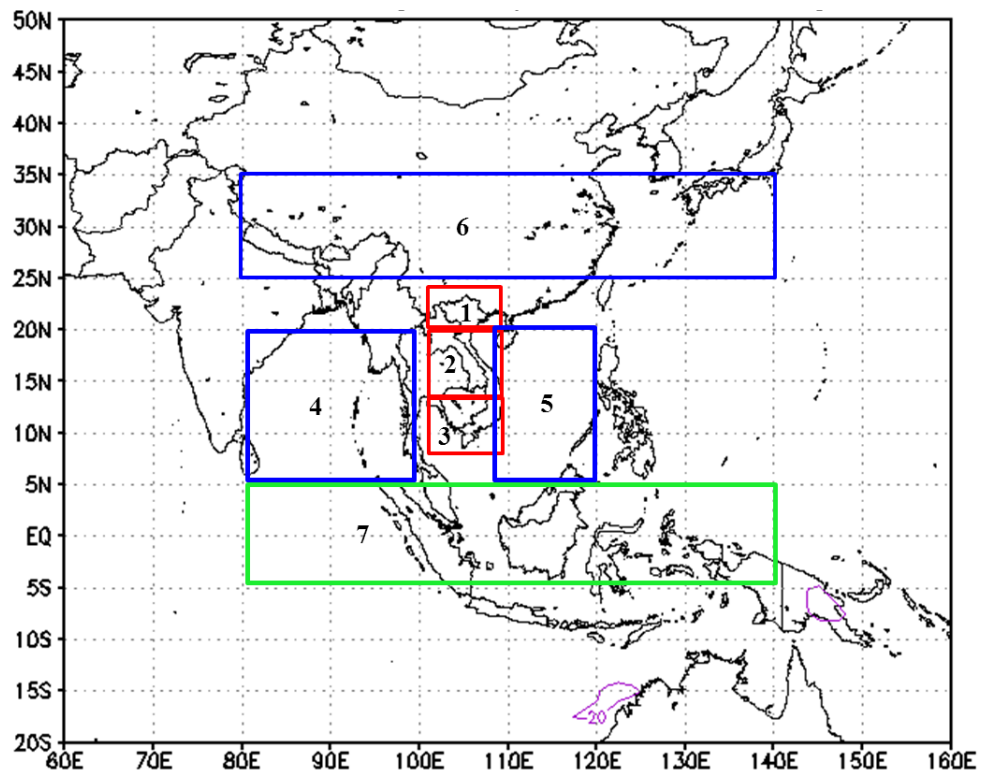
Luận án áp dụng chỉ tiêu tổng lượng mưa tháng (R_{th}) lớn hơn hoặc bằng 450 mm ($R_{th} \geq 450$ mm) để xác định các tháng mưa lớn của các trạm trên các vùng khí hậu của Việt Nam. Để lựa chọn được chỉ tiêu mưa lớn này Nguyễn Trọng Hiệu và các cộng tác viên (2014) [4] đã nghiên cứu đánh giá cho 3 nhóm chỉ tiêu mưa lớn bao gồm: Nhóm 1 dựa vào cường độ mưa lớn; Nhóm 2 dựa vào tần số mưa lớn và nhóm 3 dựa vào chuẩn sai lượng mưa dựa vào 4 tiêu chí: (1) Phản ánh được bản chất mưa lớn ở từng trạm, từng vùng khí hậu; (2) Phản ánh được những đợt mưa lớn trong các đợt ENSO; (3) Thuận lợi cho công tác dự báo mưa lớn; (4) Thuận lợi cho công tác thống kê mưa lớn. Quá trình đánh giá được thực hiện bằng việc cho điểm theo từng yêu cầu tương tự như đánh giá đối với chỉ tiêu hạn. Sau khi đánh giá, chỉ tiêu số tháng mưa lớn không dưới K mm đã được lựa chọn. Để chọn ngưỡng mưa lớn K mm các tác giả thực hiện thử nghiệm sự phù hợp giữa K mm với tình trạng mưa lớn trong các đợt La Niña trên 7 vùng khí hậu của Việt Nam. Kết quả chỉ ra ngưỡng $K = 450$ mm phản ánh được đặc trưng mưa lớn trên đa số các vùng khí hậu của Việt Nam.

2.1.5 Mối quan hệ giữa vận tải ẩm với mưa lớn, hạn hán

Để nghiên cứu mối quan hệ giữa vận tải ẩm với mưa lớn, hạn hán trên 7 vùng khí hậu của Việt Nam thực hiện các bước tính toán sau:

Bước 1: Tính vận tải ẩm vĩ hướng, kinh hướng trung bình cho 7 khu vực trên khu vực ĐATTBD mở rộng, các vùng được giới hạn như sau (Hình 2.1):

1. Bắc Bộ (BBVN): $20^{\circ}\text{N} - 24^{\circ}\text{N}$; $102^{\circ}\text{E} - 110^{\circ}\text{E}$
2. Trung Bộ (TBVN) $14^{\circ}\text{N} - 20^{\circ}\text{N}$; $102^{\circ}\text{E} - 110^{\circ}\text{E}$
3. Nam Bộ (NBVN): $8^{\circ}\text{N} - 14^{\circ}\text{N}$; $102^{\circ}\text{E} - 110^{\circ}\text{E}$
4. Bengal (BG): $5^{\circ}\text{N} - 20^{\circ}\text{N}$; $80^{\circ}\text{E} - 100^{\circ}\text{E}$
5. Biển Đông (BD): $5^{\circ}\text{N} - 20^{\circ}\text{N}$; $109^{\circ}\text{E} - 120^{\circ}\text{E}$
6. Trường Giang TQ: $25^{\circ}\text{N} - 35^{\circ}\text{N}$; $80^{\circ}\text{E} - 140^{\circ}\text{E}$
7. Xích đạo Đông Nam Á: $5^{\circ}\text{S} - 5^{\circ}\text{N}$; $80^{\circ}\text{E} - 140^{\circ}\text{E}$



Hình 2.1. Giới hạn các khu vực tính vận tải ẩm

Trong 7 khu vực này, có 3 khu vực địa lý bao gồm: khu vực bao trùm Bắc Bộ, Trung Bộ, Nam Bộ Việt Nam và 4 khu vực lân cận Việt Nam ở phía Bắc là Trường Giang Trung Quốc (TGTQ), phía Đông là Biển Đông (BD), phía Tây là vịnh Bengal (BG), phía Nam là xích đạo Đông Nam Á (XD-ĐNA).

Vận tải ẩm vĩ hướng, kinh hướng các khu vực được tính cho các tháng thời kỳ 1960-2009 sau đó tính trung bình cho từng đợt El Niño (13 đợt El Niño) và từng đợt La Niña (11 đợt La Niña).

Bước 2: Tính số tháng hạn dựa trên chỉ tiêu trình bày trong tiểu mục 2.1.4.1, số tháng mưa lớn dựa vào chỉ tiêu xác định trong tiểu mục 2.1.4.1 của 8 trạm trên

mỗi vùng khí hậu (8 trạm x 7 vùng khí hậu = 56 trạm) thời kỳ 1960-2009 sau đó tính STH, STML cho từng đợt El Niño (13 đợt El Niño) và từng đợt La Niña (11 đợt La Niña). Còn STH, STML của vùng khí hậu được tính bằng trung bình cộng số tháng hạn, số tháng mưa lớn của 8 trạm trong vùng trong từng đợt El Niño và từng đợt La Niña.

Bước 3: Tính hệ số tương quan giữa Q_u , Q_v của 7 khu vực với STH, STML trên 7 vùng khí hậu của Việt Nam trong 13 đợt El Niño và 11 đợt La Niña thông qua công thức sau:

$$r_{xy} = \frac{\sum_t (x_t - \bar{x})(y_t - \bar{y})}{\left[\sum_t (x_t - \bar{x})^2 \sum_t (y_t - \bar{y})^2 \right]^{\frac{1}{2}}} \quad (9)$$

Trong đó:

- x : vận tải âm vĩ hướng, vận tải âm kinh hướng của 7 khu vực lựa chọn (trong các đợt ENSO).

- y : STH, STML của 7 vùng khí hậu của Việt Nam (trong các đợt ENSO).

2.1.6 Tính các đặc trưng hạn hán trong các đợt El Niño và mưa lớn trong các đợt La Niña

2.1.6.1 Chuẩn sai hạn trong các đợt El Niño

Vụ hạn (thời gian hạn) vào năm t (H_t) được xác định bằng số tháng xảy ra sự kiện H_t , tính từ tháng XI năm $t-1$ đến tháng X năm t .

Chuẩn sai hạn được tính như sau: $\Delta H = (H_t - \bar{H})$ (10)

Trong đó:

H_t : Số tháng hạn trung bình của 8 trạm của vùng khí hậu trong vụ hạn t trong 13 đợt El Niño thời kỳ 1960-2009.

\bar{H} : Số tháng hạn trung bình của 8 trạm tiêu biểu của vùng khí hậu trong các vụ hạn thời kỳ 1960 – 2009.

ΔH nhận dấu (+) khi $H_t \geq \bar{H}$ có nghĩa là El Niño góp phần làm gia tăng hạn hán và nhận dấu (-) khi $H_t \leq \bar{H}$ có nghĩa là El Niño góp phần làm giảm thiểu hạn hán.

2.1.6.2 Hiệu ứng mưa lớn trong các đợt La Niña

Hiệu ứng mưa lớn trong các đợt La Niña (LHE) được tính bằng hiệu số giữa tiềm năng mưa lớn trong điều kiện La Niña (LHP) với tiềm năng mưa lớn trong điều kiện chung (GHP):

$$LHE = LHP - GHP \quad (11)$$

Tiềm năng mưa lớn trong điều kiện La Niña được tính bằng:

$$LHP = \frac{LHMN}{LOMN} \times 100\% \quad (12)$$

Trong đó:

LHMN: Số tháng mưa lớn trong 11 đợt La Niña

LOMN: Số tháng quan trắc mưa trong 11 đợt La Niña

Tiềm năng mưa lớn trong điều kiện chung được tính bằng:

$$GHP = \frac{GHMN}{GOMN} \times 100\% \quad (13)$$

Trong đó:

GHMN: Số tháng mưa lớn trong điều kiện chung

GOMN: Số tháng quan trắc mưa trong điều kiện chung

Khi $LHE \geq 0$, hiệu ứng dương về mưa lớn của La Niña

Khi $LHE < 0$, hiệu ứng âm về mưa lớn của La Niña

2.1.7 Phương pháp kiểm nghiệm

Để tiến hành kiểm tra ý nghĩa thống kê của các đặc trưng lượng mưa khu vực trung bình khu vực Miền Trung, xoáy tương đối ở mực 10 m và mực 850 hPa và chuẩn sai khí áp mực biên ở Biên Đông trong điều kiện chung so với trong điều kiện ENSO, tác giả thực hiện các bước sau:

Bước 1: Đặt giả thiết $H_0: \bar{X}^1 - \bar{X}^2 = 0$

Tính các đặc trưng trung bình:

$$\bar{X}_1 = \frac{1}{n_1} \sum_{t=1}^n X_{1t} \quad (14a)$$

$$\bar{X}_2 = \frac{1}{n_2} \sum_{t=1}^n X_{2t} \quad (14b)$$

Bước 2:Kiểm tra thống kê

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2 - E[\bar{X}_1 - \bar{X}_2]}{\left[\hat{Var}[\bar{X}_1 - \bar{X}_2] \right]^{\frac{1}{2}}} \quad (15)$$

Ở đây,

$$E[\bar{X}_1 - \bar{X}_2] = 0 \quad (16)$$

$$Var[\bar{X}_1 - \bar{X}_2] = \frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \quad (17)$$

$$S_1 = \left[\frac{1}{n_{1-1}} \sum_{t=1}^n (X_{1t} - \bar{X}_1)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (18)$$

$$S_2 = \left[\frac{1}{n_{2-1}} \sum_{t=1}^n (X_{2t} - \bar{X}_2)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (19)$$

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\left[\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right]^{\frac{1}{2}}} \quad (20)$$

Z có phân bố chuẩn Gaussian N (0, 1)

Bước 3:Kiểm tra với với $\alpha = 0,05$ và $Z\alpha = 1,96$

Khi $|Z| \geq Z\alpha$ Loại bỏ giả thiết H_0 , $\bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$

$|Z| < Z\alpha$ Chấp nhận giả thiết H_0 , $\bar{X}_1 = \bar{X}_2$

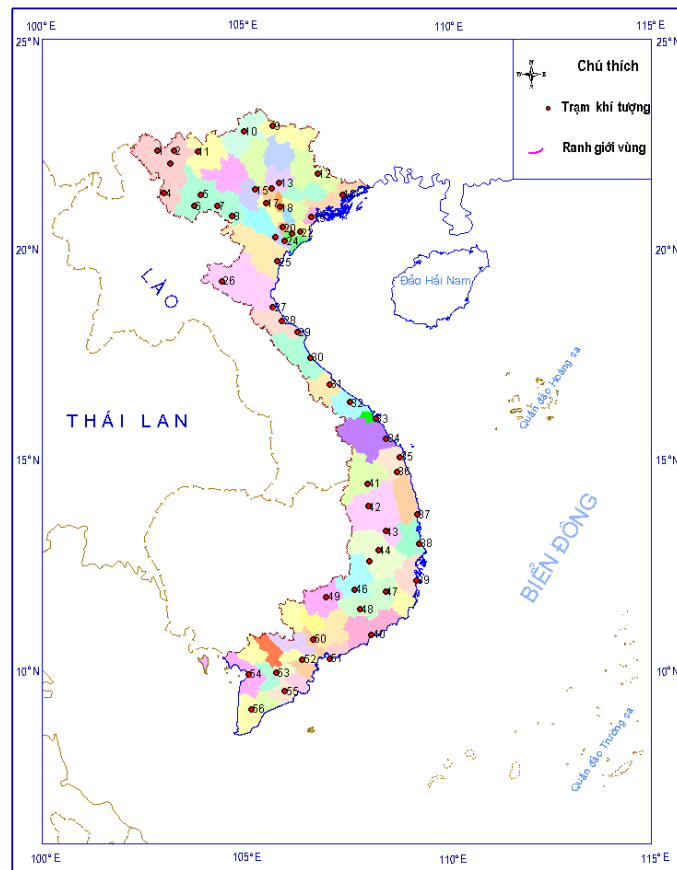
2.2 Số liệu nghiên cứu

2.2.1 Số liệu mưa các trạm

Sử dụng số liệu lượng mưa tháng của 56 trạm khí tượng trên 7 vùng khí hậu của Việt Nam thời kỳ 1960-2009 để phục vụ tính toán số tháng hạn, số tháng mưa lớn, danh sách các trạm thể hiện trong Bảng 2.6 và Hình 2.2. Số liệu mưa các tháng mùa thu của 13 trạm ven biển Miền Trung thời kỳ 1980-2007 phục vụ nghiên cứu ảnh hưởng của ENSO đến mưa các tháng mùa thu ở Miền Trung và vai trò của vận tải ẩm (Bảng 2.7 và Hình 2.3). Số liệu mưa tháng V thời kỳ 1980-2007 của 12 trạm thuộc vùng khí hậu Tây Nguyên (Bảng 2.8 và Hình 2.4).

Bảng 2.6. Danh sách các trạm khí tượng được sử dụng trong luận án.

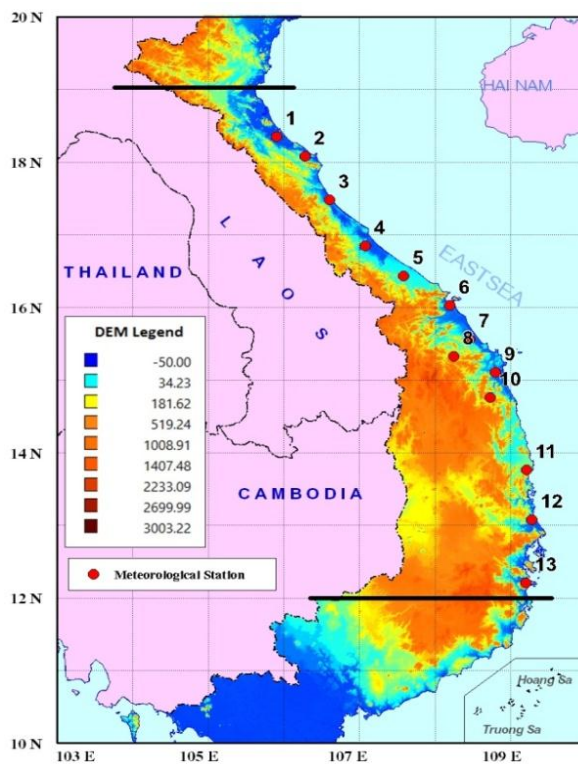
Vùng khí hậu	Tên trạm							
TB	Điện Biên ¹	Lai Châu ²	Mộc Châu ³	Mường Tè ⁴	Sìn Hồ ⁵	Sơn La ⁶	Sông Mã ⁷	Yên Châu ⁸
ĐB	Bắc Quang ⁹	Hà Giang ¹⁰	Lạng Sơn ¹¹	Phú Hộ ¹²	Sa Pa ¹³	Tam Đảo ¹⁴	Thái Nguyên ¹⁵	Tiên Yên ¹⁶
ĐBBB	Hà Nam ¹⁷	Hà Nội ¹⁸	Nam Định ¹⁹	Nho Quan ²⁰	Ninh Bình ²¹	Phù Liên ²²	Sơn Tây ²³	Thái Bình ²⁴
BTB	Đông Hới ²⁵	Đông Hà ²⁶	Hà Tĩnh ²⁷	Huế ²⁸	Kỳ Anh ²⁹	Thanh Hoá ³⁰	Tương Dương ³¹	Vinh ³²
NTB	Ba To ³³	Đà Nẵng ³⁴	Nha Trang ³⁵	Quảng Ngãi ³⁶	Quy Nhơn ³⁷	Tam Kỳ ³⁸	Trà My ³⁹	Tuy Hoà ⁴⁰
TN	Ayup Pa ⁴¹	Bảo Lộc ⁴²	Buôn Hồ ⁴³	Buôn Ma Thuột ⁴⁴	Đà Lạt ⁴⁵	Đắk Nông ⁴⁶	Kon Tum ⁴⁷	Plây Cù ⁴⁸
NB	Cà Mau ⁴⁹	Cần Thơ ⁵⁰	Mỹ Tho ⁵¹	Phước Long ⁵²	Rạch Giá ⁵³	Sóc Trăng ⁵⁴	Tân Sơn Nhất ⁵⁵	Vũng Tàu ⁵⁶



Hình 2.2. Vị trí các trạm khí tượng sử dụng trong luận án.

Bảng 2.7 Danh sách các trạm ven biển Miền Trung

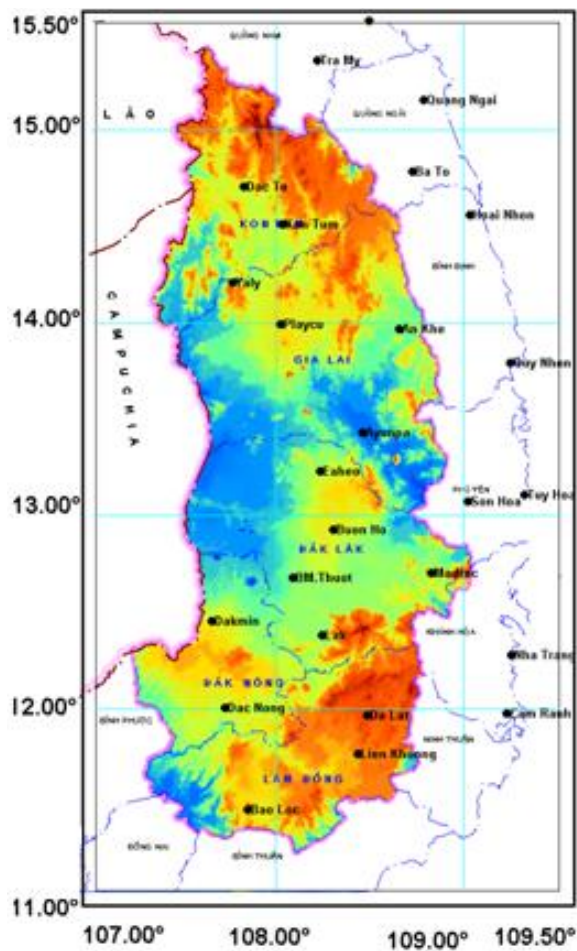
TTT	Trạm	Kinh độ (°E)	Vĩ độ (°N)
1	Hà Tĩnh	105,9	18,35
2	Kỳ Anh	106,28	18,08
3	Đồng Hới	106,6	17,48
4	Đông Hà	107,08	16,85
5	Huế	107,58	16,43
6	Đà Nẵng	108,2	16,03
7	Tam Kỳ	108,46	15,56
8	Trà My	108,25	15,33
9	Quảng Ngãi	108,8	15,11
10	Ba Tơ	108,73	14,76
11	Quy Nhơn	109,21	13,76
12	Tuy Hòa	109,28	13,08
13	Nha Trang	109,2	12,21



Hình 2.3. Địa hình và vị trí 13 trạm nghiên cứu.

Bảng 2.8 Danh sách các trạm thuộc khu vực Tây Nguyên

Thứ tự	Trạm	Kinh độ ($^{\circ}$ E)	Vĩ độ ($^{\circ}$ N)
1	Đăk Tô	107,82	14,70
2	Kon Tum	108,02	14,50
3	Playcu	108,00	13,98
4	An Khê	108,63	13,95
5	Auynpa	108,43	13,42
6	Buôn Hồ	108,27	12,92
7	Ma Đrăk	108,78	12,68
8	Buôn Mê Thuật	108,05	12,67
9	Đăk Nông	107,68	12,00
10	Đà Lạt	108,43	11,95
11	Liên Khương	108,38	11,75
12	Bảo Lộc	107,80	11,47



Hình 2.4. Các trạm quan trắc và địa hình khu vực Tây Nguyên

2.2.2 Số liệu trên lưới

Các đặc trưng yếu tố hoàn lưu bao gồm: Độ ẩm riêng, số liệu gió thành phần vĩ hướng và thành phần kinh hướng trên các mực đẳng áp 1000, 925, 850, 700, 600, 300, 400 và 300 hPa với độ phân giải $2,5 \times 2,5$ độ kinh vĩ, giới hạn trong phạm vi từ 40°S - 60°N và 60° - 90°W , thời kỳ 1960-2009 được lấy từ số liệu tái phân tích của NCAR/NCEP [33].

Số liệu gió vĩ hướng, gió kinh hướng ở 10m, mực 850hPa, khí áp mực biển với độ phân giải $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$ độ kinh vĩ (số liệu tái phân tích bằng hệ thống dự báo khí hậu, CFSR) thời kỳ 1980-2007 của NCEP.

Số liệu mưa trên lưới được lấy từ www.chikyu.ac.jp của Nhật Bản với độ phân giải $0,25 \times 0,25$ độ kinh vĩ. Bộ số liệu APHRODITE (Asian precipitation Resolved Observational Data Integration Towards Evaluation of the Water Resources) là bộ số liệu được phát triển bởi dự án kết hợp giữa Viện nghiên cứu nhân loại và tự nhiên với Viện Nghiên cứu Khí tượng Nhật Bản từ năm 2006. Bộ số liệu được xây dựng chủ yếu dựa trên số liệu thu thập được từ mạng lưới trạm quan trắc mưa. Ba khu vực được thu thập số liệu chủ yếu trong dự án APHRODITE là: Châu Á ($60^{\circ}\text{E} - 150^{\circ}\text{E}$, 15°S - 55°N), Trung Đông ($15^{\circ}\text{E} - 65^{\circ}\text{E}$, 25°N - 45°N) và Nga ($15^{\circ}\text{E} - 165^{\circ}\text{W}$, 34°N - 84°N). Đến nay, bộ số liệu mưa APHRODITE đã được cải thiện liên tục với nhiều phiên bản khác nhau được cập nhật cả về phạm vi lấy số liệu và thời kỳ lấy số liệu. Trong khuôn khổ luận án sử dụng bộ số liệu mưa trên lưới phiên bản APHRO_MA_025deg_V1101.

Số liệu chuẩn sai SSTA trên khu vực Nino 3.4 thời kỳ 1960-2009 được lấy từ Viện nghiên cứu quốc tế về khí hậu và xã hội (International Research Institute for Climate and Society).

Số liệu Nino đại dương (ONI) thời kỳ 1980-2007. Chỉ số ONI là giá trị trung bình trượt 3 tháng của chuẩn sai nhiệt độ mặt nước biển trên khu vực Nino 3.4 được lấy từ NOAA [36].

CHƯƠNG 3

PHÂN BỐ VẬN TẢI ẨM TỔNG HỢP TRONG ĐIỀU KIỆN ENSO

3.1 Vận tải ẩm tổng hợp trong điều kiện ENSO

3.1.1 Vận tải ẩm tổng hợp trong điều kiện chung

3.1.1.1 Vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển

1) Mùa đông

Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển mùa đông thời kỳ 1960-2009 (Hình 3.1a) cho thấy, ở ĐATTBD mở rộng, có 3 dải vận tải ẩm chính bao gồm: Dải vận tải ẩm Tây Nam ở các vĩ độ cận nhiệt đới phía Bắc vĩ tuyến 20°N với trị số trung bình $150\text{-}180\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, lớn nhất $240\text{-}270\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở vùng Bắc Thái Bình Dương; dải vận tải ẩm Đông Bắc ở xích đạo nhiệt-đới Thái Bình Dương mở rộng vào Biển Đông với trị số trung bình $150\text{-}180\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, lớn nhất $270\text{-}300\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở ngoài khơi Thái Bình Dương, phía Đông Philippines và Nam Biển Đông và dải vận tải ẩm Đông Nam nằm ở bán cầu Nam có trị số trung bình $120\text{-}150\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, lớn nhất $180\text{-}210\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở phía Tây Bắc châu Úc.

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam từ phía vịnh Bengal tới với trị số trung bình $90\text{-}120\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ Biển Đông tới với trị số trung bình lần lượt là $90\text{-}120\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và $120\text{-}150\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

2) Mùa xuân

Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển mùa xuân thời kỳ 1960-2009 (Hình 3.1b) cho thấy, ở ĐATTBD mở rộng, vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính bao gồm: dải vận tải ẩm Tây Nam ở vùng vĩ độ cận nhiệt đới phía Bắc vĩ tuyến 20°N với trị số trung bình $120\text{-}150\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, lớn nhất $210\text{-}240\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở cao nguyên Tây Tạng; dải vận tải ẩm Đông Bắc ở xích đạo-nhiệt đới Thái Bình Dương chỉ mở rộng đến Biển Đông với trị số trung bình $240\text{-}270\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, lớn nhất $330\text{-}360\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở ngoài khơi Thái Bình Dương và dải vận tải ẩm nằm ở bán cầu Nam có trị số trung bình $120\text{-}150\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, lớn nhất $180\text{-}210\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở phía Tây Bắc châu Úc.

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam từ phía vịnh Bengal tới với trị số 120-150 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ Biển Đông tới với trị số trung bình là 90-120 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và 120-150 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

3) Mùa hè

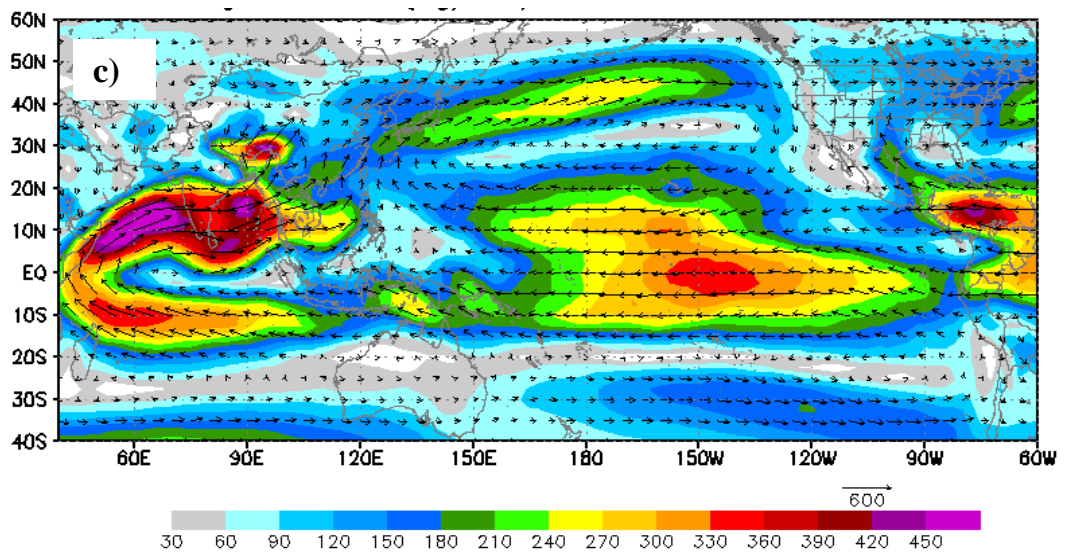
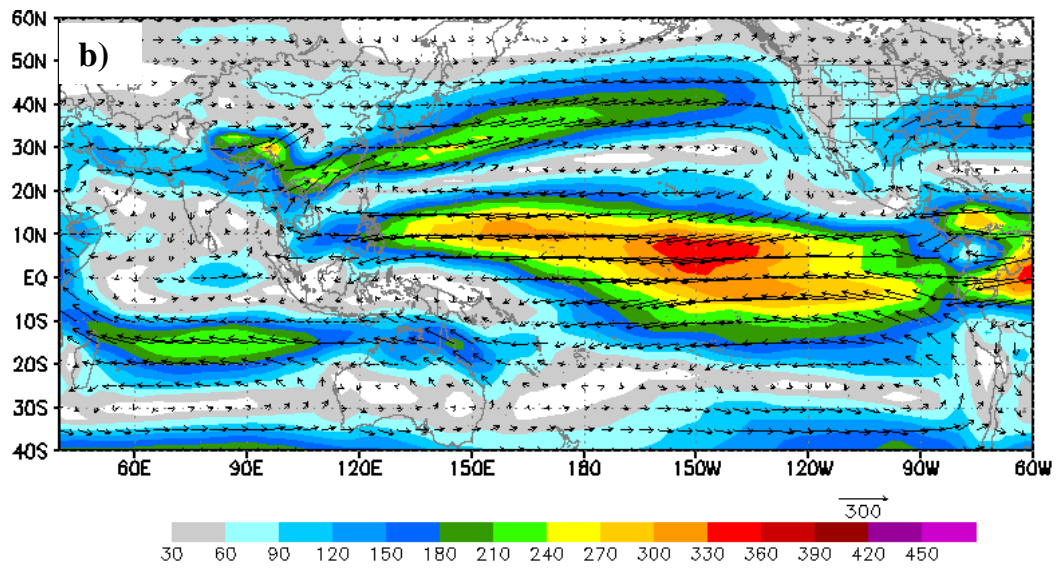
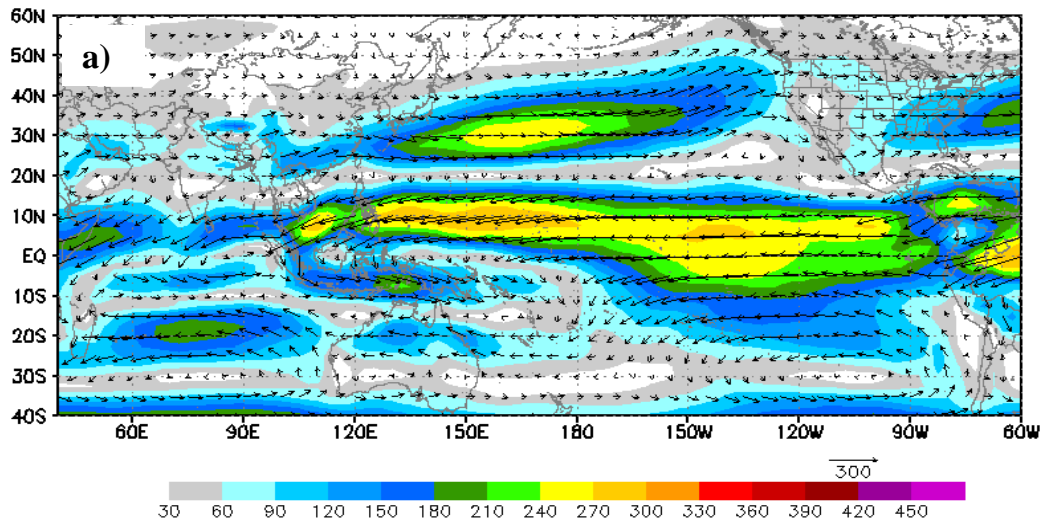
Phân bố vận tải ẩm tổng hợp mùa hè trung bình thời kỳ 1960-2009 (Hình 3.1c) cho thấy ở ĐATTBD mở rộng, dải vận tải ẩm Đông, Đông Bắc ở vùng xích đạo- nhiệt đới với trị số trung bình 240-270 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải vận tải ẩm Tây Nam ở vùng vĩ độ trung bình cận nhiệt đới phía Bắc vĩ tuyến 25⁰E, mở rộng xuống Ấn Độ Dương và vịnh Bengal với trị số trung bình 180-210 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ lớn nhất trên 330-360 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Tây Tạng, vịnh Bengal và 200 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở vùng biển Nhật Bản; dải vận tải ẩm Đông Nam ở bán cầu Nam gần xích đạo với trị số trung bình 240-270 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ lên đến 330-360 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở khu vực phía Tây Bắc Châu Úc.

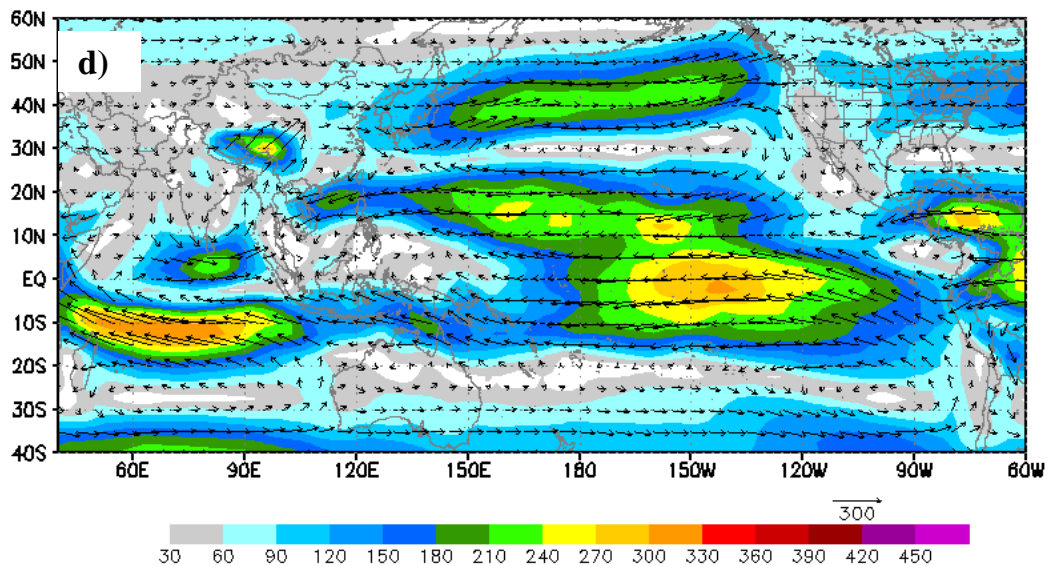
Ở Việt Nam, từ Bắc đến Nam đều có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam từ khu vực vịnh Bengal tới với trị số từ 180-210 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Bắc Bộ, 210-240 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Trung Bộ, 240-270 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Nam Bộ.

4) Mùa thu

Phân bố vận tải ẩm tổng hợp mùa thu trung bình thời kỳ 1960-2009 (Hình 3.1d) cho thấy, ở ĐATTBD mở rộng tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính bao gồm: dải vận tải ẩm Tây Nam ở vùng vĩ độ trung bình cận nhiệt đới phía Bắc vĩ tuyến 25⁰E với trị số trung bình 150-180 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ lên đến 210-240 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Tây Tạng; dải vận tải ẩm Đông Bắc ở vùng xích đạo-nhiệt đới Thái Bình Dương kéo dài đến Biển Đông có trị số trung bình đến 210-240 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ lên đến 300-330 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở khu vực ngoài khơi Thái Bình Dương; dải vận tải ẩm Đông Nam ở bán cầu Nam với trị số trung bình 200-230 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, lớn nhất lên đến 300-330 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở khu vực phía Tây Châu Úc.

Ở Việt Nam, hầu hết có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ khu vực Biển Đông tới với trị số 90-120 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Bắc Bộ, 120-150 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Trung Bộ trong khi ở Nam Bộ lên tới 180-210 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.





Hình 3.1 Vận tải ẩm tổng hợp ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trên toàn cột khí quyển trung bình thời kỳ 1960-2009. a) mùa đông; b) mùa xuân; c) mùa hè; d) mùa thu

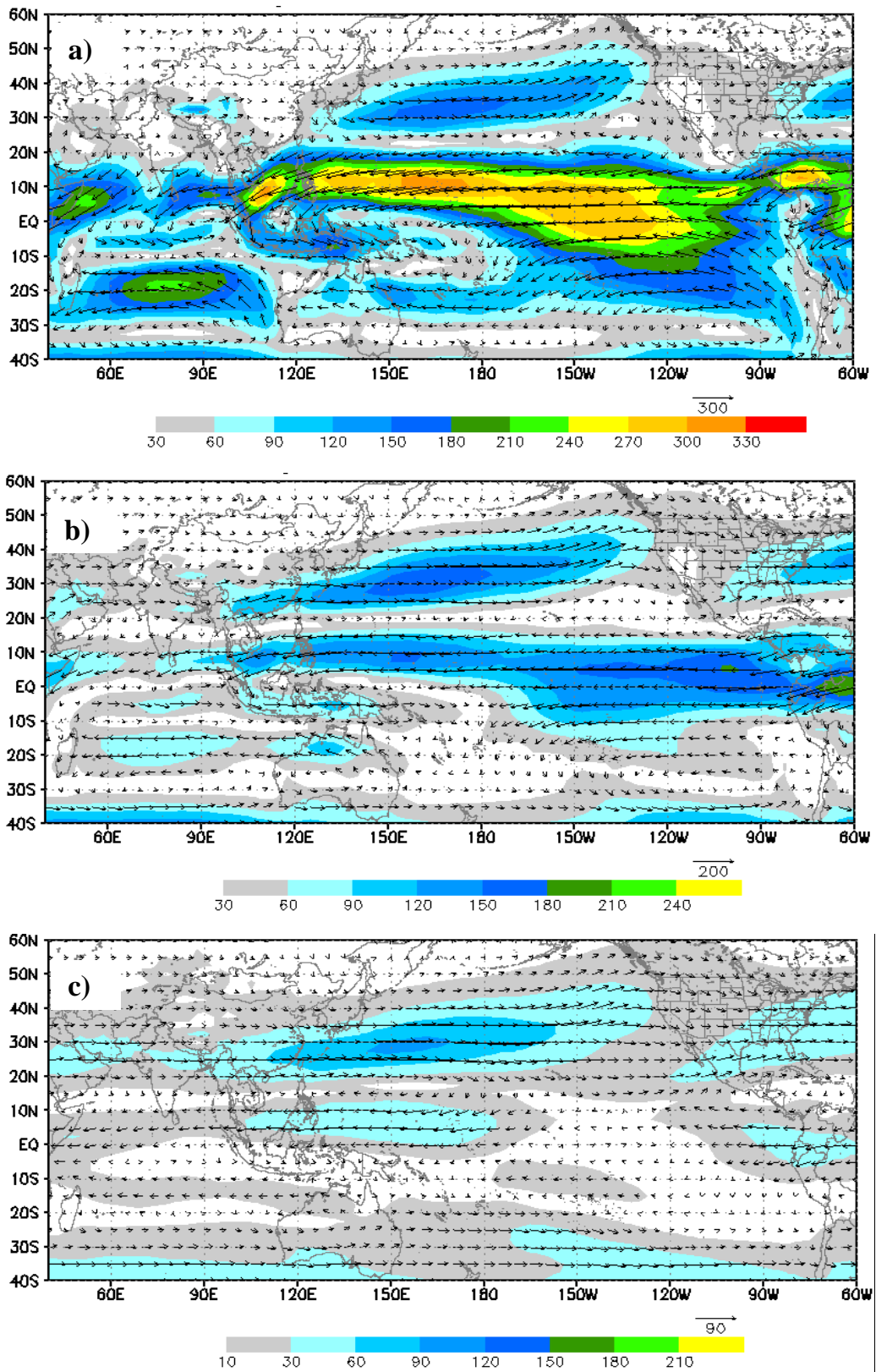
3.1.1.2 Vận tải ẩm tổng hợp trên các lớp khí quyển

1) Mùa đông

- Lớp 1 (1000-700 hPa)

Trên bản đồ phân bố vận tải ẩm tổng hợp mùa đông trung bình thời kỳ 1960-2009 (Hình 3.2a) cho thấy, có 3 dải vận tải ẩm chính bao gồm: dải vận tải ẩm Tây Nam ở các vĩ độ trung bình cận nhiệt đới phía Bắc vĩ tuyến 20°E với trị số trung bình $60\text{-}70 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, lớn nhất $150\text{-}180 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở vùng cận nhiệt đới Bắc Thái Bình Dương; dải vận tải ẩm Đông Bắc ở vùng xích đạo-nhiệt đới Thái Bình Dương kéo dài đến Biển Đông có trị số trung bình $60\text{-}70 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, lớn nhất lên đến $300\text{-}330 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở khu vực phía Nam Biển Đông, phía Đông Philippines và ngoài khơi Thái Bình Dương; dải vận tải ẩm Đông Nam ở bán cầu Nam với trị số trung bình $60\text{-}70 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ lên đến $210\text{-}240 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở khu vực phía Tây Bắc châu Úc.

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam từ khu vực phía Bắc vịnh Bengal tới với trị số trung bình $30\text{-}40 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ phổ biến có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ khu vực Biển Đông tới với trị số trung bình lần lượt là $40\text{-}50 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và $60\text{-}70 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.



Hình 3.2 Vận tải ẩm tổng hợp ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trên các lớp khí quyển mùa đông trung bình thời kỳ 1960-2009. a) 1000-700 hPa; b) 700-500 hPa; c) 500-300 hPa

- *Lớp 2 (700-500 hPa)*

Phân bố vận tải ẩm tổng hợp mùa đông trung bình thời kỳ 1960-2009 (Hình 3.2b) tương tự như lớp 1 với dải Tây Nam có trị số trung bình $60-70 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải vận tải ẩm Đông, Đông Bắc ở vùng xích đạo-nhiệt đới Thái Bình Dương kéo dài đến Biển Đông có trị số trung bình $60-70 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ lên đến $150-180 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở khu vực phía Nam Biển Đông, phía Đông Philippines; dải vận tải ẩm ở bán cầu Nam với trị số trung bình $50-60 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam từ phía Bắc vịnh Bengal tới với trị số trung bình $30-40 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ phổ biến có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ khu vực Biển Đông tới với trị số trung bình $30-40 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và $50-60 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

- *Lớp 3 (500-300 hPa)*

Ở ĐATTBD mở rộng, vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính, dải vận tải ẩm Tây Nam ở vùng cận nhiệt đới Bắc Thái Bình Dương với trị số trung bình

$30-40 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải vận tải ẩm Đông Bắc ở vùng xích đạo Đông Nam Á có trị số trung bình $30-40 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải vận tải ẩm Đông Nam ở bán cầu Nam với trị số trung bình $10-20 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam với trị số trung bình $30-40 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ phổ biến có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ khu vực Biển Đông tới với trị số trung bình lần lượt là $20-30 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và $10-20 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ (Hình 3.2c).

2) *Mùa xuân*

- *Lớp 1 (1000-700 hPa)*

Vận tải ẩm tổng hợp mùa xuân trung bình thời kỳ 1960-2009 (Hình 3.3a) cho thấy, ở ĐATTBD mở rộng có 3 dải vận tải ẩm chính bao gồm: Dải vận tải ẩm Tây Nam ở vùng vĩ độ trung bình cận nhiệt đới-Bắc Thái Bình Dương phía Bắc vĩ tuyến 25°E với trị số trung bình $50-60 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ lên đến $150-180 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Tây Tạng và $90-120 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở vùng biển Nhật Bản; dải vận tải ẩm Đông Bắc ở vùng xích đạo-nhiệt đới Thái Bình Dương kéo dài đến Biển Đông có trị số trung bình $90-100 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, lên đến $300-330 \text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở khu vực ngoài khơi Thái Bình Dương; dải vận tải

âm Đông Nam ở bán cầu Nam với trị số trung bình $60-70 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, lớn nhất lên đến trên $210-240 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở khu vực phía Tây châu Úc.

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam từ khu vực phía Bắc vịnh Bengal tới với trị số trung bình $70-80 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ phổ biến có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ khu vực Biển Đông tới với trị số trung bình $50-60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và $80-90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

- *Lớp 2 (700-500 hPa)*

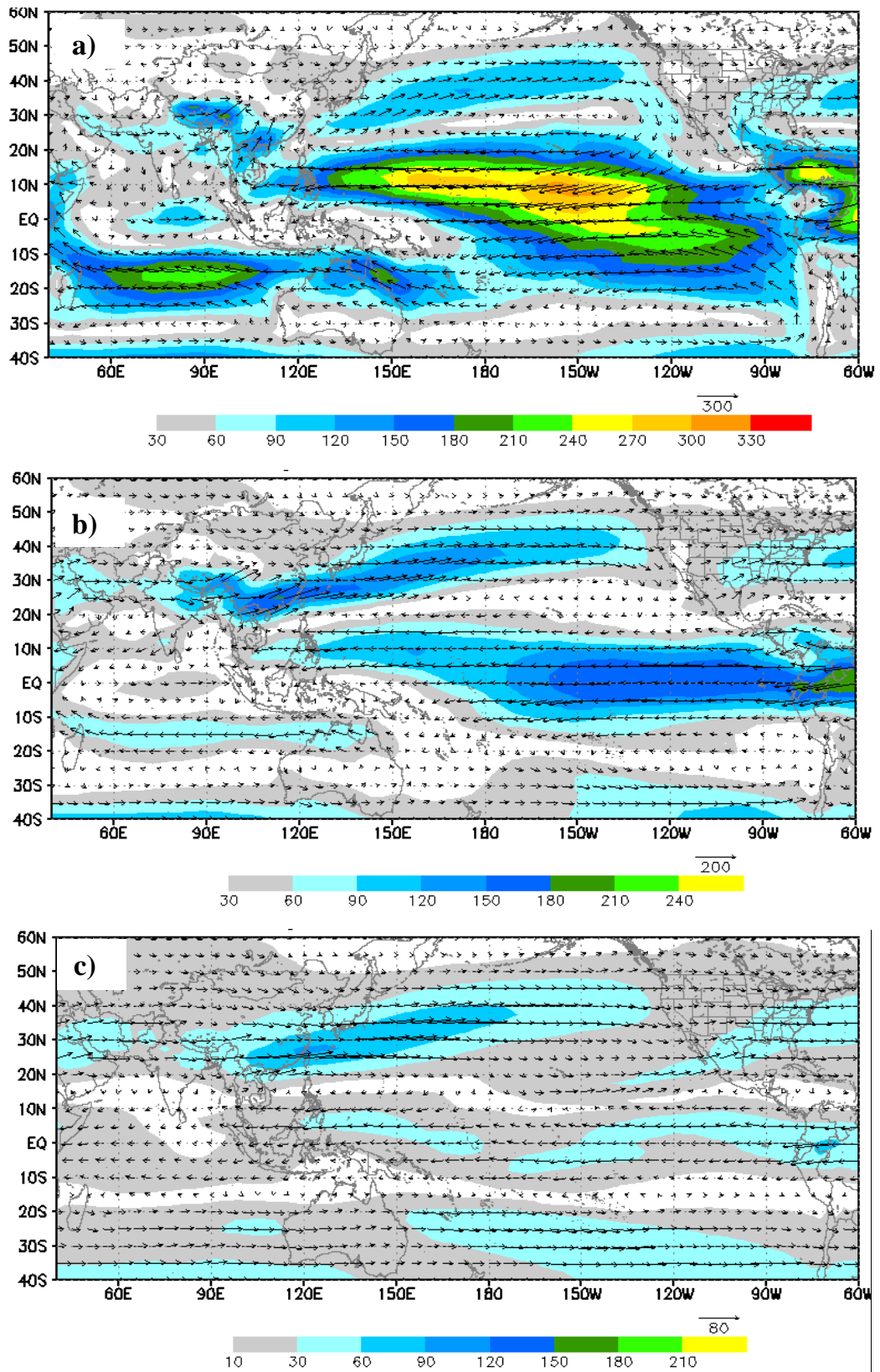
Phân bố vận tải ẩm tổng hợp mùa xuân trung bình thời kỳ 1960-2009 (Hình 3.3b) tương tự như lớp 1 nhưng có trị số nhỏ hơn, dải vận tải ẩm Tây Nam ở vùng vĩ độ trung bình cận nhiệt đới-Bắc Thái Bình Dương phía Bắc vĩ tuyến 25°E với trị số trung bình $50-60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, lên đến $150-180 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở vùng Trường Giang Trung Quốc; dải vận tải ẩm Đông Bắc ở vùng xích đạo- nhiệt đới Thái Bình Dương kéo dài đến Nam Biển Đông có trị số trung bình $90-100 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ lên đến $150-180 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở ngoài khơi Thái Bình Dương; dải vận tải ẩm Đông Nam ở bán cầu Nam với trị số trung bình $60-70 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam từ khu vực phía Bắc vịnh Bengal tới với trị số trung bình $30-40 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ phổ biến có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ khu vực Biển Đông tới với trị số trung bình $20-30 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

- *Lớp 3 (500-300 hPa)*

Ở ĐATTBD mở rộng, vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính: dải vận tải ẩm hướng Tây ở vùng cận nhiệt đới Bắc Thái Bình Dương với trị số trung bình $20-30 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải vận tải ẩm hướng Đông ở vùng xích đạo Đông Nam Á có trị số trung bình $10-20 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải vận tải ẩm hướng Đông Nam ở bán cầu Nam với trị số trung bình $10-20 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ (Hình 3.3c).

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam với trị số trung bình $20-30 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ phổ biến có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ khu vực Biển Đông tới cũng với trị số trung bình $20-30 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ (Hình 3.3c).



Hình 3.3 Vận tải ẩm tổng hợp ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trên các lớp khí quyển mùa xuân trung bình thời kỳ 1960-2009. a) 1000-700 hPa; b) 700-500 hPa; c) 500-300 hPa

3) Mùa hè

- Lớp 1 (1000-700 hPa)

Vận tải ẩm tổng hợp mùa hè trung bình thời kỳ 1960-2009 (Hình 3.4a) cho thấy, ở ĐATTBD mở rộng, dải vận tải ẩm Đông Bắc ở vùng xích đạo-nhiệt đới Thái Bình Dương với trị số trung bình $90-100 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải vận tải ẩm Tây Nam ở vùng vĩ độ trung bình cận nhiệt đới phía Bắc vĩ tuyến 25°E với trị số trung bình $70-80$, lên đến $200 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Tây Tạng và $150 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở vùng biển Nhật Bản; dải vận tải ẩm Đông Nam ở bán cầu Nam với trị số trung bình $180-210 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, lớn nhất lên đến $300-330 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở khu vực phía Tây Bắc châu Úc.

Ở Việt Nam, từ Bắc đến Nam có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam từ khu vực vịnh Bengal tới với trị số trung bình $100-110 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Bắc Bộ, $70-80 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Trung Bộ và $180-190 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Nam Bộ.

- Lớp 2 (700-500 hPa)

Phân bố vận tải ẩm tổng hợp mùa hè trung bình thời kỳ 1960-2009 (Hình 3.4b) tương tự như lớp 1 nhưng có trị số nhỏ hơn, dải vận tải ẩm ở vùng vĩ độ trung bình cận nhiệt đới phía Bắc vĩ tuyến 25°E với trị số trung bình $60-70 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên $200 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở cao nguyên Tây Tạng; dải vận tải ẩm Đông và Đông Bắc ở vùng xích đạo-nhiệt đới Thái Bình Dương có trị số trung bình $90-100 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ lên đến $150-180 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở trung tâm Thái Bình Dương; dải vận tải ẩm ở bán cầu Nam với trị số trung bình $60-70 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

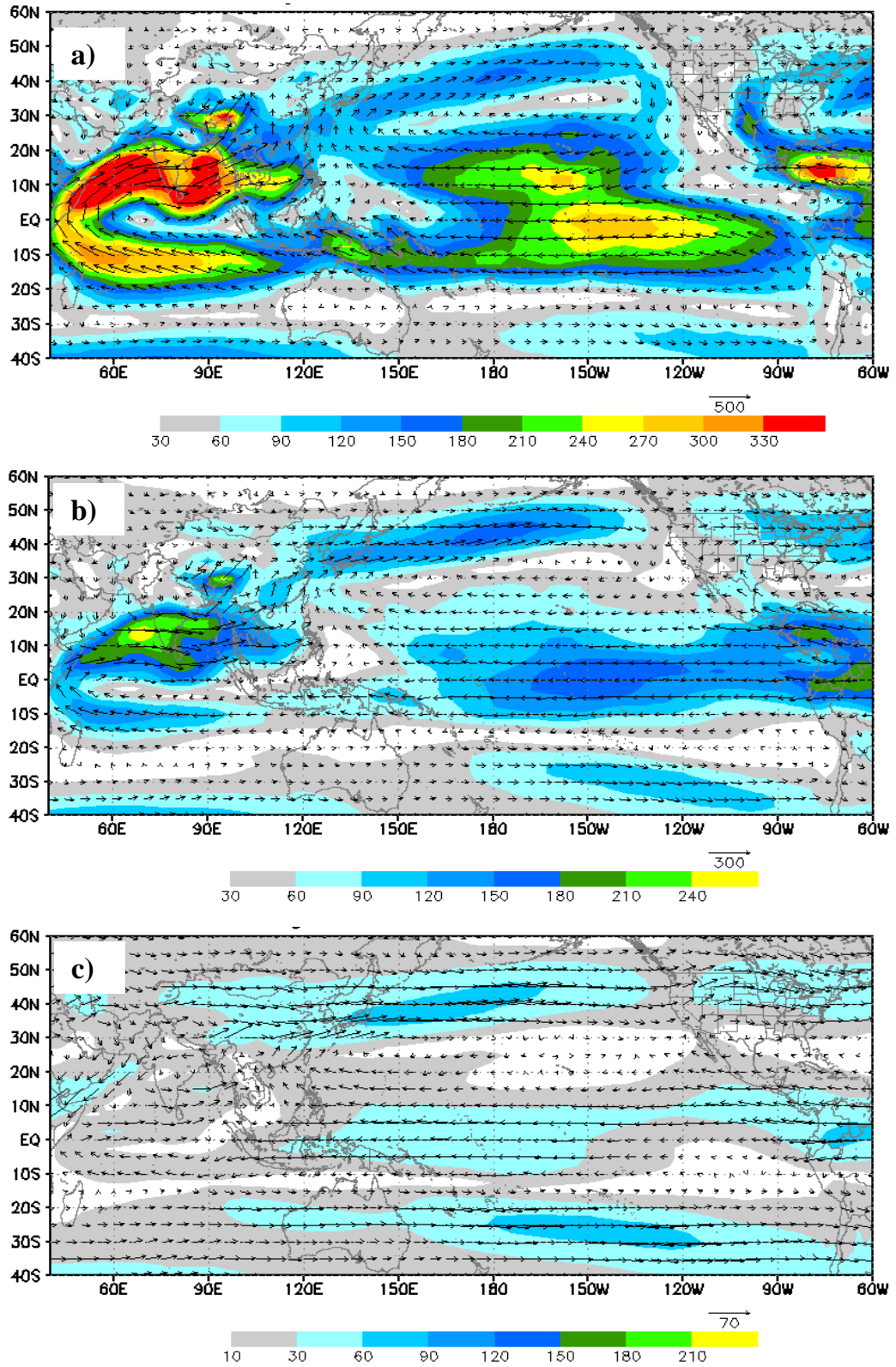
Ở Việt Nam, từ Bắc đến Nam có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam từ khu vực vịnh Bengal với trị số trung bình $60-70 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Bắc Bộ, $40-50 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Trung Bộ và $50-60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Nam Bộ.

- Lớp 3 (500-300 hPa)

Ở ĐATTBD mở rộng, vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính: dải vận tải ẩm có hướng Tây Nam ở vùng cận nhiệt đới Bắc Thái Bình Dương với trị số trung bình $50-60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải vận tải ẩm hướng Đông Bắc ở vùng xích đạo Đông Nam Á có trị số trung bình $60-70 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải vận tải ẩm Đông Nam ở bán cầu Nam với trị số trung bình $10-20 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ (Hình 3.4c).

Ở Việt Nam, từ Bắc đến Nam đều có vận tải ẩm Tây, Tây Nam với trị số

trung bình $20\text{-}30\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Bắc Bộ và $10\text{-}20\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Trung Bộ và Nam Bộ.



Hình 3.4 Vận tải ẩm tổng hợp ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trên các lớp khí quyển mùa hè trung bình thời kỳ 1960-2009. a) 1000-700 hPa; b) 700-500 hPa; c) 500-300 hPa

4) Mùa thu

- Lớp 1 (1000-700 hPa)

Phân bố vận tải ẩm tổng hợp mùa thu trung bình thời kỳ 1960-2009 (Hình 3.5a) cho thấy ở ĐATTBD mở rộng có 3 dải vận tải ẩm chính bao gồm: Dải vận tải ẩm Tây Nam ở vùng vĩ độ trung bình cận nhiệt đới phía Bắc vĩ tuyến 25°E với trị số trung bình $60\text{-}70\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ lên đến $150\text{-}180\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Tây Tạng và $90\text{-}120\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở vùng biển Nhật Bản; dải vận tải ẩm Đông Bắc ở vùng xích-đạo nhiệt đới Thái Bình Dương kéo dài đến Biển Đông có trị số trung bình $120\text{-}130\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ lên đến $240\text{-}270\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở khu vực ngoài khơi Thái Bình Dương; dải vận tải ẩm Đông Nam ở bán cầu Nam với trị số trung bình $140\text{-}150\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ lên đến trên $270\text{-}300\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở khu vực phía Tây Bắc châu Úc.

Ở Việt Nam, hầu hết có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ khu vực Biển Đông tới với trị số trung bình $70\text{-}80\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Bắc Bộ, $80\text{-}90\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Trung Bộ và $120\text{-}150\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Nam Bộ.

- Lớp 2 (700-500 hPa)

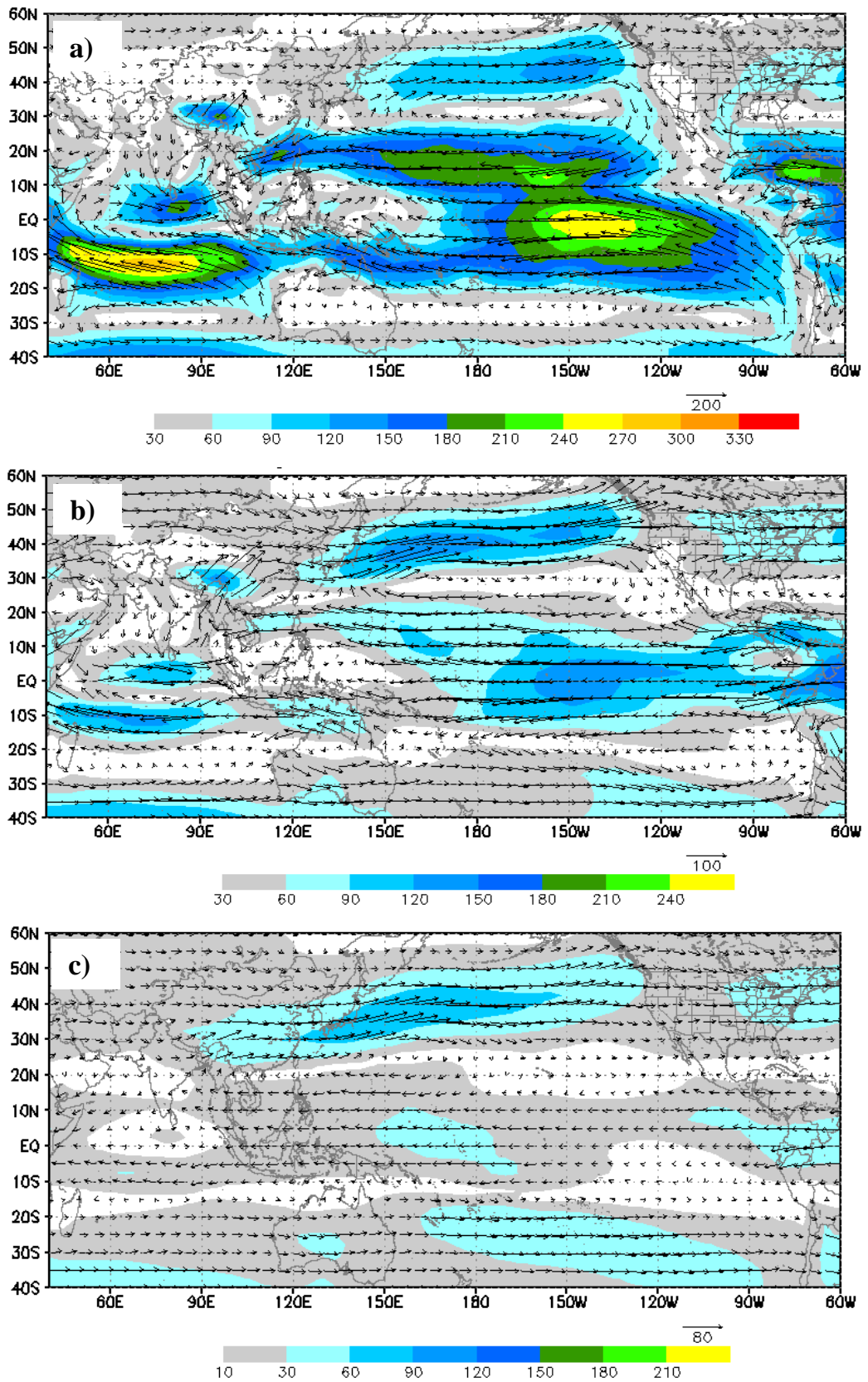
Phân bố vận tải ẩm tổng hợp mùa thu trung bình thời kỳ 1960-2009 (Hình 3.5b) ở ĐATTBD mở rộng tương tự lớp 1 với trị số trung bình $60\text{-}70\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở dải vận tải ẩm Tây Nam và dải vận tải ẩm Đông Bắc còn ở dải vận tải ẩm Đông Nam chỉ $50\text{-}60\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Ở Việt Nam, hầu hết có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ khu vực Biển Đông tới với trị số trung bình $10\text{-}20\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Bắc Bộ, $30\text{-}40\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Trung Bộ và $40\text{-}50\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Nam Bộ.

- Lớp 3 (500-300 hPa)

Ở ĐATTBD mở rộng dải vận tải ẩm Tây Nam ở vùng vĩ độ trung bình cận nhiệt đới phía Bắc vĩ tuyến 25°E với trị số trung bình $30\text{-}40\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải vận tải ẩm hướng Đông trên vùng xích đạo-nhiệt đới với trị số trung bình $30\text{-}40\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải vận tải ẩm Đông Nam ở bán cầu Nam với trị số trung bình $10\text{-}20\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Ở Việt Nam, hầu hết có vận tải ẩm hướng Đông từ khu vực Biển Đông tới với trị số trung bình $10\text{-}20\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Bắc Bộ, Trung Bộ và $20\text{-}30\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Nam Bộ (Hình 3.5c).



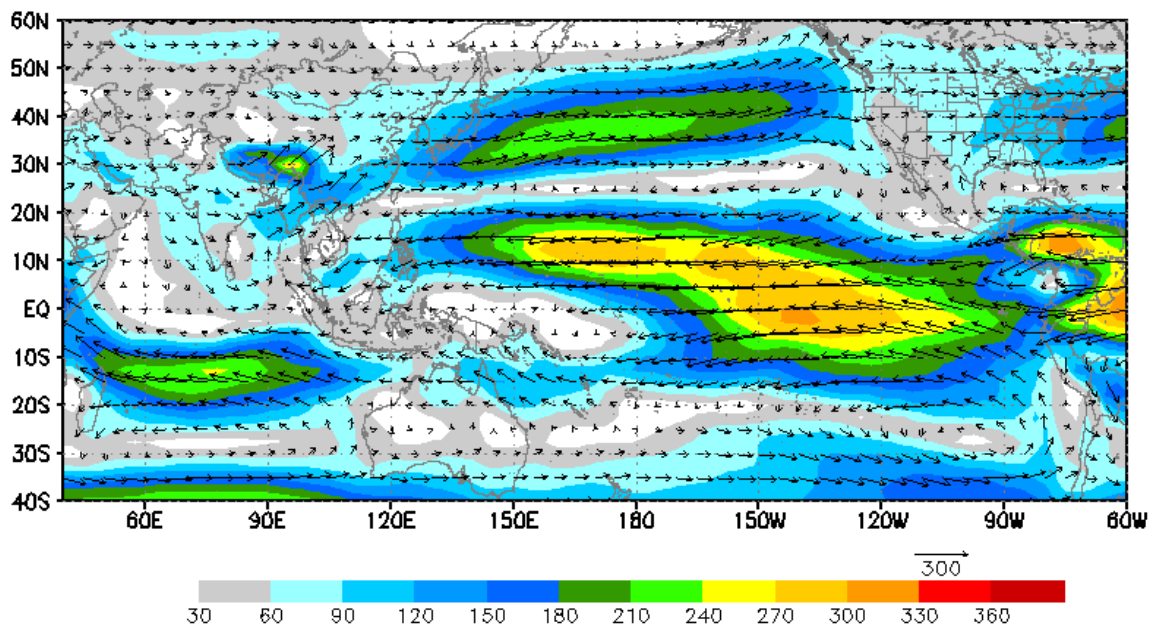
Hình 3.5 Vận tải ẩm tổng hợp ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trên các lớp khí quyển mùa thu trung bình thời kỳ 1960-2009. a) 1000-700 hPa; b) 700-500 hPa; c) 500-300 hPa

3.1.2 Vận tải ẩm tổng hợp trong điều kiện El Niño

3.1.2.1 Vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển trung bình 13 đợt El Niño

Trên bản đồ phân bố vận tải ẩm tổng hợp trung bình của 13 đợt El Niño (Hình 3.6) cho thấy, có 3 dải vận tải ẩm chính bao gồm: Dải vận tải ẩm Tây Nam ở các vĩ độ trung bình cận nhiệt đới-Bắc Thái Bình Dương (phía Bắc vĩ tuyến 20°E , phía Đông kinh tuyến 120°E) với trị số trung bình $180\text{-}210 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ lên đến $250\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở cao nguyên Tây Tạng; dải vận tải ẩm Đông Bắc ở vùng xích đạo-nhiệt đới Thái Bình Dương với trị số trung bình $190\text{-}220 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên $300 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở khu vực Nino3.4 và dải vận tải ẩm Đông Nam ở bán cầu Nam với trị số trung bình $140\text{-}170 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ lên đến $300 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở phía Tây Bắc châu Úc. Đáng chú ý là tồn tại hai vùng vận tải ẩm tác động trực tiếp đến Việt Nam với trị số nhỏ hơn dưới $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, một ở vịnh Bengal và một ở Biển Đông.

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam từ khu vực phía Bắc vịnh Bengal tới với trị số trung bình $90\text{-}120 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, ở Trung Bộ và Nam Bộ có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ khu vực Biển Đông tới với trị số trung bình $20\text{-}50 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Trung Bộ và $30\text{-}60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Nam Bộ.



Hình 3.6. Vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình 13 đợt El Niño thời kỳ 1960-2009.

3.1.2.2 Vận tải ẩm tổng hợp trên các lớp khí quyển trung bình 13 đợt El Niño

1) Lớp 1 (từ mực 1000-700 hPa)

Phân bố vận tải ẩm tổng hợp từ 1000-700 hPa trung bình của 13 đợt El Niño (Hình 3.7a) cho thấy, ở ĐATTBD mở rộng vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính tương tự như trên toàn cột khí quyển với trị số trung bình dải vận tải ẩm Tây Nam là $70-80 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải vận tải ẩm Đông Bắc và dải vận tải ẩm Đông Nam là $90-100 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Ở Việt Nam, có 2 dòng chính tới: dòng vận tải ẩm từ phía Bắc vịnh Bengal đến khu vực Bắc Bộ theo hướng Tây và Tây Nam với trị số trung bình $50-60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dòng vận tải ẩm từ phía Biển Đông đến khu vực Trung Bộ và Nam Bộ theo hướng Đông và Đông Bắc với trị số trung bình $20-30 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

2) Lớp 2 (từ mực 700-500 hPa)

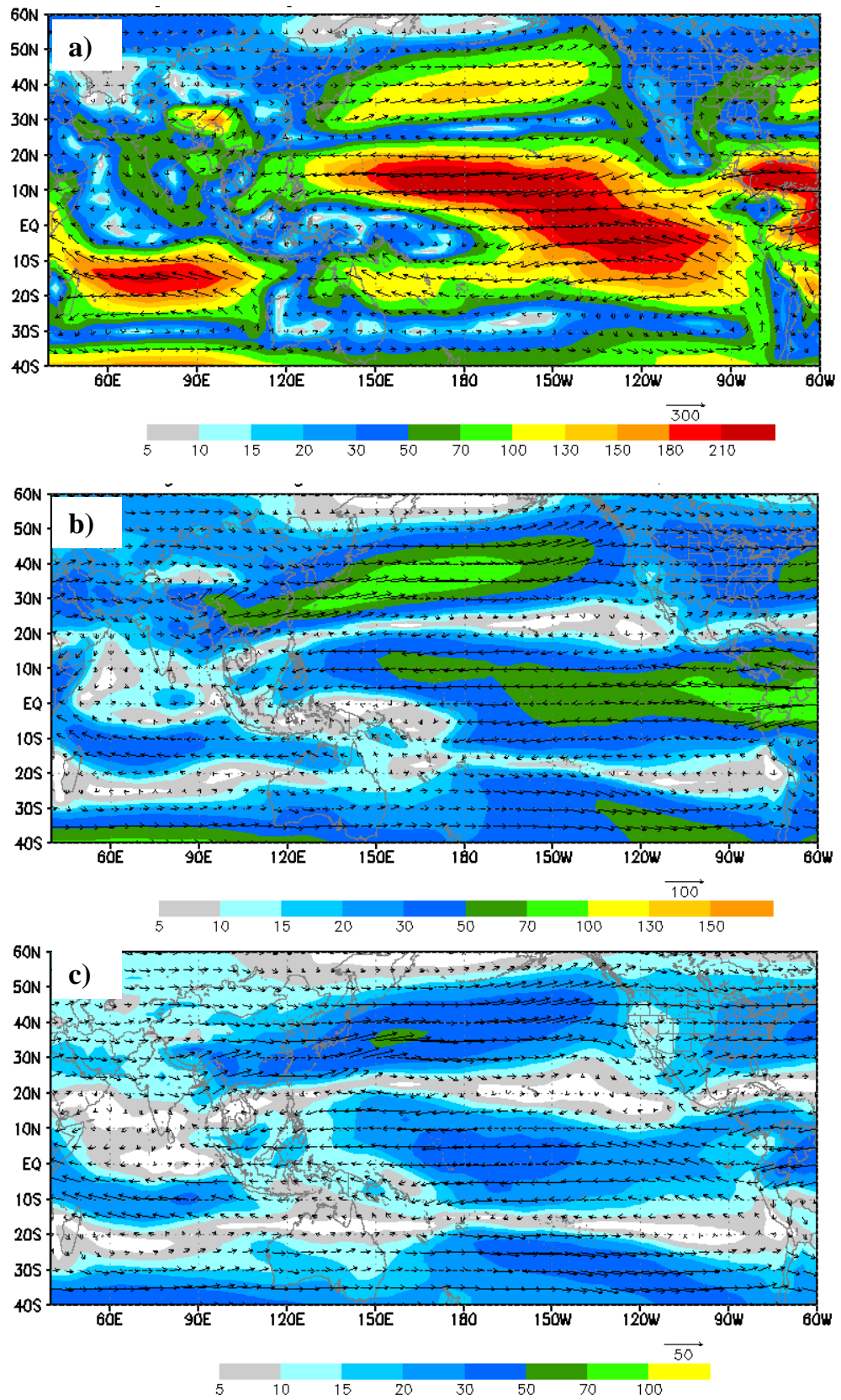
Phân bố vận tải ẩm tổng hợp từ 700-500 hPa trung bình của 13 đợt El Niño (Hình 3.7b) cho thấy, ở ĐATTBD mở rộng vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm như ở lớp 1 với trị số trung bình của dải Tây Nam $70-80 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải Đông Bắc là $60-70 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam là $30-40 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Ở Việt Nam, có hai dòng vận tải ẩm đến tương tự như từ bề mặt đến 700 hPa nhưng khác nhau về trị số: dòng vận tải ẩm từ vịnh Bengal đến khu vực Bắc Bộ theo hướng Tây và Tây Nam với trị số trung bình $20-30 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dòng thứ hai ở Biển Đông đến khu vực Trung Bộ và Nam Bộ theo hướng Đông và Đông Bắc với trị số trung bình đều là $10-20 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

3) Lớp 3 (từ mực 500-300 hPa)

Phân bố vận tải ẩm tổng hợp từ 500-300 hPa trung bình của 13 đợt El Niño (Hình 3.27c) cho thấy, ở ĐATTBD mở rộng vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính tương tự như lớp 2 với trị số trung bình của dải Tây Nam, dải Đông Bắc là $40-50 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam là $20-30 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Ở Việt Nam, có 2 dòng vận tải ẩm đến: dòng vận tải ẩm từ phía Bắc vịnh Bengal đến khu vực Bắc Bộ theo hướng Tây và Tây Nam với trị số trung bình $20-30 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dòng vận tải ẩm từ phía Biển Đông đến khu vực Trung Bộ và Nam Bộ theo hướng Đông, Đông Bắc với trị số trung bình là $0-10 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và $10-20 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.



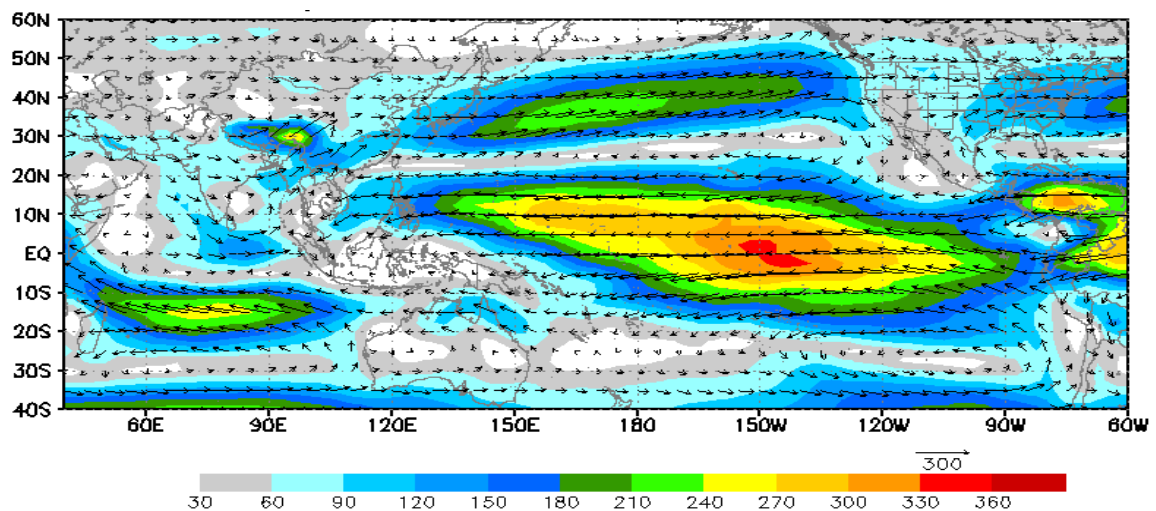
Hình 3.7. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên các lớp khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình 13 đợt El Niño. a) từ 1000-700 hPa; b) 700-500 hPa; c) 500-300 hPa

3.1.3 Vận tải ẩm tổng hợp trong điều kiện La Niña

3.1.3.1 Vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển trung bình 11 đợt La Niña

Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trung bình 11 đợt La Niña (Hình 3.8) cho thấy, ở ĐATTBD mở rộng tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính bao gồm: Dải vận tải ẩm Tây Nam ở các vĩ độ trung bình cận nhiệt đới- Bắc Thái Bình Dương (phía Bắc vĩ tuyến 20°E , phía Đông kinh tuyến 120°E) với trị số trung bình $140\text{-}170\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, lớn nhất ở cao nguyên Tây Tạng với trị số trên $250\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải vận tải ẩm Đông Bắc ở vùng xích đạo-nhiệt đới Thái Bình Dương kéo dài tới phía đông kinh tuyến 100°E , với trị số trung bình $240\text{-}270\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ lớn nhất trên $330\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở khu vực Nino3.4 và dải vận tải ẩm Đông Nam ở bán cầu Nam với trị số trung bình $140\text{-}170\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$. Ngoài ra, có 2 dòng phụ một ở Biển Đông và một ở vịnh Bengal với trị số dưới $120\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam từ khu vực phía Bắc vịnh Bengal tới với trị số trung bình $50\text{-}80\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ phổ biến có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ khu vực Biển Đông tới với trị số trung bình lần lượt là $50\text{-}80\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, $70\text{-}100\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.



Hình 3.8. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình 11 đợt La Niña thời kỳ 1960-2009.

3.1.3.2 Vận tải ẩm tổng hợp trên các lớp khí quyển trung bình 11 đợt La Niña

1) Lớp 1 (từ mực 1000-700 hPa)

Phân bố vận tải ẩm tổng hợp từ 1000-700 hPa trung bình của 11 đợt La Niña trên Hình 3.9a, cho thấy ở ĐATTBD mở rộng vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm: Dải vận tải ẩm Tây Nam ở các vĩ độ trung bình cận nhiệt đới phía Bắc vĩ tuyến 20°N với trị số trung bình $60\text{-}70 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, lớn nhất trên $130 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở cao nguyên Tây Tạng và phía Bắc Thái Bình Dương; dải vận tải ẩm Đông Bắc ở vùng xích đạo-nhiệt đới Thái Bình Dương, lấn về phía Đông tới kinh tuyến 100°E với trị số trung bình $120\text{-}130 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, trên $200 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở ngoài khơi Thái Bình Dương và dải vận tải ẩm Đông Nam ở bán cầu Nam với trị số trung bình $90\text{-}100 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Ở Việt Nam, có hai dòng chính tới, một từ vịnh Bengal đến khu vực Bắc Bộ theo hướng Tây và Tây Nam với trị số trung bình $20\text{-}30 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dòng thứ hai ở Biển Đông có nguồn gốc từ ngoài khơi Thái Bình Dương đến khu vực Trung Bộ và Nam Bộ theo hướng Đông và Đông Bắc với trị số trung bình là $30\text{-}40 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

2) Lớp 2 (từ mực 700-500 hPa)

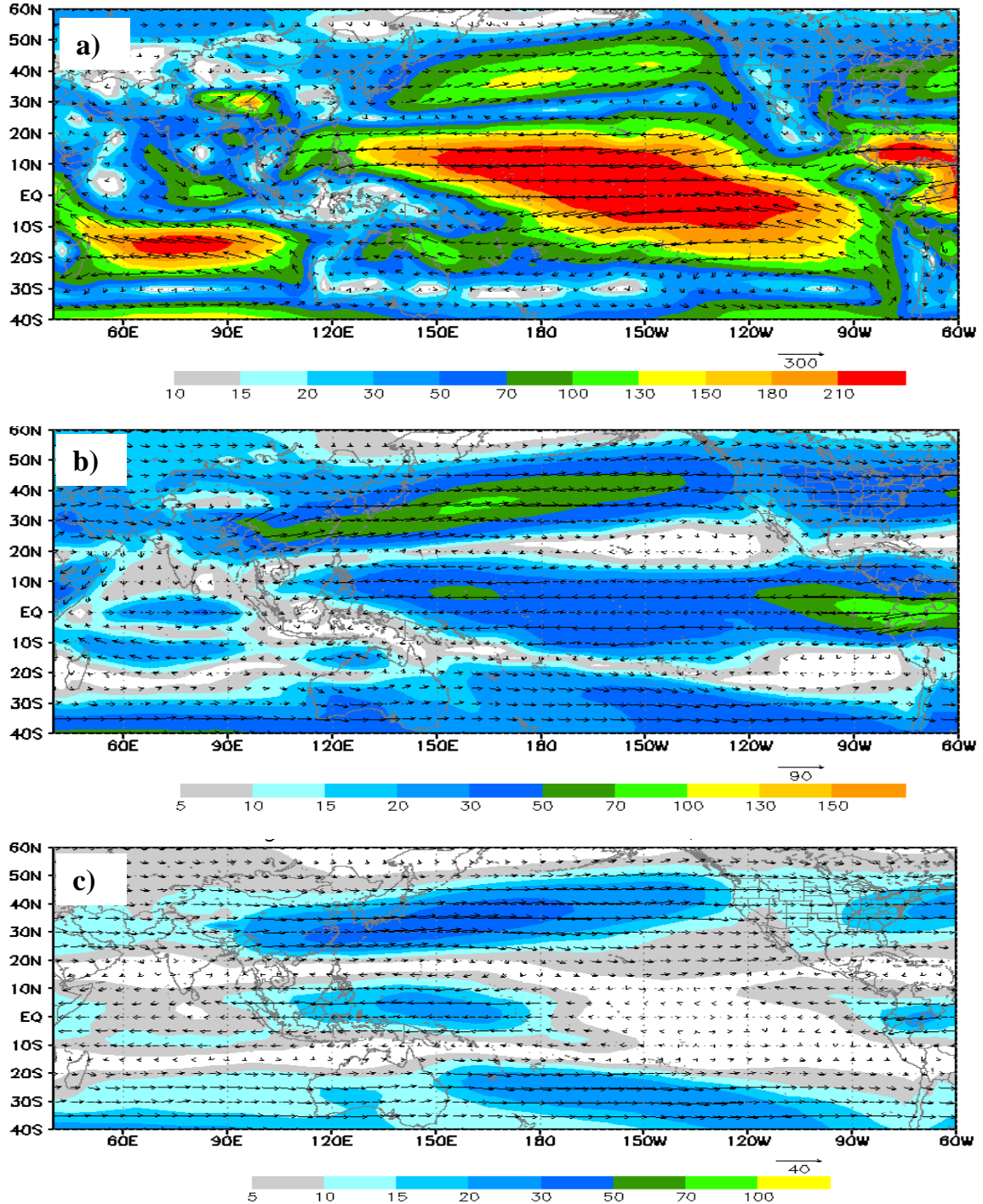
Phân bố vận tải ẩm tổng hợp từ 700-500 hPa trung bình của 11 đợt La Niña (Hình 3.9b) cho thấy, ở ĐATTBD mở rộng phân bố vận tải ẩm tổng hợp tương tự lớp 1 với trị số trung bình của dải Tây Nam là $50\text{-}60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải Đông Bắc là $70\text{-}80 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam là $40\text{-}50 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Ở Việt Nam, vẫn tồn tại 2 dòng hai dòng vận tải ẩm đến tương tự từ bề mặt đến 700 hPa: dòng vận tải ẩm từ phía Bắc vịnh Bengal đến khu vực Bắc Bộ theo hướng Tây và Tây Nam với trị số trung bình $20\text{-}30 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dòng vận tải từ Biển Đông có nguồn gốc từ ngoài khơi Thái Bình Dương đến khu vực Trung Bộ và Nam Bộ theo hướng Đông và Đông Bắc với trị số lần lượt là $10\text{-}20 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và $20\text{-}30 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

3) Lớp 3 (từ mực 500-300 hPa)

Vận tải ẩm tổng hợp từ 500-300 hPa trung bình 11 đợt La Niña (Hình 3.9c) cho thấy, ở ĐATTBD mở rộng, các dải vận tải ẩm tương tự lớp 2 với trị số trung bình dải Tây Nam là $30\text{-}40 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải Đông Bắc là $50\text{-}60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam là $10\text{-}20 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

Ở Việt Nam, dòng vận tải ẩm đến Bắc Bộ theo hướng Tây ở phía Bắc vịnh Bengal tới với trị số trung bình $10-20 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dòng vận tải ẩm đến Trung Bộ và Nam Bộ theo hướng Đông từ Biển Đông tới với trị số trung bình lần lượt là $10-20 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và $20-30 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.



Hình 3.9. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên các lớp khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình 11 đợt La Niña. a) từ 1000-700 hPa; b) 700-500 hPa; c) 500-300 hPa

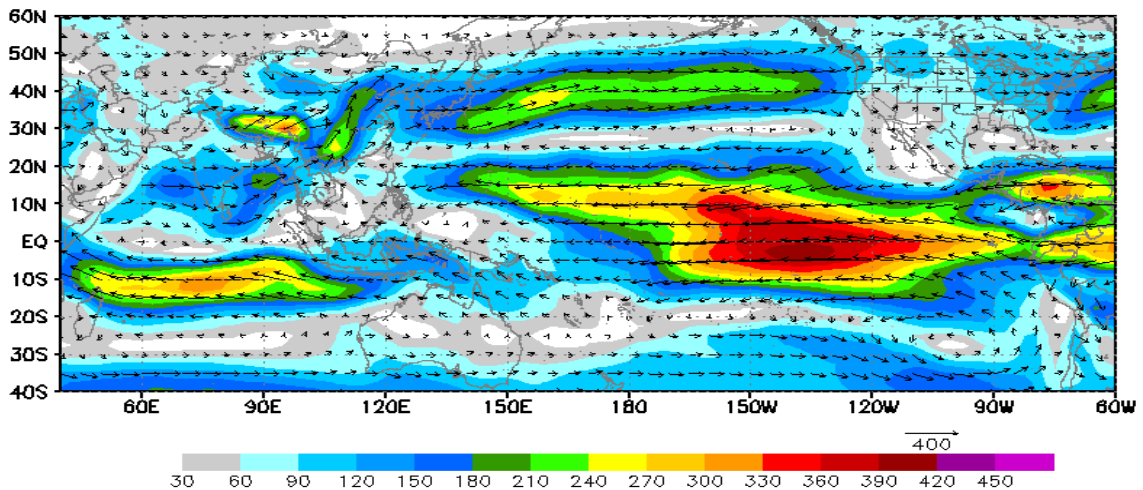
3.2 Vận tải ẩm tổng hợp trong từng đợt ENSO

3.2.1 Vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển trong các đợt El Niño

1) Đợt El Niño 7/63-1/64

Ở ĐATTBD mở rộng, có 3 dải vận tải ẩm chính bao gồm: Dải vận tải ẩm hướng Tây, Tây Nam ở các vĩ độ trung bình và cận nhiệt đới phía Bắc vĩ tuyến 20°E với trị số trung bình $180\text{-}210\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, lớn nhất trên $250\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở vùng Bắc Thái Bình Dương và cao nguyên Tây Tạng; dải vận tải ẩm ở vùng xích-đạo nhiệt đới ($0\text{-}20^{\circ}\text{N}$) có hướng Đông, Đông Bắc ở phía Đông kinh tuyến 110°E với trị số trung bình $210\text{-}240\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải vận tải ẩm hướng Đông Nam ở bán cầu Nam với trị số trung bình $160\text{-}190\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ (Hình 3.10).

Ở Việt Nam, từ Bắc chí Nam đều có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam từ vịnh Bengal tới với trị số trung bình $90\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Bắc Bộ, $60\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Trung Bộ và $60\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Nam Bộ.

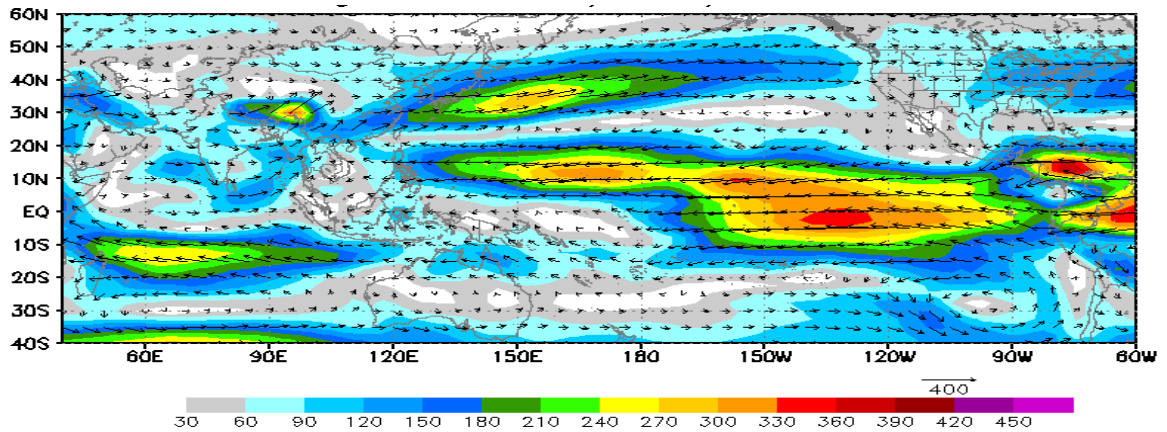


Hình 3.10. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 7/63-1/64

2) Đợt El Niño 6/65-3/66

Ở ĐATTBD mở rộng, vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính như đợt El Niño 7/63-1/64, với trị số trung bình dải Tây Nam là $210\text{-}240\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải Đông Bắc là $200\text{-}230\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam là $140\text{-}170\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ (Hình 3.11).

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm Tây Nam từ phía vịnh Bengal tới với trị số trung bình $90\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ phổ biến có vận tải ẩm hướng đông từ Biển Đông tới với trị số trung bình $60\text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

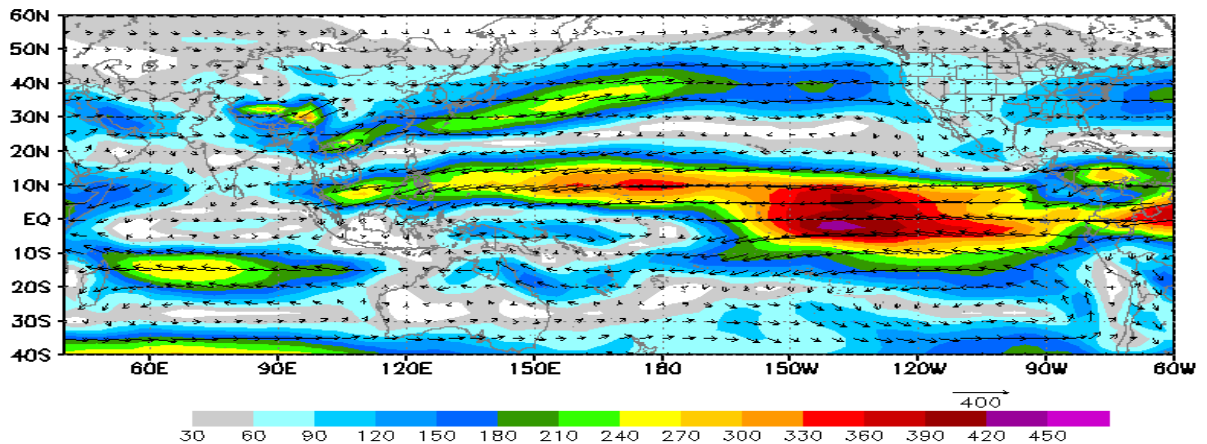


Hình 3.11. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 6/65-3/66

3) Đợt El Niño 11/68-5/69

Ở ĐATTBD mở rộng, phân bố vận tải ẩm tổng hợp tương tự trung bình của 13 đợt El Niño với trị số trung bình của dải Tây Nam là $180\text{-}210 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải Đông Bắc là $240\text{-}270 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam là $140\text{-}170 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ (Hình 3.12).

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam từ phía Bắc vịnh Bengal tới với trị số trung bình $150 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ Biển Đông tới với trị số trung bình $120 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

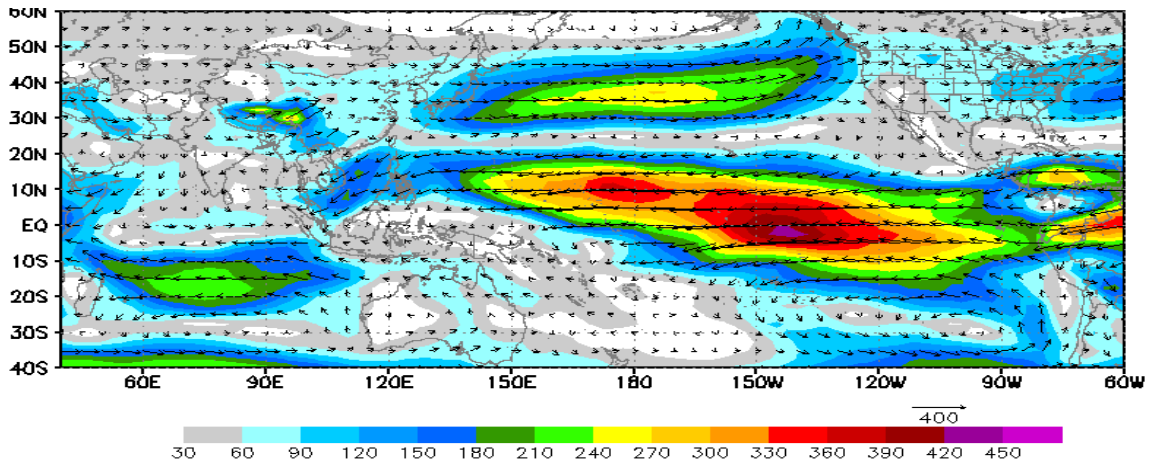


Hình 3.12. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 11/68-5/69

4) Đợt El Niño 9/69-2/70

Ở ĐATTBD mở rộng, tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính với trị số trung bình của dải Tây Nam là $180\text{-}210 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải Đông Bắc là $210\text{-}240 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam là $130\text{-}160 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ (Hình 3.13).

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây từ phía Bắc vịnh Bengal tới với trị số trung bình $60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ Biển Đông tới với trị số trung bình $150 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

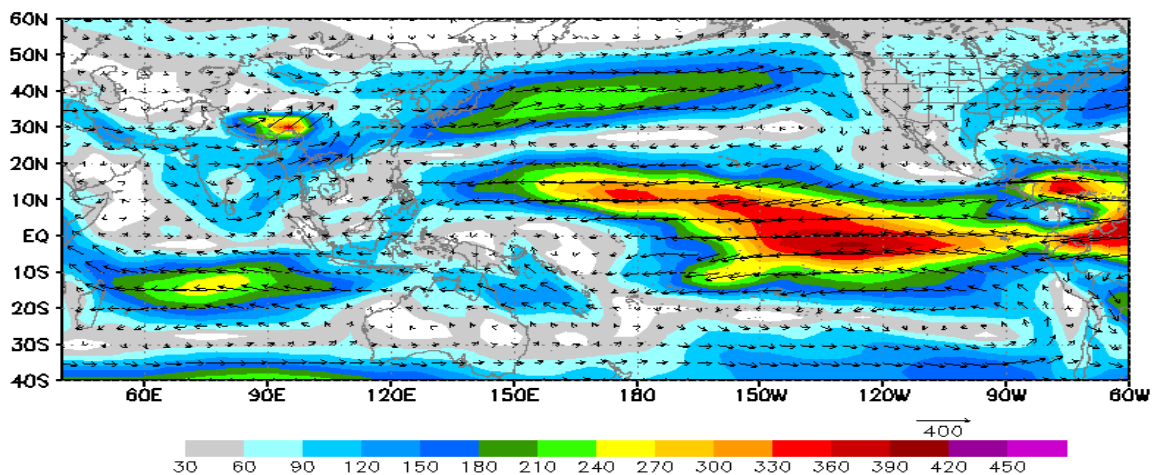


Hình 3.13. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 9/69-2/70

5) Đợt El Niño 5/72-3/73

Ở ĐATTBD mở rộng, vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính như trung bình của 13 đợt El Niño, với trị số trung bình của dải Tây Nam là $150\text{-}180 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ (Hình 3.14).

Ở Việt Nam, từ Bắc chí Nam đều có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam từ vịnh Bengal tới với trị số trung bình $120 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Bắc Bộ và $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Trung Bộ và Nam Bộ.

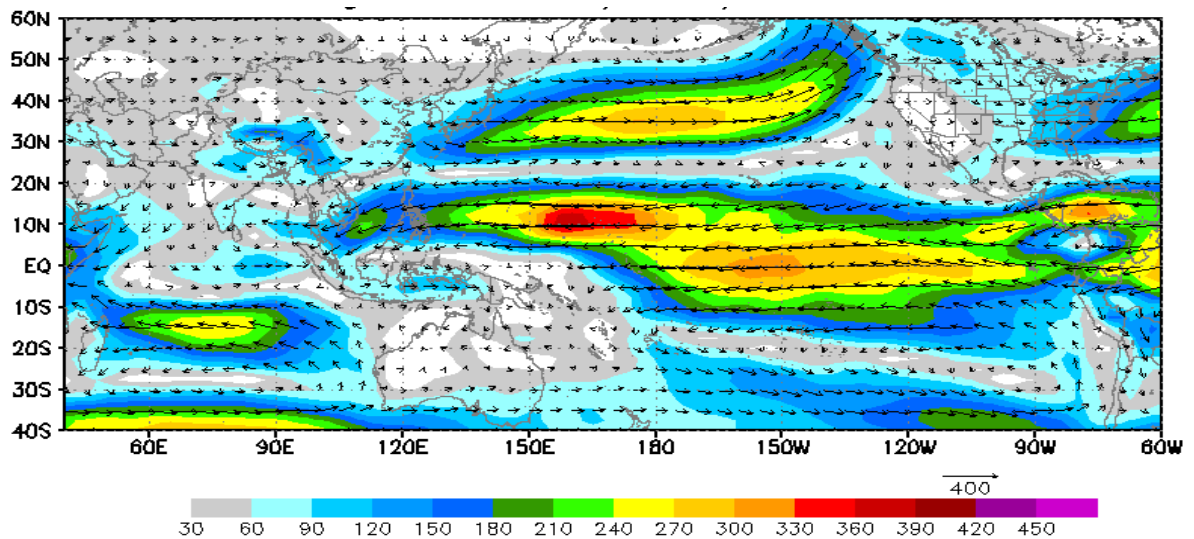


Hình 3.14. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 5/72-3/73

6) Đợt El Niño 9/76-2/77

Ở ĐATTBD mở rộng, phân bố vận tải ẩm tổng hợp tương tự trung bình của 13 đợt El Niño, tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính với trị số trung bình của dải Tây Nam là $180-210 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, dải Đông Bắc là $210-240 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam là $140-170 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ (Hình 3.15).

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây Nam với trị số trung bình $60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ phổ biến có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ Biển Đông tới với trị số trung bình $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Trung Bộ trong khi ở Nam Bộ là $150 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

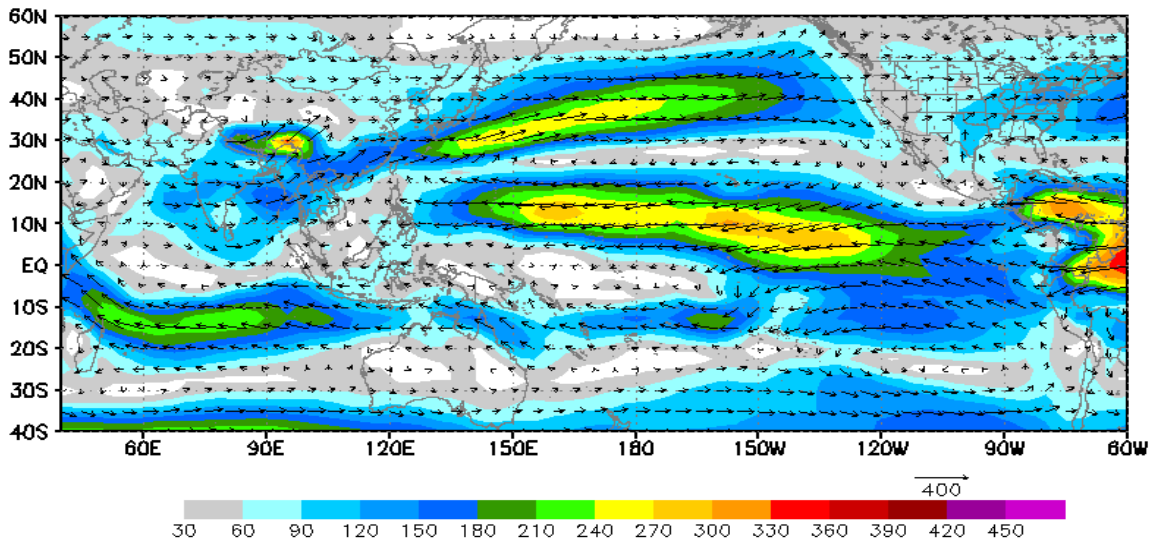


Hình 3.15. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 9/76-2/77

7) Đợt El Niño 5/82-6/83

Ở ĐATTBD mở rộng, trị số trung bình của dải vận tải ẩm Tây Nam là $210-240 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; của dải vận tải ẩm Đông Bắc là $150-180 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, của dải vận tải ẩm Đông Nam là $130-160 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$. Đáng chú ý là dòng vận tải ẩm ở vịnh Bengal mạnh lên, với trị số trên $150 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ngược lại dòng vận tải ẩm ở Biển Đông yếu đi, với trị số rất nhỏ, dưới $30 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ (Hình 3.16).

Ở Việt Nam, từ Bắc chí Nam đều có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam từ vịnh Bengal tới với trị số trung bình $120 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Bắc Bộ, $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Trung Bộ và $60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Nam Bộ.

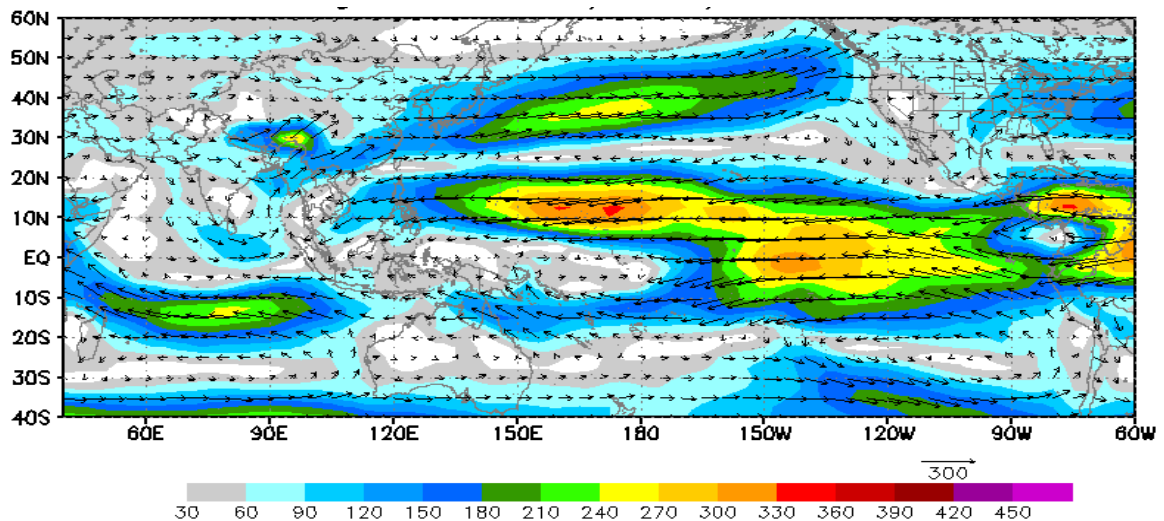


Hình 3.16. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 5/82-6/83

8) Đợt El Niño 9/86-1/88

Ở ĐÀTTBD mở rộng, phân bố vận tải ẩm tổng hợp tương tự như trung bình của 13 đợt El Niño với trị số trung bình của dải Tây Nam là $180\text{-}210 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, dải Đông Bắc $150\text{-}180 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam là $140\text{-}170 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ (Hình 3.17).

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây từ phía Bắc vịnh Bengal tới với trị số trung bình $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ Biển Đông tới với trị số trung bình $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Trung Bộ và $120 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Nam Bộ.

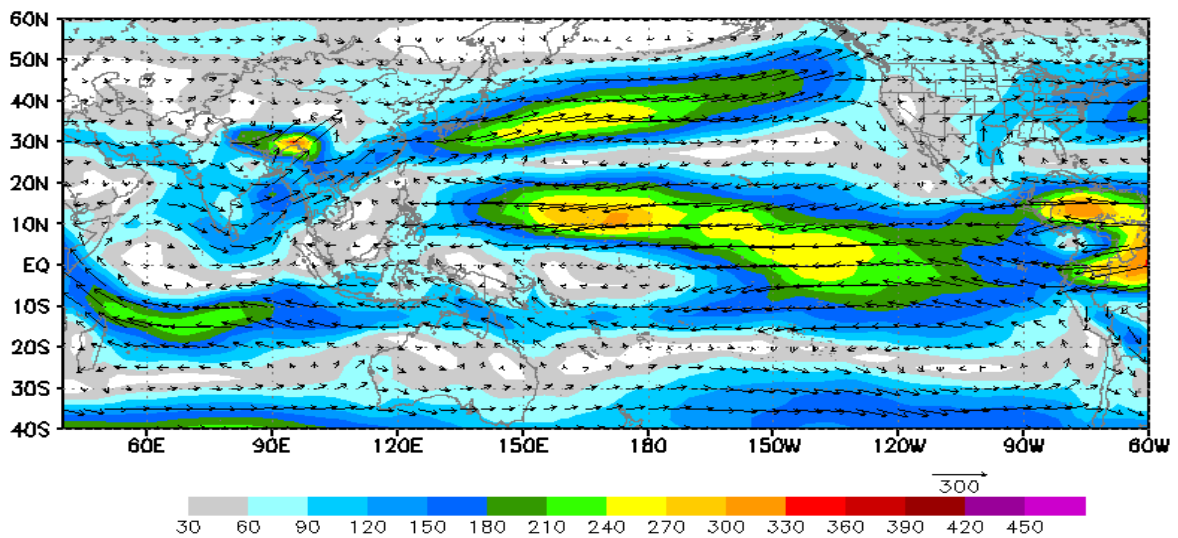


Hình 3.17. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 9/86-1/88

9) Đợt El Niño 5/91-6/92

Ở ĐATTBD mở rộng, phân bố vận tải ẩm vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính với trị số trung bình của dải Tây Nam là $210-240 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, của dải Đông Bắc là $150-180 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, của dải Đông Nam là $130-160 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$. Đáng lưu ý là dòng vận tải ẩm ở vịnh Bengal mạnh lên, với trị số trên $120 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ngược lại dòng vận tải ẩm ở Biển Đông yếu đi, với trị số rất nhỏ, dưới $30 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ (Hình 3.18).

Ở Việt Nam, từ Bắc chí Nam đều có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam từ vịnh Bengal tới với trị số trung bình $150 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Bắc Bộ, $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Trung Bộ và $60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Nam Bộ.

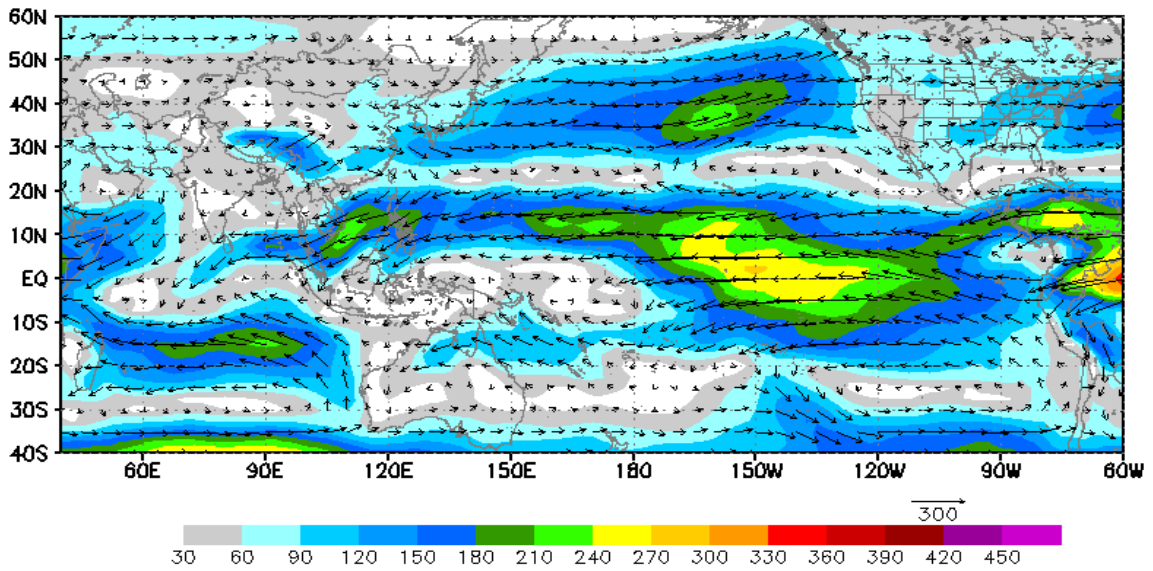


Hình 3.18. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 5/91-6/92

10) Đợt El Niño 9/94-2/95

Ở ĐATTBD mở rộng, tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính với trị số trung bình của dải Tây Nam là $150-180 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, dải Đông Bắc là $150-180 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam là $130-160 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$. Đáng lưu ý là dòng vận tải ẩm ở Biển Đông mạnh lên đáng kể (Hình 3.19).

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam với trị số trung bình $60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ phổ biến có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ Biển Đông tới với trị số trung bình lần lượt là $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và $150 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

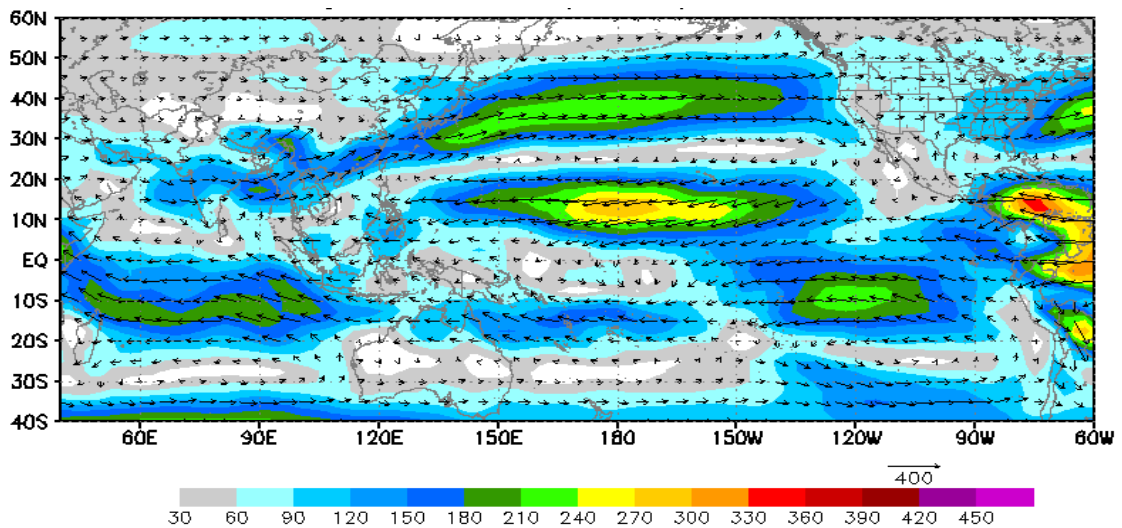


Hình 3.19. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 9/94-2/95

11) Đợt El Niño 5/97-4/98

Ở ĐATTBD mở rộng, vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm tổng hợp với trị số trung bình của dải Tây Nam là $150\text{-}180 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, dải Đông Bắc $180\text{-}210 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam là $130\text{-}160 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ (Hình 3.20).

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam từ phía Bắc vịnh Bengal tới với trị số trung bình $120 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ có vận tải ẩm hướng Đông từ Biển Đông tới với trị số trung bình $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và $60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

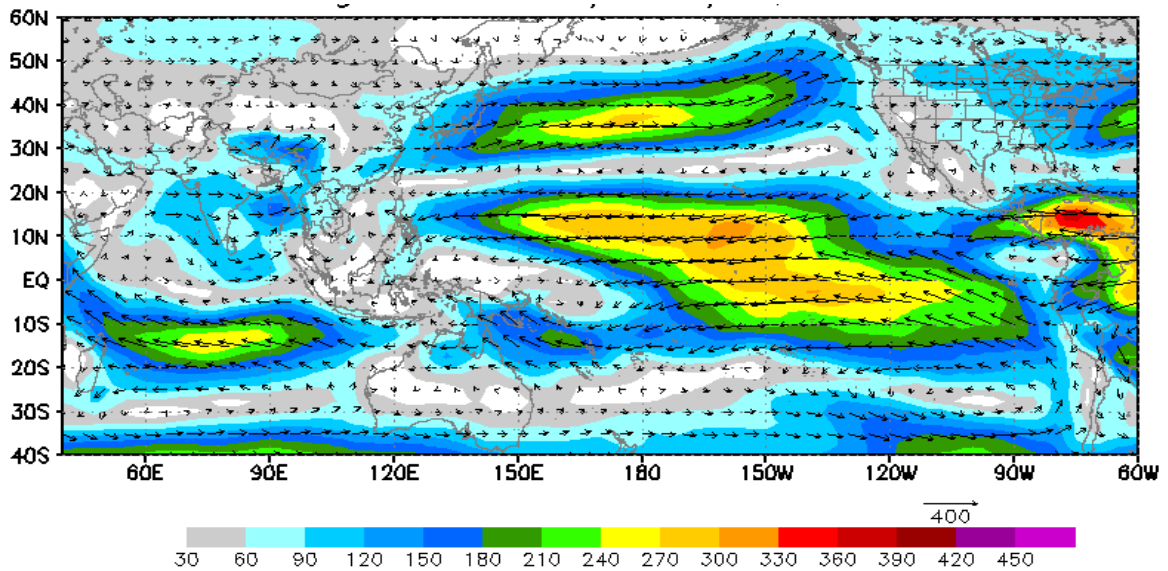


Hình 3.20. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 5/97-4/98

12) Đợt El Niño 6/02-3/03

Ở ĐATTBD mở rộng, vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính với trị số trung bình của dải Tây Nam là $210-240 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, dải Đông Bắc là $180-210 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam là $140-170 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ (Hình 3.21).

Ở Việt Nam, từ Bắc chí Nam đều có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam từ vịnh Bengal tới với trị số trung bình $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Bắc Bộ, $60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Trung Bộ và Nam Bộ.

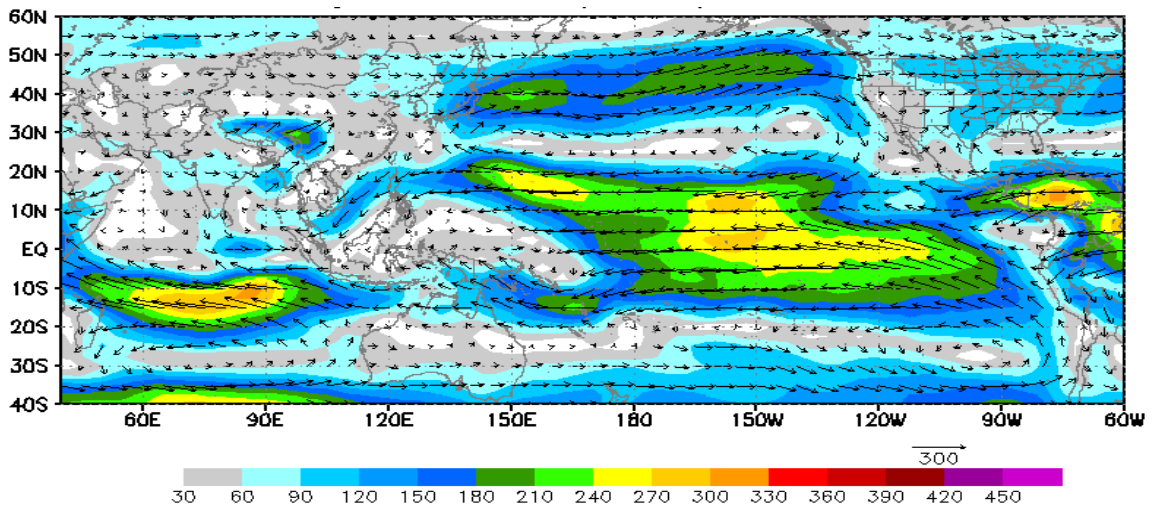


Hình 3.21. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 6/02-3/03

13) Đợt El Niño 8/04-1/05

Ở ĐATTBD mở rộng, phân bố vận tải ẩm tổng hợp tương tự như phân bố trung bình của 13 đợt El Niño với trị số trung bình của dải Tây Nam là $180-210$, dải Đông Bắc là $180-210$, dải Đông Nam là $150-180$. Đáng lưu ý là dòng vận tải ẩm ở Biển Đông cao hơn khoảng $30-60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ (Hình 3.22).

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam từ phía Bắc vịnh Bengal tới với trị số trung bình $70 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ có vận tải ẩm hướng Đông từ Biển Đông tới với trị số trung bình lần lượt là $60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và $120 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.



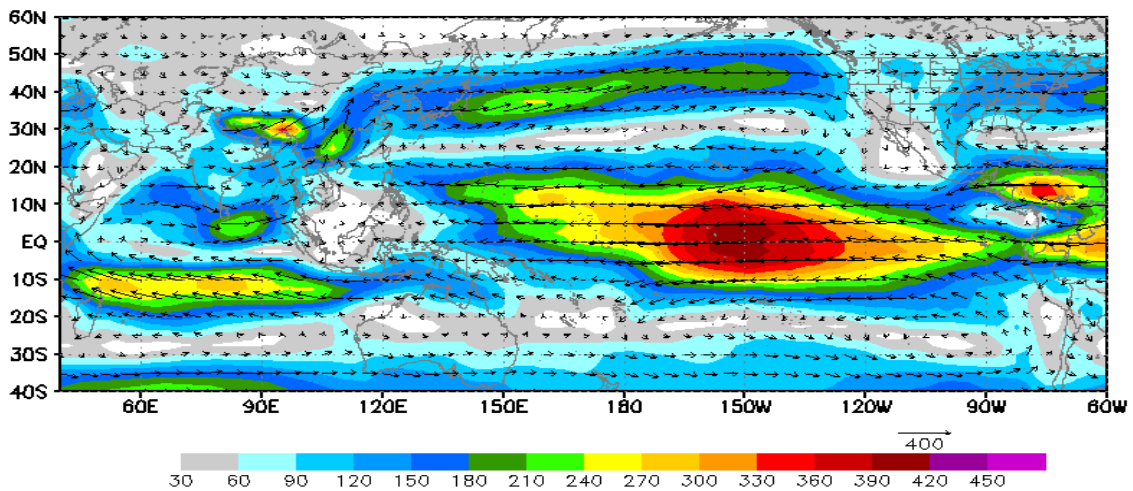
Hình 3.22. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 8/04-1/05

3.2.2 Vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển trong từng đợt La Niña

1) Đợt La Niña 4/64-1/65

Ở ĐATTBD mở rộng, vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính với trị số trung bình của dải Tây Nam là $150\text{-}180 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, dải Đông Bắc là $240\text{-}270 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam là $150\text{-}180 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ (Hình 3.23).

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm có hướng Tây và Tây Nam từ vịnh Bengal tới với trị số trung bình $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc với trị số trung bình lần lượt là $60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; $30 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

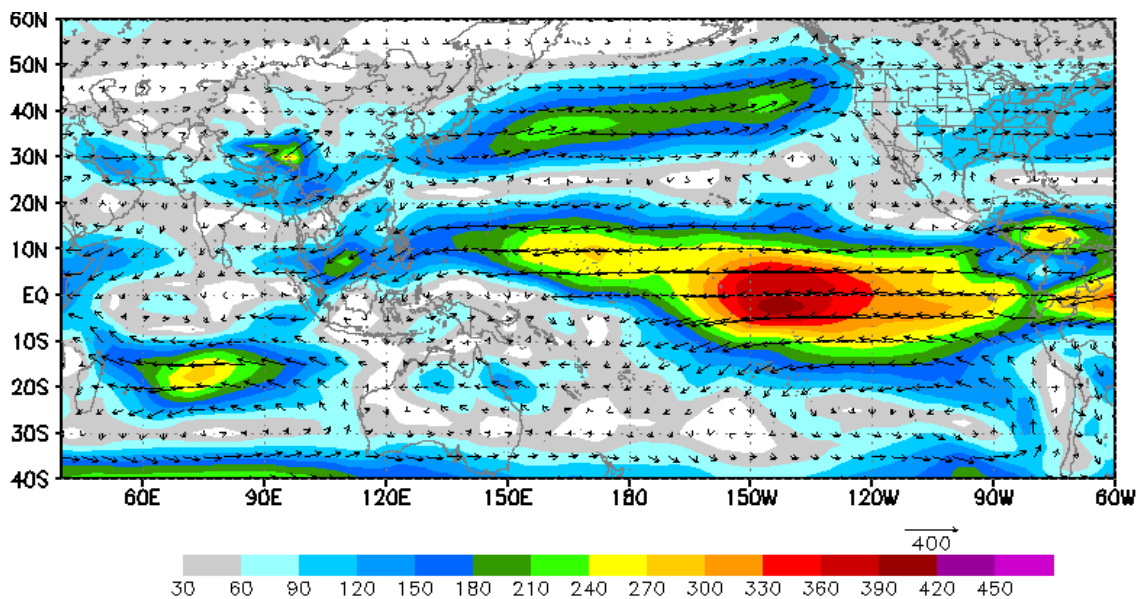


Hình 3.23. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt La Niña 4/64-1/65

2) Đợt La Niña 9/67-4/68

Ở ĐATTBD mở rộng, vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính với trị số trung bình của dải Tây Nam là $140-170 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải Đông Bắc là $250-280 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam là $140-170 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$. Đáng chú ý là dòng vận tải ẩm ở Biển Đông tăng lên, với trị số trên $120 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ (Hình 3.24).

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây từ phía Bắc vịnh Bengal tới với trị số trung bình $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ Biển Đông tới với trị số trung bình lần lượt là $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; $120 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

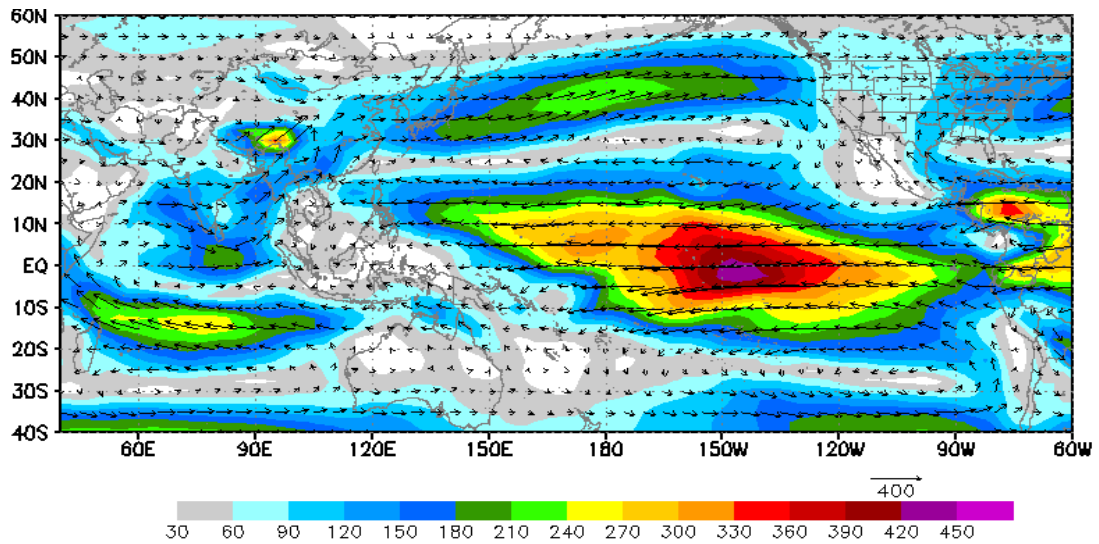


Hình 3.24. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt La Niña 9/67-4/68

3) Đợt La Niña 6/70-1/72

Ở ĐATTBD mở rộng, vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính với trị số trung bình của dải Tây Nam là $150-180 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải Đông Bắc là $240-270 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam là $120-150 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$. Đáng chú ý là dòng vận tải ẩm ở Bengal tăng lên và dòng vận tải ẩm ở Biển Đông lại giảm đi (Hình 3.25).

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây từ phía Bắc vịnh Bengal tới với trị số trung bình $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ Biển Đông tới với trị số trung bình là $60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và $30 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

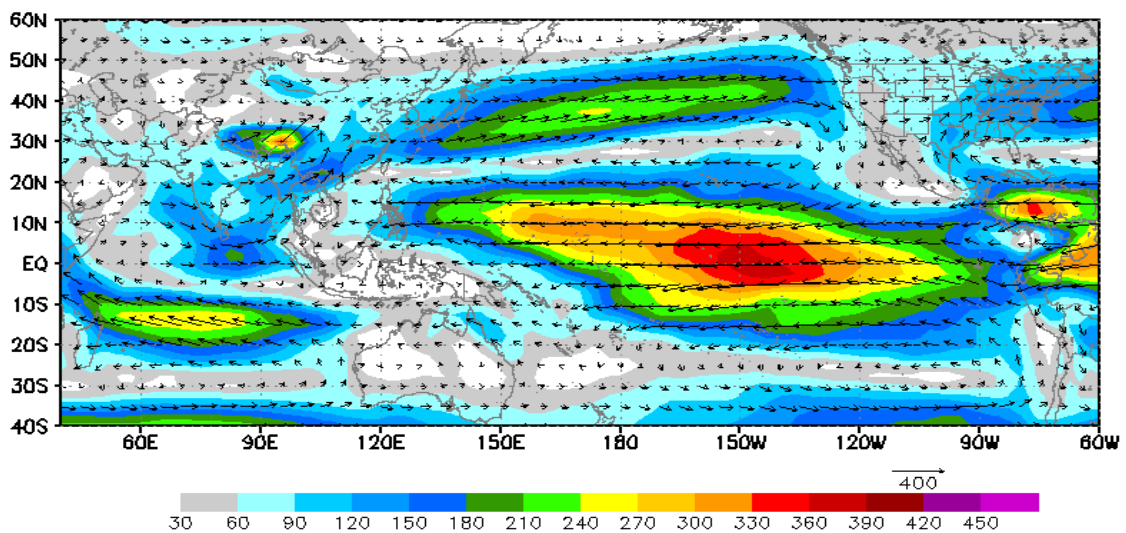


Hình 3.25. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt La Niña 6/70-1/72

4) Đợt La Niña 5/73-5/76

Ở ĐATTBD mở rộng, vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính với trị số trung bình của dải Tây Nam là $150\text{-}180 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải Đông Bắc là $240\text{-}270 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam là $120\text{-}150 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$. Đáng chú ý là dòng vận tải ẩm ở vịnh Bengal mạnh lên trong khi dòng vận tải ẩm ở Biển Đông giảm đi (Hình 3.26).

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây Nam từ vịnh Bengal tới với trị số trung bình $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ Biển Đông tới với trị số trung bình lần lượt là $60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; $30 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

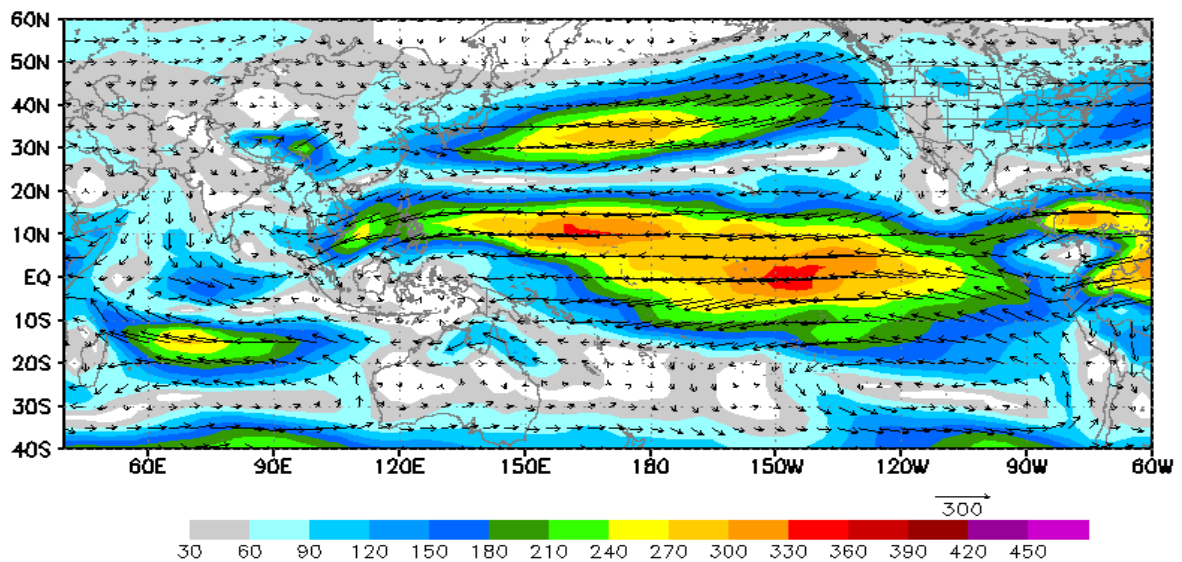


Hình 3.26. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt La Niña 5/73-5/76

5) Đợt La Niña 9/83-2/84

Ở ĐATTBD mở rộng, vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính với trị số trung bình của dải Tây Nam là $150-180 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải Đông Bắc là $250-280 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam là $140-170 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$. Đáng chú ý là, dòng vận tải ẩm ở vịnh Bengal có trị số thấp đi và ngược lại dòng vận tải ẩm ở Biển Đông có trị số cao lên (Hình 3.27).

Ở Việt Nam, từ Bắc chí Nam có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ Biển Đông tới với trị số trung bình $60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Bắc Bộ, $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Trung Bộ và $150 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Nam Bộ.

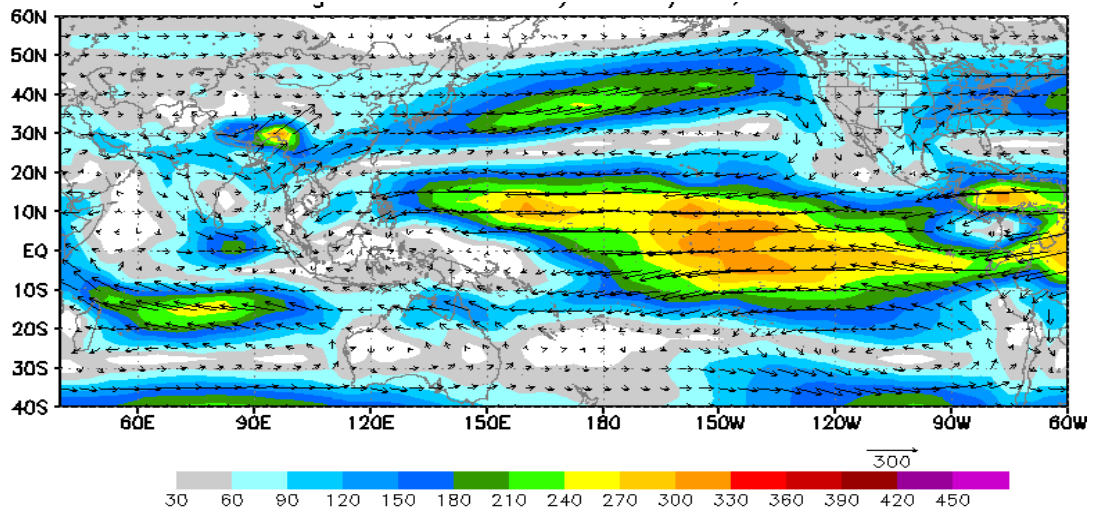


Hình 3.27. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt La Niña 9/83-2/84

6) Đợt La Niña 9/84-7/85

Ở ĐATTBD mở rộng, vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính với trị số trung bình của dải Tây Nam là $120-150 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải Đông Bắc là $250-280 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam $140-170 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$. Đáng chú ý là dòng vận tải ẩm ở vịnh Bengal tăng lên (Hình 3.28).

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây Nam từ vịnh Bengal tới với trị số trung bình $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ Biển Đông tới với trị số trung bình đều là $60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

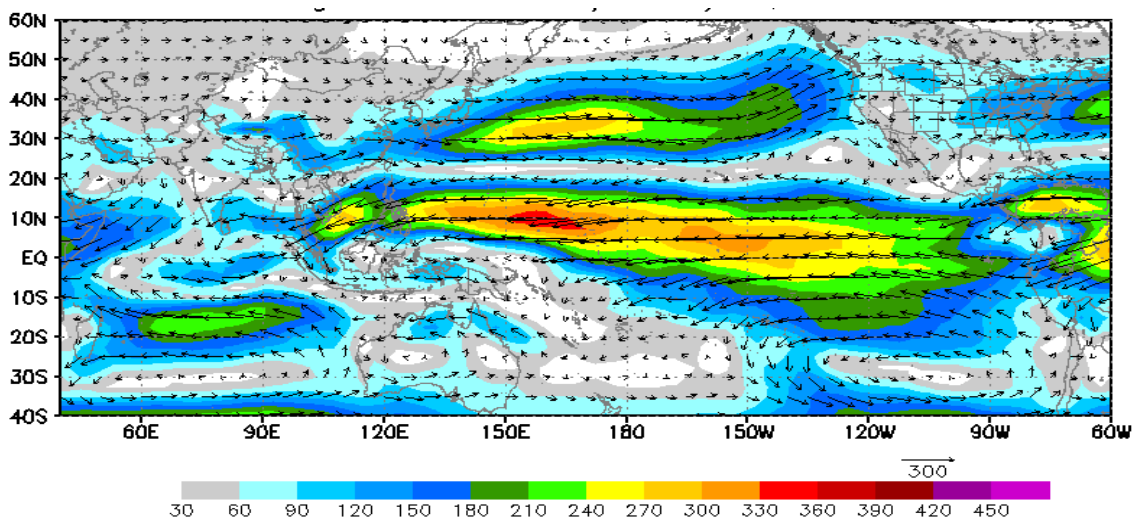


Hình 3.28. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt La Niña 9/84-7/85

7) Đợt La Niña 10/85-3/86

Ở ĐATTBD mở rộng, vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính với trị số trung bình của dải Tây Nam là $120\text{-}150 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải Đông Bắc là $210\text{-}240 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam là $130\text{-}160 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$. Đáng chú ý là dòng vận tải ẩm ở Biển Đông có trị số cao hơn so với trung bình của 11 đợt La Niña (Hình 3.29).

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây từ vịnh Bengal tới với trị số trung bình $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ Biển Đông tới với trị số trung bình lần lượt là $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; $150 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

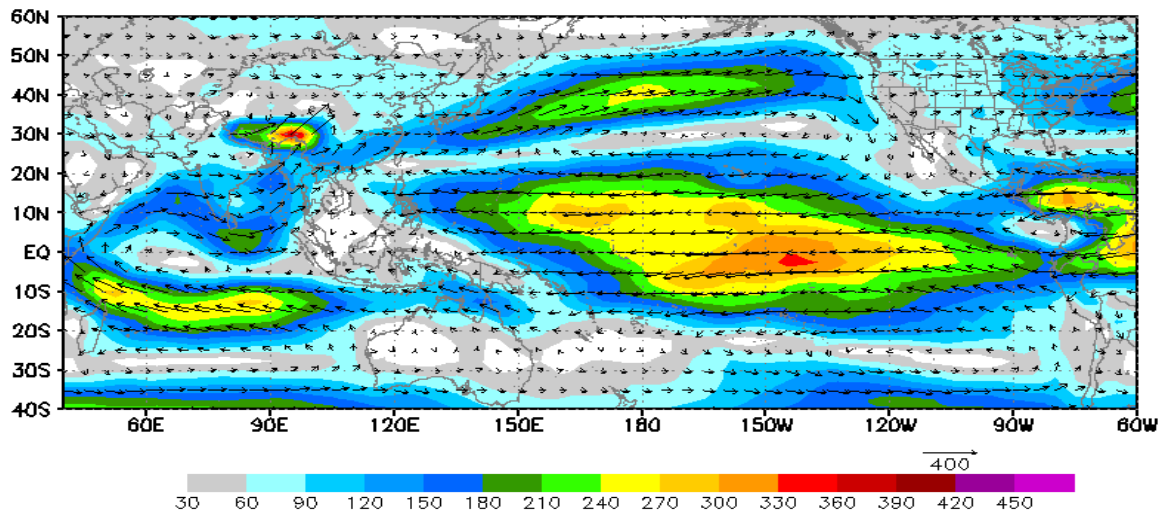


Hình 3.29. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt La Niña 10/85-3/86

8) Đợt La Niña 4/88-9/89

Ở ĐATTBD mở rộng, vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính với trị số trung bình của dải Tây Nam là $150-180 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải Đông Bắc là $240-270 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam là $140-170 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$. Đáng chú ý là dòng vận tải ẩm ở vịnh Bengal có trị số cao hơn ngược lại dòng vận tải ẩm ở Biển Đông thấp hơn so với trung bình của 11 đợt La Niña (Hình 3.30).

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam từ vịnh Bengal tới với trị số trung bình $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ Biển Đông tới với trị số trung bình lần lượt $60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; $30 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

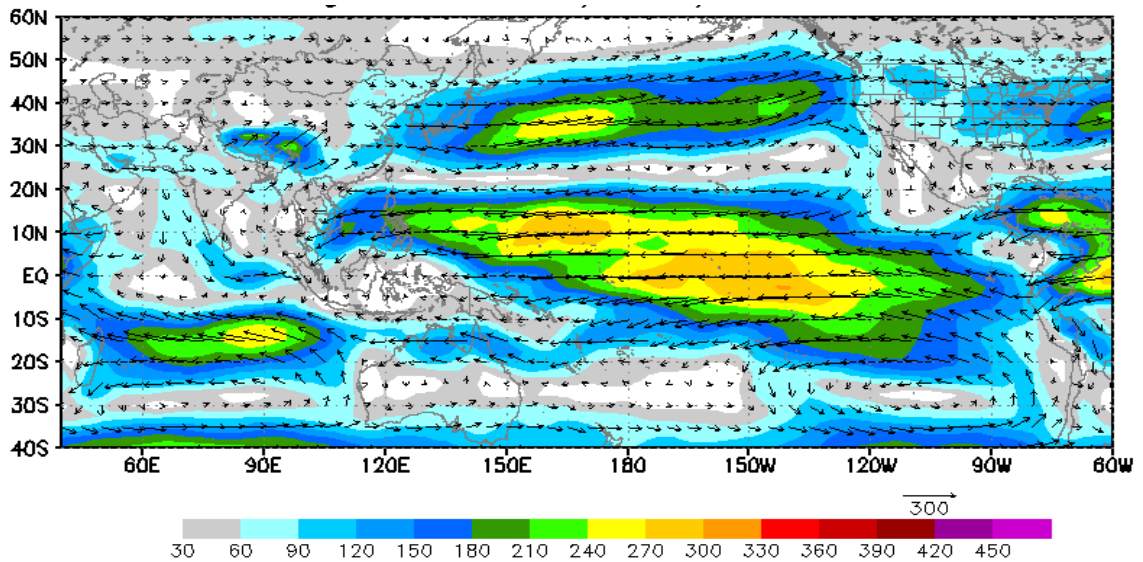


Hình 3.30. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt La Niña 4/88-9/89

9) Đợt La Niña 8/95-4/96

Ở ĐATTBD mở rộng, vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính với trị số trung bình của dải Tây Nam là $120-150 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải Đông Bắc là $250-280 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam là $120-150 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$. Đáng chú ý là dòng vận tải ẩm ở Biển Đông có trị số cao hơn so với trung bình của 11 đợt La Niña (Hình 3.31).

Ở Việt Nam, từ Bắc chí Nam có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ Biển Đông tới với trị số trung bình $60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Bắc Bộ, $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Trung Bộ và $150 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ở Nam Bộ.

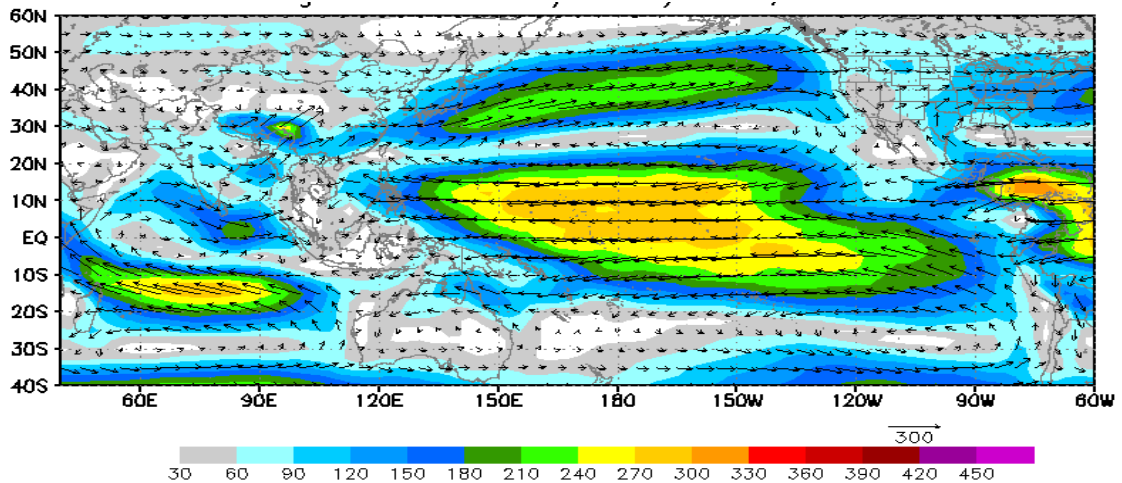


Hình 3.31. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt La Niña 8/95-4/96

10) Đợt La Niña 6/98-2/01

Ở ĐATTBD mở rộng, vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính với trị số trung bình của dải Tây Nam là $120\text{-}150 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải Đông Bắc là $250\text{-}280 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam là $150\text{-}180 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$. Đáng chú ý là dòng vận tải ẩm ở vịnh Bengal có trị số cao hơn so với trung bình của 11 đợt La Niña (Hình 3.32).

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam từ vịnh Bengal tới với trị số trung bình $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ Biển Đông với trị số trung bình $60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

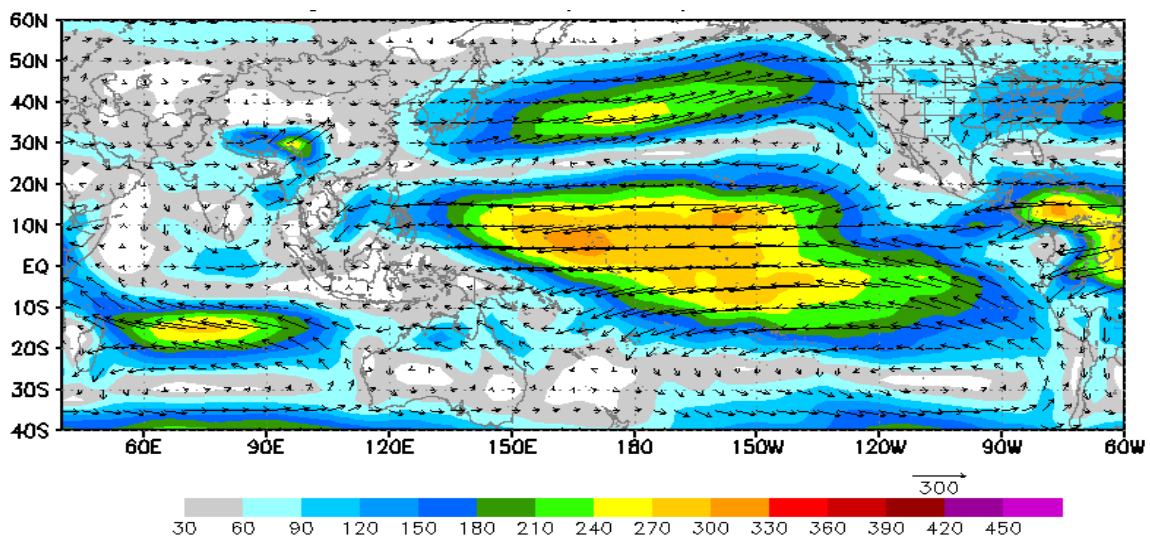


Hình 3.32. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt La Niña 6/98-2/01

11) Đợt La Niña 8/07-5/08

Ở ĐÀT TBD mở rộng, vẫn tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính với trị số trung bình của dải Tây Nam là $120-150 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; dải Đông Bắc là $250-280 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và dải Đông Nam là $150-180 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ (Hình 3.33).

Ở Việt Nam, Bắc Bộ có vận tải ẩm hướng Tây và Tây Nam từ vịnh Bengal tới với trị số trung bình $60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, Trung Bộ và Nam Bộ có vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc từ Biển Đông tới với trị trung bình lần lượt là $30 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; $60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.



Hình 3.33. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt La Niña 8/07-5/08

3.2.3 Vận tải ẩm tổng hợp trên các lớp khí quyển trong các đợt ENSO điển hình

3.2.3.1 Vận tải ẩm tổng hợp trên các lớp khí quyển đợt El Niño 8/04-1/05

1) Lớp 1 (từ mực 1000-700 hPa)

Phân bố vận tải ẩm tổng hợp từ 1000 hPa đến mực 700 hPa trung bình đợt El Niño 8/04-1/05 (Hình 3.34a) cho thấy nguồn ẩm đến Bắc Bộ từ vịnh Bengal tới với trị số 80 và đến Trung Bộ, Nam Bộ từ phía Đông (Biển Đông) tới có hướng Đông và Đông Bắc với trị số ở Trung Bộ $40 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, và ở Nam Bộ $100 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

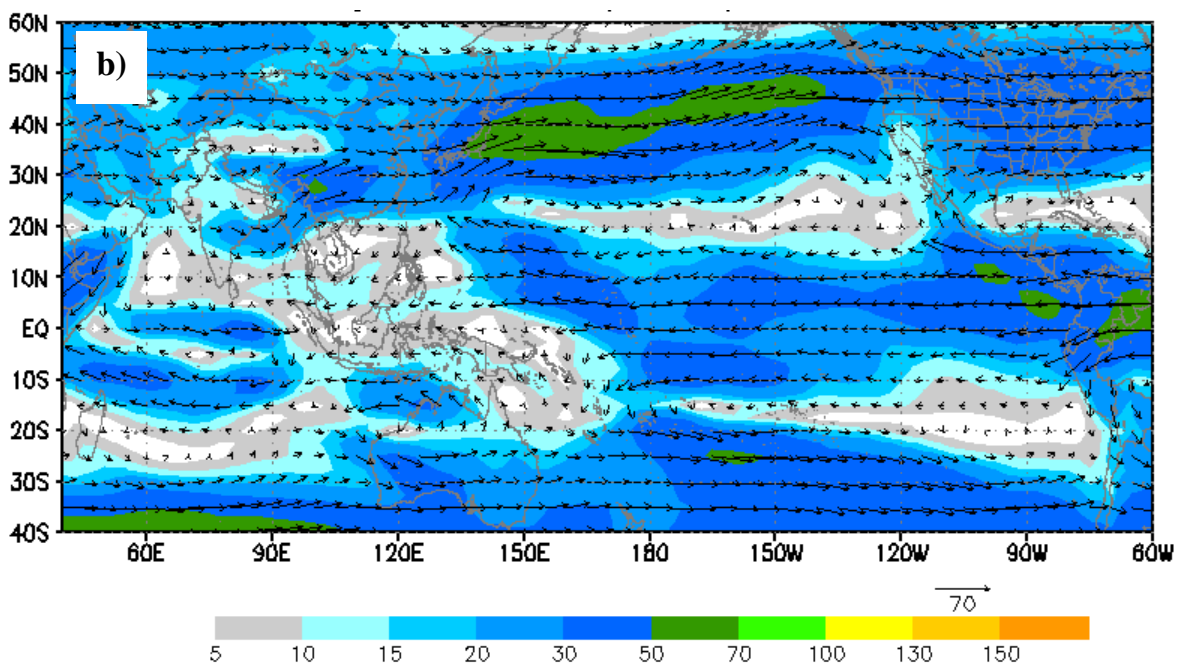
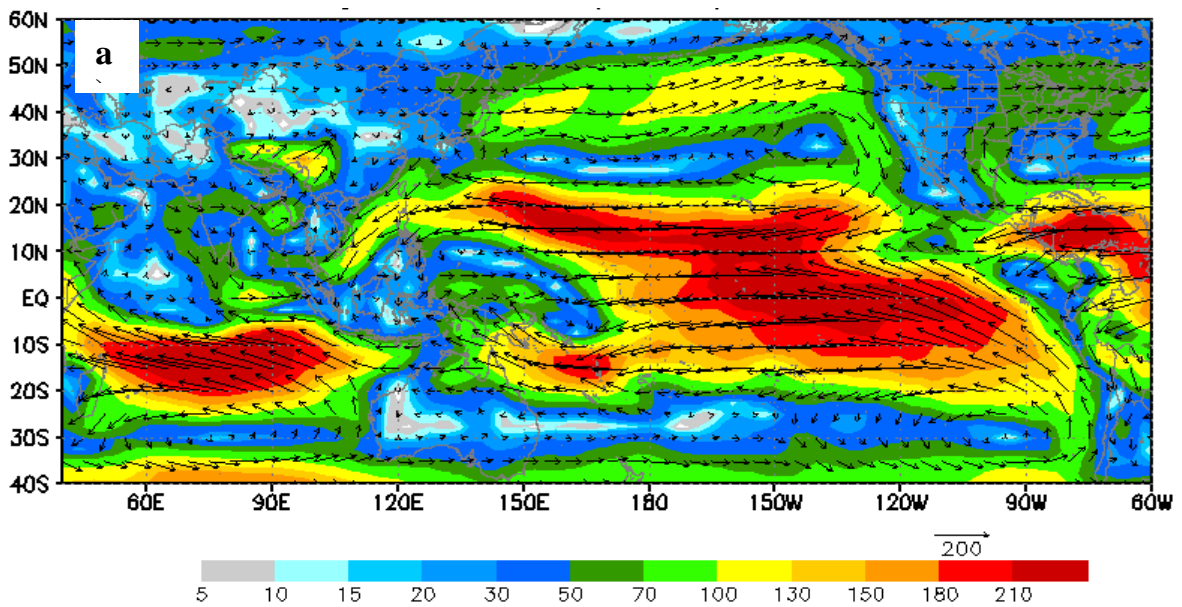
2) Lớp 2 (từ mực 700-500 hPa)

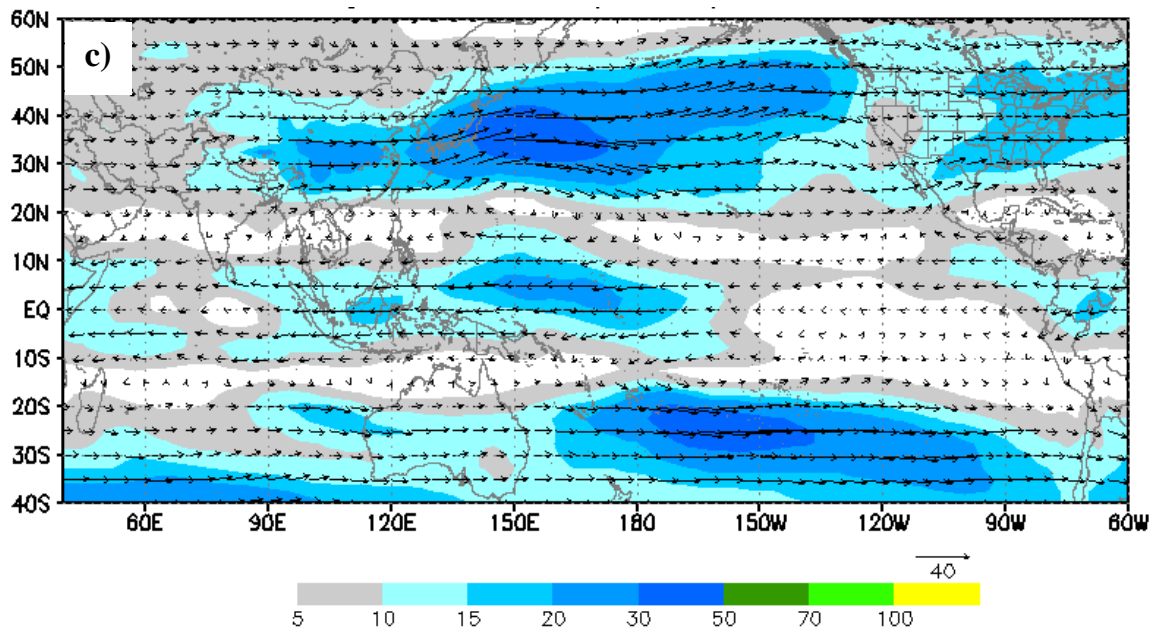
Trên bản đồ phân bố vận tải ẩm tổng hợp từ 700-500 hPa trung bình đợt El Niño 8/04-1/05 (Hình 3.34b) cho thấy có hai nguồn ẩm đến Việt Nam, một nguồn ẩm ở phía Bắc vịnh Bengal có hướng Tây và Tây Nam mang ẩm đến Bắc Bộ với trị

số $20 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, một nguồn ở phía Biển Đông có hướng Đông và Đông Bắc đến Trung Bộ và Nam Bộ với trị số nhỏ dưới $10 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

3) Lớp 3 (từ mực 500-300 hPa)

Vận tải ẩm tổng hợp từ 500-300 hPa trung bình đợt El Niño 8/04-1/05 (Hình 3.34c), cho thấy nguồn ẩm đến phía Bắc Việt Nam có hướng Tây từ vịnh Bengal tới và nguồn ẩm đến phía Nam Việt Nam có hướng Đông từ Biển Đông tới với trị số khoảng $10 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.





Hình 3.34 Phân bố vận tải ẩm tổng hợp ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) trung bình đợt El Niño 8/04-1/05.
a) từ 1000-700 hPa; b) 700-500 hPa; c) 500-300 hPa

3.2.3.2 Vận tải ẩm tổng hợp trên các lớp khí quyển đợt El Niño 6/65-3/66

1) Lớp 1 (từ mực 1000-700 hPa)

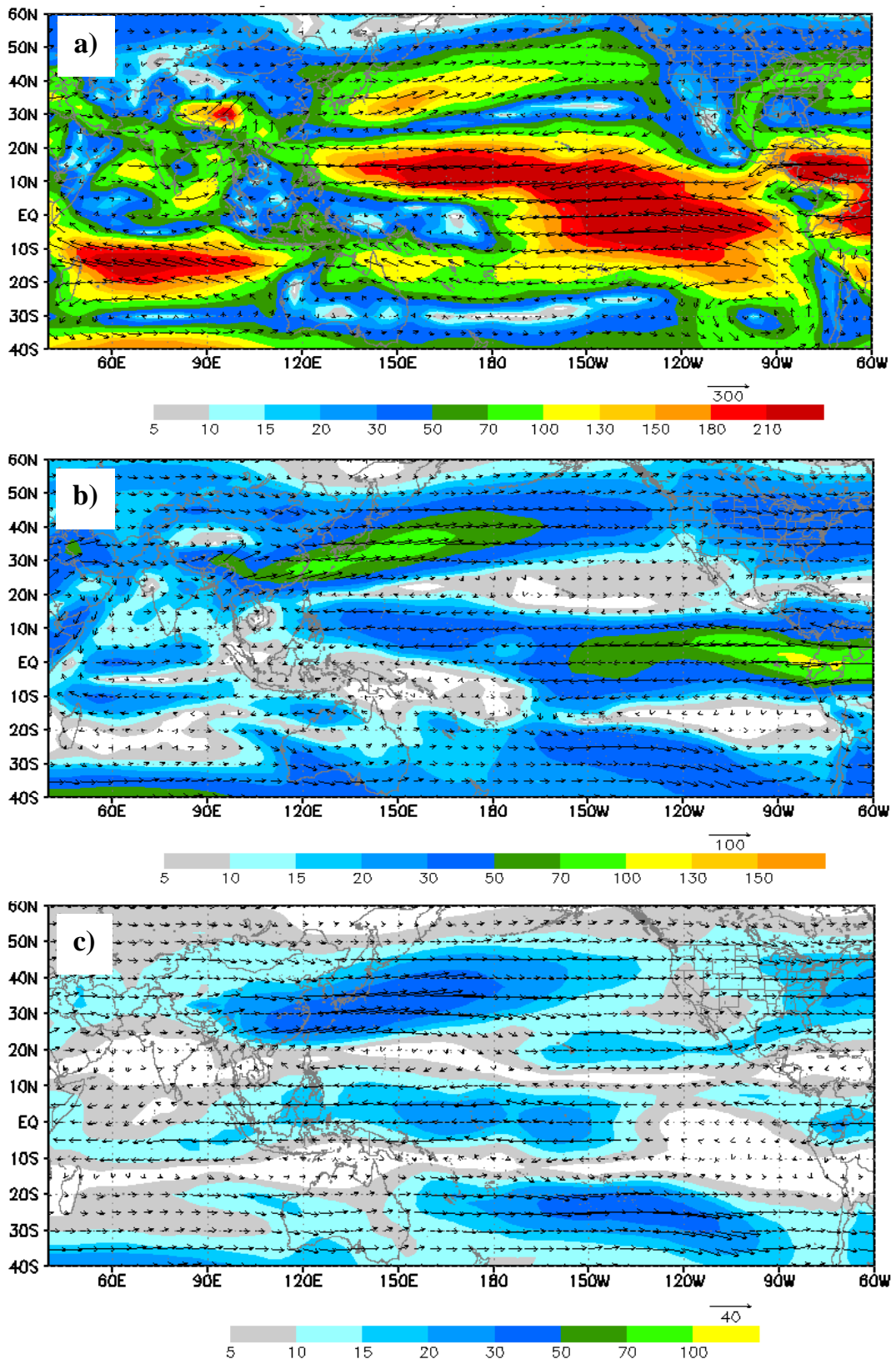
Phân bố vận tải ẩm tổng hợp từ 1000-700hPa trung bình đợt El Niño 6/65-3/66 (Hình 3.35a) cho thấy, nguồn ẩm từ vịnh Bengal đến Bắc Bộ với trị số vào khoảng $60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và nguồn ẩm từ phía Biển Đông tới Trung Bộ và Nam Bộ với trị số $40 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

2) Lớp 2 (từ mực 700-500 hPa)

Vận tải ẩm tổng hợp từ 700-500 hPa trung bình đợt El Niño 6/65-3/66 (Hình 3.35b) cho thấy, ở lớp này nguồn ẩm đến Bắc Bộ từ phía Tây (vịnh Bengal) với trị số $20 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và nguồn ẩm đến Trung Bộ và Nam Bộ từ phía Đông (Biển Đông) với trị số $10 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

3) Lớp 3 (từ mực 500-300 hPa)

Vận tải ẩm tổng hợp từ 500-300hPa trung bình đợt El Niño 6/65-3/66 (Hình 3.35c), nguồn ẩm đến Bắc Bộ có hướng Tây ở vịnh Bengal tới và nguồn ẩm đến Trung Bộ và Nam Bộ có hướng Đông từ Biển Đông tới với trị số $10 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.



Hình 3.35. Phân bố vận tải âm tổng hợp ($kgm^{-1}s^{-1}$) trung bình đợt El Niño 6/65-3/66
a) từ 1000-700 hPa; b) 700-500 hPa; c) 500-300 hPa

3.2.3.3 Vận tải ẩm tổng hợp trên các lớp khí quyển La Niña 6/98-2/01

1) Lớp 1 (từ mực 1000-700 hPa)

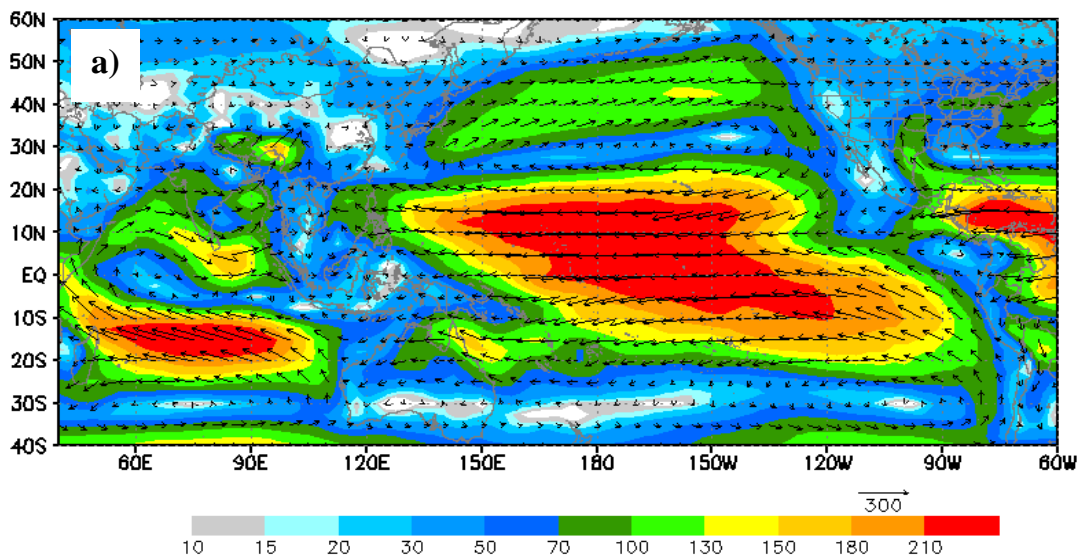
Phân bố vận tải ẩm tổng hợp từ 1000-700 hPa trung bình đợt La Niña 6/98-2/01 (Hình 3.36a) cho thấy, có hai nguồn vận tải ẩm chính đến Việt Nam: nguồn vận tải ẩm từ vịnh Bengal đến Bắc Bộ theo hướng Tây và Tây Nam với trị số $70 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; nguồn ẩm thứ hai ở Biển Đông đến khu vực Trung Bộ, Nam Bộ theo hướng Đông và Đông Bắc với trị số lần lượt là $30 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; $50 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

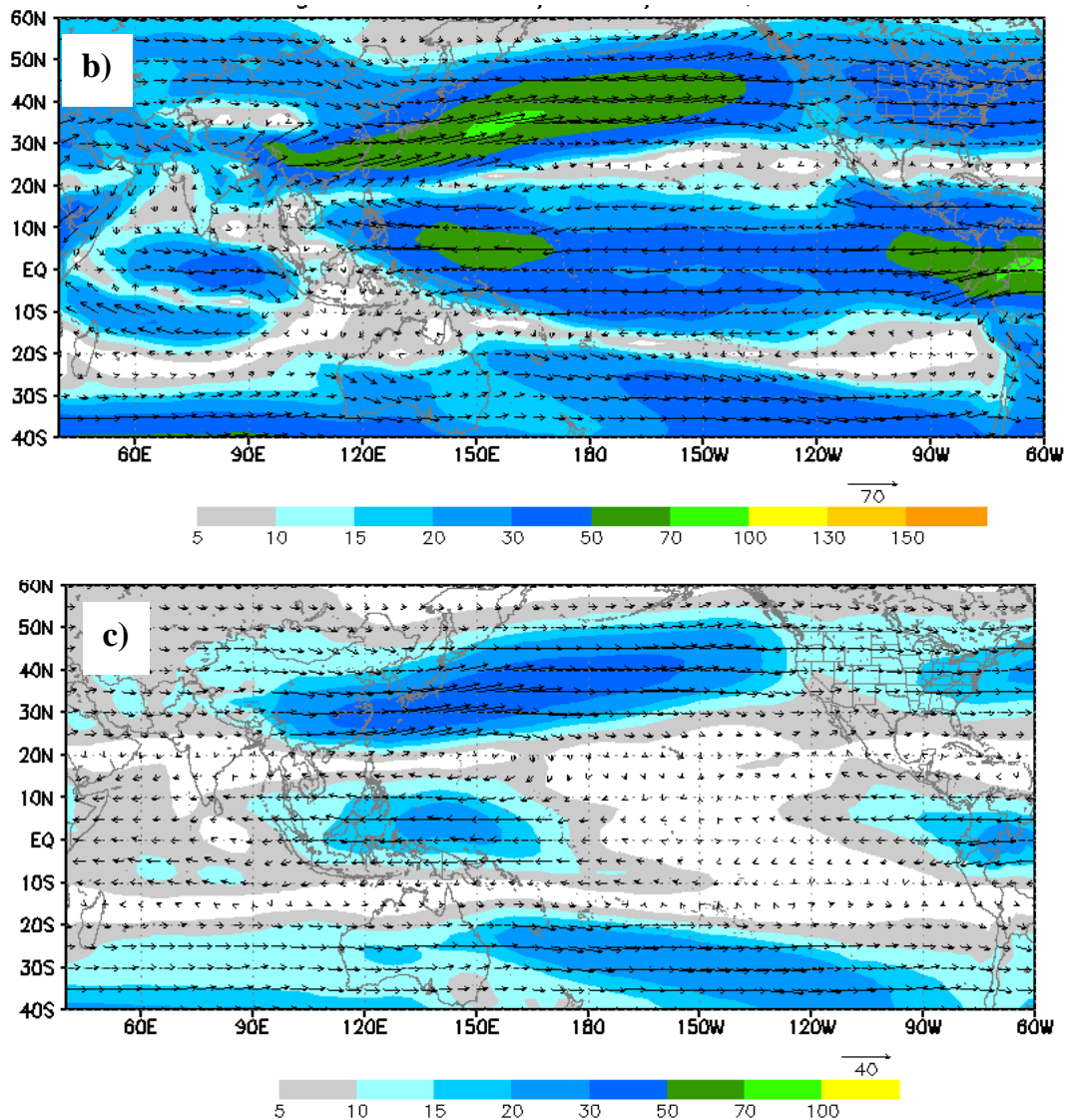
2) Lớp 2 (từ mực 700-500 hPa)

Phân bố vận tải ẩm tổng hợp từ 700-500 hPa trung bình của đợt La Niña 6/98-2/01 (Hình 3.36b) cho thấy, vẫn tồn tại hai nguồn vận tải ẩm chính đến Việt Nam tương tự như phân bố vận tải ẩm từ bề mặt đến 700 hPa nhưng có trị số nhỏ hơn, nguồn vận tải ẩm từ vịnh Bengal đến khu vực Bắc Bộ theo hướng Tây và Tây Nam với trị số $20 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; nguồn ẩm thứ hai ở Biển Đông có nguồn gốc từ ngoài khơi Thái Bình Dương (ở phía Nam Biển Đông) đến khu vực Trung Bộ và Nam Bộ theo hướng Đông và Đông Nam với trị số $20 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

3) Lớp 3 (từ mực 500-300 hPa)

Vận tải ẩm tổng hợp từ 500-300hPa trung bình đợt La Niña 6/98-2/01 (Hình 3.36c) cho thấy, nguồn ẩm đến Bắc Bộ có hướng Tây từ vịnh Bengal tới với trị số $10 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ và nguồn ẩm đến Trung Bộ và Nam Bộ có hướng Đông từ Biển Đông tới với trị số $10 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.





Hình 3.36. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) từ 500-300 hPa trung bình đợt La Niña 6/98-2/01. a) từ 1000-700 hPa; b) 700-500 hPa; c) 500-300 hPa

3.2.3.4 Vận tải ẩm tổng hợp trên các lớp khí quyển La Niña 9/67-4/68

1) Lớp 1 (từ mực 1000-700 hPa)

Phân bố vận tải ẩm tổng hợp từ 1000-700 hPa trung bình đợt La Niña 9/67-4/68 (Hình 3.37a) cho thấy, có hai nguồn vận tải ẩm chính đến Việt Nam: nguồn vận tải ẩm từ vịnh Bengal đến khu vực Bắc Bộ theo hướng Tây và Tây Nam với trị số $60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; nguồn ẩm thứ hai ở Biển Đông đến khu vực Trung Bộ và Nam Bộ theo hướng Đông và Đông Bắc với trị số lần lượt là $60 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; $90 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

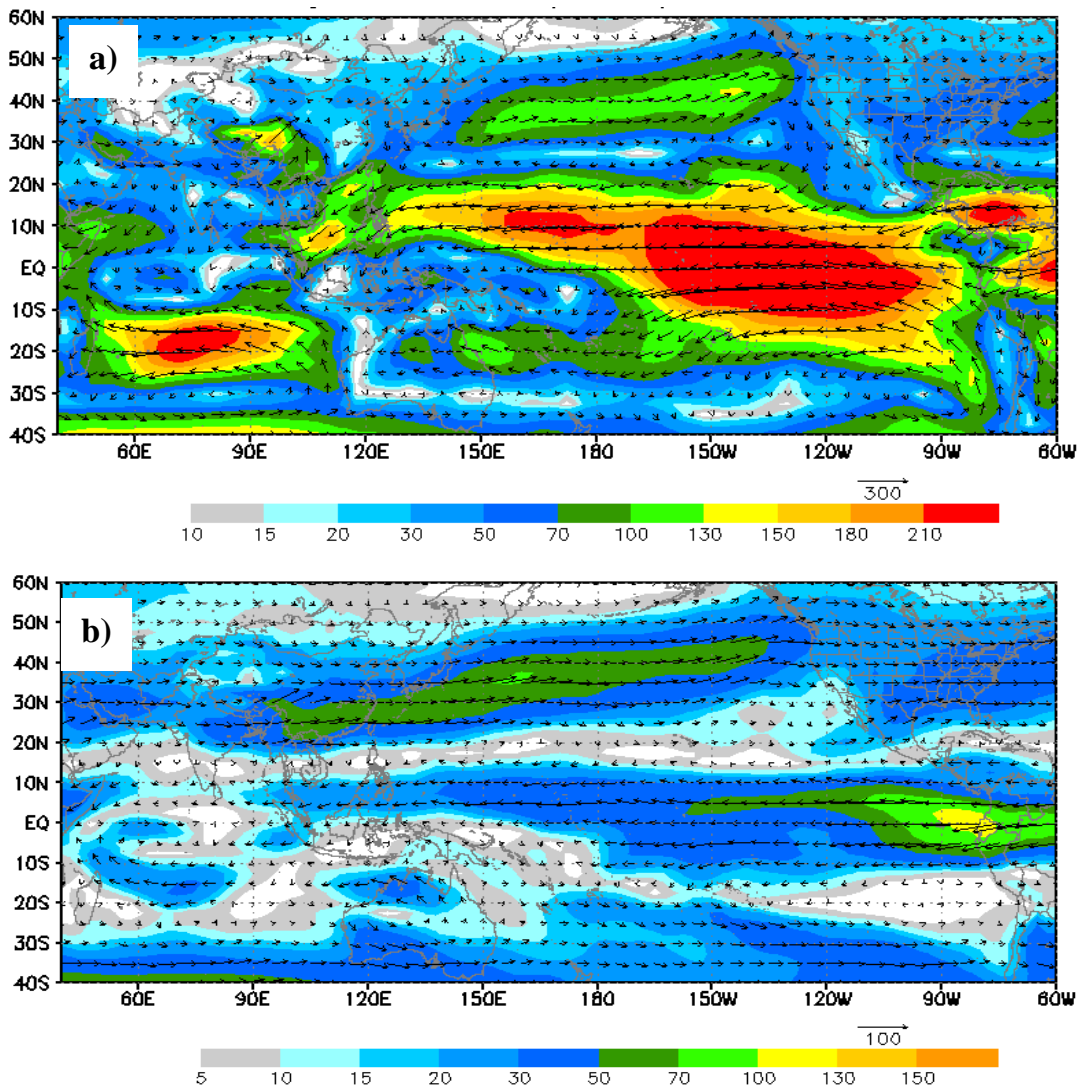
2) Lớp 2 (từ mực 700-500 hPa)

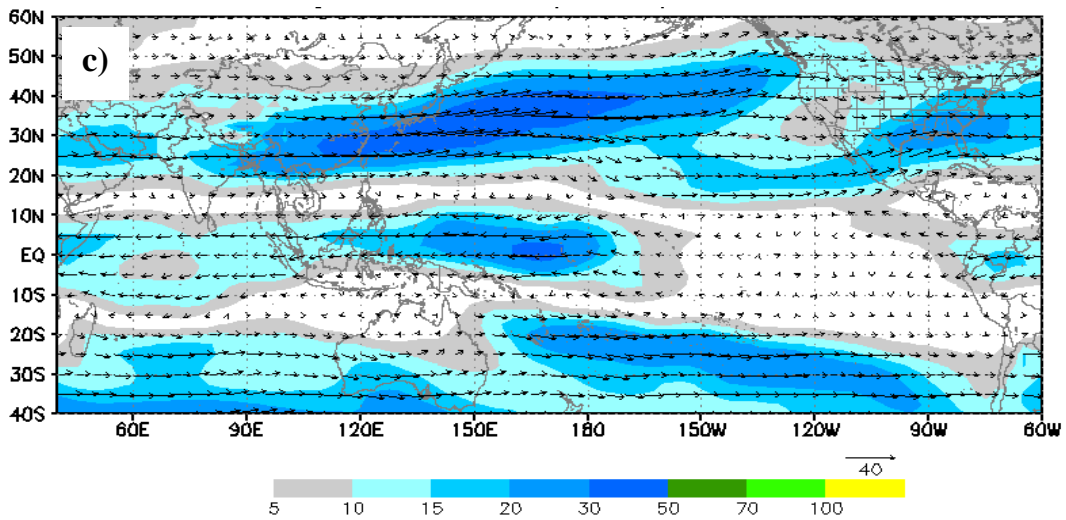
Phân bố vận tải ẩm tổng hợp từ 700-500 hPa trung bình của đợt La Niña

9/67-4/68 (Hình 3.37b) cho thấy, vẫn tồn tại hai nguồn vận tải ẩm chính đến Việt Nam tương tự như phân bố vận tải ẩm từ bề mặt đến 700 hPa nhưng có trị số nhỏ hơn, nguồn vận tải ẩm từ vịnh Bengal đến khu vực Bắc Bộ theo hướng Tây và Tây Nam với trị số $20 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$; nguồn ẩm thứ hai ở Biển Đông có nguồn gốc từ ngoài khơi Thái Bình Dương (ở phía Nam Biển Đông) đến khu vực Trung Bộ và Nam Bộ theo hướng Đông và Đông Nam với trị số $20 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.

3) Lớp 3 (từ mực 500-300 hPa)

Vận tải ẩm tổng hợp từ 500-300 hPa trung bình đợt La Niña 9/67-4/68 (Hình 3.37c) cho thấy, nguồn ẩm đến Bắc Bộ theo hướng Tây từ vịnh Bengal tới và nguồn ẩm đến Trung Bộ và Nam Bộ theo hướng Đông từ Biển Đông tới với trị số vào khoảng $10 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$.





Hình 3.37. Phân bố vận tải ẩm tổng hợp ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) từ 500-300 hPa trung bình đợt La Niña 9/67-4/68. a) từ 1000-700 hPa; b) 700-500 hPa; c) 500-300 hPa

3.3 Nhận xét về đặc điểm vận tải ẩm trong điều kiện ENSO

3.3.1 Đặc điểm các dải vận tải ẩm trên Đông Á Tây Thái Bình Dương mở rộng trong điều kiện ENSO

3.3.1.1 Các dải vận tải ẩm trên Đông Á Tây Thái Bình Dương mở rộng trong điều kiện chung

Trong điều kiện chung, trên khu vực ĐATTBD mở rộng luôn tồn tại 3 dải vận tải ẩm với tính chất và cường độ khác nhau trong các mùa (Bảng 3.1).

a. Mùa đông

Dải vận tải ẩm Tây Nam ở vùng cận nhiệt đới bán cầu Bắc, có cường độ 150 – 180 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, 60 - 70 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, lớp 2 và chỉ 30 - 40 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3.

Dải vận tải ẩm Đông Nam ở xích đạo – nhiệt đới Thái Bình Dương, có cường độ 150 – 180 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó 60 - 70 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, lớp 2 và chỉ 30 - 40 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3.

Dải vận tải ẩm Đông Nam ở bán cầu Nam, có cường độ 120 – 150 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó 60 - 70 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, 50 - 60 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 2 và chỉ 10 - 20 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3.

b. Mùa xuân

Dải vận tải ẩm Tây Nam, có cường độ 120 – 150 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí

quyển, trong đó 50 - 60 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, lớp 2 và chỉ 20 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3.

Dải vận tải ẩm Đông Bắc, có cường độ 240 – 270 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó 90 - 100 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, lớp 2 và chỉ 60 - 70 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3.

Dải vận tải ẩm Đông Nam, có cường độ 120 – 150 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó 60 - 70 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, 50 - 60 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 2 và chỉ 10 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3.

c. Mùa hè

Dải vận tải ẩm Tây Nam, có cường độ 180 – 210 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó 70 - 80 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, 60 - 70 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ lớp 2 và khoảng 50 - 60 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3.

Dải vận tải ẩm Đông Bắc, có cường độ 240 – 270 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó 90 - 100 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, lớp 2 và chỉ 60 - 70 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3.

Dải vận tải ẩm Đông Nam, có cường độ 240 – 270 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó 180 - 210 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, 50 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 2 và chỉ khoảng 10 - 20 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3.

d. Mùa thu

Dải vận tải ẩm Tây Nam, có cường độ 150 – 180 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó 60 - 70 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, lớp 2 và 30 - 40 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3.

Dải vận tải ẩm Đông Bắc, có cường độ 210 – 240 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó 120 - 130 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, 60 - 70 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 2 và khoảng 30 - 40 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3.

Dải vận tải ẩm Đông Nam, có cường độ 200 – 230 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó 140 - 150 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, 50 - 60 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 2 và chỉ 10 - 20 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3.

e. Cả năm

Tính chung cả năm, cường độ của các dải vận tải ẩm như sau:

Dải vận tải ẩm Tây Nam, có cường độ 150 – 180 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó 60 - 70 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, 58 - 68 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 2 và khoảng 33 - 43 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3.

Dải vận tải ẩm Đông Bắc, có cường độ 210 – 240 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí

quyển, trong đó 90 - 100 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, 75 - 85 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 2 và 45 - 55 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3.

Dải vận tải ẩm Đông Nam, có cường độ 170 – 200 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó 110 - 120 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, 50 - 60 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 2 và chỉ 10 – 20 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3.

Như vậy, xét chung cả năm, cường độ vận tải ẩm mạnh nhất trên dải Đông Bắc, thứ đến Đông Nam và yếu nhất trên dải Tây Nam. Vận tải ẩm cũng giảm dần trên lớp 1 đến lớp 2 và từ lớp 2 đến lớp 3.

Bảng 3.1 Đặc điểm các dải vận tải ẩm ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$) ở ĐATTBD mở rộng trong các mùa trên các lớp và trên toàn cột khí quyển trong điều kiện chung

Lớp	Dải	Đông	Xuân	Hè	Thu	Cả năm
Cột (1000-300hPa)	Tây Nam: Cận nhiệt đới	150-180	120-150	180-210	150-180	150-180
	Đông Bắc: Xích đạo – nhiệt đới TBD	150-180	240-270	240-270	210-240	210-240
	Đông Nam: Bán cầu Nam	120-150	120-150	240-270	200-230	170-200
1 (1000-700hPa)	Tây Nam: Cận nhiệt đới	60-70	50-60	70-80	60-70	60-70
	Đông Bắc: Xích đạo – nhiệt đới TBD	60-70	90-100	90-100	120-130	90-100
	Đông Nam: Bán cầu Nam	60-70	60-70	180-210	140-150	110-120
2 (700-500hPa)	Tây Nam: Cận nhiệt đới	60-70	50-60	60-70	60-70	58-68
	Đông Bắc: Xích đạo – nhiệt đới TBD	60-70	90-100	90-100	60-70	75-85
	Đông Nam: Bán cầu Nam	50-60	50-60	50-60	50-60	50-60
3 (500-300hPa)	Tây Nam: Cận nhiệt đới	30-40	20-30	50-60	30-40	33-43
	Đông Bắc: Xích đạo – nhiệt đới TBD	30-40	60-70	60-70	30-40	45-55
	Đông Nam: Bán cầu Nam	10-20	10-20	10-20	10-20	10-20

3.3.1.2 Các dải vận tải ẩm trên Đông Á Tây Thái Bình Dương mở rộng trong ENSO

a. Điều kiện El Niño

Vận tải ẩm tổng hợp trung bình trong 13 đợt El Niño (Bảng 3.2) trên các dải như sau:

- Dải vận tải ẩm Tây Nam có trị số trung bình 180 – 210 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển trong đó, 70 – 80 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, lớp 2 và 40 – 50 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3.

- Dải vận tải ẩm Đông Bắc có trị số trung bình 190 - 220 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn 4 khí quyển, trong đó, 90 - 100 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, 60 - 70 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 2 và 40 - 50 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3.

- Dải vận tải ẩm Đông Nam có trị số trung bình 140 - 170 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó, 90 - 100 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, 30 - 40 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 2 và 20 - 30 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3.

b. Điều kiện La Niña

Vận tải ẩm tổng hợp trung bình trong 11 đợt La Niña (Bảng 3.2) trên các dải như sau:

- Dải vận tải ẩm Tây Nam có trị số trung bình 140 - 170 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó, 60 - 70 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, 50 - 60 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 2 và 30 - 44 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3.

- Dải vận tải ẩm Đông Bắc có trị số trung bình 240 - 270 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó, 120 - 130 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, 70 - 80 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 2 và 50 - 60 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3.

- Dải vận tải ẩm Đông Nam có trị số trung bình 140 - 170 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó, 90 - 100 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, 40 - 50 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 2 và 10 - 20 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3.

3.3.1.3 So sánh các dải vận tải ẩm trong điều kiện ENSO với điều kiện chung

a) Điều kiện El Niño

Trong điều kiện El Niño, trên dải vận tải ẩm Tây Nam tăng lên trên toàn cột khí quyển và cũng như trong mỗi một lớp. Trong khi đó, dải vận tải ẩm Đông Bắc

giảm đi trên toàn cột khí quyển, lớp 2, lớp 3 và không thay đổi mấy trong lớp 1. Dải vận tải ẩm Đông Nam giảm đi trên toàn cột khí quyển và 2 lớp dưới nhưng tăng lên đôi chút trong lớp 3.

b. Điều kiện La Niña

Trong điều kiện La Niña, dải vận tải ẩm Tây Nam giảm đi trên toàn cột khí quyển, lớp 2, lớp 3 nhưng không thay đổi mấy trong lớp 1. Trong khi đó, dải vận tải ẩm Đông Bắc tăng lên trên toàn cột khí quyển cũng như mỗi một lớp. Riêng vận tải ẩm Đông Nam giảm đi trên toàn cột khí quyển cũng như lớp 1, lớp 2, nhưng không thay đổi mấy trên lớp 3.

Bảng 3.2 So sánh các dải vận tải ẩm trên Đông Á Tây Thái Bình Dương mở rộng trong các điều kiện khác nhau ($kgm^{-1}s^{-1}$)

Cột Lớp	Dải vận tải ẩm	Vận tải ẩm tổng hợp trong điều kiện chung	Điều kiện El Niño		Điều kiện La Niña	
			Vận tải ẩm tổng hợp trung bình	So sánh điều kiện chung	Vận tải ẩm tổng hợp trung bình	So sánh điều kiện chung
Cột	Tây Nam	150-180	180-210	+	140-170	-
	Đông Bắc	210-240	190-220	-	240-270	+
	Đông Nam	170-200	140-170	-	140-170	-
Lớp 1	Tây Nam	60-70	70-80	+	60-70	0
	Đông Bắc	90-100	90-100	0	120-130	+
	Đông Nam	110-120	90-100	-	90-100	-
Lớp 2	Tây Nam	58-68	70-80	+	50-60	-
	Đông Bắc	75-85	60-70	-	70-80	+
	Đông Nam	50-60	30-40	-	40-50	-
Lớp 3	Tây Nam	33-43	40-50	+	30-40	-
	Đông Bắc	45-55	40-50	-	50-60	+
	Đông Nam	10-20	20-30	+	10-20	0

Ghi chú: Dấu +: Tăng, -: Giảm và 0: Không tăng không giảm

3.3.2 Đặc điểm vận tải ẩm trên các khu vực Việt Nam trong điều kiện ENSO

3.3.2.1 Vận tải ẩm trên các khu vực Việt Nam trong điều kiện chung

Trong điều kiện chung, trên các khu vực Việt Nam, vận tải ẩm tổng hợp luôn thay đổi về hướng và cường độ trong các mùa (Bảng 3.3).

a. Mùa đông

Ở Bắc Bộ, vận tải ẩm có hướng Tây, Tây Nam với cường độ khoảng 90 – 120 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó 30 - 40 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, lớp 2 và cả lớp 3. Trong khi ở Trung Bộ và Nam Bộ, vận tải ẩm đều có hướng Đông, Đông Bắc với cường độ vận tải ẩm trên toàn cột khí quyển ở Trung Bộ nhỏ hơn so với Nam Bộ.

b. Mùa xuân

Vào thời kỳ mùa xuân, vận tải ẩm có hướng Tây, Tây Nam với cường độ 120 – 150 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó, 70 - 80 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, 30 - 40 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 2 và 20 - 30 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3 ở Bắc Bộ và có hướng Đông, Đông Bắc ở Trung Bộ và Nam Bộ. Cường độ vận tải ẩm Tây, Tây Nam ở Bắc Bộ xấp xỉ với cường độ vận tải ẩm hướng Đông, Đông Bắc ở Nam Bộ và lớn hơn cường độ vận tải ẩm ở Trung Bộ.

c. Mùa hè

Trong mùa hè, trên cả 3 khu vực Việt Nam đều có vận tải ẩm hướng Tây, Tây Nam với cường độ vận tải ẩm 180 - 210 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó 100 - 110 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, 60 - 70 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 2 và 20 - 30 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3 ở Bắc Bộ; 120 - 150 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó khoảng 70 - 80 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, 40 - 50 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 2 và 10 - 20 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3 ở Trung Bộ và 240 - 270 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó 180 - 190 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, 50 - 60 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 2 và 10 - 20 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3 ở Nam Bộ.

d. Mùa thu

Trong mùa thu vận tải ẩm trên khu vực Việt Nam có sự khác biệt so với mùa hè, đều có hướng Đông, Đông Bắc với cường độ 90 – 120 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó khoảng 70 - 80 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, 10 - 20 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 2 và lớp 3 ở Bắc Bộ; 120 - 150 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó khoảng 80 - 90

$\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, 30 - 40 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 2 và 10 - 20 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3 ở Trung Bộ và 180 - 210 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên toàn cột khí quyển, trong đó 120 - 130 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 1, 40 - 50 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 2 và 20 - 30 $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ trên lớp 3 ở Nam Bộ.

e. Cả năm

Xét chung cho cả năm, vận tải ẩm có hướng Tây, Tây Nam ở Bắc Bộ và có hướng Đông, Đông Bắc ở Trung Bộ và Nam Bộ.

Như vậy, vận tải ẩm trong mùa đông, mùa xuân là Tây, Tây Nam ở Bắc Bộ và Đ, ĐB ở Trung Bộ và Nam Bộ, trong mùa hè cả Bắc Bộ, Trung Bộ và Nam Bộ đều có hướng Tây, Tây Nam và ngược lại, trong mùa thu từ Bắc chí Nam đều có hướng Đông, Đông Bắc. Tính chung cả năm, vận tải ẩm có hướng Tây, Tây Nam ở Bắc Bộ và Đông, Đông Bắc ở Trung Bộ và Nam Bộ.

Ở cả 3 khu vực, vận tải ẩm mạnh nhất vào mùa hè và yếu nhất vào mùa đông hay mùa xuân.

Trên toàn cột khí quyển, tính chung cho cả năm, vận tải ẩm ở Bắc Bộ lớn hơn Trung Bộ và Nam Bộ. Trong các lớp khí quyển, vận tải ẩm lớn nhất ở lớp 1 và yếu nhất ở lớp 3.

Bảng 3.3 Vận tải ẩm tổng hợp trên toàn cột khí quyển, các lớp trong các mùa ở các khu vực của Việt Nam ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$)

Khu vực	Cột hay lớp	Đông	Xuân	Hè	Thu	Trung bình cho cả năm
Bắc Bộ	1	Tây, Tây Nam 30-40	Tây, Tây Nam 70-80	Tây, Tây Nam 100-110	Đông, Đông Bắc 70 - 80	Tây, Tây Nam 33-38
	2	Tây, Tây Nam 30 - 40	Tây, Tây Nam 30 - 40	Tây, Tây Nam 60 - 70	Đông, Đông Bắc 10 - 20	Tây, Tây Nam 28 - 33
	3	Tây, Tây Nam 30 - 40	Tây, Tây Nam 20 - 30	Tây, Tây Nam 20 - 30	Đông, Đông Bắc 10 - 20	Tây, Tây Nam 15 - 20
	Cột	Tây, Tây Nam 90-120	Tây, Tây Nam 120-150	Tây, Tây Nam 180-210	Đông, Đông Bắc 90 - 120	Tây, Tây Nam 75-90

Khu vực	Cột hay lớp	Đông	Xuân	Hè	Thu	Trung bình cho cả năm
Trung Bộ	1	Đông, Đông Bắc 40 - 50	Đông, Đông Bắc 50 - 60	Tây, Tây Nam 70 - 80	Đông, Đông Bắc 80 - 90	Đông, Đông Bắc 25 - 30
	2	Đông, Đông Bắc 30 - 40	Đông, Đông Bắc 20 - 30	Tây, Tây Nam 40 - 50	Đông, Đông Bắc 30 - 40	Đông, Đông Bắc 10 - 15
	3	Đông, Đông Bắc 20 - 30	Đông, Đông Bắc 20 - 30	Tây, Tây Nam 10 - 20	Đông, Đông Bắc 10 - 20	Đông, Đông Bắc 10 - 15
	Cột	Đông, Đông Bắc 90 - 120	Đông, Đông Bắc 90 - 120	Tây, Tây Nam 120 - 150	Đông, Đông Bắc 120 - 150	Đông, Đông Bắc 45 - 60
Nam Bộ	1	Đông, Đông Bắc 60 - 70	Đông, Đông Bắc 80 - 90	Tây, Tây Nam 180 - 190	Đông, Đông Bắc 120 - 130	Đông, Đông Bắc 20 - 25
	2	Đông, Đông Bắc 50 - 60	Đông, Đông Bắc 20 - 30	Tây, Tây Nam 50 - 60	Đông, Đông Bắc 40 - 50	Đông, Đông Bắc 15 - 20
	3	Đông, Đông Bắc 10 - 20	Đông, Đông Bắc 20 - 30	Tây, Tây Nam 10 - 20	Đông, Đông Bắc 20 - 30	Đông, Đông Bắc 10 - 15
	Cột	Đông, Đông Bắc 120 - 150	Đông, Đông Bắc 120 - 150	Tây, Tây Nam 240 - 270	Đông, Đông Bắc 180 - 210	Đông, Đông Bắc 45 - 60

3.3.2.2 Vận tải ẩm trên các khu vực Việt Nam trong điều kiện ENSO

Vận tải ẩm tổng hợp trung bình trong 13 đợt El Niño và 11 đợt La Niña trên các khu vực Việt Nam (Bảng 3.4) cho thấy, trong cả điều kiện El Niño và La Niña vận tải ẩm tổng hợp đều có hướng Tây, Tây Nam ở Bắc Bộ và có hướng Đông, Đông Bắc ở Trung Bộ và Nam Bộ nhưng khác nhau về cường độ vận tải ẩm. Trong

điều kiện El Niño, vận tải ẩm hướng Tây, Tây Nam ở Bắc Bộ có cường độ vận tải ẩm lớn hơn trong điều kiện La Niña trong khi vận tải ẩm hướng Đông, Đông Bắc ở Trung Bộ và Nam Bộ trong có cường độ lớn hơn nhỏ.

3.3.2.3 So sánh vận tải ẩm trên các khu vực Việt Nam trong điều kiện ENSO với điều kiện chung

a. Điều kiện El Niño

Trong điều kiện El Niño, vận tải ẩm có hướng Tây, Tây Nam ở Bắc Bộ tăng lên trên toàn cột khí quyển, chủ yếu là lớp 1 và lớp 3. Trong khi đó, vận tải ẩm có hướng Đông, Đông Bắc ở Trung Bộ và Nam Bộ đều giảm đi, chủ yếu trong lớp 1 và lớp 2.

b. Điều kiện La Niña

Trong điều kiện La Niña, vận tải ẩm có hướng Tây, Tây Nam ở Bắc Bộ giảm đi trên toàn cột khí quyển cũng như trong mỗi một lớp. Trong khi đó, vận tải ẩm có hướng Đông, Đông Bắc ở Trung Bộ, Nam Bộ tăng lên trên toàn cột khí quyển cũng như trong mỗi một lớp.

Như vậy, trong điều kiện El Niño vận tải ẩm hướng Tây, Tây Nam tăng lên ở Bắc Bộ và vận tải ẩm hướng Đông, Đông Bắc ở Trung Bộ và Nam Bộ giảm đi ngược lại trong điều kiện La Niña.

Bảng 3.4: So sánh vận tải ẩm tổng hợp trên các khu vực của Việt Nam trong các điều kiện khác nhau ($kgm^{-1}s^{-1}$)

Khu vực	Cột hay lớp	Vận tải ẩm tổng hợp trong điều kiện chung	Điều kiện El Niño		Điều kiện La Niña	
			Vận tải ẩm tổng hợp trung bình	So với điều kiện chung	Vận tải ẩm tổng hợp trung bình	So với điều kiện chung
Bắc Bộ	1	Tây, Tây Nam 33-38	Tây, Tây Nam 50-60	+	Tây, Tây Nam 20- 30	-
	2	Tây, Tây Nam 28 - 33	Tây, Tây Nam 20 - 30	-	Tây, Tây Nam 20 - 30	-
	3	Tây,	Tây,	+	Tây,	-

		Tây Nam 15 - 20	Tây Nam 20 - 30		Tây Nam 10 - 20	
	Cột	Tây, Tây Nam 75-90	Tây, Tây Nam 90-120	+	Tây, Tây Nam 50- 80	-
Trung Bộ	1	Đông, Đông Bắc 25 - 30	Đông, Đông Bắc 10 - 20	-	Đông, Đông Bắc 30 - 40	+
	2	Đông, Đông Bắc 10 -15	Đông, Đông Bắc 10 - 20	-	Đông, Đông Bắc 10 - 20	+
	3	Đông, Đông Bắc 10 – 15	Đông, Đông Bắc 0 – 10	-	Đông, Đông Bắc 10 – 20	+
	Cột	Đông, Đông Bắc 45 -60	Đông, Đông Bắc 20 -50	-	Đông, Đông Bắc 50 -80	+
Nam Bộ	1	Đông, Đông Bắc 20 - 25	Đông, Đông Bắc 10 - 20	-	Đông, Đông Bắc 30 - 40	+
	2	Đông, Đông Bắc 15 -20	Đông, Đông Bắc 10 - 20	-	Đông, Đông Bắc 20 - 30	+
	3	Đông, Đông Bắc 10 – 15	Đông, Đông Bắc 10 – 20	+	Đông, Đông Bắc 20 – 30	+
	Cột	Đông, Đông Bắc 45 -60	Đông, Đông Bắc 30 -60	-	Đông, Đông Bắc 70 - 100	+

3.3.3 Đặc điểm vận tải ẩm trong từng đợt ENSO

Trong mỗi một đợt El Niño hay La Niña, vận tải ẩm có các đặc điểm chủ yếu sau đây (Bảng 3.5; 3.6):

1) Trị số của mỗi một dải vận tải ẩm (Tây Nam, Đông Bắc, Đông Nam) rất khác nhau giữa các đợt El Niño (La Niña) nhưng nói chung đều tập chung xung quanh trị số trung bình của 13 đợt El Niño (11 đợt La Niña).

2) Trị số của vận tải ẩm trên từng khu vực (Bắc Bộ, Trung Bộ, Nam Bộ) trong mỗi một đợt El Niño (La Niña) đều dao động xung quanh trị số trung bình của vận tải ẩm trong 13 đợt El Niño (11 đợt La Niña).

3) Hướng phổ biến của vận tải ẩm trên từng khu vực (Bắc Bộ, Trung Bộ, Nam Bộ) trong các đợt El Niño (La Niña) là hướng của vận tải ẩm trung bình trong 13 đợt El Niño (11 đợt La Niña).

Căn cứ vào hướng vận tải ẩm trên các khu vực (Bảng 3.5; 3.6) có thể phân chia các đợt El Niño và các đợt La Niña vào 3 loại:

Loại 1: Vận tải ẩm có hướng Đông Bắc ở Bắc Bộ và hướng Tây Nam ở Trung Bộ và Nam Bộ

Loại 2: Vận tải ẩm có hướng Tây Nam trên cả 3 khu vực: Bắc Bộ, Trung Bộ và Nam Bộ

Loại 3: Vận tải ẩm có hướng Đông Bắc trên cả 3 khu vực: Bắc Bộ, Trung Bộ và Nam Bộ.

Theo Bảng 3.5, 13 đợt El Niño được xếp trong 2 loại

Loại 1: E₆₅₋₆₆, E₆₈₋₆₉, E₆₉₋₇₀, E₇₆₋₇₇, E₈₆₋₈₈, E₉₄₋₉₅, E₀₄₋₀₅

Loại 2: E₆₃₋₆₄, E₇₂₋₇₃, E₈₂₋₈₃, E₉₁₋₉₂, E₀₂₋₀₃

Theo Bảng 3.6, 11 đợt La Niña được xếp trong 2 loại:

Loại 1: La₆₄₋₆₅, La₆₇₋₆₈, La₇₀₋₇₂, La₇₃₋₇₆, La₈₄₋₈₅, La₈₅₋₈₆, La₉₈₋₀₁, La₀₇₋₀₈

Loại 2: La₈₃₋₈₄, La₉₅₋₉₆

Như vậy, trong điều kiện El Niño, với sự tăng cường của vận tải ẩm Tây Nam, xuất hiện 5 đợt El Niño loại 2 với vận tải ẩm có hướng Tây Nam trên cả nước. Ngược lại, trong điều kiện La Niña, với sự tăng cường của vận tải ẩm Đông Bắc, xuất hiện 2 đợt La Niña loại 3 với vận tải ẩm hướng Đông Bắc trên cả 3 khu vực.

Bảng 3.5: Một số đặc trưng vận tải ẩm trong các đợt El Niño ($kgm^{-1}s^{-1}$)

TT	Đợt	Dải vận tải ẩm			Khu vực vận tải ẩm			Phân loại vận tải ẩm
		Tây Nam	Đông Bắc	Đông Nam	Bắc Bộ	Trung Bộ	Nam Bộ	
1	7/63-1/64	180-210	210-240	160-190	Tây Nam: 90	Tây Nam: 70	Tây Nam: 60	2
2	6/65-3/66	210-240	200-230	140-170	Tây Nam: 90	Đông: 60	Đông: 60	1
3	11/68-5/69	180-210	240-270	140-170	Tây Nam: 150	Đông Bắc: 120	Đông Bắc: 120	1
4	9/69-2/70	180-210	210-240	130-160	Tây Nam: 60	Đông Bắc: 150	Đông Bắc: 150	1
5	5/72-3/73	150-280	180-210	140-170	Tây Nam: 120	Tây Nam: 90	Tây Nam: 90	2
6	9/76-2/77	180-210	180-210	140-170	Tây Nam: 60	Đông Nam: 90	Đông Nam: 150	1
7	5/82-6/83	210-240	150-180	130-160	Tây Nam: 150	Tây Nam: 90	Tây Nam: 60	2
8	9/86-1/88	180-210	150-180	140-170	Tây Nam: 90	Đông Bắc: 90	Đông Bắc: 120	1
9	5/95-6/92	210-240	150-180	130-160	Tây Nam: 150	Tây Nam: 90	Tây Nam: 60	2
10	9/94-2/95	150-180	150-180	130-160	Tây Nam: 60	Đông Bắc: 90	Đông Bắc: 150	1
11	5/97-4/98	150-180	180-210	130-160	Tây Nam: 120	Đông Bắc: 90	Đông Bắc: 60	1
12	6/02-3/03	210-240	180-210	140-170	Tây Nam: 90	Tây Nam: 60	Tây Nam: 60	2
13	8/04-1/05	180-210	180-210	150-180	Tây Nam: 70	Đông Bắc: 60	Đông Bắc: 120	1

Bảng 3.6: Một số đặc trưng vận tải ẩm trong các đợt La Niña ($kgm^{-1}s^{-1}$)

TT	Đợt	Dải vận tải ẩm			Khu vực vận tải ẩm			Phân loại vận tải ẩm
		Tây Nam	Đông Bắc	Đông Nam	Bắc Bộ	Trung Bộ	Nam Bộ	
1	4/64-1/65	150-180	240-270	150-180	Tây Nam: 90	Đông Bắc: 60	Đông Bắc: 30	1
2	9/67-4/68	140-170	250-280	160-170	Tây Nam: 90	Đông Bắc: 90	Đông Bắc: 120	1
3	6/70-1/72	150-180	240-270	140-170	Tây Nam: 90	Đông Bắc: 60	Đông Bắc: 30	1
4	5/73-5/76	150-180	240-270	130-160	Tây Nam: 90	Đông Bắc: 60	Đông Bắc: 30	1
5	9/83-2/84	150-180	250-280	140-170	Đông Bắc: 60	Đông Bắc: 90	Đông Bắc: 150	3
6	9/84-7/85	120-150	250-280	140-170	Tây Nam: 90	Đông Bắc: 60	Đông Bắc: 60	1
7	10/85-3/86	120-150	210-240	130-160	Tây Nam: 90	Đông Bắc: 90	Đông Bắc: 150	1
8	4/88-9/89	150-180	240-270	140-170	Tây Nam: 90	Đông Bắc: 60	Đông Bắc: 30	1
9	8/96-4/96	120-150	250-280	130-160	Đông Bắc: 60	Đông Bắc: 90	Đông Bắc: 150	3
10	6/98-2/01	120-150	250-280	150-180	Tây Nam: 90	Đông Bắc: 60	Đông Bắc: 90	1
11	8/07-5/08	120-150	250-280	150-180	Tây Nam: 60	Đông Bắc: 30	Đông Bắc: 60	1

CHƯƠNG 4

QUAN HỆ GIỮA VẬN TẢI ẨM VỚI HẠN HÁN, MƯA LỚN VÀ MƯA Ở MỘT SỐ KHU VỰC VIỆT NAM TRONG ĐIỀU KIỆN ENSO

4.1 Vận tải ẩm qua các đường biên trên các khu vực Việt Nam

Trong mục này, trình bày thông tin vận tải ẩm trên toàn cột khí quyển đi vào, đi ra qua các đường biên của 3 khu vực bao gồm: (1) Bắc Bộ Việt Nam; (2) Trung Bộ Việt Nam và (3) Nam Bộ Việt Nam

Vận tải ẩm qua 4 đường biên trên các khu vực Việt Nam được trình bày trong Bảng 4.1. Có thể rút ra một số nhận xét sau cho từng khu vực:

Bảng 4.1. Vận tải ẩm trung bình ($kg\ m^{-1}\ s^{-1}$) qua 4 đường biên của các khu vực Việt Nam thời kỳ 1960-2009.

Khu vực	Biên	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
BBVN	102°E	-9,4	22,5	41,9	67,4	136,4	227,8	236,1	201,6	39,9	-85,5	-98,4	-60,3
	110°E	76,3	107,9	141,1	173,2	156,6	139,4	95,8	11,2	-106	-94,6	-0,8	42,8
	24°N	51	70,8	86	98,9	125,3	141,5	173,8	81,8	76,1	82,8	61,2	44,4
	20°N	42,5	74	100,6	116,8	141	140,4	137,9	77,7	17,7	6,8	9,5	18,5
TBVN	102°E	-25,6	11,9	31,3	44,7	91,6	198,3	219,3	201	-25,5	-182,9	-155,8	-82,3
	110°E	-75,6	-43,8	-32,4	-20,6	43	129,7	136,8	151,4	-36,7	-219,6	-224,7	-150
	20°N	42,5	74	100,6	116,8	141	140,4	137,9	77,7	17,7	6,8	9,5	18,5
	14°N	-64,2	-22,4	14,5	45,2	89,9	62,4	58,4	45,9	14	-58,7	-112,2	-106,2
NBVN	102°E	-155,3	-142,7	-142,2	-107,4	76,1	261,5	288,5	326,4	185,4	-76	-229,6	-212,6
	110°E	-246,2	-230,2	-214,4	-172,3	5,7	206,1	256,9	307,5	176,7	-81,4	-262,3	-307,3
	14°N	-64,6	-23	14	45	89,2	62,3	58,7	45,9	14,3	-59,1	-112,7	-106,6
	8°N	-137,9	-97	-46	-5,4	37,7	39,7	59,6	58,4	45	-19,6	-101,1	-170,5

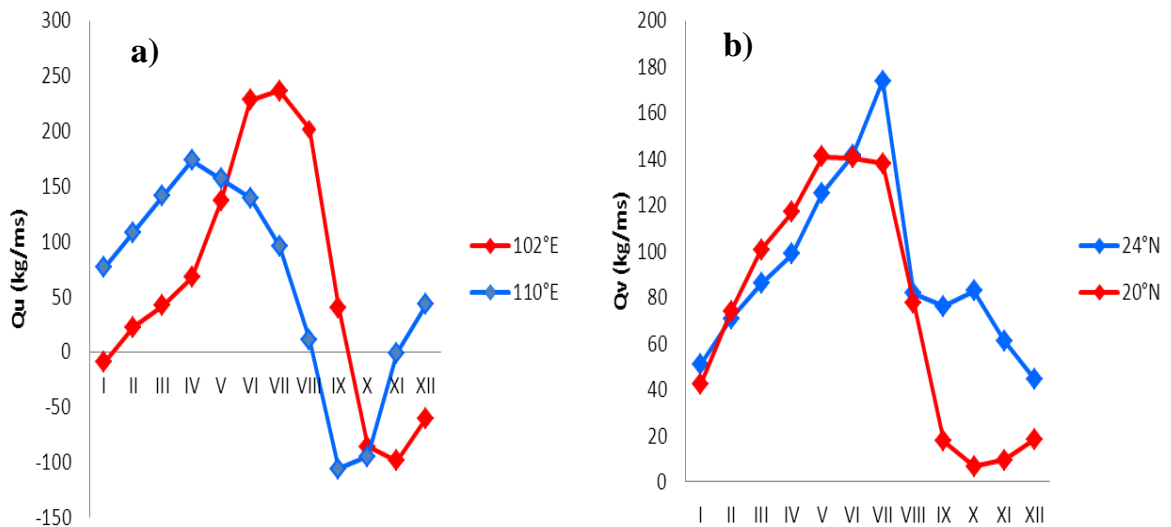
4.1.1 Vận tải ẩm qua các đường biên khu vực Bắc Bộ Việt Nam

Qua kinh tuyến 102°E (đường biên phía Tây) vận tải ẩm đi vào BBVN trong các tháng II, III, ..., IX và đi ra ngoài khu vực BBVN trong các tháng X, XI, XII, I.

Qua kinh tuyến 110°E (đường biên phía Đông) vận tải ẩm đi vào khu vực BBVN trong các tháng IX, X, XI và đi ra ngoài khu vực BBVN trong các tháng còn lại (Bảng 4.1, Hình 4.1a).

Qua vĩ tuyến 20°N (đường biên phía Nam) vận tải ẩm đi vào khu vực BBVN trong tất cả các tháng trong năm. Qua vĩ tuyến 24°N (đường biên phía Bắc) vận tải ẩm đi ra khỏi khu vực BBVN trong tất cả các tháng trong năm (Bảng 4.1, Hình 4.1b).

Như vậy, nguồn ẩm cung cấp cho mùa mưa ở BBVN trong các tháng đầu và giữa mùa hè (V-VIII) chủ yếu từ phía Tây và phía Nam, trong các tháng cuối mùa hè (IX, X) chủ yếu từ phía Đông.



Hình 4.1. Vận tải ẩm ($\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$) trung bình nhiều năm qua 4 đường biên khu vực BBVN: a) Vĩ hướng; b) Kinh hướng.

4.1.2 Vận tải ẩm qua các đường biên khu vực Trung Bộ Việt Nam

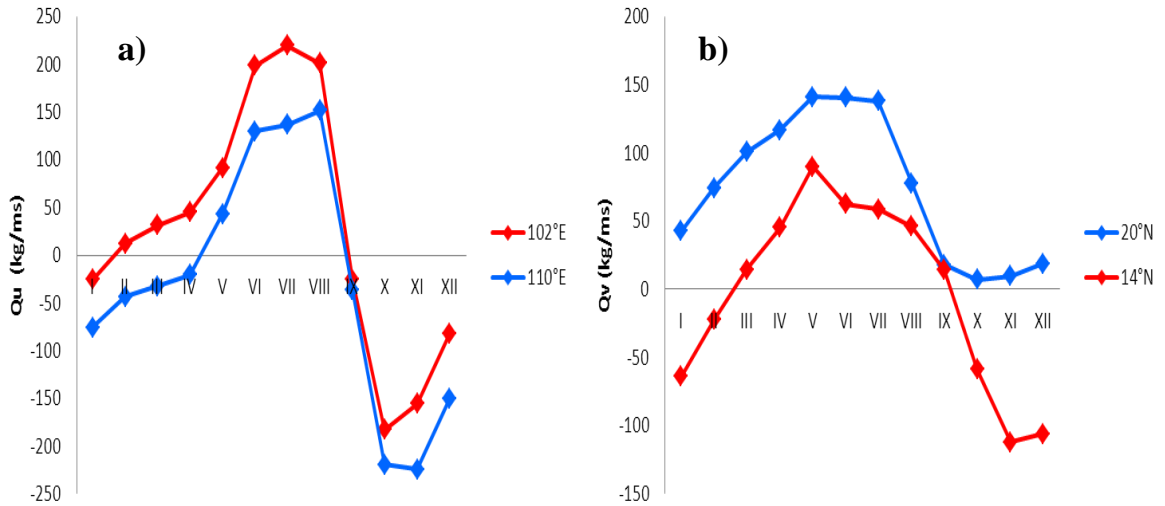
Vận tải ẩm qua các đường biên khu vực TBVN cho trên Bảng 4.1 và Hình 4.2.

Qua kinh tuyến 102°E (đường biên phía Tây) vận tải ẩm đi vào khu vực TBVN trong các tháng II, III, ..., VIII và đi ra ngoài khu vực này trong các tháng IX, X, XI, XII, I. Qua kinh tuyến 110°E (đường biên phía Đông) vận tải ẩm đi ra khỏi khu vực TBVN trong các tháng V, VI, VII, VIII và đi vào khu vực này trong các tháng IX, X, XI, XII; I, II, ..., IV (Hình 4.2a).

Qua vĩ tuyến 14°N (đường biên phía Nam) vận tải ẩm đi vào khu vực TBVN

trong các tháng III, IV, ..., IX và đi ra ngoài khu vực TBVN trong các tháng X, XI, XII, I và tháng II. Qua vĩ tuyến 20°N (đường biên phía Bắc) vận tải ẩm đi ra ngoài khu vực TBVN trong tất cả các tháng trong năm (Hình 4.2b).

Như vậy, nguồn ẩm cung cấp cho các tháng mùa mưa ở TBVN trong các tháng IX, X, XI chủ yếu từ Biển Đông qua đường biên phía Đông.



Hình 4.2. Vận tải ẩm ($\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$) trung bình nhiều năm qua 4 đường biên khu vực TBVN: a) Vĩ hướng; b) Kinh hướng.

4.1.3 Vận tải ẩm qua các đường biên khu vực Nam Bộ Việt Nam

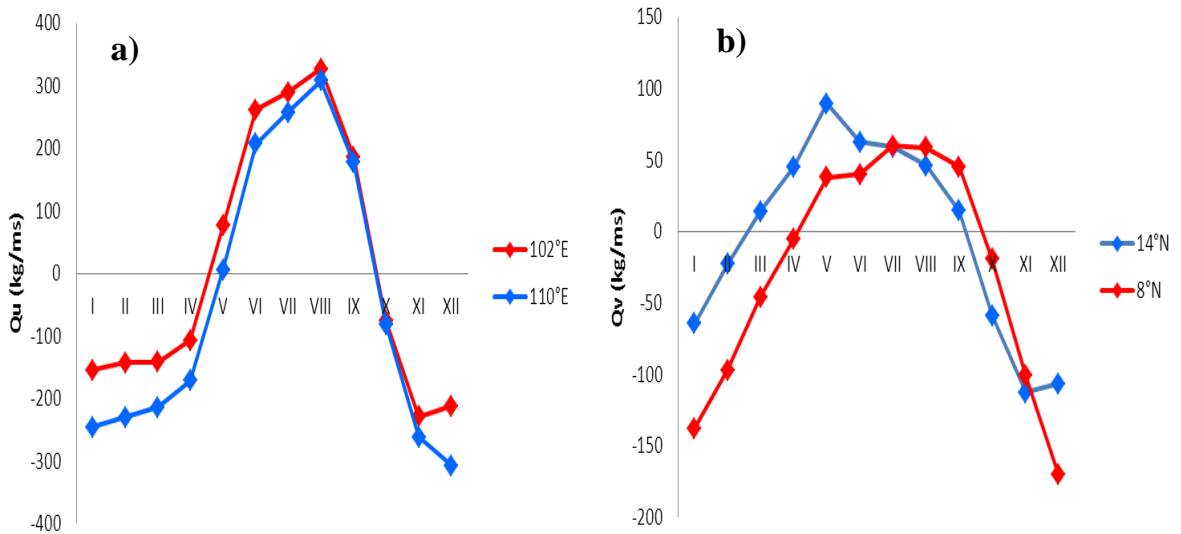
Vận tải ẩm trên khu vực NBVN cho trên Bảng 4.1 và Hình 4.3. Có thể rút ra một số nhận xét sau:

Qua kinh tuyến 102°E (đường biên phía Tây) vận tải ẩm đi vào khu vực NBVN trong các tháng V, VI, ..., IX và đi ra ngoài khu vực NBVN trong các tháng I, II, III, IV; X, XI, XII. Qua kinh tuyến 110°E (đường biên phía Đông) vận tải ẩm đi vào khu vực NBVN trong các tháng I, II, III, IV; X, XI, XII và đi ra ngoài khu vực NBVN trong các tháng V, VI, ..., IX (Hình 4.3a).

Qua vĩ tuyến 8°N (đường biên phía Nam) vận tải ẩm đi vào khu vực NBVN trong các tháng V, VI, ... IX và đi ra ngoài khu vực NBVN trong các tháng I, II, III, IV; X, XI, XII. Qua vĩ tuyến 14°N (đường biên phía Bắc) vận tải ẩm đi vào khu vực NBVN trong các tháng I, II, X, XI, XII và đi ra ngoài khu vực NBVN trong các tháng III, IV, V, ... IX (Hình 4.3b).

Nguồn ẩm cung cấp cho mùa mưa khu vực NBVN trong các tháng đầu và

giữa mùa hè chủ yếu qua đường biên phía Tây và phía Nam, trong tháng cuối mùa hè tháng X và tháng XI, XII chủ yếu qua đường biên phía Đông.



Hình 4.3 Vận tải ẩm ($kg\ m^{-1}\ s^{-1}$) trung bình nhiều năm qua 4 đường biên khu vực NBVN: a) Vĩ hướng; b) Kinh hướng.

4.2 Quan hệ giữa vận tải ẩm với hạn hán ở Việt Nam trong các đợt El Niño

4.2.1 Ảnh hưởng của El Niño đến hạn hán ở Việt Nam

Ảnh hưởng của El Niño đến hạn hán ở Việt Nam, được xem xét thông qua phân tích dấu chuẩn sai các vụ hạn trên 7 vùng khí hậu trong 13 đợt El Niño thời kỳ 1960 – 2009.

Thời kỳ 1960-2009 có 13 đợt El Niño và có 13 vụ hạn tương ứng. Trong 91 lượt trắc nghiệm chung cho 7 vùng khí hậu ($91=7$ vùng khí hậu \times 13 vụ hạn) có 56 lượt chuẩn sai dương và 35 lượt chuẩn sai âm. Điều đó có nghĩa là, trên phạm vi cả nước, hạn tăng lên khi El Niño hoạt động (Bảng 4.2).

Theo Bảng 4.2, trong 13 đợt El Niño có 9 đợt có chuẩn sai hạn phổ biến dương trên các vùng khí hậu của Việt Nam, bao gồm các đợt: 68 – 69; 72 – 73; 76 – 77; 82 – 83; 86 – 87; 91 – 92; 94 – 95; 97 – 98; 02 – 03; và 4 đợt có chuẩn sai hạn âm là: 63 – 64; 65 – 66; 69 – 70; 04 – 05.

Trên miền Bắc Việt Nam, số dấu chuẩn sai dương ít hơn số dấu chuẩn sai âm trong 13 lượt trắc nghiệm ở TB, ĐB, ĐBBB, riêng ở BTB số dấu chuẩn sai dương nhiều hơn số dấu chuẩn sai âm. Có thể cho rằng ở miền này, trên 3 vùng khí hậu

TB, ĐB, ĐBBB hạn hán không tăng lên, thậm chí giảm đi trong khi ở BTB hạn hán tăng lên khi có hoạt động của El Niño. Như vậy, trên phạm vi miền Bắc, El Niño không góp phần gia tăng mà ngược lại giảm bớt số tháng hạn hán, ngoại trừ vùng BTB.

Ở các vùng khí hậu phía Nam, NTB, TN, NB, số dấu chuẩn sai dương vượt xa số dấu chuẩn sai âm trong 13 lượt trắc nghiệm. Trong số 13 vụ hạn có hoạt động El Niño chỉ có 2 vụ hạn (65-66, 86-87) có số chuẩn sai dương ít hơn số chuẩn sai âm.

Nói chung, trong thời kỳ 1960 – 2009, El Niño góp phần gia tăng hạn hán trên phạm vi cả nước. Tác động của El Niño đối với hạn hán rất khác nhau giữa hai miền, rất rõ rệt ở các vùng khí hậu phía Nam và khá mờ nhạt ở phía Bắc, ngoại trừ BTB.

Bảng 4.2. Dấu chuẩn sai hạn trong các vụ hạn có hoạt động El Niño

Vụ hạn trong các đợt El Niño	Các vùng phía Bắc						Các vùng phía Nam					Cả nước	
	TB	ĐB	ĐBBB	BTB	Số dấu		NTB	TN	NB	Số dấu		Số dấu	
					+	-				+	-	+	-
63 – 64	-	-	-	+	1	3	-	+	+	2	1	3	4
65 - 66	+	-	+	-	2	2	+	-	-	1	2	3	4
68 - 69	+	+	+	+	4	0	+	+	+	3	0	7	0
69 – 70	-	-	-	-	0	4	+	+	-	2	1	2	5
72 – 73	+	-	+	+	3	1	+	+	+	3	0	6	1
76 – 77	-	+	+	+	3	1	+	+	+	3	0	6	1
82 – 83	-	-	-	+	1	3	+	+	+	3	0	4	3
86 – 87	+	+	+	+	4	0	-	-	+	1	2	5	2
91 – 92	-	+	-	-	1	3	+	+	+	3	0	4	3
94 -95	-	-	-	+	1	3	+	+	+	3	0	4	3

Vụ hạn trong các đợt El Niño	Các vùng phía Bắc						Các vùng phía Nam					Cả nước	
	TB	ĐB	ĐBBB	BTB	Số dấu		NTB	TN	NB	Số dấu		Số dấu	
					+	-				+	-	+	-
97 – 98	+	-	-	+	2	2	+	+	+	3	0	5	2
02 – 03	-	-	-	+	1	3	+	+	+	3	0	4	3
04-05	-	-	-	-	0	4	+	+	+	3	0	3	4
Số dấu +	5	4	5	9	23		11	11	11	33		56	
Số dấu -	8	9	8	4		29	2	2	2		6		35

4.2.2 Quan hệ giữa vận tải ẩm với hạn hán ở Việt Nam

Mối quan hệ giữa vận tải ẩm và số tháng hạn trên các vùng khí hậu của Việt Nam trong các đợt El Niño, được xem xét thông qua hệ số tương quan giữa vận tải ẩm vĩ hướng và kinh hướng trung bình của 7 khu vực bao gồm 3 khu vực bao trùm Việt Nam là BBVN, TBVN, NBVN và 4 khu vực lân cận của Việt Nam bao gồm khu vực TGTQ, XD-ĐNA, BĐ và BG với số tháng hạn trung bình (STH) trên 7 vùng khí hậu của Việt Nam trong 13 đợt El Niño.

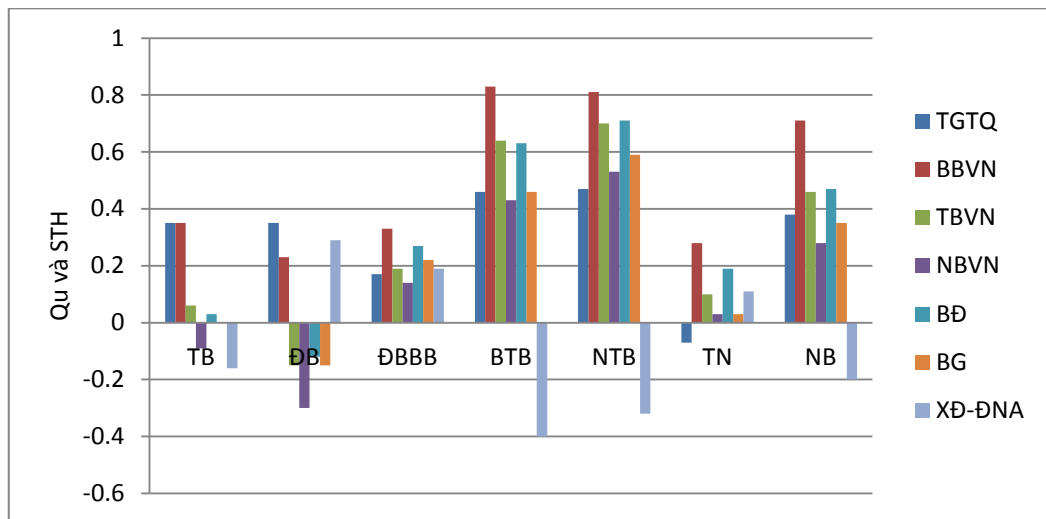
4.2.2.1 Quan hệ giữa vận tải ẩm vĩ hướng với số tháng hạn trên các vùng khí hậu của Việt Nam

Kết quả tính hệ số tương quan giữa vận tải ẩm vĩ hướng với số tháng hạn trong 13 đợt El Niño được thể hiện trên Bảng 4.3 và Hình 4.4: STH của các vùng khí hậu ở Việt Nam phổ biến có hệ số tương quan dương với Qu các khu vực, trừ khu vực XD-ĐNA.

Nói chung hệ số tương quan giữa STH các vùng khí hậu TB, ĐB, ĐBBB, TN và NB với Qu của các khu vực Việt Nam và phụ cận đều tương đối bé. Tuy nhiên cũng có một số hệ số tương quan giữa STH các vùng khí hậu BTB và NTB với Qu của một số khu vực BBVN, TBVN, BĐ và BG tương đối lớn.

Bảng 4.3. Hệ số tương quan giữa Qu với STH trên 7 vùng khí hậu của Việt Nam trong 13 đợt El Niño

Qu các KV	STH các vùng						
	TB	ĐB	ĐBBB	BTB	NTB	TN	NB
TGTQ	0,35	0,35	0,17	0,46	0,47	-0,07	0,38
BBVN	0,35	0,23	0,33	0,83	0,81	0,28	0,71
TBVN	0,06	-0,15	0,19	0,64	0,7	0,1	0,46
NBVN	-0,09	-0,3	0,14	0,43	0,53	0,03	0,28
BĐ	0,03	-0,12	0,27	0,63	0,71	0,19	0,47
BG	0	-0,15	0,22	0,46	0,59	0,03	0,35
XĐ-ĐNA	-0,16	0,29	0,19	-0,4	-0,32	0,11	-0,2



Hình 4.4. Hệ số tương quan giữa Qu và STH trong các đợt El Niño

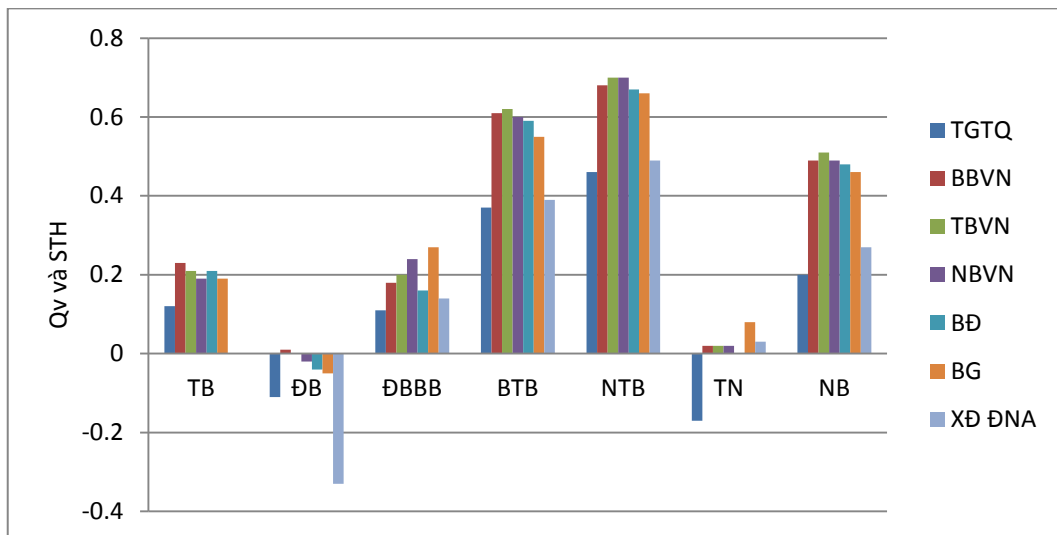
4.2.2.2 Quan hệ giữa vận tải ẩm kinh hướng với số tháng hạn trên các vùng khí hậu của Việt Nam

Kết quả tính hệ số tương quan giữa vận tải ẩm kinh hướng với số tháng hạn trong 13 đợt El Niño trên Bảng 4.4 và Hình 4.5 cho thấy, Qv các khu vực có tương quan phổ biến là dương với STH các vùng khí hậu, ngoại trừ vùng ĐB.

Nói chung tương quan giữa STH các vùng khí hậu TB, ĐB, ĐBBB, TN và NB với Qv của các khu vực Việt Nam và phụ cận là khá mờ nhạt. Chỉ có STH các vùng khí hậu BTB và NTB là có quan hệ chặt chẽ với Qv các khu vực: BBVN, TBVN, NBVN, BĐ và BG.

Bảng 4.4. Hệ số tương quan giữa Q_v với STH trên 7 vùng khí hậu của Việt Nam trong 13 đợt El Niño.

Qv các KV	STH các vùng						
	TB	ĐB	ĐBBB	BTB	NTB	TN	NB
TGTQ	0,12	-0,11	0,11	0,37	0,46	-0,17	0,2
BBVN	0,23	0,01	0,18	0,61	0,68	0,02	0,49
TBVN	0,21	0	0,2	0,62	0,7	0,02	0,51
NBVN	0,19	-0,02	0,24	0,6	0,7	0,02	0,49
BD	0,21	-0,04	0,16	0,59	0,67	0	0,48
BG	0,19	-0,05	0,27	0,55	0,66	0,08	0,46
XĐ ĐNA	0,00	-0,33	0,14	0,39	0,49	0,03	0,27



Hình 4.5. Hệ số tương quan giữa Q_v và STH trong các đợt El Niño

Từ Hình 4.4, 4.5 mô tả mối quan hệ giữa vận tải ẩm vĩ hướng, vận tải ẩm kinh hướng các khu vực lân cận với STH các vùng khí hậu của Việt Nam trong điều kiện El Niño, có thể thấy rằng vận tải ẩm các khu vực lân cận của Việt Nam đều có ảnh hưởng đến hạn hán ở Việt Nam. Tuy nhiên chỉ có các khu vực BBVN, TBVN, BG, BD mới ảnh hưởng nhiều đến hạn hán ở Việt Nam, mức độ ảnh hưởng của vận tải ẩm trên các khu vực đó đối với hạn hán rất khác nhau giữa các vùng khí hậu của Việt Nam: rất bé ở các vùng TB, ĐB, ĐBBB, TN, NB và rất lớn ở BTB, NTB. Như vậy, trong điều kiện El Niño, đáng chú ý nhất là STH ở BTB, NTB tăng lên khi Q_v ,

Qv các khu vực gần nhất là BBVN, TBVN, BG và BĐ tăng lên. Điều này có thể lý giải là do hạn ở các vùng khí hậu BTB, NTB chủ yếu xảy ra vào thời kỳ xuân-hè, vận tải ẩm thịnh hành có hướng Nam, Tây Nam và trong điều kiện El Niño khi Qu (Tây), Qv (Nam) tăng lên, dòng vận tải ẩm Tây Nam tăng lên dẫn đến mưa nhiều ở phía Tây Trường Sơn (Lào) và hiệu ứng phơn tăng lên ở phía Đông Trường Sơn (BTB, NTB) làm cho hạn hán ở các vùng này tăng lên khá rõ rệt. Có thể khẳng định là, Qu (Tây) và Qv (Nam) tăng lên nghĩa là hiệu ứng El Niño tăng lên dẫn đến hạn hán ở BTB, NTB tăng lên đáng kể.

4.3 Quan hệ giữa vận tải ẩm với mưa lớn ở Việt Nam trong các đợt La Niña

4.3.1 Ảnh hưởng của La Niña đến mưa lớn ở Việt Nam

Ảnh hưởng của La Niña đến mưa lớn ở Việt Nam, được xem xét bằng hiệu ứng mưa lớn trong La Niña (LHE) thông qua hiệu số giữa tiềm năng mưa lớn trong điều kiện La Niña (LHP) với tiềm năng mưa lớn trong điều kiện chung (GHP):

Từ kết quả tính toán tiềm năng mưa lớn trong điều kiện chung và trong điều kiện La Niña trên Bảng 4.5 có thể nhận xét như sau:

Trên toàn bộ lãnh thổ Việt Nam trị số trung bình của tiềm năng mưa lớn trong điều kiện chung là 7,4%, cao nhất đạt 36,5% ở Bắc Quang (ĐB) với lượng mưa trung bình năm xấp xỉ 4800mm và thấp nhất chỉ 0,0%, nghĩa là chưa từng xảy ra mưa lớn, ở Mỹ Tho (NB) với lượng mưa trung bình năm khoảng 1400mm.

Cũng trên toàn lãnh thổ Việt Nam, trị số trung bình của tiềm năng mưa lớn trong La Niña là 7,8%, cao nhất là 32,7% ở Bắc Quang và thấp nhất chỉ 0,0% ở Sông Mã, Mỹ Tho.

Trên 33 trong tổng số 56 trạm nghiên cứu xảy ra hiệu ứng dương về mưa lớn của La Niña. Có thể tin chắc rằng, trên toàn lãnh thổ Việt Nam vào thời kỳ 1960 – 2009 hiệu ứng mưa lớn của La Niña là dương. Tuy nhiên, hiệu ứng đó khác nhau rõ rệt giữa các trạm nghiên cứu cũng như giữa các vùng khí hậu.

Bảng 4.5 Tiềm năng mưa lớn trong điều kiện La Niña và điều kiện trung

Khu vực	GHP (%)			LHP (%)			Số trạm có LHE dương
	Trung Bình	Max	Min	Trung Bình	Max	Min	
TB	8,9	29,0 (Sìn Hồ)	0,2 (Sông Mã)	4,8	14,9 (Sìn Hồ)	0,0 (Sông Mã)	2
ĐB	12,5	36,5 (Bắc Quang)	1,0 (Lạng Sơn)	12,4	32,7 (Bắc Quang)	0,6 (Lạng Sơn)	1
ĐBBB	4,4	5,5 (Nho Quan)	2,7 (Hà Nội)	4,4	6,0(Nho Quan)	2,4 (Hà Nội)	4
BTB	10,8	17,7 (Huế)	1,5 (Tương Dương)	13,1	19,0 (Huế)	2,4 (Tương Dương)	8
NTB	13,1	22,7 (Trà Mi)	4,8 (Nha Trang)	17,8	29,0(Trà Mi)	7,7 (Nha Trang)	8
TN	5,6	12,5 (Đắc Nông)	0,1 (Ayunpa)	4,8	9,7 (Đắc Nông)	1,1 (Buôn Hồ)	3
NB	4,2	14,8 (Phước Long)	0,0 (Mỹ Tho)	4,7	15,1 Phước Long)	0,0 (Mỹ Tho)	7
Cả nước	7,4	36,5 (Bắc Quang)	0,0 (Mỹ Tho)	7,8	32,7 (Bắc Quang)	0,0 (Sông Mã, Mỹ Tho)	33

1) Tây Bắc

Tiềm năng mưa lớn trong điều kiện chung (GHP) trung bình cho cả vùng là 8,9%, lớn hơn trung bình của cả nước, cao nhất là 29,0% ở trạm núi cao Sìn Hồ với lượng mưa trung bình năm 2730 mm và thấp nhất chỉ 0,2% ở Sông Mã, có lượng mưa trung bình năm 1177 mm.

Trị số LHP trung bình của vùng là 4,8% thấp hơn GHP trung bình của vùng. Chỉ 2 trong số 8 trạm nghiên cứu xuất hiện hiệu ứng dương về mưa lớn của La Niña. Có thể tin rằng trên vùng khí hậu TB trong thời kỳ 1960 – 2009, tác động của La Niña là làm giảm tần suất mưa lớn.

2) Đông Bắc

Trên vùng khí hậu này, GHP trung bình là 12,8%, cao thứ hai trên cả nước, cao nhất lên tới 36,5% (cao nhất cả nước) ở Bắc Quang với lượng mưa trung bình năm 4773 mm trong khi đó trị số thấp nhất chỉ 0,0% ở Lạng Sơn có lượng mưa trung bình năm 1296 mm.

Trị số LHP trung bình vùng là 12,4%, xấp xỉ GHP trung bình của vùng. Chỉ 1 trong 8 trạm nghiên cứu xuất hiện hiệu ứng dương của La Niña về mưa lớn. Có thể nhận định rằng, trên vùng khí hậu ĐB vào thời kỳ 1960 – 2009 hiệu ứng dương về mưa lớn trong các đợt La Niña rất mờ nhạt.

3) Đồng bằng Bắc Bộ

Trị số GHP trung bình là 4,4% thấp thứ 2 trong số 7 vùng khí hậu, cao nhất đạt 5,5% cao hơn chút ít so với trung bình ở Nho Quan có lượng mưa trung bình năm 1894 mm và thấp nhất chỉ 2,7% ở Hà Nội có lượng mưa trung bình năm 1664 mm.

Trị số LHP trung bình của vùng là 4,4% đúng bằng trị số GHP của vùng.

Trên 4 trong tổng số 8 trạm nghiên cứu có hiệu ứng dương của La Niña về mưa lớn. Có thể tin chắc rằng trên khu vực ĐBBB vào thời kỳ 1960 – 2009 tác động của La Niña đối với mưa lớn là trung tính.

4) Bắc Trung Bộ

Trị số GHP trung bình của vùng là 10,8% thấp hơn của ĐB, NTB và cao hơn 4 vùng khí hậu khác: TB, ĐBBB, TN, NB. GHP cao nhất đạt 17,7% ở Huế có lượng mưa trung bình năm 2894 mm và thấp nhất chỉ 1,5% ở Tương Dương có lượng mưa trung bình năm 1270 mm.

Trị số LHP trung bình vùng cao hơn GHRP trung bình vùng.

Cả 8 trạm nghiên cứu xuất hiện hiệu ứng dương của La Niña về mưa lớn.

Như vậy, trên vùng khí hậu BTB vào thời kỳ 1960 – 2009, hiệu ứng dương của La Niña về mưa lớn được thể hiện tương đối rõ rệt so với các vùng khí hậu Bắc Bộ.

5) Nam Trung Bộ

Trị số GHP trung bình của vùng là 13,1% cao nhất trong 7 vùng khí hậu, cao

nhất đạt 22,7% ở Trà My có lượng mưa trung bình năm 4096 mm, thấp nhất chỉ 4,8% ở Nha Trang có lượng mưa trung bình năm khoảng 1400 mm.

Trị số trung bình của của LHP là 17,8%, cao hơn GHP trung bình vùng. Trên cả 8 trạm nghiên cứu xuất hiện hiệu ứng dương của La Niña về mưa lớn.

Như vậy, trên vùng khí hậu Nam Trung Bộ trong thời kỳ 1960 – 2009 tác động của La Niña làm tăng tần suất mưa lớn được thể hiện rõ rệt nhất so với các vùng khí hậu khác.

6) Tây Nguyên

Trị số GHP trung bình là 5,6%, thấp thứ ba trong 7 vùng khí hậu, cao nhất đạt 11,2% ở Pleiku có lượng mưa năm trung bình 2185 mm, thấp nhất chỉ 0,1% ở A Yun Pa có lượng mưa trung bình chỉ 1286 mm.

Trị số trung bình của của LHP là 4,8% thấp hơn của GHP. Chỉ có 3 trong 8 trạm nghiên cứu xuất hiện hiệu ứng dương của La Niña về mưa lớn.

Kết quả là trên vùng khí hậu Tây Nguyên trong thời kỳ 1960 – 2009, hiệu ứng dương của La Niña về mưa lớn khá mờ nhạt.

7) Nam Bộ

Trị số GHP trung bình là 4,2%, thấp nhất trong 7 vùng khí hậu, cao nhất đạt 14,8% ở Phước Long có lượng mưa trung bình năm 2706 mm và thấp nhất chỉ 0,0% ở Mỹ Tho có lượng mưa trung bình năm 1400 mm.

Trị số trung bình của LHP là 4,7% cao hơn GHP. Trên 7 trong 8 trạm nghiên cứu xuất hiện hiệu ứng dương về mưa lớn.

Như vậy, trên vùng khí hậu Nam Bộ vào thời kỳ 1960 – 2009, hiệu ứng dương của La Niña về mưa lớn chỉ thua kém vùng Nam Trung Bộ và Bắc Trung Bộ.

4.3.2 Quan hệ giữa vận tải ẩm với mưa lớn ở Việt Nam

Quan hệ giữa vận tải ẩm với mưa lớn được nghiên cứu thông qua hệ số tương quan giữa vận tải ẩm vĩ hướng và kinh hướng trên các khu vực BBVN, TBVN, NBVN và các khu vực lân cận của Việt Nam gồm: TGTQ, BĐ, BG và XD-ĐNA với số tháng mưa lớn (STML) trên 7 vùng khí hậu của Việt Nam trong 11 đợt La Niña.

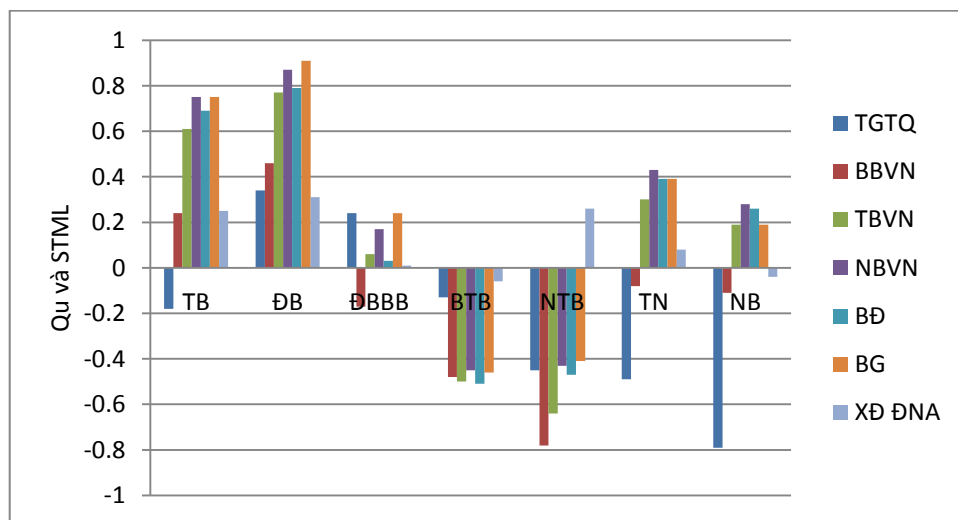
4.3.2.1 Quan hệ giữa vận tải ẩm vĩ hướng với STML trên các vùng khí hậu

Kết quả tính hệ số tương quan giữa Qu với số tháng mưa lớn trong 11 đợt La Niña được trình bày trên Bảng 4.6 và Hình 4.6 cho thấy, hệ số tương quan giữa STML các vùng khí hậu với Qu của các khu vực TBVN, NBVN, BĐ, BG, XD-ĐNA phổ biến dương và với Qu của các khu vực TGTQ và BBVN phổ biến âm.

Nói chung, hệ số tương quan giữa Qu các khu vực với STML các vùng khí hậu ĐBBB, TN, NB tương đối bé, giữa Qu nhiều khu vực với STML ở vùng BTB, NTB khá lớn nhưng là tương quan âm trong khi STML của vùng TB, ĐB lại có tương quan tương đối chặt chẽ với Qu các khu vực TBVN, NBVN, BĐ và BG.

Bảng 4.6. Hệ số tương quan giữa Qu với STML trên 7 vùng khí hậu của Việt Nam trong 11 đợt La Niña

Qu các khu vực	STML các vùng						
	TB	ĐB	ĐBBB	BTB	NTB	TN	NB
TGTQ	-0,18	0,34	0,24	-0,13	-0,45	-0,49	-0,79
BBVN	0,24	0,46	-0,17	-0,48	-0,78	-0,08	-0,11
TBVN	0,61	0,77	0,06	-0,5	-0,64	0,3	0,19
NBVN	0,75	0,87	0,17	-0,45	-0,43	0,43	0,28
BĐ	0,69	0,79	0,03	-0,51	-0,47	0,39	0,26
BG	0,75	0,91	0,24	-0,46	-0,41	0,39	0,19
XĐ ĐNA	0,25	0,31	0,01	-0,06	0,26	0,08	-0,04



Hình 4.6 Hệ số tương quan giữa Qu và STML trong các đợt La Niña

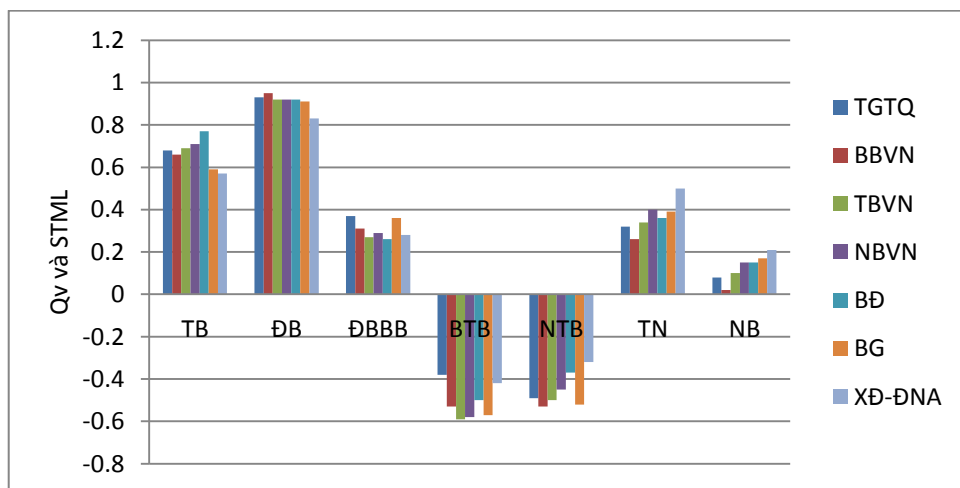
4.3.2.2 Quan hệ giữa vận tải ẩm kinh hướng với số tháng mưa lớn trên 7 vùng khí hậu của Việt Nam

Bảng 4.7 và Hình 4.7 trình bày kết quả tính hệ số tương quan giữa vận tải ẩm kinh hướng với số tháng mưa lớn trong 11 đợt La Niña. Có thể thấy, Qv của đa số khu vực có tương quan dương với STML của các vùng khí hậu, ngoại trừ vùng BTB và NTB là ngược lại.

Nói chung, hệ số tương quan giữa Qv của các khu vực với STML ở các vùng khí hậu ĐBBB, TN và NB là bé, với STML của vùng BTB, NTB khá lớn nhưng là tương quan âm và chỉ STML ở các vùng TB, ĐB là tương đối chặt chẽ.

Bảng 4.7. Hệ số tương quan giữa Qv với STML trên 7 vùng khí hậu của Việt Nam trong 11 đợt La Niña

Qv các KV	STML các vùng						
	TB	ĐB	ĐBBB	BTB	NTB	TN	NB
TGTQ	0,68	0,93	0,37	-0,38	-0,49	0,32	0,08
BBVN	0,66	0,95	0,31	-0,53	-0,53	0,26	0,02
TBVN	0,69	0,92	0,27	-0,59	-0,5	0,34	0,1
NBVN	0,71	0,92	0,29	-0,58	-0,45	0,4	0,15
BĐ	0,77	0,92	0,26	-0,5	-0,37	0,36	0,15
BG	0,59	0,91	0,36	-0,57	-0,52	0,39	0,17
XĐ-ĐNA	0,57	0,83	0,28	-0,42	-0,32	0,5	0,21



Hình 4.7 Hệ số tương quan giữa Qv và STML trong các đợt La Niña

Hình 4.6, 4.7 cho thấy, trong điều kiện La Niña mối quan hệ giữa vận tải ẩm vĩ hướng và kinh hướng với STML các vùng khí hậu của Việt Nam có hai đặc điểm quan trọng: 1) cả Qu, Qv đồng biến khá rõ với STML các vùng TB, ĐB; 2) cả Qu, Qv nghịch biến khá rõ với STML các vùng BTB, NTB.

Về đặc điểm 1, có thể lý giải như sau: theo kết quả nghiên cứu ở mục 4.3.1 (Ảnh hưởng của La Niña đến mưa lớn), TB, ĐB là hai vùng khí hậu có hiệu ứng dương về mưa lớn trong La Niña rất thấp, nghĩa là trong điều kiện La Niña, khi vận tải có hướng Đông, Đông Bắc tăng lên thì mưa lớn ở TB, ĐB giảm đi. Từ đó suy ra, trong điều kiện La Niña mưa lớn ở TB, ĐB tăng lên khi vận tải ẩm hướng Đông, Đông Bắc giảm đi hay vận tải ẩm có hướng Tây, Tây Nam tăng lên (Qu, Qv tăng lên).

Về đặc điểm thứ 2, có thể lý giải như sau: ở BTB, NTB với mưa lớn chủ yếu xảy ra trong các tháng thu đông với dòng vận tải ẩm chủ yếu có hướng Đông, Đông Bắc thì khi Qu, Qv tăng lên, vận tải ẩm hướng Nam tăng lên, vận tải ẩm hướng Bắc tăng lên, đồng nghĩa với vận tải ẩm hướng Đông, Đông Bắc giảm đi, dẫn đến STML ở BTB, NTB giảm đi.

4.4 Ứng dụng thông tin vận tải ẩm nghiên cứu ảnh hưởng của ENSO đến mưa ở một số khu vực cụ thể

Trong nội dung này tập trung phân tích và đánh giá ảnh hưởng của ENSO đến phân bố lượng mưa khu vực Miền Trung; khả năng thiếu hụt lượng mưa tháng V ở Tây Nguyên trong điều kiện El Niño. Từ những thông tin về vận tải ẩm trong các đợt ENSO gây mưa lớn và hạn hán nghiêm trọng ở Việt Nam nhằm đề xuất ứng dụng thông tin vận tải ẩm để nhận định về diễn biến của hạn hán và mưa lớn trong các đợt ENSO điển hình.

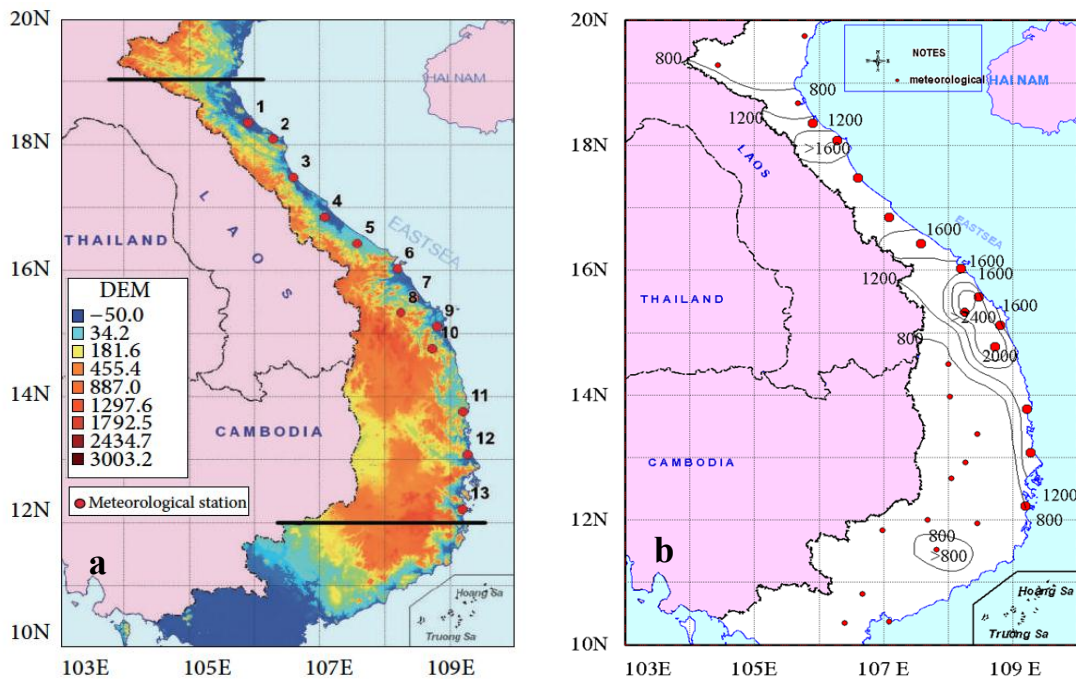
4.4.1 Ảnh hưởng của ENSO đến mưa ở Miền Trung trong các tháng mùa thu và vai trò của vận tải ẩm

4.4.1.1 Phân bố tổng lượng mưa mùa thu ở Miền Trung Việt Nam

Tổng lượng mưa trung bình mùa thu (IX, X, XI) ở Miền Trung Việt Nam phổ biến từ 800–2400 mm (Hình 4.8b). Có bốn trung tâm mưa lớn có tổng lượng mưa trên 1600 mm bao gồm: Kỳ Anh (1740 mm), Huế (1887 mm), Trà My (2429 mm) và Ba Tơ (2094 mm). Các trung tâm mưa lớn này nằm ở sườn đón gió tương

ứng với các vị trí có độ cao địa hình trên 150m (Hình 4.8a). Điều này có thể thấy rằng, địa hình đóng vai trò quan trọng trong phân bố mưa các tháng mùa thu ở Miền Trung Việt Nam.

Tổng lượng mưa mùa thu ở các tỉnh phía Nam (Đà Nẵng, Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa) nhiều hơn các tỉnh phía Bắc (Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên Huế).



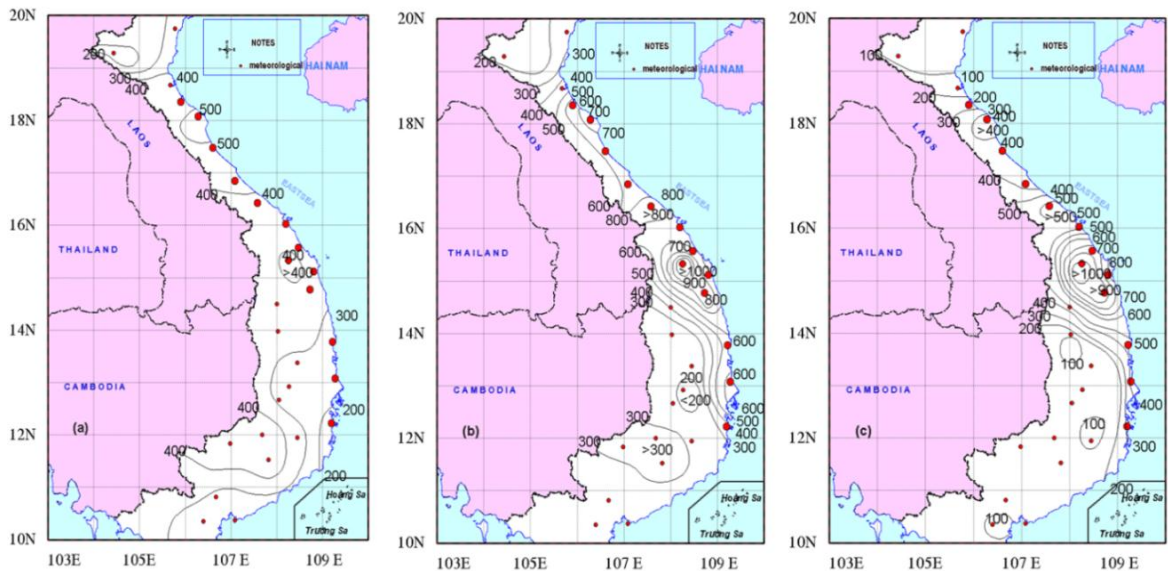
Hình 4.8. Tổng lượng mưa (mm) mùa thu thời kỳ 1980-2007

Tổng lượng mưa mùa thu không phân phối đều cho 3 tháng IX, X và XI (Hình 4.9). Vào tháng IX, ở phía Bắc của Miền Trung (từ Nghệ An đến Đà Nẵng), tổng lượng mưa phổ biến từ 350-400 mm, lớn nhất ở Kỳ Anh (530 mm), ngược lại vùng ven biển từ Quảng Ngãi đến Khánh Hòa, có tổng lượng mưa dưới 300 mm. Xét một cách tổng thể, lượng mưa tháng IX ở các tỉnh phía Bắc có phần trội hơn các tỉnh phía Nam của Miền Trung (Hình 4.9a).

Vào tháng X, tổng lượng mưa khu vực Miền Trung tăng lên so với tháng IX, với lượng mưa trung bình phổ biến từ 300-700 mm (Hình 4.9b). Có ba trung tâm mưa lớn xảy ra ở Huế (832 mm), Trà My (1005 mm) và Ba Tư (834 mm), hai nơi có lượng mưa bé dưới 300 mm xảy ra ở Nam Nghệ An và Nam Khánh Hòa. Nói chung, lượng mưa tháng X ở Miền Trung vượt xa các vùng khí hậu khác. Sang đến

tháng XI, phân bố mưa tương tự như tháng X nhưng khác nhau về lượng. Tổng lượng mưa tháng XI nhỏ hơn, phổ biến từ 300 đến 600 mm, ngoài trừ vùng mưa lớn gần trung tâm mưa lớn Trà My (Hình 4.9c).

Tóm lại, phân bố lượng mưa mùa thu ở Miền Trung Việt Nam có 2 đặc điểm sau đây: (1) Lượng mưa nhiều nhất vào tháng X, thứ đến tháng XI và ít nhất là tháng IX; (2) Lượng mưa đầu mùa thu ở các tỉnh phía Bắc nhiều hơn ở các tỉnh phía Nam, vào giữa và cuối mùa thu thì ngược lại, lượng mưa ở các tỉnh phía Nam nhiều hơn ở các tỉnh phía Bắc.

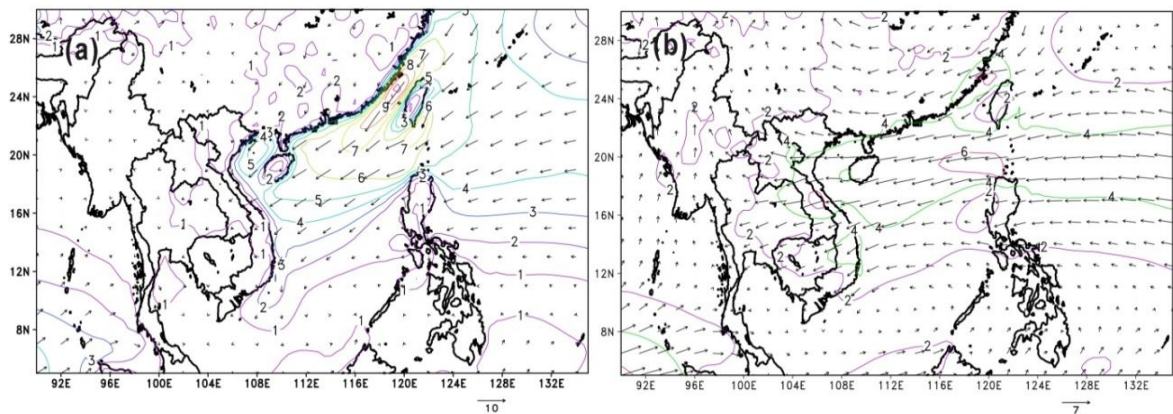


Hình 4.9. Lượng mưa trung bình (mm) các tháng mùa thu thời kỳ 1980-2007 (a) Tháng IX, (b) Tháng X và (c) Tháng XI.

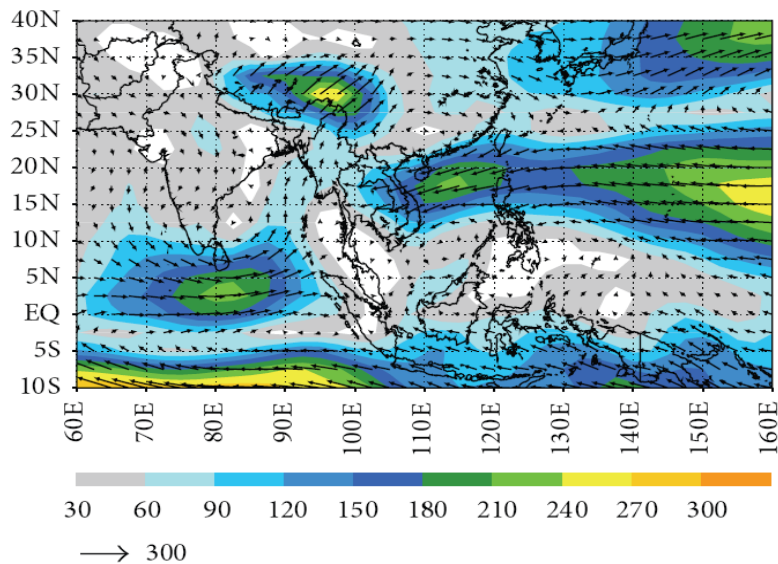
Miền Trung Việt Nam là khu vực có phía Đông tiếp giáp với Biển Đông, phía Tây là dải Trường Sơn với độ cao trên 450 m (Hình 4.8a). Với vị trí địa lý như vậy, mùa mưa ở khu vực này bị chi phối bởi mùa gió mùa Đông Bắc, xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ), các nhiễu động trong dải hội tụ nhiệt đới (ITCZ) và không khí lạnh (KKL), ... hoặc sự kết hợp giữa chúng với địa hình cao của dải Trường Sơn [25, 48]. Trên bản đồ phân bố véc tơ gió trung bình nhiều năm mực thấp (Hình 4.10) cho thấy, trong các tháng mùa thu có một vùng gió Đông Bắc ở 10 m (Hình 4.10a), gió Đông trên mực 850 hPa (Hình 4.10b) rất mạnh trên khu vực phía Bắc Biển Đông. Hướng gió này vuông góc với hướng Đông Bắc-Tây Nam của dải Trường Sơn (Hình 4.8a). Như vậy, bốn trung tâm mưa lớn ở Miền Trung trong mùa

thu đã thảo luận tương ứng với các vị trí có địa hình cao, sự tương tác giữa gió mùa Đông Bắc với địa hình là một trong những hình thể quan trọng chi phối chế độ mưa mùa thu ở Miền Trung Việt Nam.

Ngoài sự bất ổn định do địa hình thì ẩm là một trong những nhân tố quan trọng đối với mưa của khu vực này. Trên bản đồ phân bố véc tơ tổng vận tải ẩm trung bình nhiều năm trên Hình 4.11 cho thấy, trong các tháng mùa thu có nguồn ẩm dồi dào từ ngoài khơi Thái Bình Dương vào Biển Đông cung cấp cho mưa khu vực Miền Trung Việt Nam bởi hoàn lưu gió mùa Đông Bắc. Sự biến đổi hướng, cường độ gió mùa và sự tăng hay giảm nguồn ẩm trên Biển Đông trong điều kiện ENSO có ảnh hưởng đến phân bố mưa và lượng mưa ở khu vực Miền Trung Việt Nam trong các tháng mùa thu.



Hình 4.10. Véc tơ gió (ms^{-1}) trung bình mùa thu 1980-2007 (a) 10m; (b) 850hPa



Hình 4.11. Véc tơ tổng vận tải ẩm ($kgm^{-1}s^{-1}$) trung bình mùa thu 1980-2007

4.4.1.2 Ảnh hưởng của El Niño

Kết quả tính toán chuẩn sai lượng mưa các tháng mùa thu và trung bình 3 tháng mùa thu trong những năm El Niño (Bảng 4.8) cho thấy, lượng mưa mùa thu ở tất cả 13 trạm đều giảm trong điều kiện El Niño. Lượng mưa giảm từ -3,9% (Đông Hà) đến -30,3% (Nha Trang). Lượng mưa giảm đáng kể xảy ra tại các trạm Huế, Đà Nẵng, Tam Kỳ, Trà My và Quảng Ngãi, trung bình của bốn trạm giảm khoảng -17,9% (329 mm).

Vào tháng IX, tổng lượng mưa trung bình phổ biến tăng (8/13 trạm nghiên cứu), với mức tăng phổ biến là 10-15% ngoại trừ 5 trạm là Hà Tĩnh, Đồng Hới, Đông Hà, Huế và Đà Nẵng có tổng lượng mưa giảm với mức giảm nhiều nhất ở Hà Tĩnh (-22,2%), ít nhất ở Đà Nẵng (-4,7%). Nói chung, El Niño làm cho tổng lượng mưa tháng IX ở khu vực Miền Trung Việt Nam tăng với mức tăng trung bình là 6,3%, nhiều nhất ở Ba Tơ (30,4%) và ít nhất ở Kỳ Anh (5,6%).

Trái ngược với tháng IX, tổng lượng mưa trung bình tháng X giảm đi trên toàn bộ 13 trạm nghiên cứu, với mức giảm phổ biến từ -20 đến -35%, nhiều nhất ở Tuy Hòa (-44,0%) và ít nhất ở Hà Tĩnh (-13,3%).

Sang đến tháng XI, tổng lượng mưa trung bình phổ biến là giảm (9/13 trạm nghiên cứu) với mức giảm phổ biến từ -15 đến -30%, nhiều nhất ở Tam Kỳ (-38,2%), ít nhất ở Huế (-12,9%) và tăng lên ở 4 trạm là Hà Tĩnh, Kỳ Anh, Đồng Hới và Đông Hà với mức tăng nhiều nhất ở Hà Tĩnh (32,5%) và ít nhất ở Đồng Hới (9,3%). Như vậy, dưới ảnh hưởng của El Niño tổng lượng mưa trung bình tháng XI nói chung là giảm, ngoại trừ ở một số ít trạm thuộc khu vực phía Bắc Miền Trung trong tháng XI tăng.

Như vậy, dưới ảnh hưởng El Niño tổng lượng mưa mùa thu Miền Trung Việt Nam là giảm với mức giảm phổ biến từ -15 đến -25%, nhiều nhất -30,3% (Nha Trang), ít nhất -3,9% (Đông Hà) và trung bình là 18,3%.

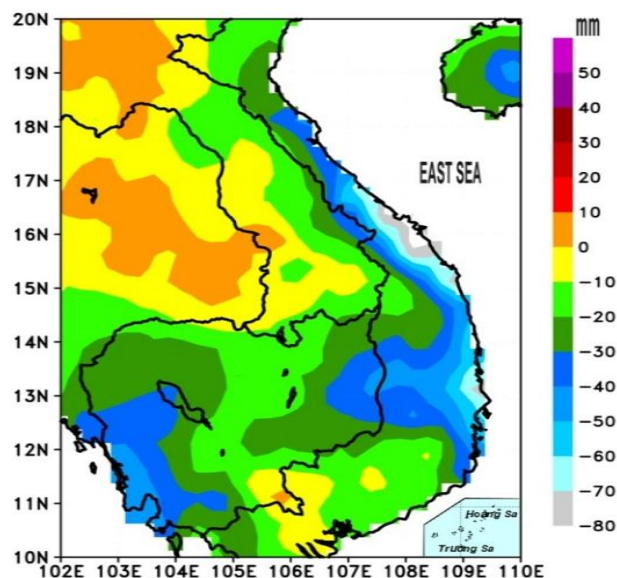
Đánh giá mức độ đáng kể thống kê của sự giảm lượng mưa mùa thu ở 13 trạm thuộc khu vực ven biển Miền Trung thông qua kiểm nghiệm Student (T-Test) dựa trên tập số liệu mưa của 9 mùa thu El Niño và 9 mùa thu không ENSO so với trung bình khí hậu 28 năm. Kết quả cho thấy, lượng mưa mùa thu ở Miền Trung

Việt Nam trong điều kiện El Niño là giảm với mức tin cậy 95% (Bảng 4.9).

Bảng 4.8. Chuẩn sai lượng mưa (%) các tháng mùa thu (IX, X, XI) và trung bình mùa thu trong điều kiện El Niño thời kỳ 1980-2007.

Trạm	Mùa thu	Tháng IX	Tháng X	Tháng XI
Hà Tĩnh	-7,3	-22,2	-13,3	32,5
Kỳ Anh	-11	5,6	-34	12,7
Đồng Hới	-8,2	-9,8	-15,7	9,3
Đông Hà	-3,9	-5,2	-15,4	16
Huế	-17,9	-7,1	-27	-12,9
Đà Nẵng	-20,8	-4,7	-26	-23,6
Tam Kỳ	-26,4	13,8	-32,9	-38,2
Trà My	-25,7	19,8	-37,7	-30,8
Quảng Ngãi	-23	24,9	-33,8	-33,6
Ba Tơ	-23,4	30,4	-45,7	-21,4
Quy Nhơn	-16,5	15,7	-30	-16,1
Tuy Hòa	-23,2	14	-44	-15,7
Nha Trang	-30,3	7,1	-41,9	-37,2

Kết quả tính toán chuẩn sai lượng mưa mùa thu cho khu vực Miền Trung Việt Nam từ số liệu tái phân tích Aphrodite (Hình 4.12) cho thấy, lượng mưa trung bình mùa thu giảm từ 20-80mm, phổ biến là từ 30-50mm và nhiều nhất trên 80mm xảy ra ở một số nơi như Huế, Đà Nẵng, Trà My và Nha Trang, ít nhất ở khu vực phía Bắc của Miền Trung Việt Nam, lượng mưa dưới 30mm.



Hình 4.12. Chuẩn sai lượng mưa (mm) mùa thu El Niño ở Miền Trung Việt Nam

Vận tải ẩm, cơ chế hoàn lưu khí quyển trong điều kiện ENSO có ảnh hưởng đến phân bố mưa trên một số khu vực [37, 41, 43, 44, 47, 49]. Nguyên nhân làm giảm lượng mưa mùa thu ở Miền Trung Việt Nam trong điều kiện El Niño được nghiên cứu phân tích qua các yếu tố hoàn lưu như: gió mực thấp, khí áp mực biển (SLP) và véc tơ tổng vận tải ẩm. Chuẩn sai véc tơ gió ở mực 10m (Hình 4.13a) và mực 850hPa (Hình 4.13b) trung bình các tháng mùa thu El Niño cho thấy, có một xoáy nghịch chuẩn sai véc tơ gió ở giữa Biển Đông. Xoáy nghịch này tương ứng với vùng có đường chuẩn sai khí áp mực biển khép kín trên Hình 4.14 ở giữa Biển Đông cao hơn trung bình nhiều năm. Xoáy nghịch này hình thành do hoàn lưu gió mùa Đông Bắc cũng như hoàn lưu quy mô lớn yếu hơn trung bình nhiều năm, Hoàn lưu quy mô lớn này mang nguồn ẩm dồi dào từ Thái Bình Dương vào Biển Đông.

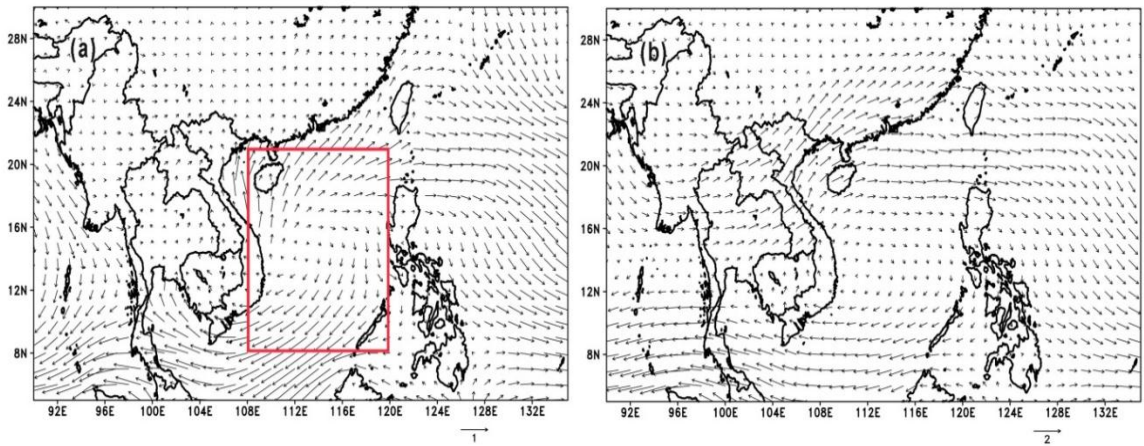
Để kiểm tra ý nghĩa thống kê của sự hình thành xoáy nghịch chuẩn sai véc tơ gió ở mực 10m và mực 850hPa, chuẩn sai khí áp mực biển trên khu vực Biển Đông là đáng kể thống kê hay không, chúng tôi thực hiện tính trung bình xoáy tương đối ở mực 10m, 850hPa và trung bình chuẩn sai SLP giới hạn từ 8-21°N và 108-120°E bao trùm hoàn lưu xoáy nghịch (xoáy thuận) trên Biển Đông (Hình 4.13a, 4.14) cho 9 mùa thu El Niño, 10 mùa thu La Niña và 9 mùa thu không ENSO (trong điều kiện bình thường). Xoáy tương đối được tính từ số liệu chuẩn sai các thành phần gió kinh hướng, vĩ hướng so với trung bình nhiều năm. Độ lớn của xoáy tương đối thể hiện cường độ xoáy dị thường (mạnh hay yếu). Nếu độ lớn mang dấu dương nghĩa là dị thường xoáy thuận và dấu âm nghĩa là dị thường xoáy nghịch. Tương ứng với vùng dị thường xoáy tương đối là một vùng chuẩn sai khí áp mực biển khép kín. Nếu vùng chuẩn sai khí áp giảm từ tâm ra ngoài tương ứng với dị thường xoáy nghịch và ngược lại tăng từ tâm ra ngoài tương ứng với dị thường xoáy thuận. Từ kết quả tính dị thường xoáy tương đối ở mực 10m và mực 850hPa và chuẩn sai khí áp mực biển, thực kiểm nghiệm T-Test để xác định tính ổn định thống kê của sự tồn tại các dị thường này trong điều kiện ENSO. Kết quả kiểm nghiệm T-Test trên Bảng 4.9 cho thấy trong điều kiện El Niño sự hình thành chuẩn sai gió mực thấp và chuẩn sai SLP đều đạt mức tin cậy 95%.

Bảng 4.9. Kết quả kiểm nghiệm T-test của lượng mưa, xoáy tương đối ở mực 10m, 850 hPa và chuẩn sai khí áp mực biển trong các điều kiện El Niño và điều kiện không ENSO so với trung bình khí hậu.

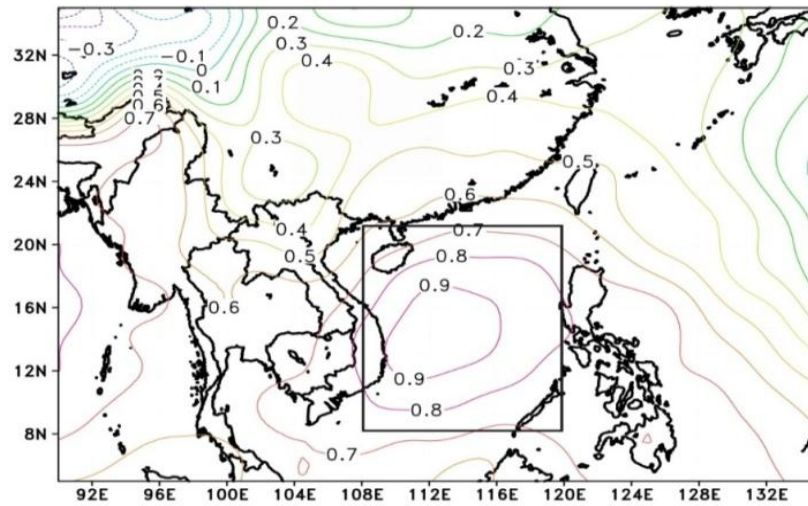
Các biến	Điều kiện	Xác suất	95%	90%
Lượng mưa trung bình	El Niño	0,007	Đạt	Đạt
	Neutral	0,146	Không đạt	Không đạt
Xoáy tương đối ở mực 10m	El Niño	0,013	Đạt	Đạt
	Neutral	0,465	Không đạt	Không đạt
Xoáy tương đối ở mực 850 hPa	El Niño	0,019	Đạt	Đạt
	Neutral	0,491	Không đạt	Không đạt
Chuẩn sai khí áp mực biển	El Niño	0,009	Đạt	Đạt
	Neutral	0,346	Không đạt	Không đạt

Tổng vận tải ẩm trung bình trên Hình 4.15a và chuẩn sai véc tơ tổng vận tải ẩm mùa thu El Niño (Hình 4.15b) cho thấy, nguồn ẩm trên khu vực Biển Đông là thấp hơn trung bình nhiều năm khoảng $20-30 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, véc tơ vận tải ẩm hướng Đông (Hình 4.15b) đến khu vực Miền Trung giảm khoảng $20-40\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$. Sự giảm hai nguồn ẩm là một trong những nguyên nhân gây giảm mưa ở khu vực Miền Trung trong điều kiện El Niño. Một ở ngoài Thái Bình Dương đến phía Bắc Biển Đông và một nguồn khác ở vùng vĩ độ thấp, làm giảm vận tải ẩm từ phía Nam Bán Cầu đến Biển Đông.

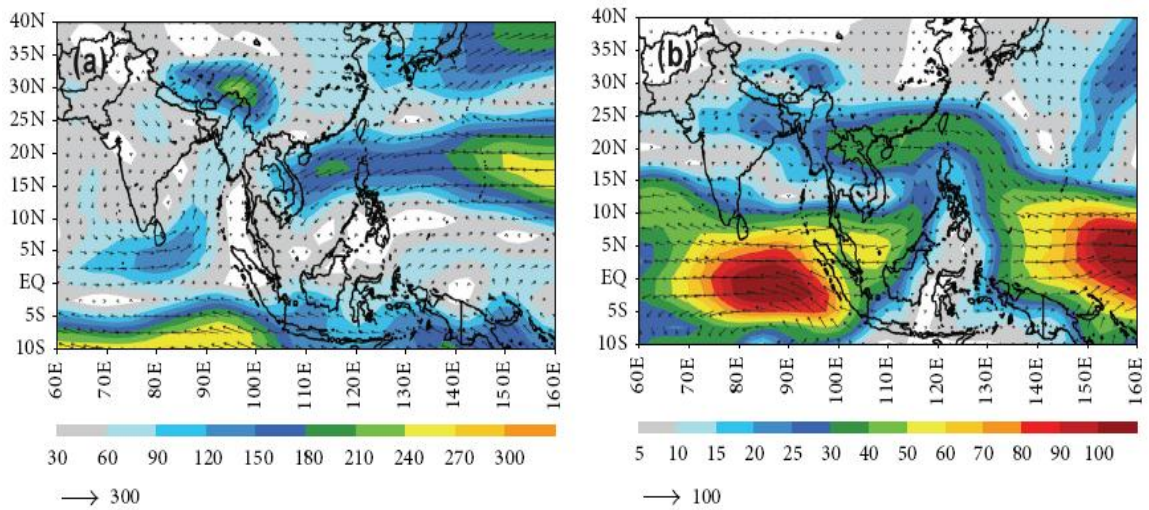
Như vậy, sự giảm lượng mưa mùa thu ở Miền Trung Việt Nam trong điều kiện El Niño liên quan đến sự hình thành xoáy nghịch chuẩn sai véc tơ gió trên Biển Đông. Xoáy nghịch này hình thành do gió mùa đông Bắc ở phía Bắc Biển Đông yếu hơn trung bình nhiều năm, nguồn ẩm ở Thái Bình Dương đến Biển Đông và Miền Trung Việt Nam thấp hơn trung bình nhiều năm.



Hình 4.13. Chuẩn sai véc tơ gió (ms^{-1}) mùa thu El Niño; (a)10m; (b)850hPa.



Hình 4.14. Chuẩn sai khí áp mực biển (hPa) mùa thu El Niño, 1980-2007.



Hình 4.15. Véc tơ tổng vận tải ẩm trung bình và chuẩn sai ($kgm^{-1}s^{-1}$) mùa thu El Niño, 1980-2007, (a)Trung Bình; (b)Chuẩn sai.

4.4.1.3 Ảnh hưởng của La Niña

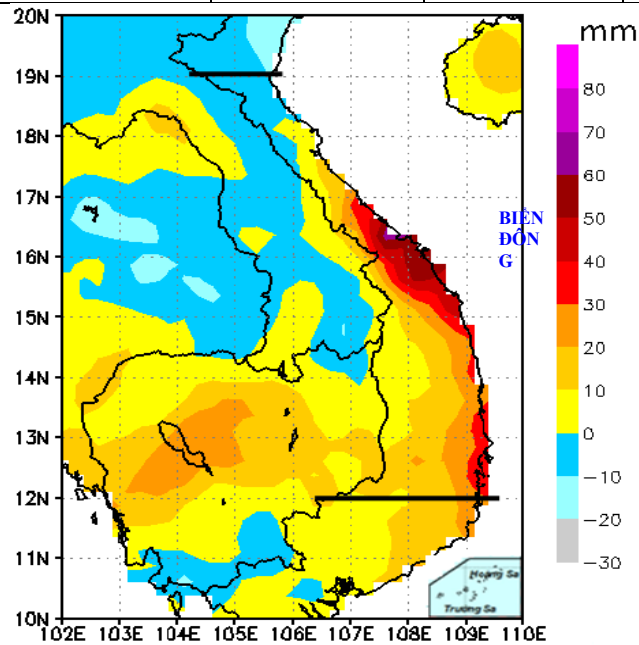
Chuẩn sai lượng mưa các tháng mùa thu (IX, X, XI) và tổng lượng mưa trung bình cả mùa thu của 13 trạm trong điều kiện La Niña trên Bảng 4.10 cho thấy, trong điều kiện La Niña tổng lượng mưa trung bình mùa thu phổ biến là tăng (12/13 trạm nghiên cứu), với mức tăng từ 8 đến 15%, nhiều nhất ở Huế (19,5%), ít nhất ở Đông Hà (0,3%), ngoại trừ trạm Hà Tĩnh là giảm với mức giảm không quá 4%. Sự tăng lượng mưa mùa thu ở Miền Trung có thể thấy từ kết quả tính toán chuẩn sai lượng mưa mùa thu La Niña từ số liệu tái phân tích Aphrodite (Hình 4.16), lượng mưa phổ biến tăng từ 20-50mm ở khu vực ven biển từ Quảng Bình đến Nha Trang, một số nơi tăng trên 50mm xảy ra ở các trung tâm mưa lớn như Huế, Trà My, Tam Kỳ và Ba Tơ. Riêng khu vực phía Bắc Miền Trung từ Hà Tĩnh đến Quảng Bình lượng mưa giảm, với mức giảm không quá 10 mm.

Mặc dù tổng lượng mưa mùa thu tăng trên hầu hết các trạm, nhưng lượng mưa trung bình tháng IX ở Miền Trung giảm trên cả 13 trạm nghiên cứu, với mức giảm từ 5 đến 22%. Vào tháng X, tổng lượng mưa trung bình trên khu vực phổ biến tăng (10/13 trạm nghiên cứu), với mức tăng phổ biến từ 10 đến 15%, nhiều nhất ở Đà Nẵng (18,4%), ít nhất ở Quy Nhơn (4,1%), ngoại trừ 3 trạm là Trà My, Ba Tơ và Tuy Hòa giảm, với mức giảm nhiều nhất ở Tuy Hòa (8,1%), ít nhất ở Trà My (1,0%). Tháng XI, tổng lượng mưa trung bình các trạm đa số tăng (10/13 trạm nghiên cứu), với mức tăng phổ biến từ 25 đến 35%, nhiều nhất ở Huế (45,2%), ít nhất ở Kỳ Anh (0,8%) và giảm đi ở 3 trạm thuộc phía Bắc Miền Trung với mức giảm nhiều nhất ở Hà Tĩnh (14,7%), ít nhất ở Đồng Hới (5,4%).

Kết quả phân tích cho thấy rằng, trong điều kiện La Niña, tổng lượng mưa trung bình tháng IX ở Miền Trung giảm, với mức giảm trung bình khoảng 14% tuy nhiên tổng lượng mưa tháng X, tháng XI tăng, do đó tổng lượng mưa cả mùa thu tăng.

Bảng 4.10. Chuẩn sai lượng mưa (%) các tháng mùa thu (IX, X, XI) và cả mùa thu trong điều kiện La Niña.

Trạm	Mùa thu	Tháng IX	Tháng X	Tháng XI
Hà Tĩnh	-3,6	-16,8	8,9	-14,7
Kỳ Anh	4,6	-22,4	23,6	0,8
Đồng Hới	5,2	-5,6	16,8	-5,4
Đồng Hà	0,3	-10,4	10,1	-5,4
Huế	19,5	-19,7	16,1	45,2
Đà Nẵng	16,7	-8,8	18,4	30,6
Tam Kỳ	17,8	-17,8	11	43,3
Trà My	11,4	-11,9	-1	32,6
Quảng Ngãi	16,4	-14,4	10,3	38,1
Ba Tơ	9,5	-17,9	-2,9	30,2
Quy Nhơn	8,7	-17,6	4,1	27,9
Tuy Hòa	9,9	-5,2	-8,1	39,7
Nha Trang	14,8	-13,2	14,9	28,3



Hình 4.16. Chuẩn sai lượng mưa (mm) mùa thu La Niña ở Miền Trung Việt Nam.

Như vậy, có thể thấy rằng ảnh hưởng của hoạt động La Niña làm cho lượng mưa trung bình mùa thu ở Miền Trung tăng trung bình 10,1%, ở khu vực phía Nam tăng rõ rệt hơn khu vực phía Bắc. Sự gia tăng lượng mưa mùa thu ở Miền Trung

Việt Nam trong điều kiện La Niña có thể được lý giải thông qua các yếu tố hoàn lưu gió mực thấp, vận tải ẩm,..Chuẩn sai véc tơ gió ở mực 10m (Hình 4.17a) và mực 850hPa (Hình 4.17b) trong mùa thu La Niña cho thấy, có một xoáy thuận chuẩn sai véc tơ gió ở giữa Biển Đông. Xoáy thuận trên Hình 4.17 là tương ứng với vùng có đường chuẩn sai khí áp mực biển khép kín ở Biển Đông thấp hơn bình thường (Hình 4.18). Xoáy thuận này hình thành do hoàn lưu gió mùa Đông Bắc ở Biển Đông mạnh hơn trung bình nhiều năm.

Véc tơ tổng vận tải ẩm trung bình mùa thu La Niña (Hình 4.19a) cho thấy, nguồn ẩm ở Biển Đông $210-240 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$, cao hơn trung bình nhiều năm khoảng $10-30 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ và một nguồn ẩm khác từ phía vĩ độ thấp (Nam Bán cầu) có độ lớn $90-120 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$. Chuẩn sai véc tơ tổng vận tải ẩm mùa thu La Niña (Hình 4.19b) cho thấy, véc tơ tổng vận tải ẩm hướng Đông Bắc đến Đông lớn hơn trung bình nhiều năm.

Tóm lại, lượng mưa ở Miền Trung Việt Nam trong mùa thu La Niña tăng do các nguyên nhân sau: (1) Hoàn lưu gió mùa Đông Bắc mực 10m và gió Đông trên mực 850hPa cao hơn trung bình nhiều năm dẫn đến hình thành một xoáy thuận chuẩn sai véc tơ gió ở giữa Biển Đông. Xoáy thuận này làm tăng cường ẩm cho mưa ở Miền Trung; (2) sự tăng của hai nguồn ẩm cung cấp cho mưa ở Miền Trung. Một nguồn ẩm từ ngoài Thái Bình Dương vào Biển Đông và nguồn ẩm khác từ phía vĩ độ thấp.

Đánh giá mức độ đáng kể thống kê của sự tăng lượng mưa mùa thu trong điều kiện La Niña qua kiểm nghiệm Student (T-Test). Tập số liệu dùng trong kiểm nghiệm là tổng lượng mưa của 10 mùa thu La Niña và 9 mùa thu không ENSO và trung bình khí hậu 28 năm. Độ tin cậy ở mức 95% và 90% được lựa chọn để kiểm tra ý nghĩa thống kê về sự khác biệt của điều kiện La Niña với trung bình khí hậu. Sự khác biệt về lượng mưa trong điều kiện La Niña và trung bình khí hậu đạt ý nghĩa thống kê ở mức tin cậy 90% (Bảng 4.11).

Đánh giá mức độ đáng kể thống kê của sự hình thành xoáy thuận chuẩn sai véc tơ gió ở giữa Biển Đông qua kiểm nghiệm Student dựa trên số liệu xoáy tương đối và chuẩn sai khí áp mực biển của 10 mùa thu La Niña và 9 mùa thu không

ENSO. Kết quả kiểm nghiệm cho thấy, xoáy tương đối ở mực 10m, 850hPa và chuẩn sai khí áp mực biển đều đạt mức tin cậy ở ngưỡng 95% (Bảng 4.11).

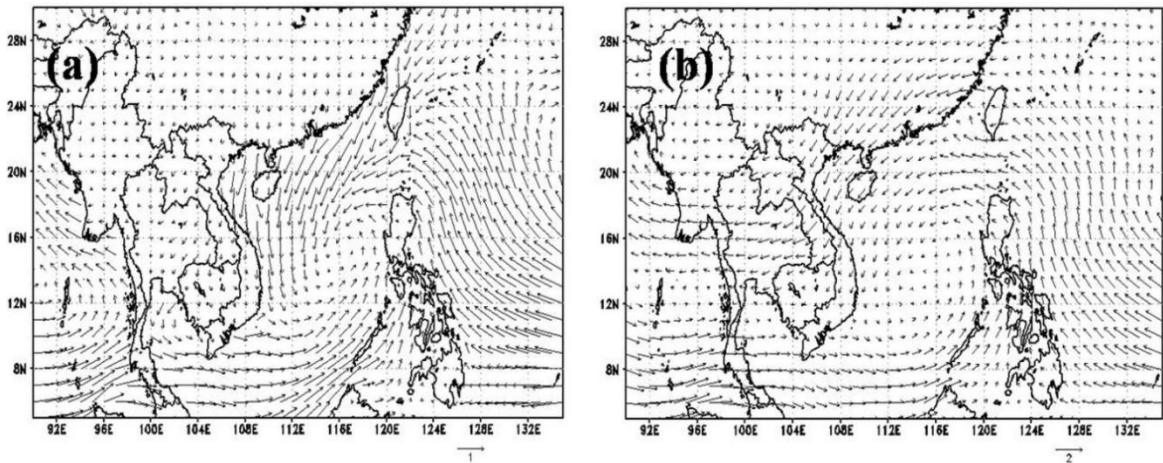
Bảng 4.11. Kết quả kiểm nghiệm T-test của lượng mưa, xoáy tương đối ở mực 10 m, 850 hPa và chuẩn sai khí áp mực biển trong La Niña và điều kiện không ENSO so với trung bình khí hậu.

Các biến	Điều kiện	Xác suất	95%	90%
Lượng mưa trung bình	La Niña	0,100	Không đạt	Đạt
	Neutral	0,146	Không đạt	Không đạt
Xoáy tương đối ở mực 10m	La Niña	0,019	Đạt	Đạt
	Neutral	0,465	Không đạt	Không đạt
Xoáy tương đối ở mực 850 hPa	La Niña	0,022	Đạt	Đạt
	Neutral	0,491	Không đạt	Không đạt
Chuẩn sai khí áp mực biển	La Niña	0,021	Đạt	Đạt
	Neutral	0,346	Không đạt	Không đạt

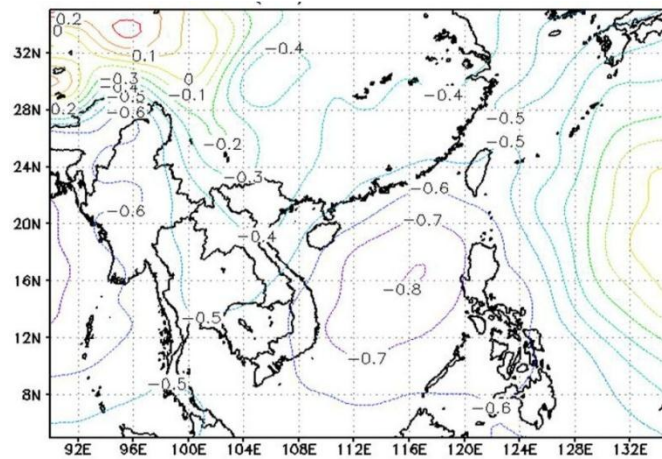
Để nghiên cứu ảnh hưởng của điều kiện ENSO về sự thay đổi phân bố lượng mưa Miền Trung theo thời gian, lượng mưa trung bình tháng được tính cho 13 trạm ven biển cho những năm El Niño và La Niña và trung bình thời kỳ 1980-2007 trình bày trên Hình 4.20 cho thấy, lượng mưa tháng IX ở Miền Trung tăng lên trong điều kiện El Niño, ngược lại giảm trong điều kiện La Niña. Trong tháng X và tháng XI lượng mưa giảm đáng kể trong El Niño và ngược lại lượng mưa tăng lên trong điều kiện La Niña. Nhìn chung, trong những năm La Niña, tổng lượng mưa mùa thu ở Miền Trung tăng và sự phân bố lượng mưa tập trung nhiều hơn vào những tháng giữa và cuối mùa thu (tháng X, XI) (Hình 4.20), điều này cho thấy sự thay đổi mùa mưa về cuối mùa thu trong những năm La Niña. Ngoài ra, trong những năm El Niño lượng mưa trung bình tháng IV, V ở Miền Trung giảm đáng kể (Hình 4.20).

Sơ đồ minh họa của các nhân tố chi phối mưa mùa thu ở khu vực Miền Trung Việt Nam trong các điều kiện ENSO cho thấy trên Hình 4.21, các nhân tố quan trọng chi phối mưa bao gồm: Độ cao địa hình của dải Trường Sơn; Gió mùa Đông Bắc; Nguồn ẩm.

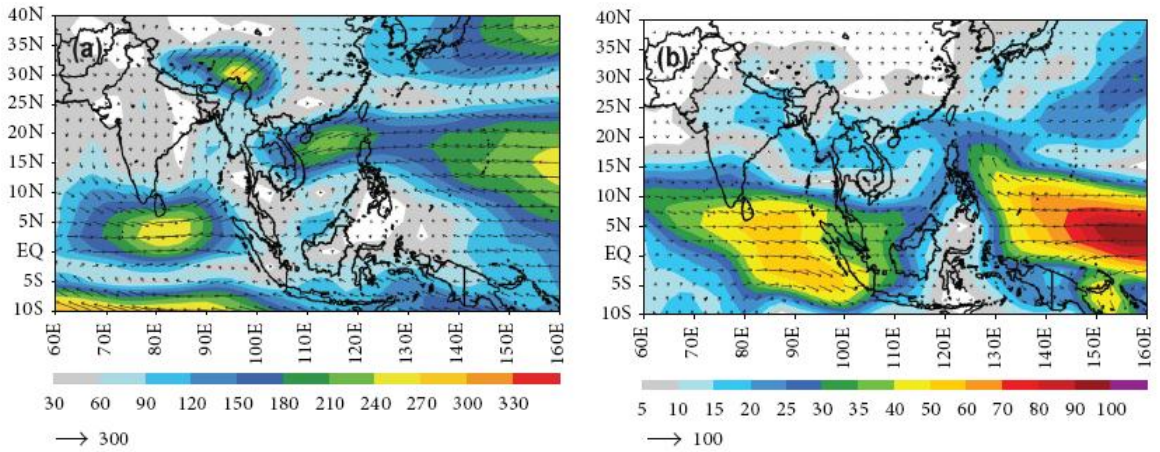
Sự khác nhau giữa El Niño và La Niña: (1) Gió mùa Đông Bắc trong điều kiện El Niño yếu hơn trong điều kiện La Niña; (2) Không tồn tại nguồn ẩm thứ 2 ở phía Nam Biển Đông trong điều kiện El Niño (Hình 4.21a) và (3) Trong điều kiện El Niño, có một xoáy nghịch chuẩn sai véc tơ gió trên Biển Đông (Hình 4.21a), ngược lại trong điều kiện La Niña là một xoáy thuận chuẩn sai véc tơ gió (Hình 4.21b).



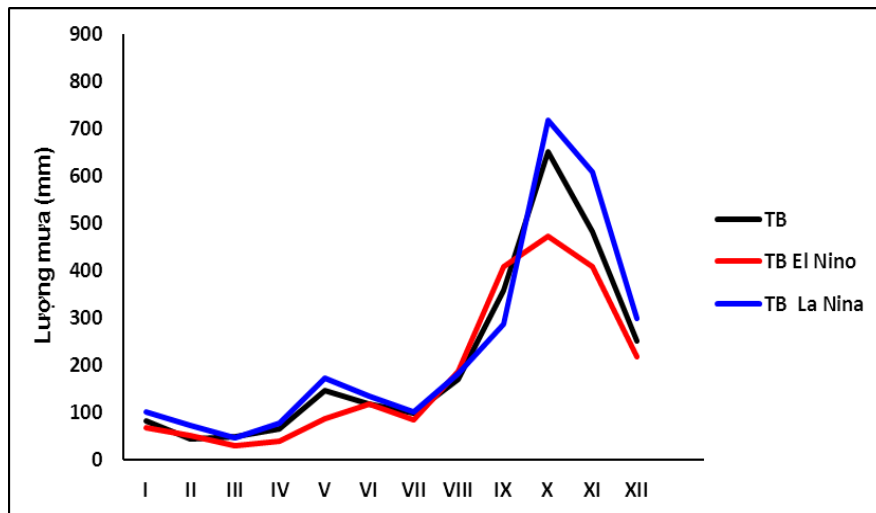
Hình 4.17. Chuẩn sai véc tơ gió (ms^{-1}) mùa thu La Niña (a)10m; (b)850hPa



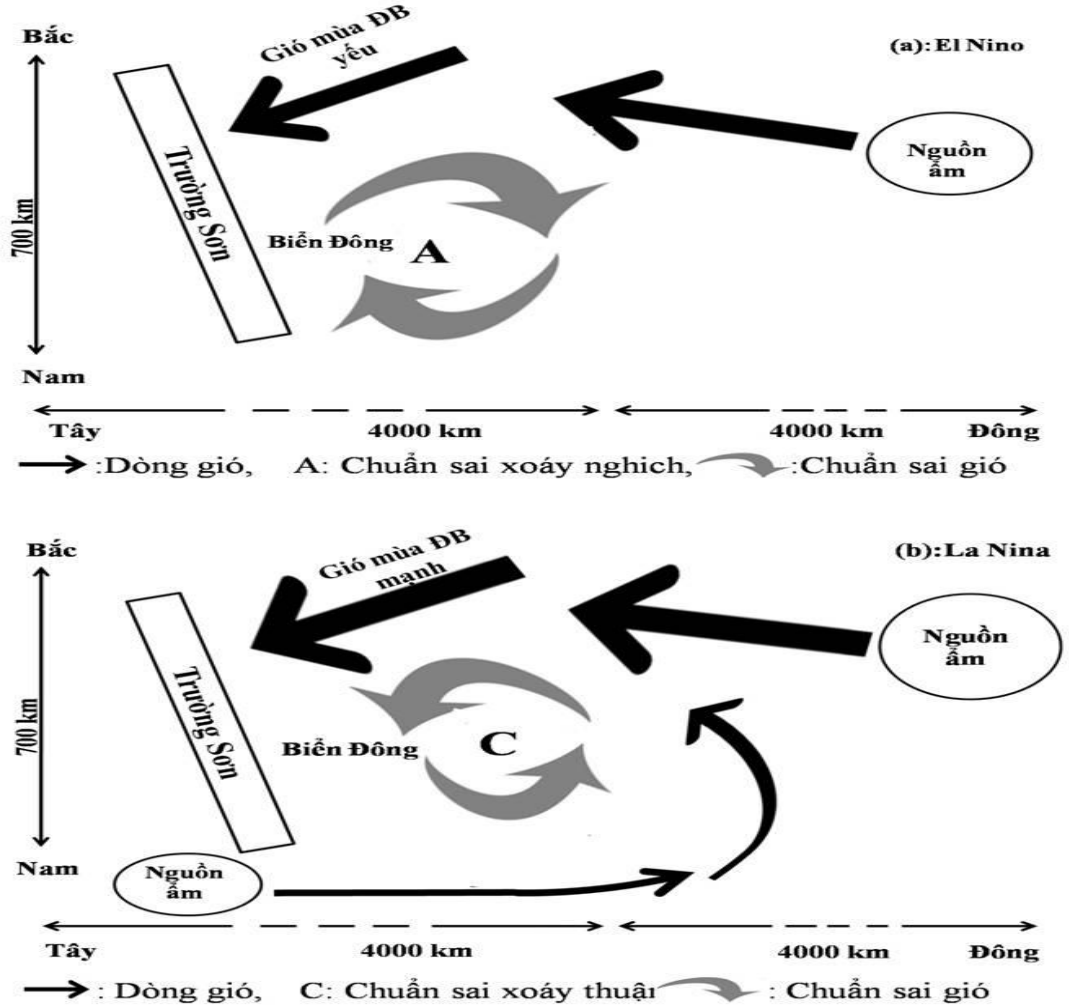
Hình 4.18. Chuẩn sai khí áp mực biển (hPa) mùa thu La Niña



Hình 4.19. Véc tơ tổng vận tải ẩm trung bình và chuẩn sai ($\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$) mùa thu La Niña, (a) Trung Bình; (b) Chuẩn sai.



Hình 4.20. Biến trình năm của lượng mưa (mm) trung bình 13 trạm ven biển khu vực Miền Trung trong điều kiện El Niño, La Niña và trung bình thời kỳ 1980-2007



Hình 4.21. Sơ đồ minh họa hoàn lưu khí quyển: (a) Trong điều kiện El Niño, (b) Trong điều kiện La Niña

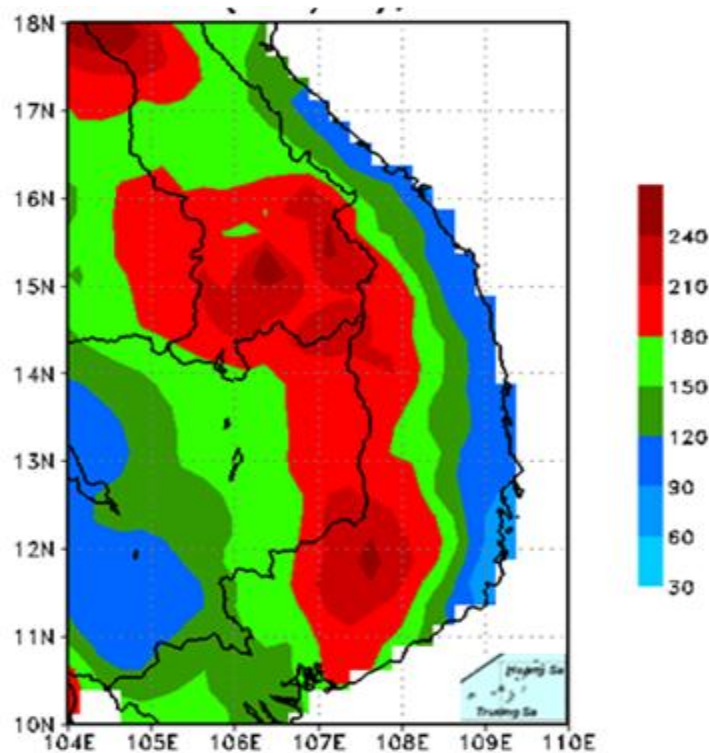
4.4.2 Ảnh hưởng của El Niño đến sự hụt mưa tháng V ở Tây Nguyên và vai trò của vận tải ẩm

4.4.2.1 Phân bố tổng lượng mưa tháng V khu vực Tây Nguyên

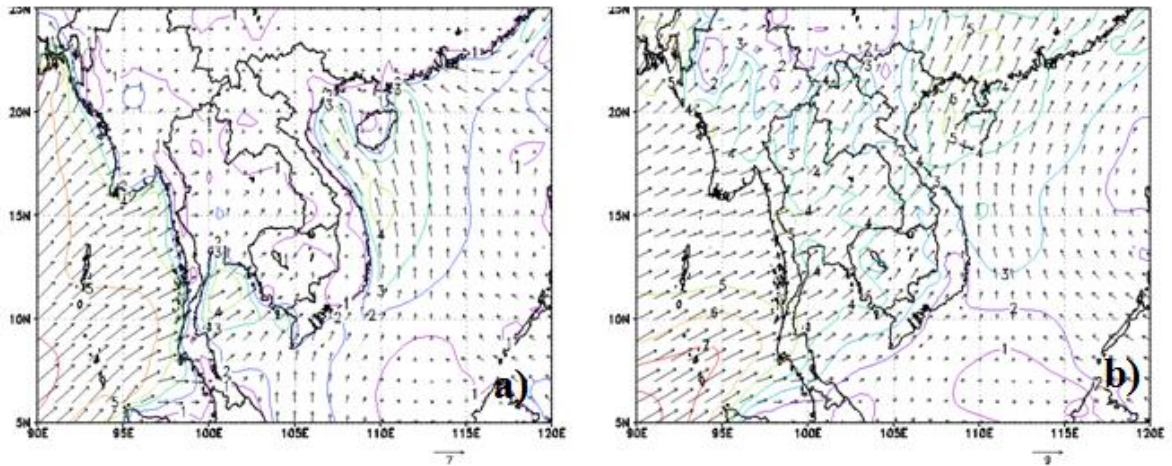
Phân bố tổng lượng mưa trung bình tháng V thời kỳ 1980-2007 theo số liệu Aphrodite trên Hình 4.22 cho thấy, tổng lượng mưa tháng V dao động từ 150-200 mm, một vùng mưa lớn trên 250 mm ở khu vực Đắk Nông và Bảo Lộc, một dải mưa phổ biến từ 150-180 mm xảy ra dọc vùng phía Đông khu vực Tây Nguyên. Từ Bắc Tây Nguyên đến Nam, tổng lượng mưa các vùng phía Tây lớn hơn các vùng phía Đông.

Mùa mưa khu vực Tây Nguyên bị chi phối mạnh mẽ bởi mùa gió mùa Tây Nam và các nhiễu động nhiệt đới: dải hội tụ nhiệt đới (ITCZ), Bão, Gió Đông,...

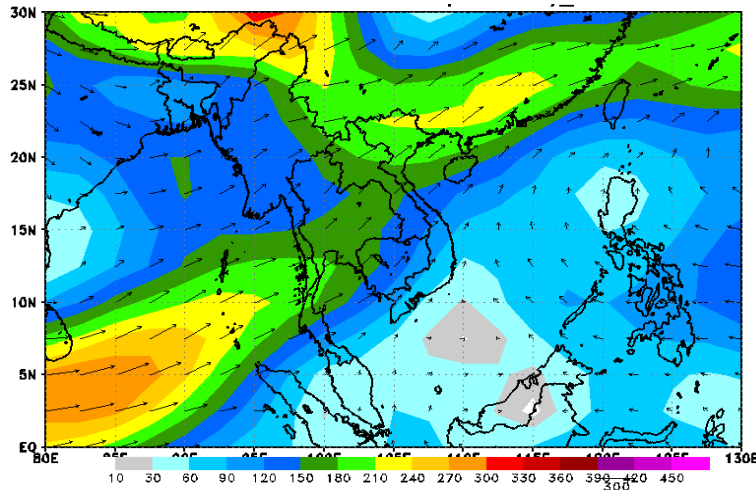
Bản đồ véc tơ gió mực thấp trung bình nhiều năm tháng V (Hình 4.23) cho thấy, gió mùa Tây Nam ở mực 10 m (Hình 4.23a) và 850hPa (Hình 4.23b) rất mạnh trên vịnh Bengal và ở xích đạo. Tác động của gió mùa Tây Nam mạnh với địa hình khu vực Tây Nguyên là một nhân tố hàng đầu chi phối chế độ mưa tháng V ở khu vực Tây Nguyên. Bên cạnh đó, nguồn ẩm cũng đóng vai trò quan trọng tác động đến lượng mưa ở khu vực Tây Nguyên. Trên bản đồ phân bố véc tơ tổng vận tải ẩm trung bình tháng V thời kỳ 1980-2007 (Hình 4.24) cho thấy, có hai nguồn ẩm cung cấp cho mưa ở khu vực Tây Nguyên: (1) Nguồn ẩm có nguồn gốc từ Ấn Độ Dương qua phía Nam vịnh Bengal; (2) Nguồn ẩm từ phía xích đạo có nguồn gốc từ phía Nam bán cầu, trong đó nguồn ẩm từ phía Nam vịnh Bengal đóng vai trò chủ đạo. Như vậy, lượng mưa tháng V ở khu vực Tây Nguyên chịu tác động mạnh của hoàn lưu gió mùa Tây Nam mang ẩm từ phía Ấn Độ Dương qua phía Nam vịnh Bengal đến kết hợp với địa hình của khu vực Tây Nguyên.



Hình 4.22. Tổng lượng mưa (mm) trung bình tháng V khu vực Tây Nguyên, 1980-2007



Hình 4.23. Véc tơ gió ($m s^{-1}$) trung bình tháng V, 1980-2007(a)-10m, (b)-850hPa.



Hình 4.24. Véc tơ tổng vận tải ẩm ($kg m^{-1} s^{-1}$) trung bình tháng V, 1980-2007

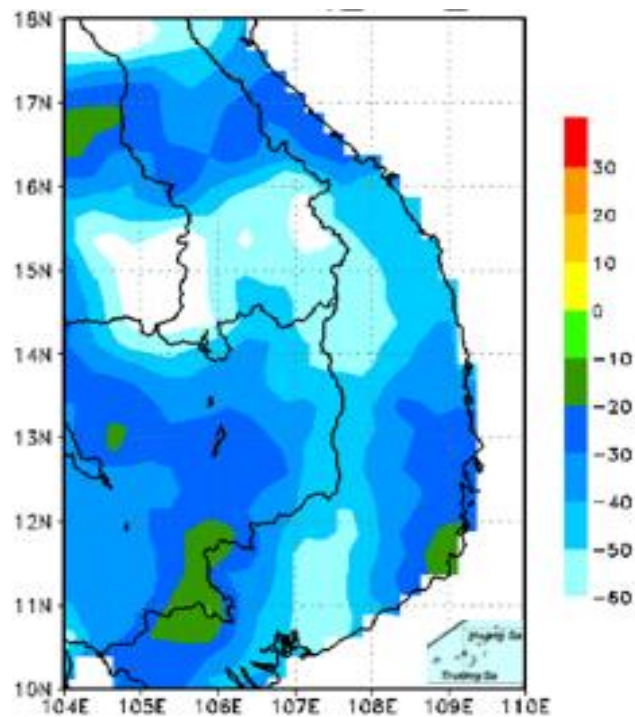
4.4.2.2 Ảnh hưởng của El Niño

Kết quả tính chuẩn sai tổng lượng mưa tháng V trong điều kiện El Niño trên các trạm (Bảng 4.12) cho thấy, tổng lượng mưa phổ biến giảm trên 11 trong số 12 trạm nghiên cứu, với mức giảm phổ biến từ 10-25%, nhiều nhất lên đến 30,9% (Buôn Hồ) và ít nhất là 3,1% (A Yun Pa), riêng trạm Liên Khương tổng lượng mưa tăng với mức tăng 10%. Tính chung cho cả khu vực Tây Nguyên, tổng lượng mưa tháng V trong điều kiện El Niño giảm trung bình 16,7%. Kết quả tính chuẩn sai lượng mưa tháng V trong điều kiện El Niño từ số liệu Aphrodite (Hình 4.25) cho thấy, tổng lượng mưa tháng V ở khu vực Tây Nguyên trong điều kiện El Niño giảm phổ biến từ 40-50 mm, nhiều nhất trên 60 mm ở trung tâm mưa lớn Lâm Đồng.

Nguyên nhân gây hụt mưa tháng V ở khu vực Tây Nguyên trong điều kiện El

Niño được nghiên lý giải thông qua các yếu tố gió ở mực thấp (mực 10 m và 850 hPa) và véc tơ tổng vận tải ẩm. Bản đồ chuẩn sai véc tơ gió tháng V trong điều kiện El Niño (Hình 4.26) cho thấy, tồn tại gió Đông Nam ở 10m (Hình 4.26a) và gió Đông trên mực 850 hPa (Hình 4.26b) trên khu vực giữa Biển Đông. Hoàn lưu gió này mang ẩm từ Biển Đông cung cấp cho mưa ở khu vực Tây Nguyên. Ngoài ra, một xoáy thuận chuẩn sai véc tơ gió trên vịnh Bengal. Xoáy thuận này làm giảm nguồn ẩm từ phía Nam vịnh Bengal đến khu vực Tây Nguyên. Sự tồn tại xoáy thuận này là do gió mùa Tây Nam trên vịnh Bengal yếu hơn trung bình nhiều năm. Bản đồ phân bố véc tơ tổng vận tải ẩm tháng V trong điều kiện El Niño (Hình 4.27a) cho thấy, vận tải ẩm ở phía Nam vịnh Bengal trong điều kiện El Niño thấp hơn so với vận tải ẩm trung bình nhiều năm (Hình 4.24). Đặc biệt, vùng ẩm lớn nhất ở phía Nam vịnh Bengal trong điều kiện trung bình vào khoảng $270-300 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ trong điều kiện El Niño khoảng $210-240 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ (Hình 4.27a). Chuẩn sai véc tơ tổng vận tải ẩm (Hình 4.27b) cho thấy, véc tơ tổng vận tải ẩm hướng Tây Nam ở phía Nam vịnh Bengal thay bằng véc tơ tổng vận tải ẩm hướng Đông. Nguồn ẩm cung cấp chính cho mưa ở khu vực Tây Nguyên ở phía Nam vịnh Bengal là giảm khoảng $80-100 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$, một nguồn ẩm ở phía xích đạo không tồn tại và thay bằng nguồn ẩm ở phía Nam Biển Đông.

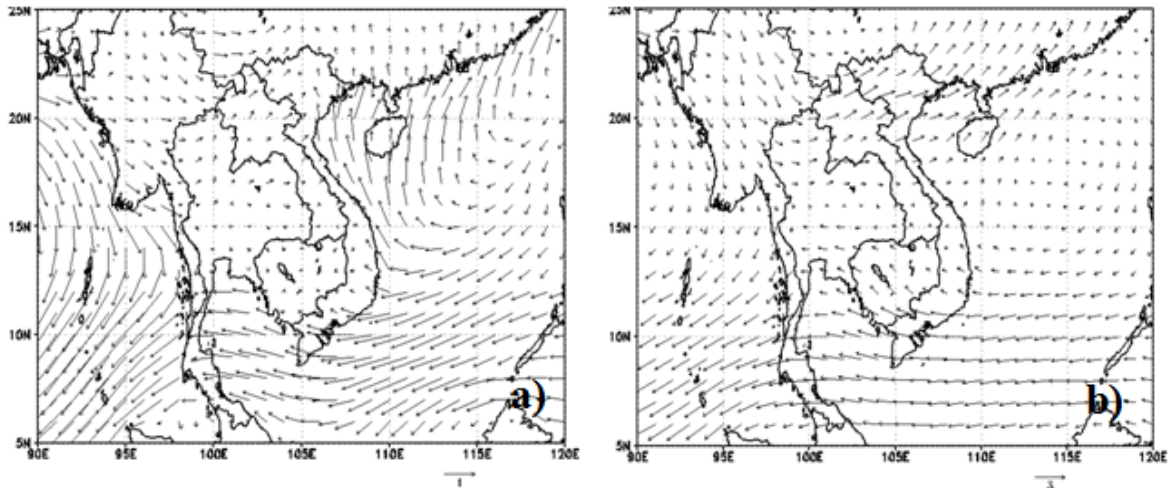
Như vậy, sự hụt mưa tháng V ở khu vực Tây Nguyên trong điều kiện El Niño là liên quan đến xoáy thuận chuẩn sai véc tơ gió trên vịnh Bengal. Sự xuất hiện xoáy thuận này do hoàn lưu gió mùa Tây Nam yếu hơn trung bình nhiều năm. Ngoài ra, Nguồn ẩm lớn cung cấp chính cho mưa ở khu vực Tây Nguyên ở phía Nam vịnh Bengal là thấp hơn trung bình nhiều năm, một nguồn ẩm khác ở phía xích đạo được thay thế bằng nguồn ẩm thấp hơn ở phía Nam Biển Đông.



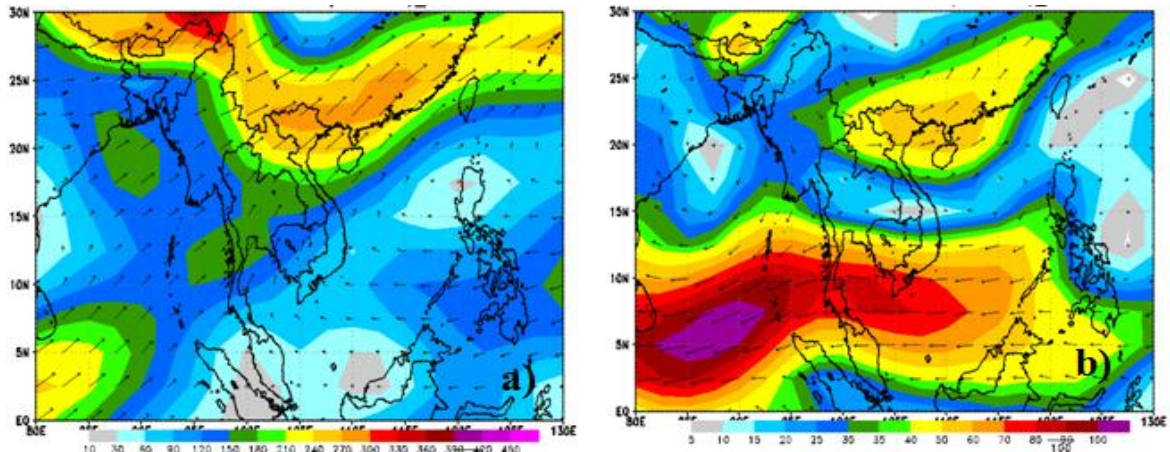
Hình 4.25. Chuẩn sai lượng mưa (mm) tháng V ở Tây Nguyên trong điều kiện El Niño

Bảng 4.12. Chuẩn sai lượng mưa (mm) tháng V trong điều kiện El Niño thời kỳ 1980-2007

Trạm	Tháng V	
	Chuẩn sai lượng mưa (mm)	Tỷ lệ (%)
Đắk Tô	-27,9	-12,7
Kon Tum	-69,3	-28,6
Pleiku	-57,1	-24,4
An Khê	-38,4	-27,9
A Yun Pa	-4,9	-3,1
Buôn Hồ	-62,5	-30,9
Mdrắk	-48,7	-25,9
B.M. Thuật	-20,7	-8,3
Đắk Nông	-68,1	-25,4
Đà Lạt	-21,3	-10,2
Liên Khương	21,4	10,0
Bảo Lộc	-34,0	-13,5



Hình 4.26. Chuẩn sai véc tơ gió ($m s^{-1}$) tháng V thời kỳ 1980-2007 trong điều kiện El Niño a)-10 m; b)-850 hPa.



Hình 4.27. Véc tơ tổng vận tải ẩm ($kg m^{-1} s^{-1}$) tháng V thời kỳ 1980-2007 trong điều kiện El Niño a) Véc tơ, b) Chuẩn sai.

4.4.3 Đánh giá về vận tải ẩm trong một số đợt ENSO gây mưa lớn và hạn hán nghiêm trọng ở Việt Nam

4.4.3.1 Đợt El Niño 1997-1998

Đợt El Niño 1997-1998 kéo dài 12 tháng bắt đầu từ tháng 5/1997 và kết thúc vào tháng 4/1998. Trong 14 tháng El Niño hoạt động, có 9 tháng El Niño gây hạn hán trên một số vùng khí hậu của Việt Nam, trong đó tháng X và tháng XI/97 sự hạn hán nghiêm trọng nhất ở khu vực Miền Trung, đặc biệt là dải ven biển Bắc Trung Bộ và Nam Trung Bộ.

Trên bản đồ phân bố chuẩn sai lượng mưa tháng X, XI/1997 (Hình 4.28) cho thấy, vào tháng X/1997 (Hình 4.28a), El Niño gây hạn hán ở khu vực Miền Trung,

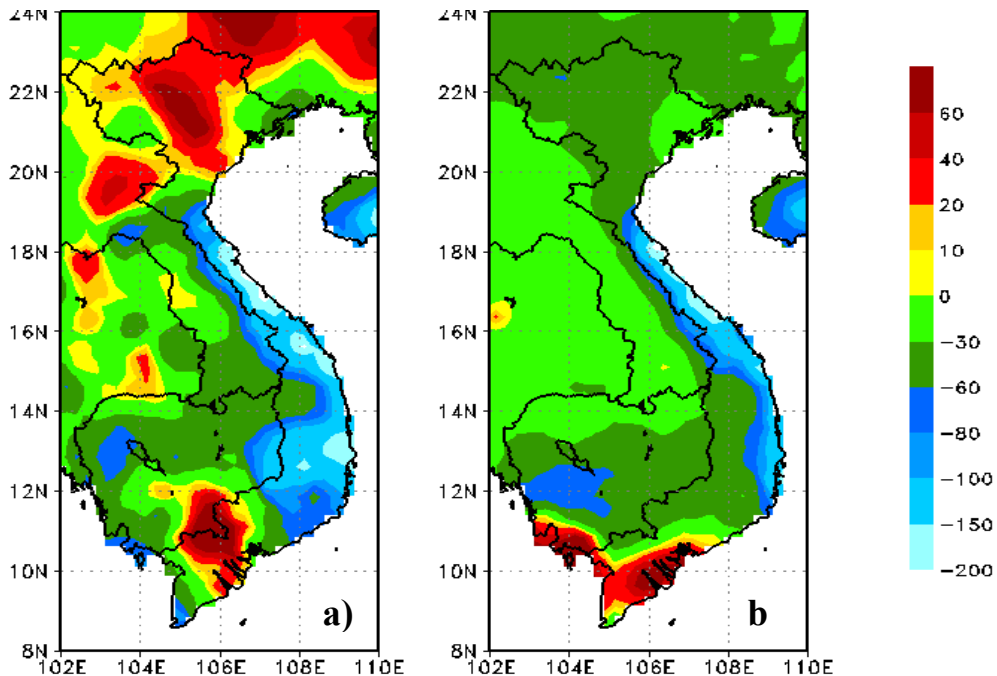
với mức hụt phổ biến từ 100-150 mm, nhiều nhất 200 mm ở các trung tâm mưa lớn như Kỳ Anh, Huế, Tam Kỳ, Trà My và Ba Tơ và làm tăng mưa ở khu vực Bắc Bộ và Nam Bộ với mức tăng phổ biến từ 20-40 mm, có nơi trên 60 mm ở tâm mưa lớn Bắc Quang. Sang tháng XI/1997 (Hình 4.28b), El Niño gây hụt mưa trên hầu hết các vùng khí hậu Việt Nam, với mức hụt phổ biến 30-60 ở khu vực Bắc Bộ, 100-150 mm có nơi trên 150 mm ở dọc ven biển từ Hà Tĩnh đến Đà Nẵng, đặc biệt ở các trung tâm mưa lớn như Kỳ Anh và Huế. Ngoại trừ khu vực Nam Bộ, lượng mưa tăng với mức tăng phổ biến từ 40-60 mm.

El Niño gây hụt mưa ở Miền Trung Việt Nam trong các tháng X/1997 được lý giải thông qua cơ chế của một số yếu tố hoàn lưu như véc tơ gió, khí áp mực biển và véc tơ tổng vận tải ẩm. Chuẩn sai véc tơ gió ở 10m (Hình 4.29a) và 850hPa (Hình 4.29b) tháng X/97 cho thấy, một hoàn lưu xoáy nghịch chuẩn sai véc tơ gió ở giữa Biển Đông. Hoàn lưu xoáy nghịch gió ở Hình 4.29 tương ứng với vùng có chuẩn sai khí áp mực biển cao trên Hình 4.31a. Vào tháng XI (Hình 4.30), tương tự như tháng X chỉ có điều hoàn lưu xoáy nghịch dịch xuống phía Nam Biển Đông và mở rộng sang phía Đông Philippine. Hoàn lưu xoáy nghịch véc tơ gió trên Hình 4.30 tương ứng với vùng chuẩn sai khí áp mực biển cao cho thấy trên Hình 4.31b. Sự tồn tại hoàn lưu xoáy nghịch véc tơ gió trong các tháng cuối thu này là do hoàn lưu gió mùa Đông Bắc ở 10m và gió Đông ở mực 850hPa trên khu vực Biển Đông là yếu hơn trung bình nhiều năm. Ngoài ra, nguồn ẩm trên Biển Đông cung cấp chính cho mưa ở Việt Nam là thấp hơn bình thường. Do đó, hoàn lưu gió mực thấp mang ẩm từ ngoài khơi Thái Bình Dương vào Biển Đông và Miền Trung Việt Nam là thấp hơn trung bình thường.

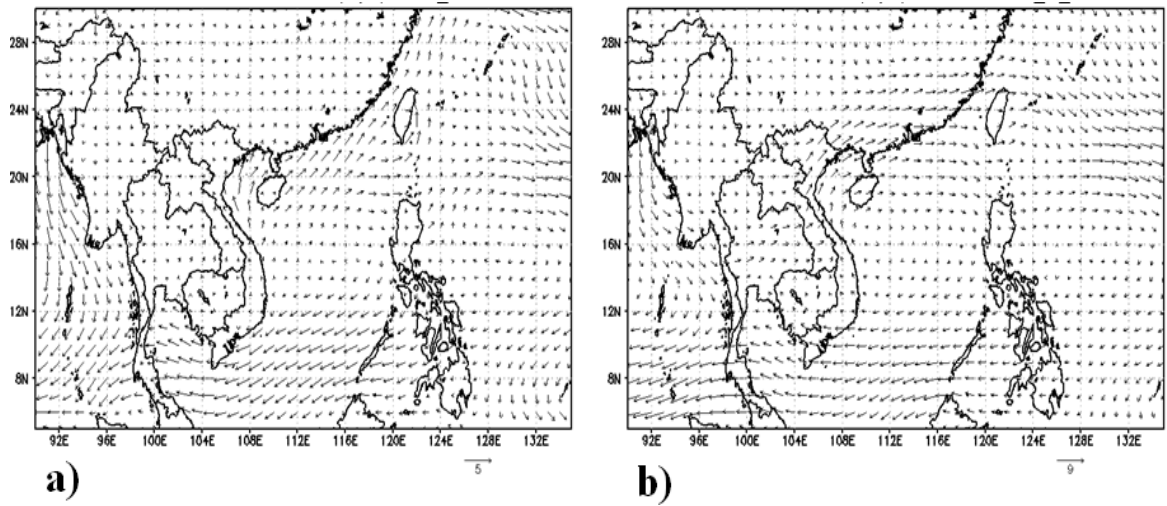
Trên bản đồ phân bố véc tơ tổng vận tải ẩm tháng X /97 (Hình 4.32a) cho thấy, nguồn ẩm lớn trên Biển Đông thấp hơn so với trung bình nhiều năm từ 10-20 $\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$, chuẩn sai véc tơ tổng vận tải ẩm tháng X/97 (Hình 4.32b) cho thấy, véc tơ tổng vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc đến khu vực Miền Trung Việt Nam là yếu hơn bình thường. Ngoài ra, nguồn ẩm từ phía vĩ độ thấp (Nam Bán cầu) đến Biển Đông là rất nhỏ.

Véc tơ tổng vận tải ẩm tháng XI/97 (Hình 4.33a) cho thấy, nguồn ẩm lớn trên khu vực Biển Đông thu hẹp và dịch chuyển xuống phía Nam Biển Đông hơn so với tháng X, nguồn ẩm ở ngoài khơi Thái Bình Dương là thấp hơn bình thường. Chuẩn sai véc tơ vận tải ẩm tháng XI/97 (Hình 4.33b) cho thấy, véc tơ tổng vận tải ẩm hướng Đông và Đông Bắc đến Miền Trung Việt Nam là thấp hơn trung bình.

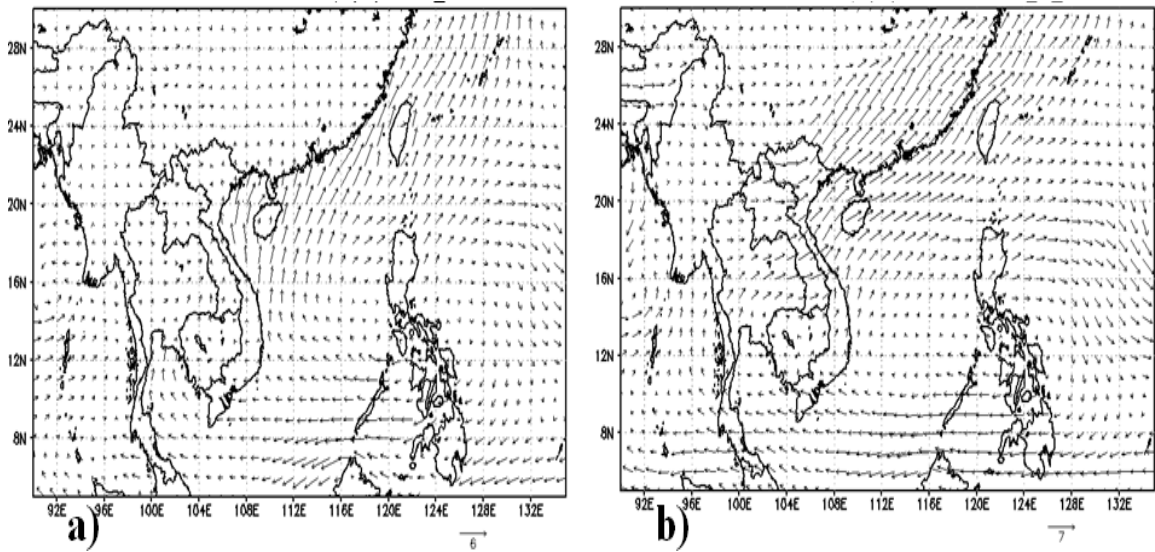
Tóm lại, El Niño gây hụt mưa ở Miền Trung Việt Nam trong tháng X, XI/97, đặc biệt là dải ven biển Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ và ở các trung tâm mưa lớn là do các nguyên nhân sau: (1) Hoàn lưu gió mùa Đông Bắc trên khu vực Biển Đông yếu hơn trung bình nhiều năm; (2) Một hoàn lưu chuẩn sai xoáy nghịch véc tơ gió ở giữa Biển Đông, hoàn lưu gió này làm giảm nguồn ẩm cung cấp cho Miền Trung; (3) Chỉ tồn tại một nguồn ẩm chính trên khu vực Biển Đông cung cấp cho mưa ở Miền Trung; (4) Nguồn ẩm trên Biển Đông thấp hơn trung bình nhiều năm.



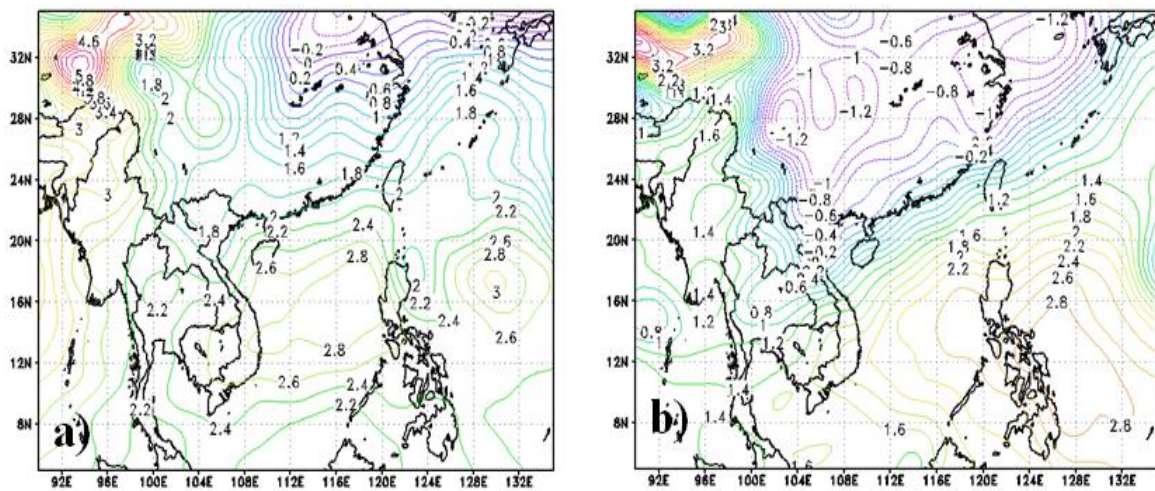
Hình 4.28. Chuẩn sai lượng mưa (mm) Việt Nam: a)-tháng X, b)-tháng XI/ 1997.



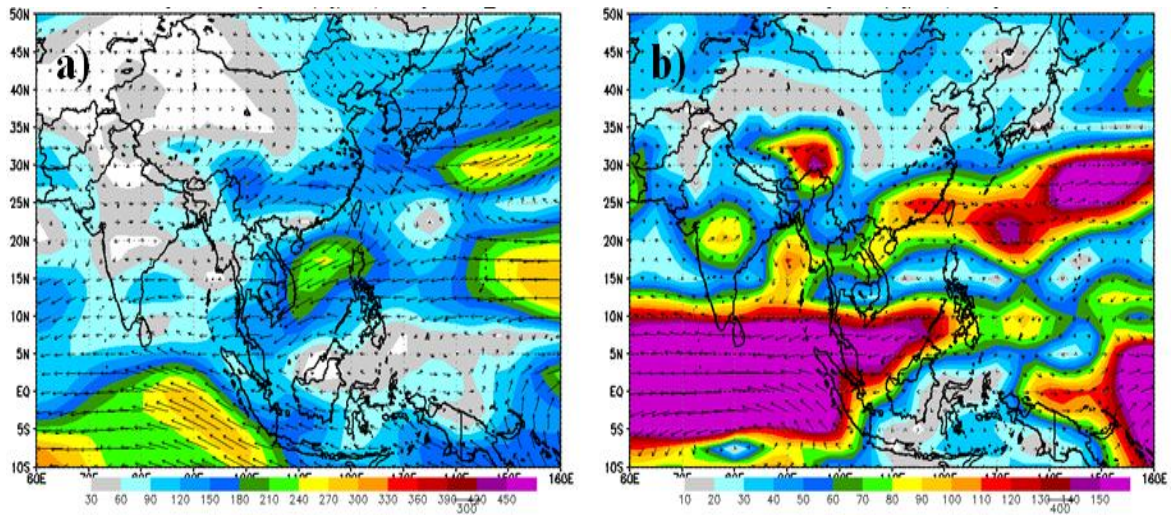
Hình 4.29. Chuẩn sai véc tơ gió ($m s^{-1}$) tháng X/97: a)- 10m; b)-850hPa.



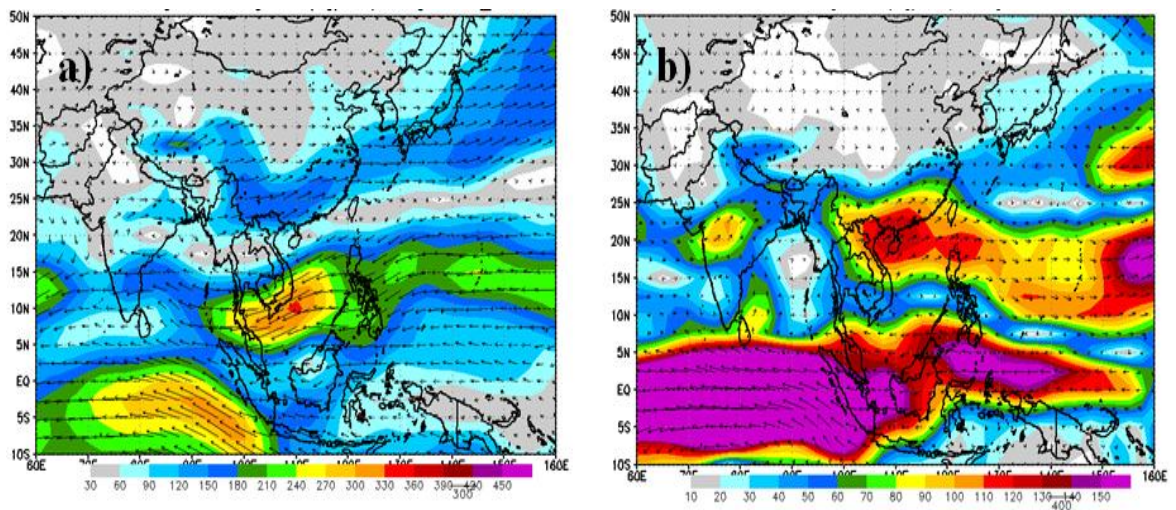
Hình 4.30. Chuẩn sai véc tơ gió ($m s^{-1}$) tháng XI/97: a)- 10m; b)-850hPa.



Hình 4.31. Chuẩn sai khí áp mực biển (mb): a)-tháng X/97, b)-tháng XI/97.



Hình 4.32. Tổng vận tải ẩm ($\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$) tháng X/97: a)-Véc tơ, b) Chuẩn sai.



Hình 4.33. Tổng vận tải ẩm ($\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$) tháng XI/97: a)-Véc tơ, b) Chuẩn sai.

4.4.3.2 Đợt La Niña 1998-2001

Đợt La Niña 1998-2001 kéo dài 33 tháng bắt đầu từ tháng VI/1998 đến tháng II/2001. Tính chung cho cả nước (64 trạm quan trắc) số tháng mưa lớn trong đợt này là 202 tháng, nhiều nhất ở các vùng TB, NTB, TN và NB [4]. Trong đợt La Niña này đã gây ra đợt mưa lớn lịch sử ngày 01-04 tháng 11 năm 1999 ở hầu hết các tỉnh Trung Bộ và Tây Nguyên, làm ngập lụt nghiêm trọng, thiệt hại lớn cho kinh tế, dân sinh và môi trường. Mưa lớn tập trung chủ yếu vào ngày 02-03 tháng 11 là do sự tương tác giữa không khí lạnh có cường độ mạnh với áp thấp nhiệt đới và nguồn ẩm từ vĩ độ thấp lên vĩ độ cao [48].

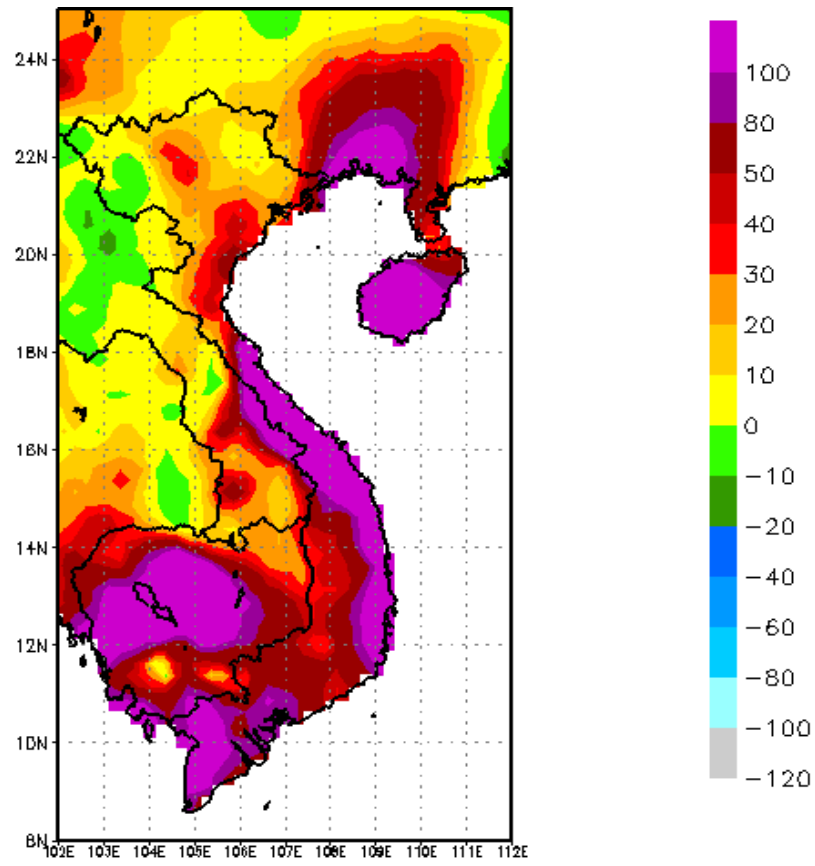
Ảnh hưởng của đợt La Niña 1998-2001 đến mưa rất khác nhau giữa các vùng khí hậu của Việt Nam và trong các tháng khác nhau. Vì vậy, trong khuôn khổ luận, tác giả lựa chọn phân tích sự tăng mưa tháng 11 năm 1999 thông qua các yếu tố vận tải ẩm và hoàn lưu gió mực thấp.

Kết quả tính chuẩn sai tổng lượng mưa tháng 11 năm 1999 từ số liệu Aphrodite (Hình 4.34) cho thấy, tổng lượng mưa tăng trên hầu hết các vùng khí hậu của Việt Nam, nhiều nhất trên 100 mm ở các vùng ven biển BTB, NTB và NB thứ đến vùng TN và tăng ít nhất dưới 30 mm ở các vùng khí hậu ĐB, TB.

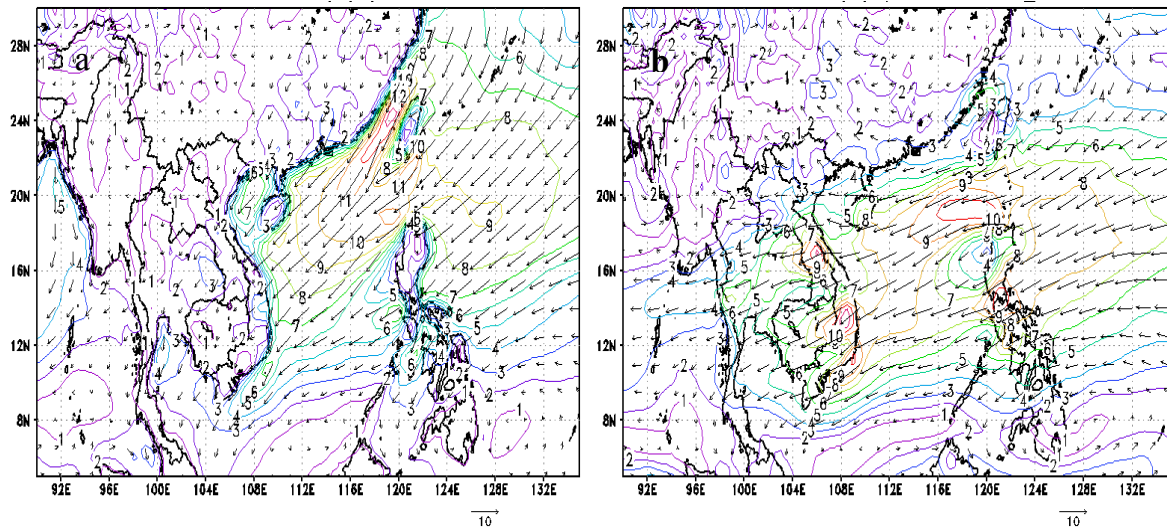
Trên bản đồ phân bố véc tơ gió mực thấp trung bình tháng XI năm 1999 (Hình 4.35) cho thấy, gió Đông Bắc (Hình 4.35a) và gió Đông, Đông Bắc (Hình 4.35b) trên Biển Đông mạnh hơn so với trung bình nhiều năm, hình thành một hoàn lưu xoáy thuận chuẩn sai véc tơ gió trên khu vực Biển Đông có tâm ở gần khu vực Nam Trung Bộ (Hình 4.36). Hoàn lưu xoáy thuận trên Hình 4.36 tương ứng với vùng chuẩn sai khí áp khép kín trên Hình 4.37, hoàn lưu xoáy thuận này mang ẩm từ vĩ độ thấp (từ 5°S - 5°N) lên vĩ độ cao.

Trên bản đồ véc tơ tổng vận tải ẩm tháng XI/99 (Hình 4.38) cho thấy, nguồn ẩm lớn trên khu vực Biển Đông và nguồn ẩm ở vùng vĩ độ thấp cao hơn so với trung bình nhiều năm, véc tơ tổng vận tải ẩm hướng Đông và Đông Nam đến khu vực ven biển Miền Trung là cao hơn trung bình nhiều năm.

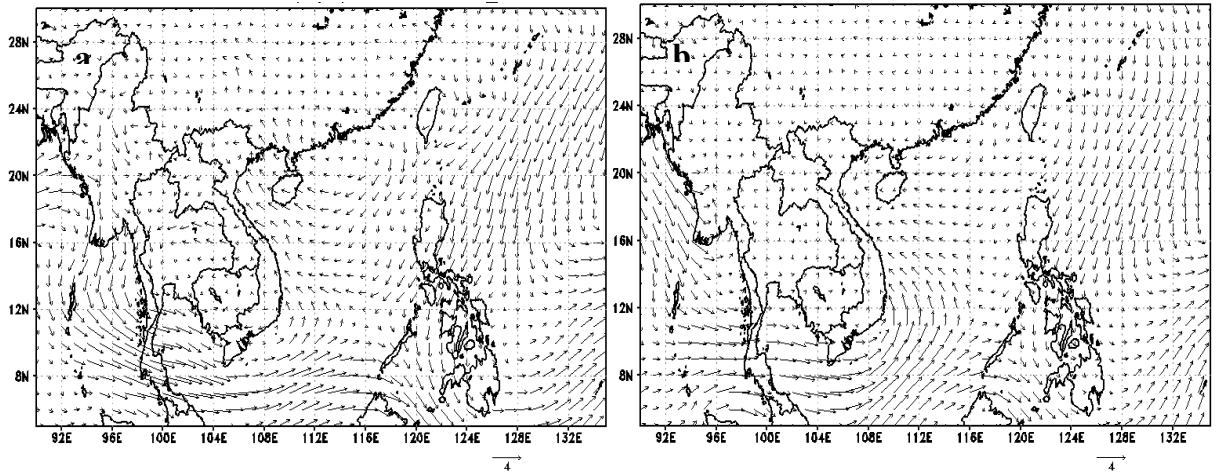
Như vậy, sự tăng mưa ở khu vực ven biển BTB, NTB trong tháng XI năm 1999 là do hoàn lưu gió mùa Đông Bắc mạnh hơn so với trung bình nhiều năm, tồn tại một hoàn lưu xoáy thuận chuẩn sai véc tơ gió ở phía Nam Biển Đông hoàn lưu xoáy thuận này mang ẩm từ vĩ độ thấp lên vĩ độ cao, nguồn ẩm trên khu vực Biển Đông, nguồn ẩm cung cấp chính cho mưa ở khu vực này là cao hơn so với trung bình nhiều năm. Ngoài ra, nguồn ẩm ở vùng vĩ độ thấp (5°S - 5°N ; 100 - 120°E) bổ sung cho nguồn ẩm ở Biển Đông là cao hơn so với trung bình nhiều năm.



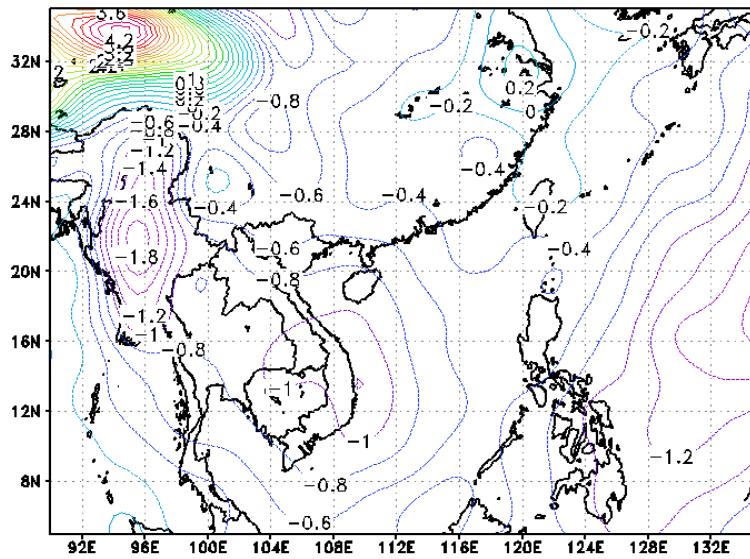
Hình 4.34. Chuẩn sai lượng mưa (mm) Việt Nam tháng XI/99



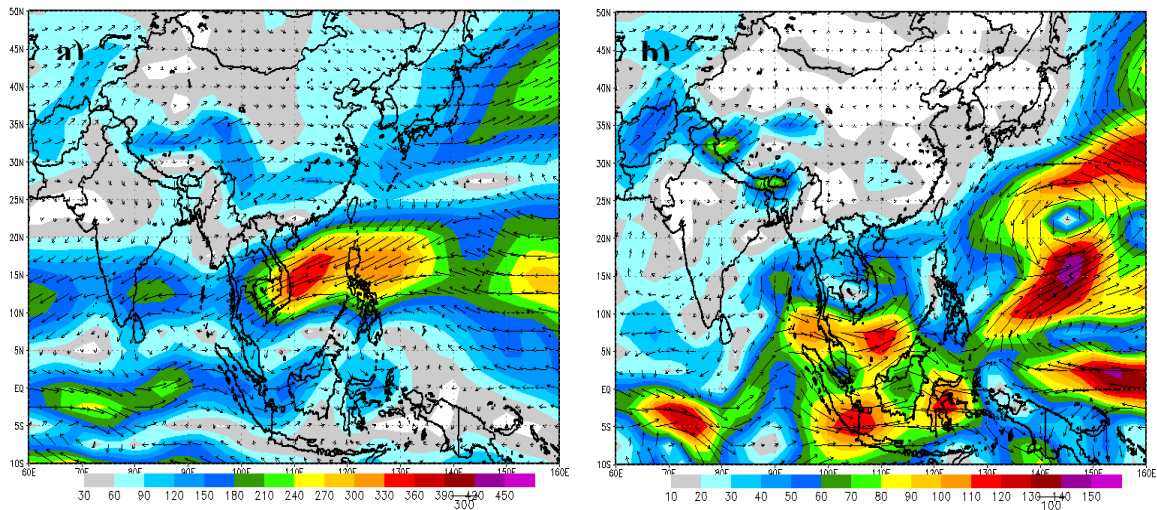
Hình 4.35. Véc tơ gió ($m s^{-1}$) trung bình tháng XI/99: a)- ở 10m, b)-850 hPa.



Hình 4.36. Chuẩn sai véc tơ gió ($m s^{-1}$) tháng XI/99: a)- ở 10m, b)-850 hPa.



Hình 4.37. Chuẩn sai khí áp mực biển (mb) tháng XI/99



Hình 4.38. Tổng vận tải ẩ ($kg m^{-1} s^{-1}$) tháng XI/99: a) Véc tơ, b) Chuẩn sai.

4.5 Một số nhận xét cuối chương 4

Về vận tải ẩm qua các đường biên khu vực Việt Nam cho thấy:

- Ở BBVN, nguồn ẩm cung cấp cho mùa mưa ở BBVN trong các tháng đầu và giữa mùa hè (V-VIII) chủ yếu qua đường biên phía Tây và phía Nam, trong các tháng cuối mùa hè (IX, X) chủ yếu từ phía Đông.
- Ở TBVN, nguồn ẩm cung cấp chính cho các tháng mùa mưa ở TBVN trong các tháng IX, X, XI chủ yếu qua đường biên phía Đông.
- Ở NBVN, nguồn ẩm cung cấp cho mùa mưa khu vực NBVN trong các tháng đầu và giữa mùa hè chủ yếu qua đường biên phía Tây và phía Nam, trong các tháng cuối mùa hè (X) chủ yếu qua đường biên phía Đông.

Trong thời kỳ 1960 – 2009, El Niño góp phần gia tăng hạn hán trên phạm vi cả nước. Tác động của El Niño đối với hạn hán rất khác nhau giữa hai miền, rất rõ rệt ở các vùng khí hậu phía Nam và khá mờ nhạt ở phía Bắc, ngoại trừ vùng Bắc Trung Bộ.

Trong điều kiện El Niño, mức độ tương quan giữa STH ở các vùng khí hậu TB, ĐB, ĐBBB, TN và NB với Qu và Qv của các khu vực Việt Nam và phụ cận là khá mờ nhạt. Tuy nhiên hệ số tương quan của STH các vùng khí hậu BTB và NTB là có quan hệ chặt chẽ với Qu, Qv của một số khu vực BBVN, TBVN, NBVN, ĐĐ và BG.

Căn cứ vào tiềm năng mưa lớn của các trạm, hiệu ứng dương của La Niña về mưa lớn thể hiện trên 33 trong 56 trạm nghiên cứu, 4 trong 7 vùng khí hậu.

Trong điều kiện La Niña, hệ số tương quan giữa STML trên 7 vùng khí hậu của Việt Nam với Qu của các khu vực Việt Nam và phụ cận phổ biến là dương, tương đối lớn trên các vùng TB, ĐB, vừa phải trên các vùng BTB, NTB và tương đối bé trên các vùng ĐBBB, TN, NB. Hệ số tương quan giữa STML trên các vùng khí hậu của Việt Nam với Qv của các khu vực Việt Nam và phụ cận phổ biến là dương, tương đối lớn trên các vùng TB, ĐB, vừa phải trên các vùng BTB, NTB, TN và tương đối bé trên các vùng ĐBBB, NB.

Từ kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của ENSO đến mưa ở Miền Trung Việt Nam trong các tháng mùa thu có thể đưa ra một số nhận định sau:

Dưới ảnh hưởng của El Niño, tổng lượng mưa trung bình tháng IX ở Miền Trung Việt Nam phổ biến tăng ở các trạm thuộc khu vực phía Nam và giảm ở một số trạm phía Bắc, nói chung cả Miền Trung tăng lên trung bình 6,3%. Cũng dưới ảnh hưởng của El Niño, tổng lượng mưa tháng X, tháng XI phổ biến giảm từ 10 đến 20%, tổng lượng mưa trung bình 3 tháng mùa thu giảm 18,3%, phía Nam giảm nhiều hơn phía Bắc.

Dưới ảnh hưởng của La Niña, lượng mưa trung bình tháng IX phổ biến giảm từ 10 đến 15%, lượng mưa trung bình tháng X, tháng XI phổ biến tăng từ 25 đến 35%, tính cho cả 3 tháng mùa thu lượng mưa trung bình tăng 10,1%.

Sự giảm mưa mùa thu ở Miền Trung Việt Nam trong điều kiện El Niño liên quan đến gió mùa Đông Bắc yếu hơn trung bình nhiều năm do tồn tại xoáy nghịch chuẩn sai véc tơ gió trên Biển Đông và nguồn ẩm đến Biển Đông và khu vực thấp hơn trung bình nhiều năm. Ngược lại, trong điều kiện điều kiện La Niña lượng mưa mùa thu ở Miền Trung tăng lên liên quan đến gió mùa Đông Bắc mạnh hơn trung bình nhiều năm và hình thành một xoáy thuận chuẩn sai véc tơ gió trên Biển Đông, dẫn đến sự gia tăng ẩm cung cấp cho khu vực khoảng 10-20%. Vị trí của các vùng mưa lớn tương ứng với các vùng có địa hình cao chỉ ra rằng tương tác giữa gió mùa Đông Bắc với địa hình là một trong những nhân tố chi phối chế độ mưa ở Miền Trung Việt Nam.

Dưới ảnh hưởng của El Niño, lượng mưa trung bình tháng V khu vực Tây Nguyên bị hụt 16,7%. Sự hụt mưa tháng V ở khu vực Tây Nguyên do hoàn lưu gió mùa Tây Nam trên vịnh Bengal yếu hơn trung bình nhiều năm, hình thành một xoáy thuận chuẩn sai véc tơ gió trên vịnh Bengal. Xoáy thuận này làm giảm nguồn ẩm ở phía Nam vịnh Bengal đến khu vực Tây Nguyên. Ngoài ra, nguồn ẩm ở phía Nam vịnh Bengal là thấp hơn trung bình nhiều năm và nguồn ẩm khác ở phía xích đạo được thay thế bằng một nguồn ẩm thấp hơn ở phía Nam Biển Đông.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu về đặc điểm vận tải ở ĐATTBD mở rộng và Việt Nam, mối quan hệ giữa vận tải ẩm với mưa, mưa lớn và hạn hán ở Việt Nam trong điều kiện ENSO có thể rút ra một số kết luận sau:

1) Về vận tải ẩm ở ĐATTBD mở rộng và Việt Nam trong điều kiện chung

- Ở ĐATTBD mở rộng cho thấy, luôn luôn tồn tại 3 dải vận tải ẩm chính nhưng có trị số khác nhau giữa các mùa: (1) dải vận tải ẩm Tây Nam ở vùng vĩ độ trung bình cận nhiệt đới; (2) dải vận tải ẩm Đông Bắc ở xích đạo-nhiệt đới Tây Thái Bình Dương; (3) dải vận tải ẩm Đông Nam ở bán cầu Nam. Tính chung cả năm, vận tải ẩm tổng hợp mạnh nhất trên dải Đông Bắc, thứ đến Đông Nam và yếu nhất trên dải Tây Nam. Vận tải ẩm cũng giảm dần trên lớp 1 đến lớp 2 và từ lớp 2 đến lớp 3.

- Ở Việt Nam, vận tải ẩm trong mùa đông, mùa xuân là Tây, Tây Nam ở Bắc Bộ và Đông, Đông Bắc ở Trung Bộ và Nam Bộ, trong mùa hè cả Bắc Bộ, Trung Bộ và Nam Bộ đều có hướng Tây, Tây Nam và ngược lại, trong mùa thu từ Bắc chí Nam đều có hướng Đông, Đông Bắc. Tính chung cả năm, vận tải ẩm có hướng Tây Nam ở Bắc Bộ và Đông, Đông Bắc ở Trung Bộ và Nam Bộ. Ở cả 3 khu vực, vận tải ẩm mạnh nhất vào mùa hè và yếu nhất vào mùa đông hay mùa xuân. Trên toàn cột khí quyển, tính chung cho cả năm, vận tải ẩm ở Bắc Bộ lớn hơn Trung Bộ và Nam Bộ. Trong các lớp khí quyển, vận tải ẩm mạnh nhất ở lớp 1 và yếu nhất ở lớp 3.

2) Về vận tải ẩm ở ĐATTBD mở rộng và Việt Nam trong điều kiện ENSO

- Ở ĐATTBD mở rộng, trong điều kiện El Niño, dải vận tải ẩm Tây Nam tăng cường trong khi dải vận tải ẩm Đông Bắc và Đông Nam đều giảm đi còn trong điều kiện La Niña thì ngược lại, dải vận tải ẩm Tây Nam giảm đi trong khi dải vận tải ẩm Đông Bắc tăng lên.

- Ở Việt Nam, trong điều kiện El Niño, vận tải ẩm có hướng Tây, Tây Nam ở Bắc Bộ tăng lên trong khi vận tải ẩm có hướng Đông, Đông Bắc ở Trung Bộ và Nam Bộ giảm đi và ngược lại trong điều kiện La Niña, vận tải ẩm có hướng Tây, Tây Nam ở Bắc Bộ giảm đi trong khi vận tải ẩm có hướng, Đông, Đông Bắc ở Trung Bộ, Nam Bộ tăng lên.

3) *Về phân bố vận tải ẩm tổng hợp trong điều kiện ENSO và tác động đến hạn hán, mưa lớn*

- Phân bố vận tải ẩm tổng hợp trong từng đợt El Niño (La Niña) đều có những nét tương đồng và khác biệt nhất định với phân bố vận tải ẩm trung bình 13 đợt El Niño (11 đợt La Niña). Đáng lưu ý là, trong điều kiện El Niño, với sự tăng cường của vận tải ẩm Tây Nam, xuất hiện 5 đợt El Niño loại 2 với vận tải ẩm có hướng Tây Nam trên cả nước còn trong điều kiện La Niña, với sự tăng cường của vận tải ẩm Đông Bắc, xuất hiện 2 đợt La Niña loại 3 với vận tải ẩm có hướng Đông Bắc trên cả 3 khu vực.

- Trong điều kiện El Niño do sự tăng cường của vận tải ẩm Tây, Tây Nam nên số tháng hạn của các vùng khí hậu phía Bắc không tăng lên thậm chí còn giảm đi trong khi số tháng hạn của các vùng khí hậu phía Nam tăng lên rõ rệt. Trong điều kiện La Niña do sự tăng cường của vận tải ẩm Đông, Đông Bắc nên số tháng mưa lớn của các vùng khí hậu phía Nam tăng nên rõ rệt trong khi số tháng mưa lớn ở các vùng khí hậu phía Bắc chỉ tăng lên ở mức độ nhất định.

4) *Về quan hệ giữa vận tải ẩm với mưa một số vùng cụ thể trong điều kiện ENSO*

- Sự hụt mưa mùa thu ở Miền Trung Việt Nam trong điều kiện El Niño là do các điều kiện: Gió mùa Đông Bắc yếu hơn trung bình nhiều năm; chỉ có một nguồn ẩm từ Biển Đông đến và nguồn ẩm này thấp hơn so với trung bình nhiều năm; tồn tại một xoáy nghịch của chuẩn sai véc tơ gió ở Biển Đông, xoáy nghịch này làm giảm ẩm đến khu vực Miền Trung.

- Sự tăng mưa mùa thu ở Miền Trung Việt Nam trong điều kiện La Niña là do: Gió mùa Đông Bắc mạnh hơn trung bình nhiều năm; có hai nguồn ẩm cung cấp cho mưa ở khu vực này và nguồn ẩm chính ở Biển Đông là cao hơn trung bình nhiều năm; tồn tại một xoáy thuận chuẩn sai véc tơ gió trên Biển Đông, xoáy thuận này làm tăng cường ẩm đến khu vực Miền Trung Việt Nam.

- Sự hụt mưa tháng V ở khu vực Tây Nguyên trong điều kiện El Niño là do hoàn lưu gió mùa Tây Nam trên vịnh Bengal yếu hơn trung bình nhiều năm do một xoáy thuận chuẩn sai véc tơ gió trên vịnh Bengal làm giảm nguồn ẩm ở phía Nam vịnh Bengal đến khu vực.

5) Về ứng dụng thông tin vận tải ẩm

- Có thể ứng dụng thông tin vận tải ẩm để nhận định về hạn hán trong điều kiện El Niño và mưa lớn trong điều kiện La Niña cho một số vùng cụ thể.

- Sự hụt ẩm trên khu vực Biển Đông trong điều kiện El Niño trong các tháng mùa thu là một trong những yếu tố quan trọng gây ra hạn hán ở Miền Trung Việt Nam, điển hình đợt El Niño 1997-1998 gây ra hạn hán trong tháng X, XI năm 1997. Ngược lại sự tăng ẩm trên khu vực Biển Đông trong các tháng mùa thu là một trong những yếu tố gây tăng mưa ở khu vực Miền Trung Việt Nam, điển hình trong đợt La Niña 1998-2001 gây ra mưa lớn vào tháng XI năm 1999.

2. Kiến nghị

Trên cơ sở những kết quả nghiên cứu đã đạt, kiến nghị hướng nghiên cứu tiếp theo như sau:

1) Cần tiếp tục nghiên cứu mối quan hệ trễ giữa vận tải ẩm với số tháng hạn và số tháng mưa lớn trên các vùng khí hậu của Việt Nam nhằm xác định các thông tin vận tải ẩm có hệ số tương quan tốt phục vụ dự báo mưa lớn và hạn hán ở Việt Nam.

2) Tiếp tục nghiên cứu cân bằng ẩm, hội tụ và phân kỳ ẩm trên các khu vực của Việt Nam dựa trên các bộ số liệu có độ phân giải cao ($0,5 \times 0,5^\circ$ kinh vĩ) để lý giải cơ chế vật lý trong quan hệ giữa vận tải ẩm với mưa trên các vùng khí hậu của Việt Nam.

3) Tiếp tục nghiên cứu vận tải ẩm với mưa trong các thời kỳ khác nhau của các đợt El Niño cũng như La Niña (hình thành, phát triển, suy thoái và tan rã) để làm sáng tỏ mối quan hệ giữa vận tải ẩm với mưa của một số vùng cụ thể.

Các công trình đã công bố có liên quan đến luận án

1. **Thang Van Vu**, Hieu Trong Nguyen, Thang Van Nguyen, Hiep Van Nguyen, Huong Thi Thanh Pham and Lan Thi Nguyen (2015), Effects of ENSO on Autumn Rainfall in Central Vietnam. *Advances in Meteorology*, Vol 2015, Article ID 264373, 12 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/264373>.
2. **Vũ Văn Thắng**, Nguyễn Văn Thắng, Nguyễn Trọng Hiệu, Nguyễn Văn Hiệp và nnk (2014), Sự thiếu hụt lượng mưa tháng V ở Tây Nguyên khi có El Niño và vai trò của vận tải ẩm. *Tạp chí KTTV*, số 644, pp. 1-4.
3. **Vũ Văn Thắng**, Nguyễn Văn Thắng và Nguyễn Trọng Hiệu (2014), Vận tải ẩm trên các đường biên trên các khu vực Việt Nam, *Tạp chí KTTV*, số 646, pp. 1-4.
4. **Vũ Văn Thắng**, Nguyễn Văn Thắng, Phạm Thi Thanh Hương và Nguyễn Trọng Hiệu (2012), Đặc điểm vận tải ẩm ở Việt Nam trong các thời kỳ hoạt động của El Niño, *Tuyển tập Báo cáo Hội thảo lần thứ XV*, NXB KHKT tập I, pp 93-99.
5. **Vũ Văn Thắng**, Nguyễn Văn Thắng và Nguyễn Trọng Hiệu (2013), Phân bố chuẩn sai vận tải ẩm ở Việt Nam trong các giai đoạn của chu trình El Niño, *Tuyển tập Báo cáo Hội thảo lần thứ XVI*, NXB KHKT tập I, pp 49-54.
6. **Vũ Văn Thắng**, Nguyễn Văn Thắng và Nguyễn Trọng Hiệu (2015), *Hiệu ứng La Niña với mưa lớn ở Việt Nam*. *Tuyển tập Báo cáo Hội thảo khoa học quốc gia về khí tượng, Thủy văn, Môi trường và Biến đổi khí hậu lần thứ XVIII*, NXB TNMT và BĐVN, pp. 32-37.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt:

1. Phạm Vũ Anh (2001), *Quan hệ của ENSO với sự biến động của front cực đới tại khu vực Đông Nam Á và Việt Nam*, Báo cáo tổng kết chuyên đề thuộc đề tài nghiên cứu khoa học độc lập cấp nhà nước về ENSO.
2. Đặng Trần Duy (1998), *Hiện tượng El Niño và một vài đặc điểm thời tiết mùa ở Đồng bằng Bắc Bộ*. Báo cáo tại hội thảo khoa học triển khai đề tài “Tác động của ENSO đến thời tiết, khí hậu, môi trường và kinh tế-xã hội ở Việt Nam”. Viện KTTV, Hà Nội 1999.
3. Hoàng Minh Hiền, Nguyễn Hữu Ninh (1990), “*ENSO và biến động chế độ bão vùng Tây Bắc Thái Bình Dương*”, *Tạp san KTTV*, (11).
4. Nguyễn Trọng Hiệu và CTV (2014), *Nghiên cứu những đặc trưng cơ bản và tác động của ENSO đến hạn hán, mưa lớn ở Việt Nam và khả năng dự báo*, Đề tài nghiên cứu cơ bản, mã số ĐT.NCCB-ĐHƯD.2011-G/12.
5. Phạm Thị Thanh Hương, Nguyễn Trọng Hiệu và CTV (2009), *Nghiên cứu về quan hệ giữa gió mùa Đông Á và lượng mưa trong mùa lũ khu vực Vân Nam Trung Quốc và Miền Bắc Việt Nam*. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ.
6. Nguyễn Đức Ngữ và CTV (2002), *Tác động của ENSO đến thời tiết khí hậu, môi trường và kinh tế - xã hội ở Việt Nam*, Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học độc lập cấp Nhà nước, 125tr.
7. Nguyễn Đức Ngữ (2002), *Quan hệ giữa ENSO và gió mùa Châu Á*, Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học lần thứ 7, Viện Khí tượng Thủy văn, Hà Nội, 2002, (1), tr. 105-115.
8. Nguyễn Đức Ngữ (2005), “*Tác động của ENSO đến hạn hán ở Miền Trung và Tây Nguyên Việt Nam*”, *Tạp chí KTTV*, (530), tr. 1-15.
9. Nguyễn Đức Ngữ và CTV (2007), *Ảnh hưởng của ENSO đến các cực trị nhiệt độ và lượng mưa ở Việt Nam và khả năng dự báo*, Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu cơ bản, Mã số 73 15 05.
10. Bùi Minh Tăng (1998), *Hạn hán ở Việt Nam và hiện tượng El Niño*, Tập báo cáo khoa học “Hội thảo về hạn hán và làm mưa nhân tạo”. Viện KTTV.

11. Bùi Minh Tăng (1998), “*ENSO và diễn biến của bão, áp thấp nhiệt đới ảnh hưởng đến Việt Nam*”, *Tạp san KTTV*, (452).
12. Phan Văn Tân và CTV (2010), *Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam, khả năng dự báo và giải pháp chiến lược ứng phó*, Báo cáo tổng kết đề tài KH-CN cấp Nhà nước thuộc chương trình KC08.13/06-10, Hà Nội.
13. Nguyễn Văn Thắng và CTV (2010), *Ứng dụng thông tin khí hậu và dự báo khí hậu phục vụ các ngành kinh tế xã hội và phòng tránh thiên tai ở Việt Nam*, Báo cáo tổng kết dự án.
14. Phạm Đức Thi (1993), “*Về mối quan hệ ENSO và nhiệt độ*”, *Tạp san KTTV*.
15. Phạm Đức Thi (1997), “*Hạn Xuân hè ở khu vực đồng bằng Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ*”, *Tạp san KTTV*, (10), tr. 1-5.
16. Phạm Đức Thi, (1998), “*Hạn Hè thu ở đồng bằng Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ*”. *Tạp san Khí tượng Thủy văn*, (10), tr. 5-12.
17. Nguyễn Thị Hiền Thuận (2006), “*Sử dụng số liệu quan trắc và số liệu nút lưới trong nghiên cứu hoạt động của gió mùa mùa hè ở Nam Bộ*” *Tạp chí KTTV*, (544), tr. 18-26.
18. Nguyễn Thị Hiền Thuận (2008), *Tính toán vận tải ẩm trong khí quyển*. Tuyển tập Báo cáo Hội thảo khoa học lần thứ 11, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường.
19. Nguyễn Ngọc Thụy, Bùi Đình Khước (1997), *Ảnh hưởng của bão gió mạnh, sự nóng lên của khí hậu toàn cầu và hiện tượng El Niño tới mực nước Biển Đông*. Tập báo cáo công trình nghiên cứu khoa học (tập I) hội nghị khoa học lần thứ 6, Viện KTTV, Hà Nội, 1997.
20. Nguyễn Doãn Toàn, *El Niño và sự biến đổi nhiệt độ nước bề mặt và xoáy thuận nhiệt đới vùng Biển Đông và Philippine*.
21. Lê Nguyên Tường (1999), *Bước đầu thử nghiệm ứng dụng chương trình RAINMAN nghiên cứu quan hệ ENSO và mưa ở Việt Nam*, Viện KTTV, Hà Nội 1999.
22. Kiều Thị Xin, Phạm Văn Huân, Phan Văn Tân (1999), “*Quan hệ giữa ENSO*

với một số đặc trưng nhiệt độ lượng mưa trên lãnh thổ Việt Nam”. *Tạp san KTTV*, (1), tr.5-12.

Tiếng Anh:

23. Anandu D. Vernekar, Ymin Ji, (1999), “*Simulation of the onset and Intra-seasonal Variability of Two contrasting summer Monsoons*”, *J. of Climate*, (6).
24. Bin Wang (2006), “*The Asian Monsoon*”, *Published in association with Springer Praxis Publishing*, Chi Chester, UK.
25. Chen, T. C., and J. D. Tsay, (2012), “*Interannual variation of the late fall rainfall in Central Vietnam*” *J. Climat.*, (25), pp. 392-413.
26. Christopher., R. G and C. J. C. Reason (2002), “*Interannual variability of lower-tropospheric moisture transport during the Australian monsoon*”, *Int. J. Climatol*, (22) pp. 509–532.
27. Daniel, .L. C and G. Steve (1987), “*Water vapor transport over Indian Ocean during the 1979 summer Monsoon.*” Part I: *Water vapor Fluxes*, *Mon. Wea. Rev*, (115), pp. 653-663.
28. Daniel, .L. C and G. Steve (1987), “*Water vapor transport over Indian Ocean during the 1979 summer Monsoon*”. Part II: *Water vapor budgets*, *Mon. Wea. Rev*, (115), pp. 2358-2366.
29. Ding.,Y (1994), “*Monsoons over China*”, *Kluwer Academic Publisher*, Dordrecht/ Boston/London. 419pp.
30. Ding., Y and C. L. Chan (2005), “*The East Asian Summer monsoon*”, *Meteor. Atmos Phys*, (89), pp. 117-142.
31. Fasullo, J. and P. J. Webster (2002), “*Hydrological signatures relating the Asian summer monsoon and ENSO*”, *J. Climate*, 15, 3082-3095.
32. Howland, M. R., and D. N. Sikdar (1980), “*The moisture budget over the Morteastern Arabian Sea during Premonsoon and Monsoon Onset*”, *Mon. Wea. Rev*, (10).
33. Kalnay, E., and Coauthors (1996), “*The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project*”, *Bull. Amer. Meteor. Sci*, (77), pp. 437-471.
34. Kingtse C. Mo and R. W. Higgins (1996), “*Large-Scale Atmospheric*

- Moisture Transport as Evaluated in the NCEP/NCAR and the NASA/DAO Reanalyses*", *J. Climate*, (9), pp. 1531-1544.
35. Klaus Wolter (1999), *Multivariate ENSO Index (MEI)*, NOAA-CIRES Climate Diagnostics Center.
 36. Kousky, V. E., R. W. Higgins (2007), "An Alert Classification System for Monitoring and Assessing the ENSO Cycle", *Wea. Forecasting*, (22), pp. 353–371.
 37. Liu., and R. E. Stewart (2003), "Water Vapor Fluxes over the Saskatchewan River Basin", *J. HydroMeteorology*, (4), pp. 994-959.
 38. Liu, R. E. Stewart and K. Szeto (2004), "Moisture transport and Other Hydrometeorological Features Associated with the Severe 2000/01 Drought over the the Western and Central Canadian Prairies", *J. Climate*, (17).
 39. Miki., H, T. Kazuhisa and T. Takao (2005), "Interannual Variation of Seasonal Changes of Precipitation and Moisture Transport in the Western North Pacific", *J. Meteor. Soc. Japan*, 83(1), pp. 107-127.
 40. Rasmusson, E.M (1968), "Atmospheric water vapor transport and the water balance of North America", *Mon. Wea. Rev.*, 96(10), pp. 720-734.
 41. Schmitz, J. T and S. L. Mullen (1996), "Water vapor transport associated with the summertime North American monsoon as depicted by ECMWF analyses", *J. Climate*, (9), pp. 1621–1634.
 42. Simonds. I., D. Bi, and P. Hope (1999), "Atmospheric water vapour flux and its association with rainfall over China in summer", *J. Climate*, (12), pp. 1353-1367.
 43. Sminov V., and G. Moor (2000), "Short-term and seasonal variability of the atmospheric water vapour transport through the Mackenzie River Basin", *J. of Hydromet*, (2), pp. 441-452.
 44. Valsala, V. K., and M. Ikeda (2005), "An Extreme Drought Event in the 2002 Summer Monsoon Rainfall and its Mechanism Proved with a Moisture Flux Analysis", *SOLA*, (1), pp. 173-176.
 45. Xiaoxia, Zhou, Y. Ding and P. Wang (2010), "Moisture transport in the Asian summer monsoon region and its relationship with summer precipitation in China", *Acta Meteor. Sinica*, 24 (1), pp. 31-42.

46. Xiuzhen, Li, W. Zhiping and Zhou. Wen (2011), “*Long-term Change in Summer Water Vapor Transport over South China in Recent Decades*”, *J. Meteor. Soc. Japan*, 89A, pp. 271-282.
47. Yen, M.C., T.C. Chen, H.L. Hu, R.Y. Tzeng, D.T. Ding, T.T.T. Nguyen, and C.J. Wong,(2011), “*Interannual variation of the fall rainfall in Central Vietnam*”, *J.Meteor. Soc. Japan*, 89A, pp. 259-270.
48. Yokoi, S., and J. Matsumoto (2008), “*Collaborative effects of cold surge and tropical depression-type disturbance on heavy rainfall in central Vietnam*”, *Mon. Wea. Rev.*, (136), pp. 3275–3287.
49. Zhang, R., and A. Sumi (2002), “*Moisture Circulation over East Asia during El Niño Epiode in Northern Winter, Spring and Autumn*”, *J. Meteor. Soc. Japan*, 80(2), pp. 213-227.
50. Zhou, T. J., and R. C. Yu (2005), “*Atmospheric water vapor transport associated with typical anomalous summer rainfall patterns in China*”, *J. Geophys. Res.*, (110), D08104.
51. WMO, *The Climate in 1993-World Climate News*, (5), 1994.