

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

**CHƯƠNG TRÌNH KH&CN TRỌNG ĐIỂM CẤP NHÀ NƯỚC**  
**“Khoa học và công nghệ phục vụ Chương trình mục tiêu quốc gia**  
**ứng phó với biến đổi khí hậu”. Mã số: KHCN-BĐKH/11-15**

## **BÁO CÁO TÓM TẮT**

**KẾT QUẢ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ ĐỀ TÀI**

**NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG KỊCH BẢN VỀ CÁC HIỆN TƯỢNG**  
**THỜI TIẾT CỰC ĐOẠN TRUNG HẠN (2015-2030) CHO KHU VỰC**  
**VIỆT NAM-BIỂN ĐÔNG SỬ DỤNG KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**  
**TRONG CHƯƠNG TRÌNH KAKUSHIN**

**MÃ SỐ ĐỀ TÀI: BĐKH.01**

**Cơ quan chủ trì đề tài: Trường Đại học Khoa học Tự nhiên**

**Chủ nhiệm đề tài: GS.TS. Nguyễn Hữu Dư**

Hà Nội - 2014

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

**CHƯƠNG TRÌNH KH&CN TRỌNG ĐIỂM CẤP NHÀ NƯỚC**  
**“Khoa học và công nghệ phục vụ Chương trình mục tiêu quốc gia**  
**ứng phó với biến đổi khí hậu”. Mã số: KHCN-BĐKH/11-15**

**BÁO CÁO TÓM TẮT**  
**KẾT QUẢ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ ĐỀ TÀI**

**NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG KỊCH BẢN VỀ CÁC HIỆN TƯỢNG**  
**THỜI TIẾT CỰC ĐOAN TRUNG HẠN (2015-2030) CHO KHU VỰC**  
**VIỆT NAM-BIỂN ĐÔNG SỬ DỤNG KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**  
**TRONG CHƯƠNG TRÌNH KAKUSHIN**

**MÃ SỐ ĐỀ TÀI: BĐKH.01**

Chủ nhiệm đề tài:

Cơ quan chủ trì đề tài:

**GS.TS. Nguyễn Hữu Dư**

**GS.TS. Phan Tuấn Nghĩa**

Ban chủ nhiệm chương trình

Bộ Tài nguyên và Môi trường

Hà Nội - 2014

## 1. Mở đầu

Biến đổi khí hậu (BĐKH) thể hiện điển hình qua sự nóng lên toàn cầu và mực nước biển dâng đang là sự thách thức to lớn đối với nhân loại trên toàn thế giới trong thế kỷ 21. **Dự tính BĐKH** (*Climate Change Projection*) trên quy mô toàn cầu là mô phỏng khí hậu toàn cầu bằng mô hình khí hậu toàn cầu ứng với các kịch bản phát thải khí nhà kính hay kịch bản bức xạ cưỡng bức tương ứng. Từ đó ta có những thông tin phản ánh khả năng diễn biến khí hậu trong tương lai. Nói chung, các mô hình với những kịch bản khác nhau đưa ra những sản phẩm dự tính không giống nhau do cả tính bất định luôn luôn tiềm ẩn trong mô hình. Trong mỗi mô hình đơn lẻ luôn tồn tại những điểm mạnh và những điểm yếu khiến cho “không một mô hình nào được coi là hoàn thiện và việc sử dụng kết quả từ nhiều mô hình là quan trọng” (McAvaney và ccs., 2001). Một trong những dự án quan trọng nhất trong vấn đề này có thể kể đến là dự án so sánh đa mô hình khí hậu CMIP3 (Meehl và ccs. 2007). Tiếp theo là dự án CMIP5 để phục vụ Báo cáo đánh giá lần thứ 5 của IPCC, xuất bản vào tháng 9 năm 2013. Một số nghiên cứu chỉ ra rằng trong khu vực châu Á gió mùa, các mô hình khí hậu toàn cầu phân giải thô thường không đưa ra được những mô phỏng thỏa đáng (Lau và Yang 1996; Yu và ccs. 2000). Trong khi đó, nhiều nghiên cứu đã cho thấy các mô hình khí hậu khu vực (RCMs) có thể mô phỏng khí hậu khu vực gió mùa tốt hơn so với các mô hình toàn cầu (Liu và ccs. 1994, 1996; Fu và ccs. 1998; Lee và Suh 2000).

Để nghiên cứu BĐKH ở quy mô khu vực và từ đó có thể nghiên cứu đánh giá các tác động của BĐKH có thể sử dụng phương pháp hạ quy mô thống kê (statistical downscaling) hay hạ quy mô động lực (dynamical downscaling) sản phẩm của các mô hình khí hậu toàn cầu. Phương pháp thứ hai hiện đang được ưu tiên sử dụng. Vậy thì downscaling là cầu nối giữa kết quả của mô hình khí hậu và nghiên cứu tác động. *Hai điểm mạnh chìa khóa*

*của hạ quy mô động lực là mô hình khu vực sẽ biểu diễn được các điều kiện bề mặt kể cả địa hình và biểu diễn được những nhiễu động quy mô vừa (meso). Phương pháp này cho phép mô tả chi tiết hơn các quá trình mang tính địa phương và khu vực.*

## **2. Mục tiêu đặt ra của đề tài nghiên cứu BDKH.01**

Xuất phát từ nguyện vọng trên, được sự phê duyệt và chỉ đạo của BỘ TÀI NGUYÊN & MÔI TRƯỜNG, VĂN PHÒNG KH & CN PHỤC VỤ CTMTQG ỦNG PHÓ VỚI BDKH, Trường ĐHKHTN đã thực hiện Đề tài *Nghiên cứu xây dựng kịch bản về các hiện tượng thời tiết cực đoan trung hạn (2015-2030) cho khu vực Việt Nam-Biển Đông sử dụng kịch bản Biến đổi khí hậu trong chương Kakushin (BDKH.01)* với 3 mục tiêu: 1) Dự tính được sự diễn biến của các hiện tượng thời tiết-khí hậu cực đoan trung hạn của cho khu vực Việt Nam-Biển Đông; 2) Sử dụng được mô hình bất thủy tĩnh cho nghiên cứu khí hậu và BDKH ở Việt Nam; 3) Khai thác và sử dụng được số liệu của Chương trình Kakushin cho nghiên cứu BDKH ở Việt Nam.

## **3. Phương pháp nghiên cứu ứng dụng trong Đề tài**

Đề tài sử dụng phương pháp *hạ quy mô động lực (Dynamical downscaling)* và *mô hình hóa khí quyển nhiệt đới bằng mô hình khí hậu khu vực bất thủy tĩnh.*

## **4. Tập thể CBKH thực hiện Đề tài**

Đề tài do các CBKH của Trường ĐHKHTN thực hiện với sự hợp tác chặt chẽ với CBNC của TTDBKTTV TƯ và sự giúp đỡ quan trọng của nhóm CBNC của Phòng Khí hậu thuộc Viện NC Khí tượng Nhật Bản (MRI, JMA, JP) thông qua cung cấp mô hình, số liệu Kakushin, đào tạo CB trẻ cũng như thảo luận kết quả khoa học nhận được của Đề tài.

## **5. Nội dung KH-CN đã thực hiện trong Đề tài**

**Tóm lược chung :**

Đề tài đã được thực hiện theo 10 Nội dung khoa học như trong bản Thuyết minh với các sản phẩm KH-CN tương ứng:

Nội dung 1 và Nội dung 2 bao gồm thu thập, khai thác và phân tích các bộ số liệu để có những hiểu biết cơ bản về cơ chế hình thành khí hậu và khí hậu cực đoan trên khu vực VN cũng như cần cho tính toán trong Đề tài. Kết quả phần lớn được tổng kết trong các chuyên đề và sản phẩm [trung gian 3](#).

Nội dung 3 và Nội dung 4: Nghiên cứu lý thuyết cơ bản và thích ứng, tiếp thu và khai thác codes của mô hình khí hậu khu vực bất thủy tĩnh NHRCM và cài đặt trên máy ở VN cùng với phát triển những phần mềm giao diện để chạy mô hình cho mô phỏng khí hậu hiện tại với tái phân tích JRA25. Kết quả một phần được tóm tắt trong sản phẩm [trung gian 1](#), một phần được tổng kết trong Chương 3 của Báo cáo tổng hợp.

Nội dung 5 và Nội dung 6 về nghiên cứu và chạy mô hình sóng WAVEWATCH-III. Kết quả một phần được tổng kết trong sản phẩm [trung gian 2, 4 và 5](#). Kết quả mô phỏng được tổng kết trong chương 4 của Báo cáo tổng hợp.

Nội dung 7, 8, 9 và 10 là nội dung KH-CN chính của Đề tài về mô phỏng khí hậu hiện tại với tái phân tích để lựa chọn mô hình, mô phỏng khí hậu hiện tại, dự tính khí hậu tương lai cho xây dựng kịch bản được trình bày trong 2 Chương 3 và 4 của Báo cáo tổng hợp.

Nội dung của Báo cáo tổng hợp được bố cục thành 4 chương.

***Chương 1. Hiện trạng của vấn đề nghiên cứu biến đổi khí hậu ở Việt Nam. Nhiệm vụ khoa học đặt ra của và giải pháp khoa học của Đề tài:*** đã tổng quan về hiện trạng của vấn đề nghiên cứu BĐKH ở VN là đang ở trong giai đoạn mới phát triển chưa hòa nhập tốt vào xu thế hiện nay của các nước phát triển trên thế giới và chưa đáp ứng yêu cầu cao về độ tin cậy và mức độ chi tiết về rủi ro do BĐKH và nước biển dâng để giúp cho việc hoạch định chính sách và biện pháp ứng phó. Đề tài đã nghiên cứu chọn phương pháp mô

hình hóa cùng với công nghệ hạ quy mô động lực. Đó là lòng một *mô hình khí hậu khu vực bất thủy tĩnh* phân giải cao vào một mô hình toàn cầu theo kịch bản BDKH được chọn. Đề tài BDKH-01 không đề cập đến vấn đề xây dựng kịch bản mà sử dụng đầu ra của mô hình toàn cầu AGCM3.2H của Nhật với độ phân giải ngang (0.5 x 0.5) độ kinh vĩ của Chương trình Kakushin làm đầu vào cho mô hình khí hậu khu vực và NHRCM. Bảy nhiệm vụ khoa học công nghệ cần thực hiện trong Đề tài là: 1) Nghiên cứu sử dụng phương pháp hạ quy mô động lực (Dynamical downscaling); 2) Nghiên cứu ứng dụng một mô hình khí hậu khu vực bất thủy tĩnh (NHRCM) và một mô hình khí hậu khu vực thủy tĩnh RegCM đang được sử dụng trong nghiên cứu khí hậu ở VN; 3) Chạy hai mô hình mô phỏng khí hậu NHRCM và RegCM phân giải 20 km (ký hiệu NHRCM20 và RegCM20) với đầu vào là 23 năm số liệu tái phân tích JRA-25 hiện tại (1985-2007) để chứng minh sự thích hợp hơn của NHRCM so với RegCM cho vùng VN-BĐ; 4) Chạy mô phỏng khí hậu bằng NHRCM05 với đầu vào là đầu ra của NHRCM20 cho 11 năm (1985-1995) để chỉ ra sức mạnh của hạ quy mô trong tái sinh khí hậu khu vực; 5) Đánh giá kết quả mô phỏng khí hậu hiện tại của NHRCM20 và NHRCM05 bằng so sánh với tái phân tích và thám sát để kết luận về khả năng mô phỏng ECE của chúng thông qua: Nhiệt độ không khí trên độ cao 2m, Phân bố và cường độ xoáy thuận nhiệt đới (TCs), Phân bố và cường độ đối với mưa lớn; 6) Chạy mô hình được chọn NHRCM20 với đầu vào là đầu ra của AGCM3.2HPA cho mô phỏng khí hậu 25 năm hiện tại (1979-2003) và chạy mô hình NHRCM20 với đầu vào là đầu ra của AGCM3.2HNA\_RCP85 dựa theo kịch bản RCP8.5 cho dự tính khí hậu 25 năm tương lai 2015-2039; 7) Chạy mô hình NHRCM05 với đầu vào là đầu ra của NHRCM20 ở nhiệm vụ 6) cho 10 năm hiện tại 1979-1988) và 10 năm tương lai 2030-2039.

***Chương 2. Giới thiệu về các mô hình (NHM, NHRCM, REGCM, WAVEWATCH) và số liệu (JRA-25, KAKUSHIN, APHRODITE) và phương pháp đánh giá sản phẩm mô hình sử dụng trong Đề tài.***

- Lý thuyết: đã nghiên cứu cơ sở lý thuyết và giới thiệu về hai mô hình NHRCM, RegCM và mô hình sóng WAVEWATCH-III cùng với các cơ sở dữ liệu sử dụng trong Đề tài là số liệu JRA25, Kakushin và Aphrodite.
- Ứng dụng công nghệ: đã cài đặt và chạy thử nghiệm hai mô hình NHRCM và RegCM cùng với các phần mềm khai thác, xử lý sản phẩm mô hình trên hai hệ thống máy CLUSTER ở Trường ĐHKHTN và ở TTDBKTTVTU.
- Về phương pháp đánh giá sản phẩm mô hình khí hậu có khác so với phương pháp đánh giá sản phẩm của mô hình thời tiết. Đó là các yếu tố khí hậu có quy mô tháng và năm thì đánh giá thông qua chỉ số ME trong khi các yếu tố thời tiết lại sử dụng chỉ số RMSE. Để đánh giá các yếu tố có quy mô ngày như nhiệt độ 2m lượng mưa và cường độ TC mô phỏng cần sử dụng hàm phân bố của chúng dưới dạng histogram. Đuôi của hàm phân bố cho ta cực trị của các yếu tố này và được sử dụng trong đánh giá cực trị.

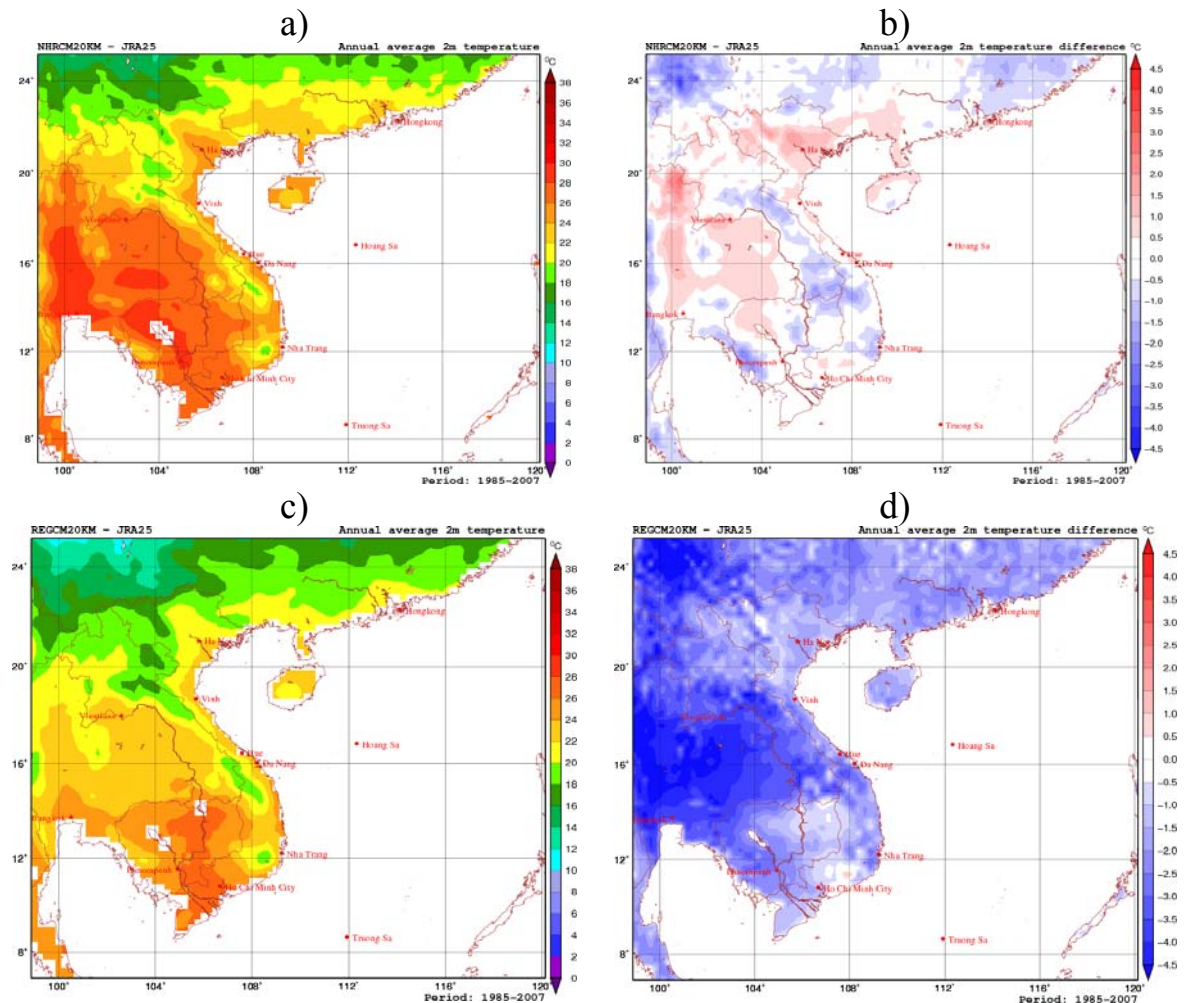
***Chương 3. Nghiên cứu lựa chọn mô hình khí hậu khu vực thích hợp cho mô phỏng khí hậu khu vực Việt Nam-Biển Đông:*** Để đảm bảo tin cậy cho ý đồ khoa học này là sử dụng mô hình bất thủy tĩnh NHRCM cho dự tính BĐKH trước hết Đề tài phải chứng minh được rằng mô hình khí hậu khu vực bất thủy tĩnh NHRCM có khả năng tái sinh tốt khí hậu khu vực VN-BĐ và tốt hơn so với mô hình RegCM được chọn. Với mục đích này, Đề tài đã thực hiện hai thử nghiệm T1 và T2.

Thử nghiệm T1: Chạy hai mô hình RegCM và bất thủy tĩnh NHRCM với số liệu đầu vào là tái phân tích JRA-25 với phân giải thô (20km và 40 mục): NHRCM20 và RegCM20 cho 23 năm (1985-2007) trên miền lớn. So sánh sản phẩm mô phỏng của NHRCM20 và RegCM20 với tái phân tích và với tham

sát thông qua: nhiệt độ không khí trên độ cao 2 mét-T2m, hoạt động của XTND-TC và mưa ở VN.

a) So sánh kết quả mô phỏng T2m của NHRCM20 & RegCM20 (1985-2007)

Phân bố hiệu số nhiệt độ T2m trên Hình T1.1 cho thấy T2m của NHRCM20 (Hình T1.1b) khá gần với tái phân tích với hiệu số dao động trong khoảng (+2 đến -2) độ C, trong khi T2m mô phỏng bởi RegCM20 quá thiên thấp với nhiều vùng đạt đến ~4 độ C (Hình T1.1d).

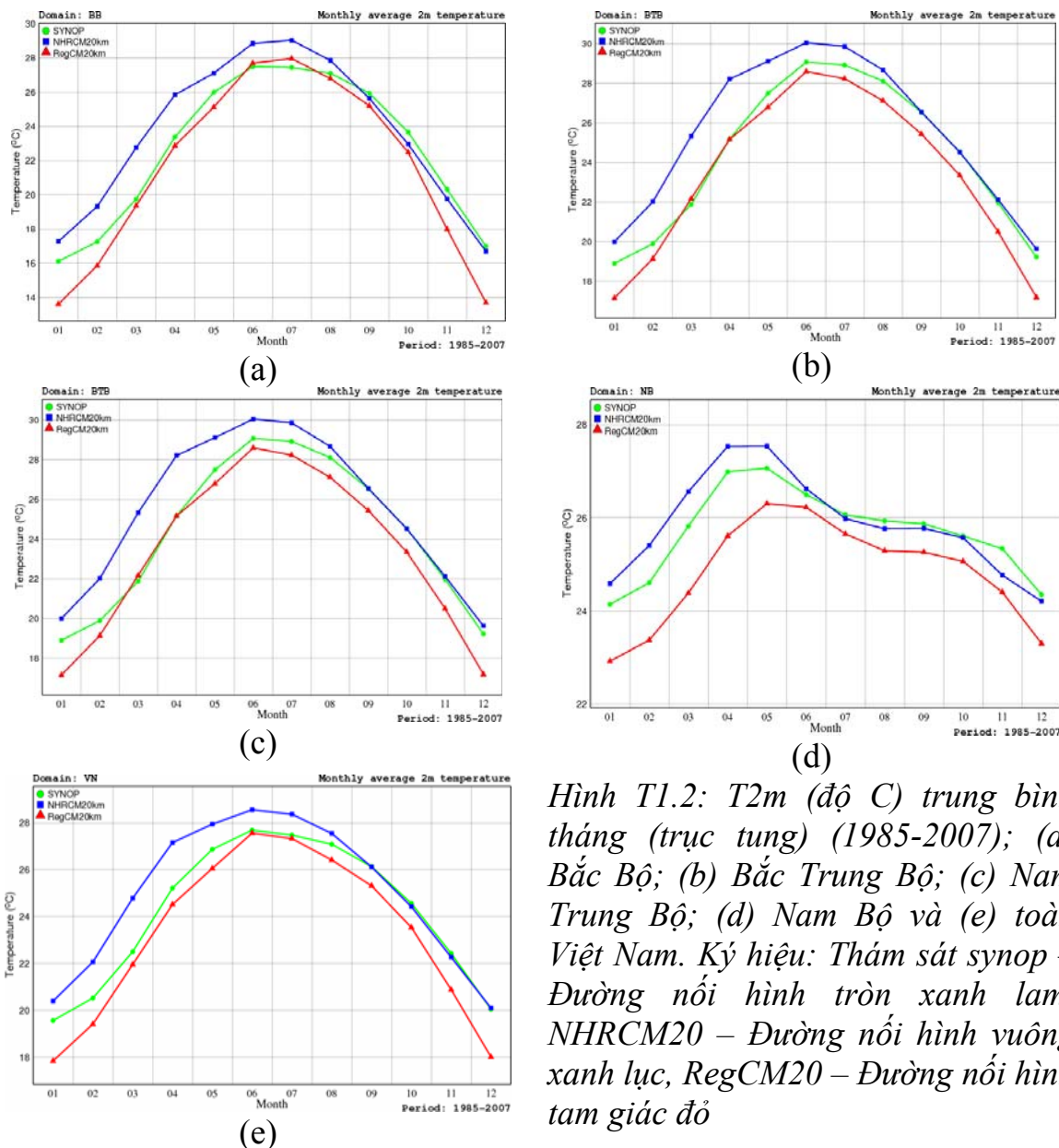


Hình T1.1 Phân bố T2m ( $^{\circ}$ C) trung bình năm mô phỏng bởi: (a) NHRCM20, (c) RegCM20. Hiệu số T2m trung bình năm giữa NHRCM20 (b), RegCM20 (d) và tái phân tích APHRODITE (1985-2007).

Từ Hình T1.2 ta thấy, theo T2m trung bình (TB) tháng, RegCM20 cho mô phỏng tốt hơn ở phía bắc (BB và BTB) và NHRCM20 cho mô phỏng tốt hơn ở phía nam (NTB và NB). Trên TB năm cho toàn VN thì RegCM20 mô



phỏng T2m tốt hơn vào mùa hè, còn NHRCM20 mô phỏng T2m tốt hơn vào mùa đông. Như vậy RegCM20 bộc lộ rõ yếu điểm đối với vùng nhiệt đới cận xích đạo.



Hình T1.2: T2m (độ C) trung bình tháng (trục tung) (1985-2007); (a) Bắc Bộ; (b) Bắc Trung Bộ; (c) Nam Trung Bộ; (d) Nam Bộ và (e) toàn Việt Nam. Ký hiệu: Thăm sát synop – Đường nối hình tròn xanh lam, NHRCM20 – Đường nối hình vuông xanh lục, RegCM20 – Đường nối hình tam giác đỏ

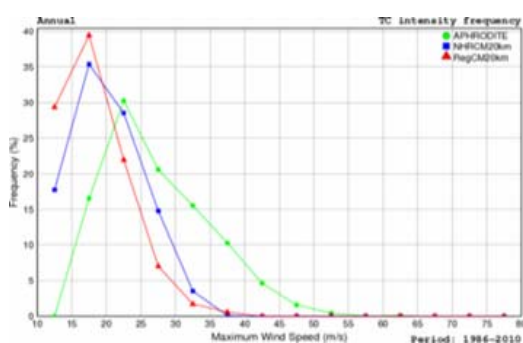
b) So sánh kết quả mô phỏng TC của RegCM20 & NHRCM20 (1986-2010)

Tổng số TC mô phỏng được của hai mô hình trong ba tháng 8-10 (1986-2010) trên Bảng TB.1 cũng cho thấy NHRCM20 nắm bắt được số lượng TC cao hơn nhiều so với RegCM20, đặc biệt vào tháng 8 của thời kỳ này. Tần suất (%) cường độ TC trung bình 4 tháng có hoạt động mạnh của

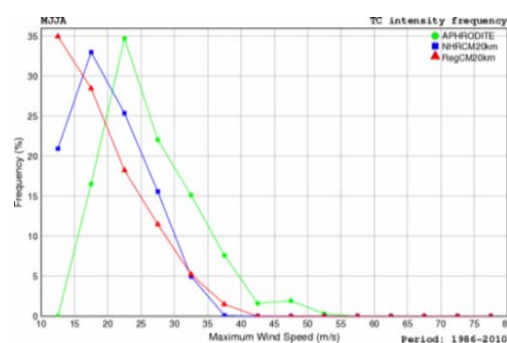
bão trên (Hình T1.3) cũng cho thấy cường độ bão mô phỏng của cả hai mô hình yếu hơn bão thám sát, tuy nhiên cường độ TC của NHRCM20 mạnh hơn so với cường độ TC của RegCM20 trên trung bình năm cũng như trung bình 4 tháng.

*Bảng TB1: Tổng số cơn TC mô phỏng/tháng thời đoạn (1986-2010) của mô hình khí hậu khu vực thủy tinh RegCM20 và bắc thủy tinh NHRCM20*

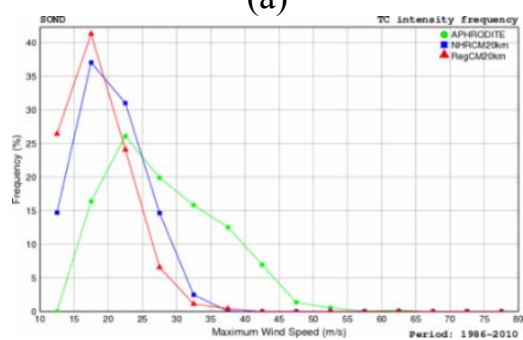
Tháng	8	9	10
RegCM20	7	19	30
NHRCM20	52	49	41



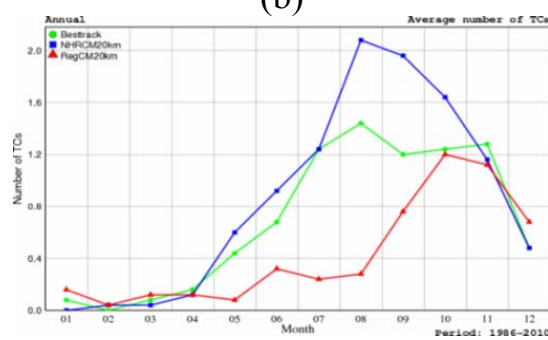
(a)



(b)



(c)

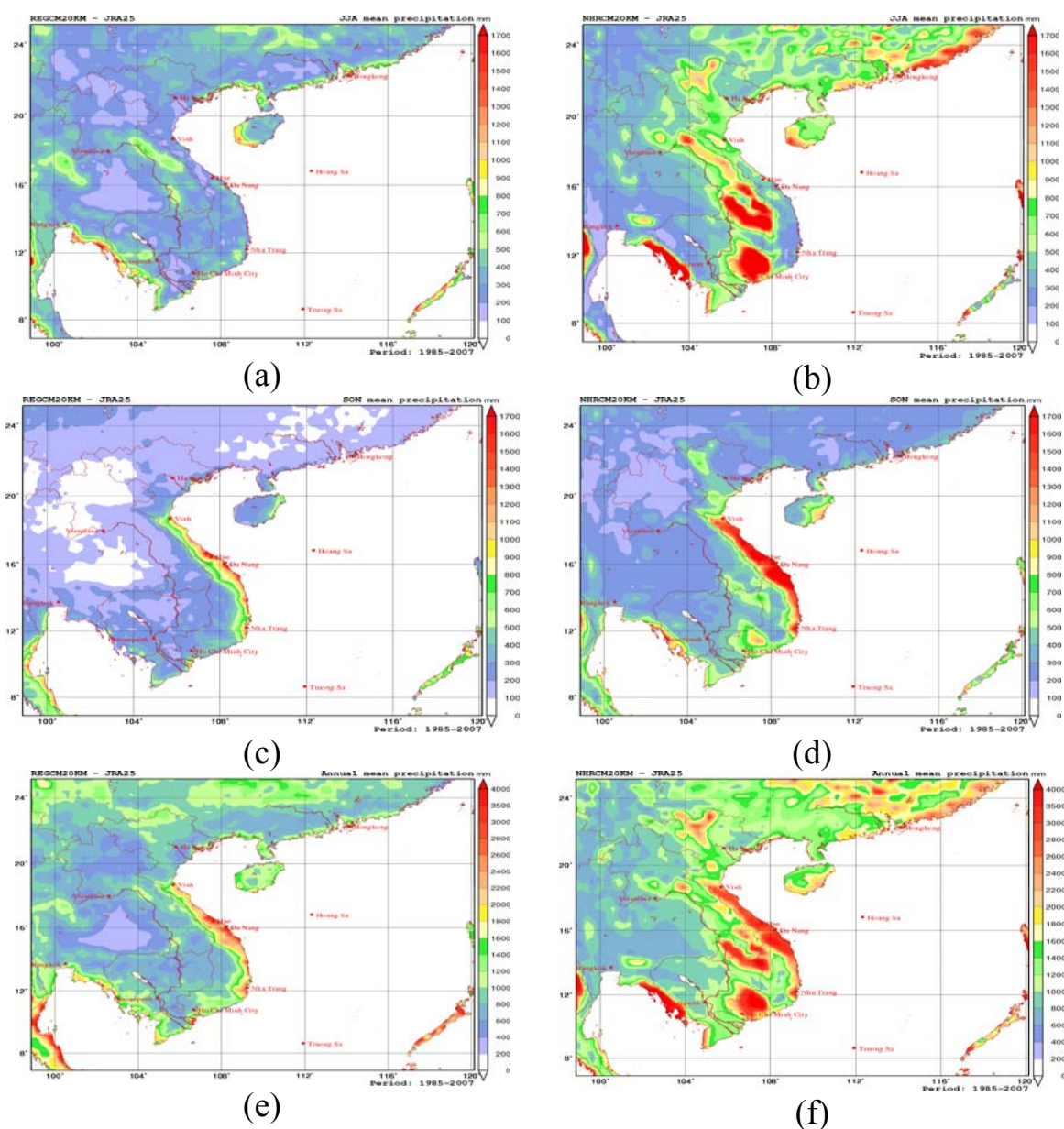


(d)

*Hình T1.3: Tần suất (%) cường độ TC, TB năm và TB mùa (1986-2010). Trục tung-Tần suất (%), trục hoành-Tốc độ gió cực đại (m/s). Ký hiệu: RegCM20 (Đường đỏ nối hình tam giác), NHRCM20 (Đường xanh lam nối hình vuông), best track (Đường xanh lục nối hình tròn). (a) Trung bình năm, (b) Trung bình tháng 5-8, (c) Trung bình tháng 9-12, (d) Diễn biến số TC trung bình năm theo tháng.*

*c) So sánh kết quả mô phỏng mưa của RegCM20 & NHRCM20 (1986-2007)*

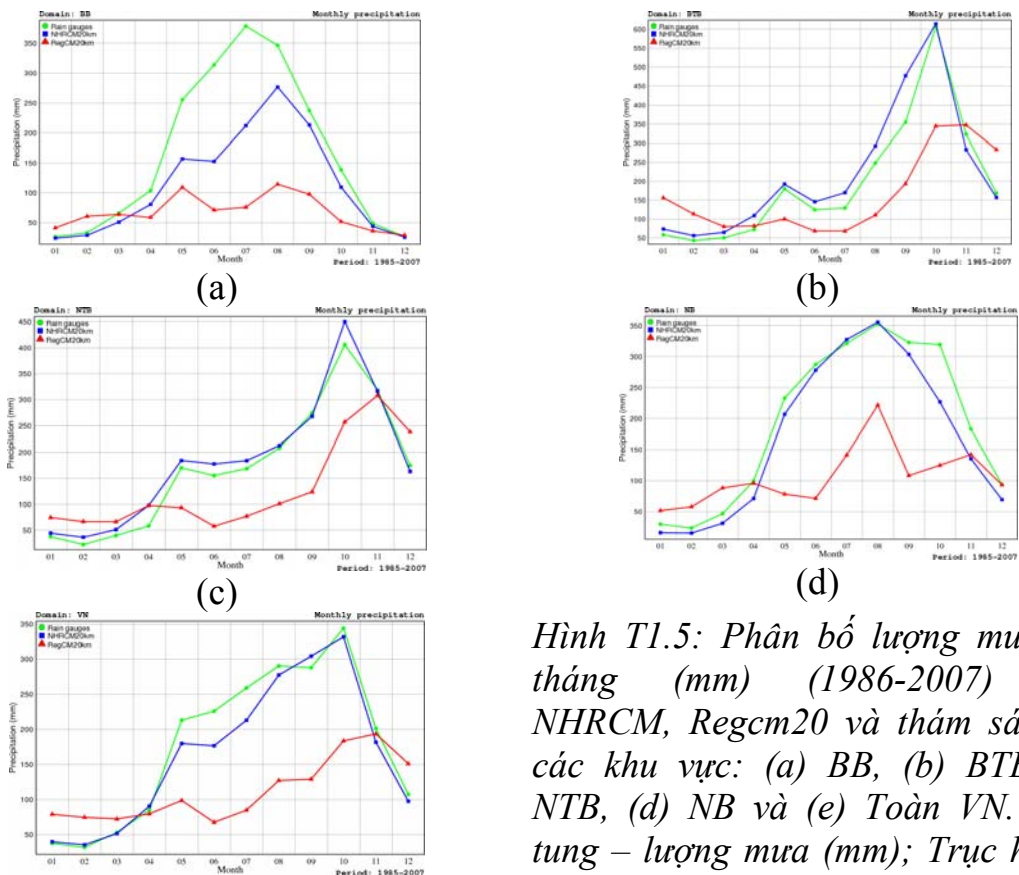
Đánh giá cho thấy lượng mưa tái phân tích APHRODITE khá thiên thấp nhưng phân bố các trung tâm mưa của APHRODITE lại khá phù hợp với thám sát. Hình T1.4 cho thấy lượng mưa của NHRCM20 (Hình T1.4b) lớn hơn so với mô phỏng bởi RegCM20 (Hình T1.4a) và lớn hơn cả mưa tái phân tích của APHRODITE.



Hình T1.4 Lượng mưa trung bình (mm) tháng 6-8 (a, b); tháng 9-11 (c, d); toàn năm (e, f) mô phỏng bởi RegCM20 (trái) và bởi NHRCM20 (phải) thời đoạn (1985-2007)

Điểm đáng chú ý là (so sánh hình T1.4e và T1.4f) NHRCM20 mô phỏng khá tốt các trung tâm mưa lớn ở vùng Tây Bắc là Mường Tè và Bắc Quang cũng như trung tâm mưa lớn Bảo Lộc-Lâm Đồng ở phía nam Tây Nguyên và trung tâm mưa lớn trên vùng Cà Mau ở NB và khá phù hợp với phân bố mưa của APHRODITE.

Hình T1.5 cho thấy RegCM20 cho mô phỏng mưa quá thiên thấp vào mùa mưa nhưng lại thiên cao vào mùa khô đối với tất cả các khu vực, trong khi đó mô phỏng mưa của NHRCM20 khá gần với thám sát synop và cực trị cũng trùng với thám sát, loại trừ trên khu vực BB cao hơn thám sát vào các tháng 5 đến 8 và cực trị đạt vào tháng 7 sớm hơn thám sát 1 tháng.

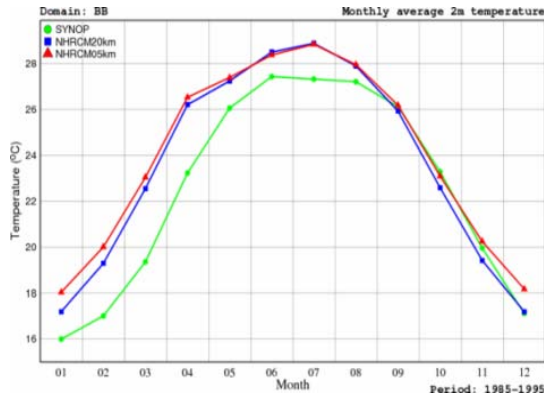


Hình T1.5: Phân bố lượng mưa TB tháng (mm) (1986-2007) của NHRCM, Regcm20 và thám sát cho các khu vực: (a) BB, (b) BTB, (c) NTB, (d) NB và (e) Toàn VN. Trục tung – lượng mưa (mm); Trục hoành – tháng (1-12). Các ký hiệu giống như trên Hình T1.2.

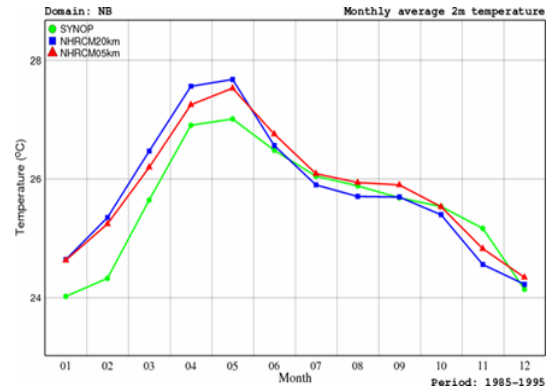
**Thử nghiệm T2:** Chạy mô hình NHRCM05 với số liệu đầu vào là kết quả mô phỏng của NHRCM20 cho miền nhỏ với cấu hình tương ứng cho 11 năm



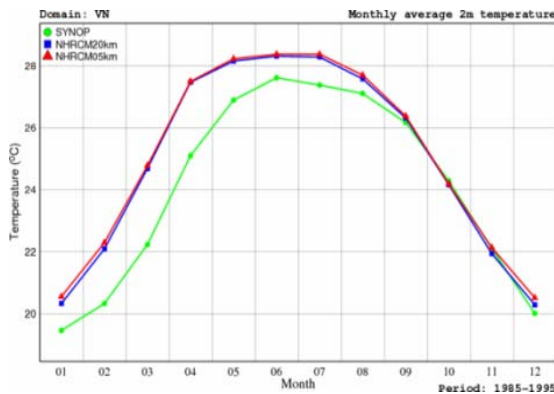




(a) Bắc Bộ



(b) Nam Bộ



(c) VN

Hình T2.2: T2m trung bình tháng (1985-1995) mô phỏng của NHRCM20 và NHRCM05 và thám sát synop cho các khu vực và toàn VN: (a) Bắc Bộ, (b) Nam Bộ và (c) toàn VN.

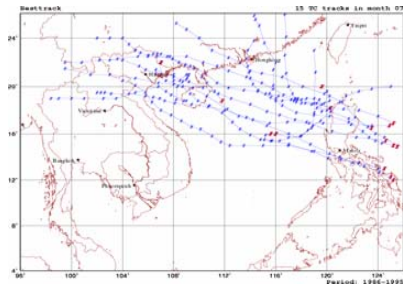
b) So sánh kết quả mô phỏng TC của NHRCM05 với NHRCM20 và thám sát (1986-1995)

Bảng TB2: Tổng số cơn TC mô phỏng bởi NHRCM05 và best track từ tháng 7 đến tháng 10 (1986-1995)

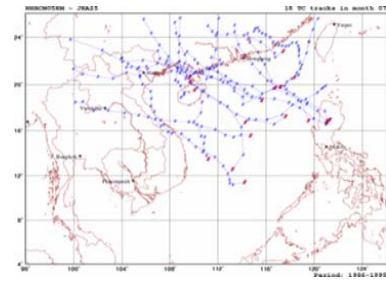
Tháng	7	8	9	10
JMA-Best track	15	12	11	20
NHRCM05	18	29	26	28

Hình T2.3 và Bảng TB2 cho thấy NHRCM05 mô phỏng được nhiều hơn tổng số cơn TC so với best track (JMA), đặc biệt rất nhiều hơn vào hai tháng 8 và 9. Số những TC nhiều hơn đó thường là những ATNĐ hoặc là những xoáy nhỏ yếu xuất hiện trên Biển Đông. Chúng là những hoàn lưu quy mô vừa và nhỏ trong khu vực chỉ có thể được phát hiện trong mô hình phân

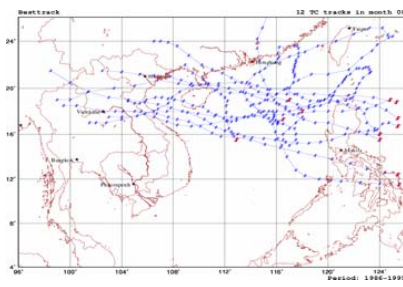
giải cao (như NHRCM05) nhưng khó phát hiện được trong các mô hình phân giải thô hơn hay mô hình toàn cầu (như AGCM3.2H).



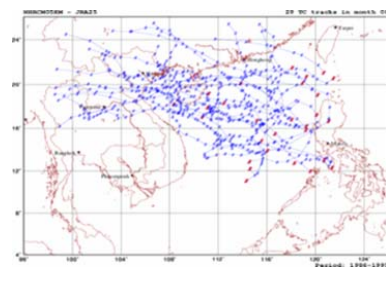
Tháng 7 – Best track



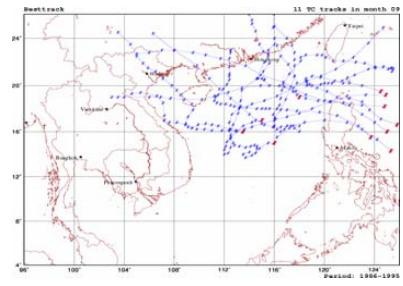
Tháng 7 – NHRCM05



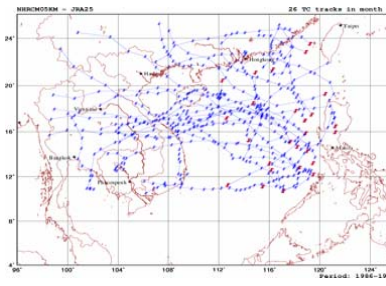
Tháng 8 – Best track



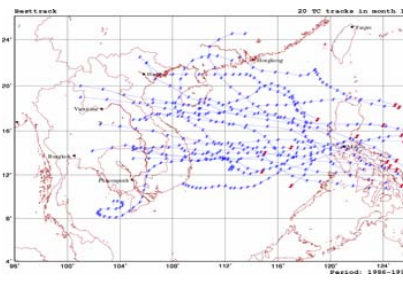
Tháng 8 – NHRCM05



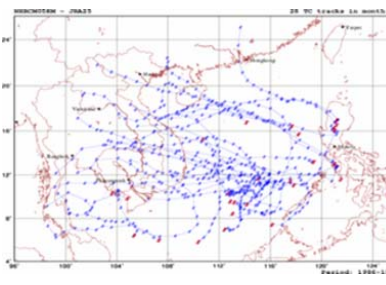
Tháng 9 – Best track



Tháng 9 – NHRCM05



Tháng 10 – Best track

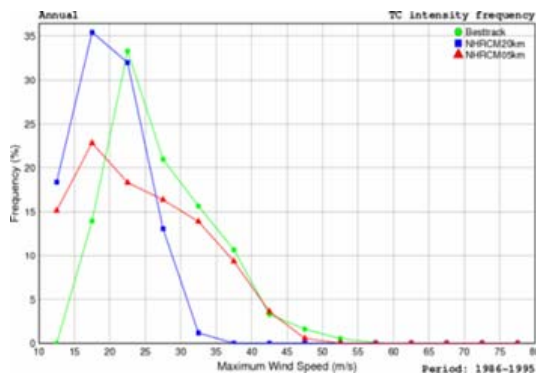


Tháng 10 – NHRCM05

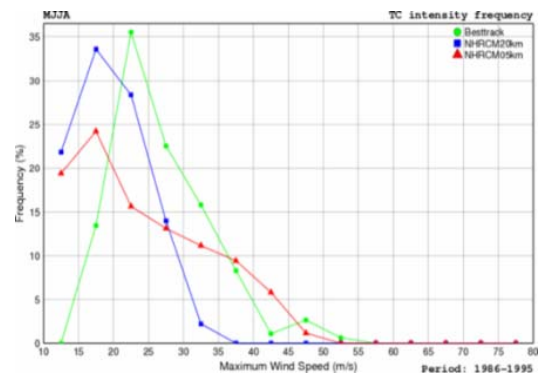
*Hình T2.3: Tập hợp những quỹ đạo của TC mô phỏng được của NHRCM05 (cột phải) và thám sát – best track theo JMA (cột trái) trong mùa bão từ tháng 7 đến tháng 10 của thời đoạn (1986-1995).*

Tần suất (%) cường độ TC trung bình (1986-1995) mô phỏng của NHRCM05, NHRCM20 và thám sát trên Hình T2.4 cho thấy về trung bình năm (Hình T2.4a) NHRCM20 mô phỏng được TC có cường độ yếu hơn so với Best track, trong khi đó NHRCM05 lại có thể mô phỏng được cả những TC có cường độ rất mạnh với tốc độ gió cực đại cỡ 38 m/s đến 47 m/s và khá gần với cường độ của Best track.

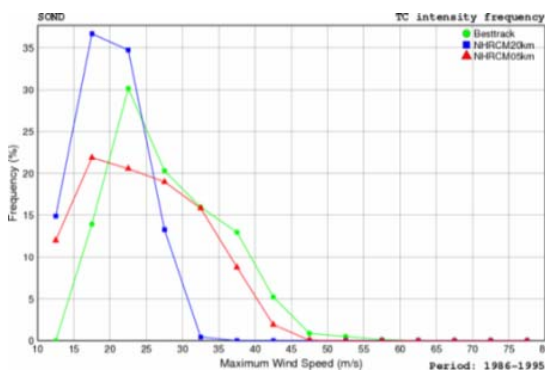
Tóm lại, với phân giải cao hơn NHRCM05 mô phỏng được cường độ TC mạnh hơn so với NHRCM20, nghĩa là gần với thực hơn; NHRCM05 có thể tái sinh được nhiều những ATNĐ và xoáy nhỏ xuất hiện trên BĐ mà không có trong tập số liệu Best track.



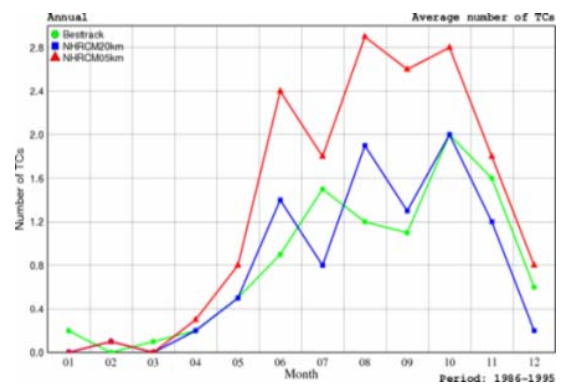
(a) Trung bình năm



(b) Tháng 5-8



(c) Tháng 9-12



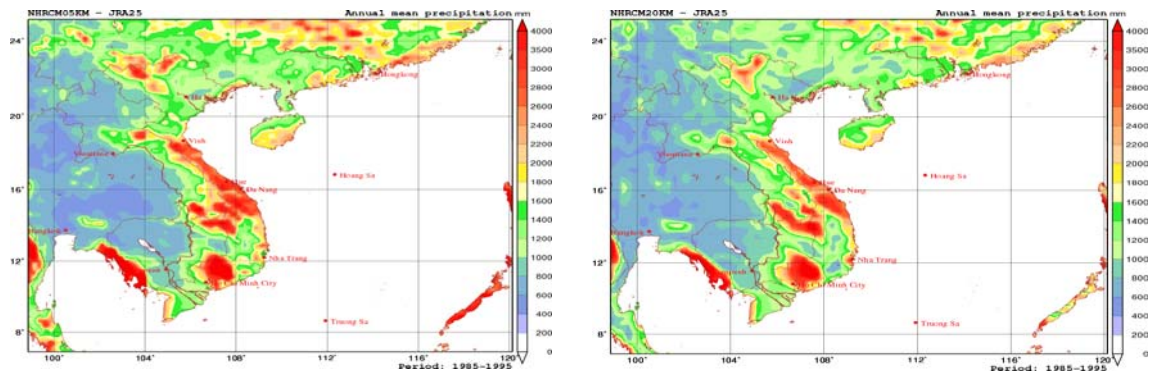
(d) Số TC trung bình tháng

Hình T2.4: Tần suất cường độ TC (%) cho từng mùa thời đoạn (1986-1995): Trục tung-tần suất (%), trục hoành-tốc độ gió cực đại (m/s). Ký hiệu giống như trên Hình T2.2.

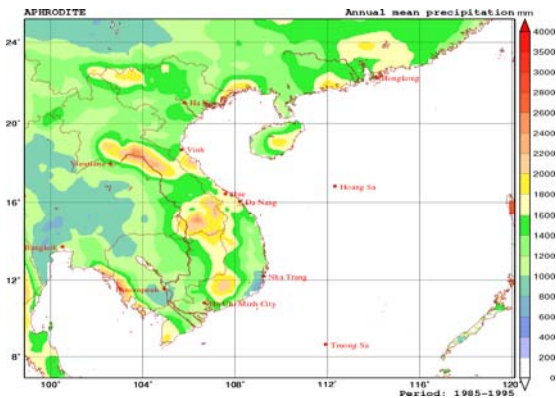


c) So sánh kết quả mô phỏng mưa của NHRCM05 với NHRCM20, với tái phân tích APHRODITE và với thám sát (1985-1995)

Lượng mưa trung bình năm (mm) mô phỏng của NHRCM05, NHRCM20 và tái phân tích APHRODITE cho trên Hình T2.5 cho thấy NHRCM05 cho cường độ mưa cao hơn và với các trung tâm mưa lớn trên lãnh thổ VN rõ hơn so với NHRCM20 và so với tái phân tích APHRODITE

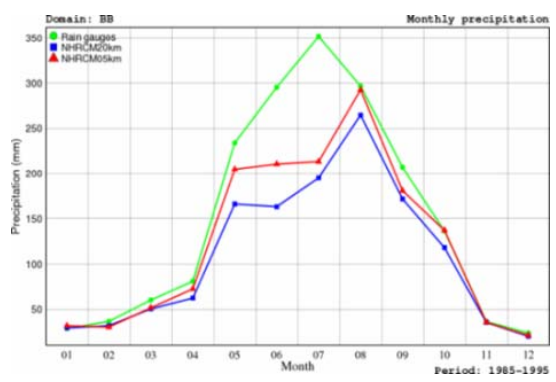


(a) (b)

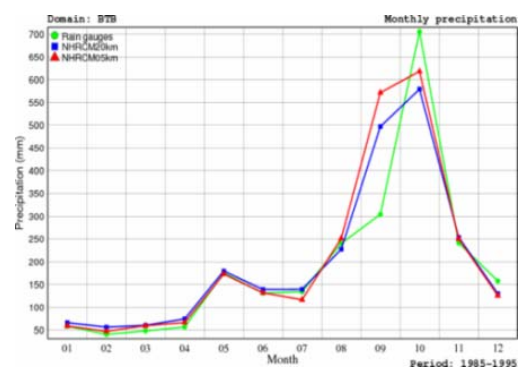


(c)

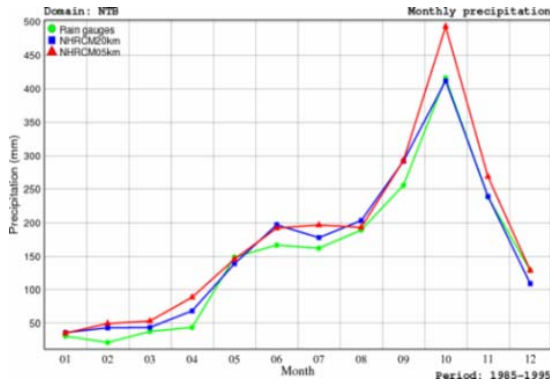
Hình T2.5: Tổng lượng mưa trung bình năm (mm) thời kỳ (1985-1995) của: (a) NHRCM05, (b) NHRCM20 và (c) Tái phân tích APHRODITE



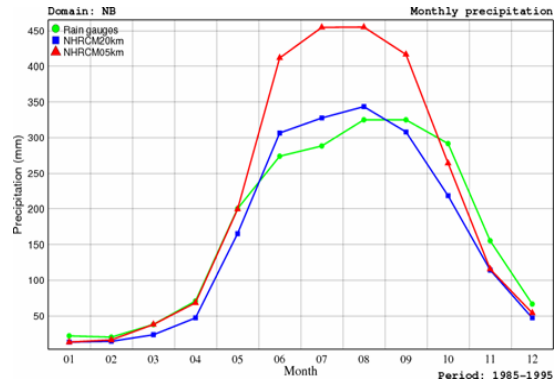
(a) Bắc Bộ



(b) Bắc Trung Bộ



(c) Nam Trung Bộ



(d) Nam Bộ

Hình T2.6: Diễn biến tổng lượng mưa TB tháng (mm) thời đoạn (85-95) cho các khu vực. Ký hiệu giống như trên Hình T2.2.

Từ Hình T2.6 ta thấy trên khu vực BB, NHRCM05 cho mưa thấp hơn mưa thám sát nhưng vẫn cao hơn mưa của NHRCM20. Đối với BTB và NTB lượng mưa của cả hai phiên bản NHRCM (05 và 20) khá phù hợp với mưa thám sát trong gần suốt mùa mưa với cực đại mưa vào tháng 10-trùng với thám sát. Riêng đối với Nam Bộ NHRCM05 cho mô phỏng mưa lớn hơn mưa của NHRCM20 và mưa thám sát từ tháng 5 đến 9 với cực đại mưa vào 2 tháng 7 và 8.

### **Kết luận chung từ hai thử nghiệm T1 & T2**

- NHRCM20 tái sinh khí hậu hiện tại (Nhiệt độ T2m, TC và mưa) trên khu vực VN-BĐ tốt hơn nhiều so với RegCM20, nói cách khác mô hình bất thủy tĩnh thích hợp hơn cho mô phỏng khí hậu nhiệt đới, đặc biệt đối với vùng nhiệt đới cận xích đạo như NB.

- NHRCM05 tái sinh khí hậu hiện tại trên khu vực VN-BĐ phù hợp với thám sát hơn so với NHRCM20, đặc biệt là các trung tâm mưa lớn trên lãnh thổ VN. Về tổng thể NHRCM05 cho cường độ mưa cao hơn, vị trí vùng mưa rõ hơn và gần với thực hơn so với NHRCM20. Tuy nhiên đánh giá mưa mô hình bất thủy tĩnh phân giải cao như NHRCM05 trên lãnh thổ có địa hình phức tạp như VN cần có số liệu mưa trên lưới dày đặc hơn so với lưới thám sát synop.

Kết luận quan trọng ở đây là mô hình khí hậu khu vực bất thủy tĩnh NHRCM hoàn toàn có thể sử dụng cho nghiên cứu khí hậu nói chung và BĐKH nói riêng cho khu vực VN-BĐ.

***Chương 4. Dự tính một số hiện tượng khí hậu cực đoan (ECE như bão, mưa lớn và nhiệt độ 2 mét) cho khu vực VN-BĐ trong tương lai gần (2015-2039) dựa theo kịch bản RCP8.5***

*Trong khuôn khổ kinh phí và thời gian thực hiện của một đề tài, trong hoàn cảnh sử dụng máy tính mạnh không mấy dễ dàng và thuận lợi Đề tài chỉ giới hạn chủ yếu ở những ECE điển hình của nhiệt đới là mưa lớn và hoạt động của xoáy thuận nhiệt đới (TC) và đối với chế độ nhiệt độ 2 mét cùng với cực trị của nó.*

Để dự tính BĐKH tương lai gần Đề tài đã thực hai thử nghiệm T3 và T4:

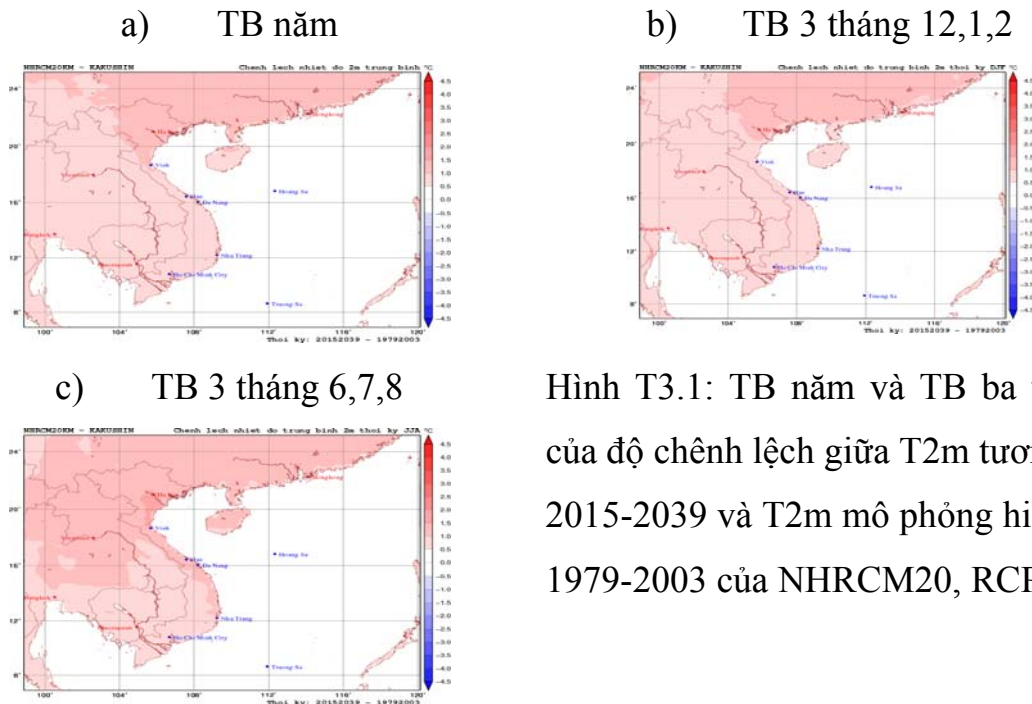
- Thử nghiệm 3: Tích phân NHRCM20 (20km và 40 mực) với đầu vào là số liệu KAKUSHIN-đầu ra của AGCM3.2H cho miền tính lớn
  - a) cho 25 năm hiện tại 1979-2003 với số liệu AGCM3.2HPA
  - b) cho 25 năm tương lai 2015-2039 với số liệu AGCM3.2HNA\_RCP85
- Thử nghiệm 4: Tích phân NHRCM05 (5km, 50 mực) với đầu vào là đầu ra của NHRCM20 của T3 với miền tính nhỏ cho:
  - a) cho mô phỏng 10 năm hiện tại 1979-1989
  - b) cho dự tính 10 năm tương lai 1930-1939 dựa theo RCP8.5.

***Kết quả thử nghiệm T3 – Dự tính tương lai gần phân giải thô***

***a) So sánh diễn biến nhiệt độ T2m – Dự tính T2m phân giải thô***

Hiệu số  $[T2m (2015-2039) - T2m (1979-2003)]$  trung bình cho toàn năm và cho hai mùa đông và hè trên Hình T3.1 cho thấy, về mùa đông (hình T3.1b) trên toàn lục địa độ tăng T2m vẫn luôn  $> 0.5$  độ C, tuy nhiên vùng có gia tăng T2m  $> 1$  độ C co lại về phía đông bắc của Bắc Bộ. Ngược lại sang mùa hè độ gia tăng của T2m trên khu vực nghiên cứu tăng mạnh rõ rệt (hình T3.1c). Về mùa hè trên khu vực NB đến Tây nguyên hiệu số này  $> 0.5$  độ C,

trên lãnh thổ BB trải dài suốt MT hiệu số này  $> 1.0$  độ C và có một vùng đồng bằng đông BB -ven biển kéo dài đến Nghệ An với độ gia tăng  $T2m > 1.5$  độ C.

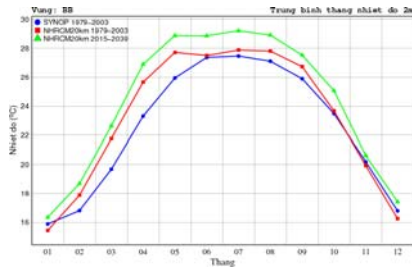


Hình T3.1: TB năm và TB ba tháng của độ chênh lệch giữa  $T2m$  tương lai 2015-2039 và  $T2m$  mô phỏng hiện tại 1979-2003 của NHRCM20, RCP8.5

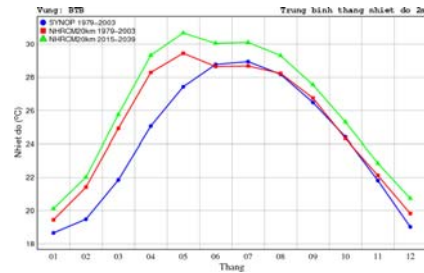
Từ biểu diễn trên Hình T3.2 ta thấy  $T2m$  TB tháng trong tương lai 2015-2039 (đường nổi tam giác) gần hầu như luôn cao hơn  $T2m$  mô phỏng hiện tại và càng cao hơn thám sát hiện tại trên cả bốn khu vực, loại trừ đối với BTB thì  $T2m$  của mô phỏng hiện tại gần trùng với thám sát từ tháng 6 đến tháng 11 trong lúc đó ở NB lại thấp hơn thám sát. Kết quả của sự bù trừ này là trung bình trên toàn lãnh thổ VN thì  $T2m$  của mô phỏng hiện tại gần trùng khít với thám sát từ tháng 6 đến 12 (hình T3.2e).

Trên trung bình năm cho thấy ở vùng phổ nhiệt độ cao  $T2m$  tăng mạnh hơn so với vùng phổ nhiệt độ thấp, đặc biệt đối với BB và BTB và tần suất (%) xuất hiện của những nhiệt độ  $T2m.min (< 16$  độ C) giảm nhẹ trong khi tần suất của những nhiệt độ  $T2m.max (> 32$  độ C) lại tăng với mức độ mạnh hơn.

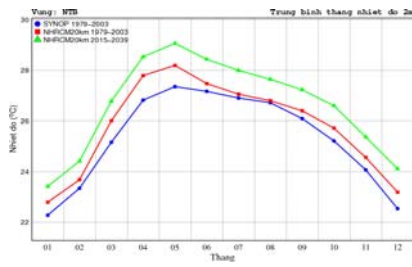
a) T2m TB khu vực BB



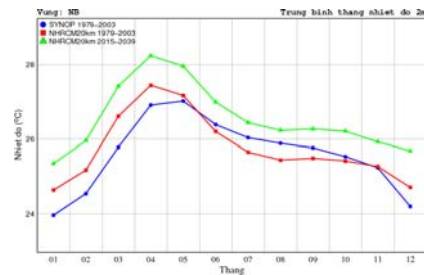
b) T2m TB khu vực BTB



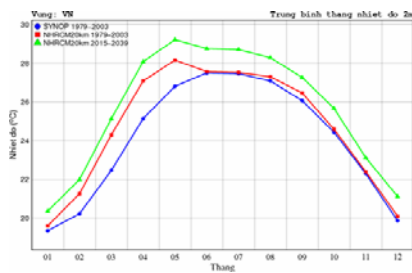
c) T2m TB khu vực NTB



d) T2m TB khu vực NB



e) T2m TB khu vực VN



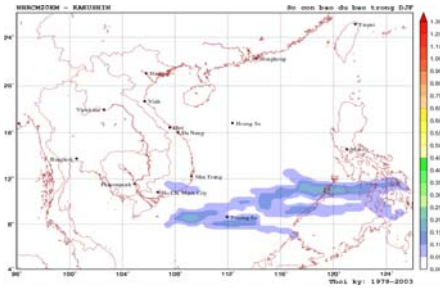
Hình T3.2 Trung bình tháng T2m của từng khu vực và toàn VN mô phỏng của NHRCM20, kịch bản RCP8.5.

*b) So sánh diễn biến hoạt động của TC- Dự tính TC phân giải thô*

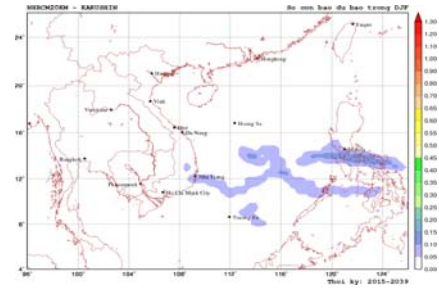
Hình T3.3 cho thấy, số TC trung bình mùa cũng như trung bình năm giảm đi rõ rệt. Đặc điểm nổi bật là vào nửa đầu mùa (tháng 5-8) vùng hoạt động của TC tương lai hơi co lên phía bắc (so sánh hình T3.3c với hình T3.3d), nhưng sang nửa mùa sau thì vùng hoạt động của TC mô phỏng hiện tại (hình T3.3e) bao phủ cả Miền Bắc và Miền Trung VN, trong khi trong dự tính tương lai (hình T3.3f) vùng hoạt động của TC dịch xuống phía nam và chỉ bao phủ Miền Trung.



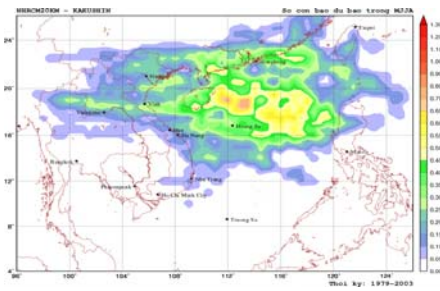
a) TB tháng 12-2. 1979-2003



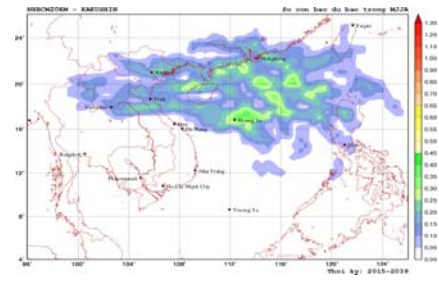
b) TB tháng 12-2. 2015-2039



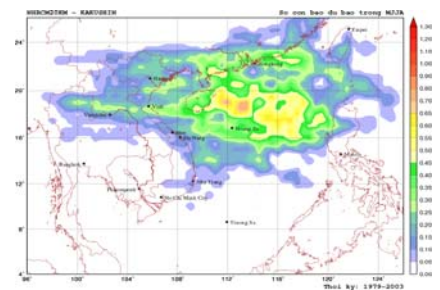
c) TB tháng 5-8. 1979-2003



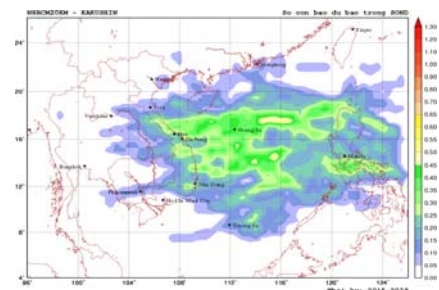
d) TB tháng 5-8, 2015-2039



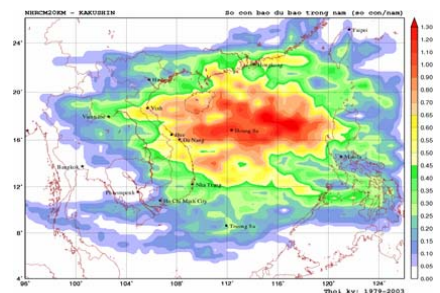
e) TB tháng 9-12. 1979-2003



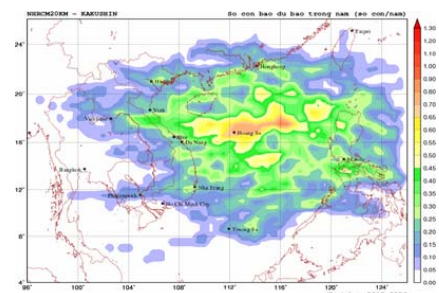
f) TB tháng 9-12. 2015-2039



g) TB năm. 1979-2003



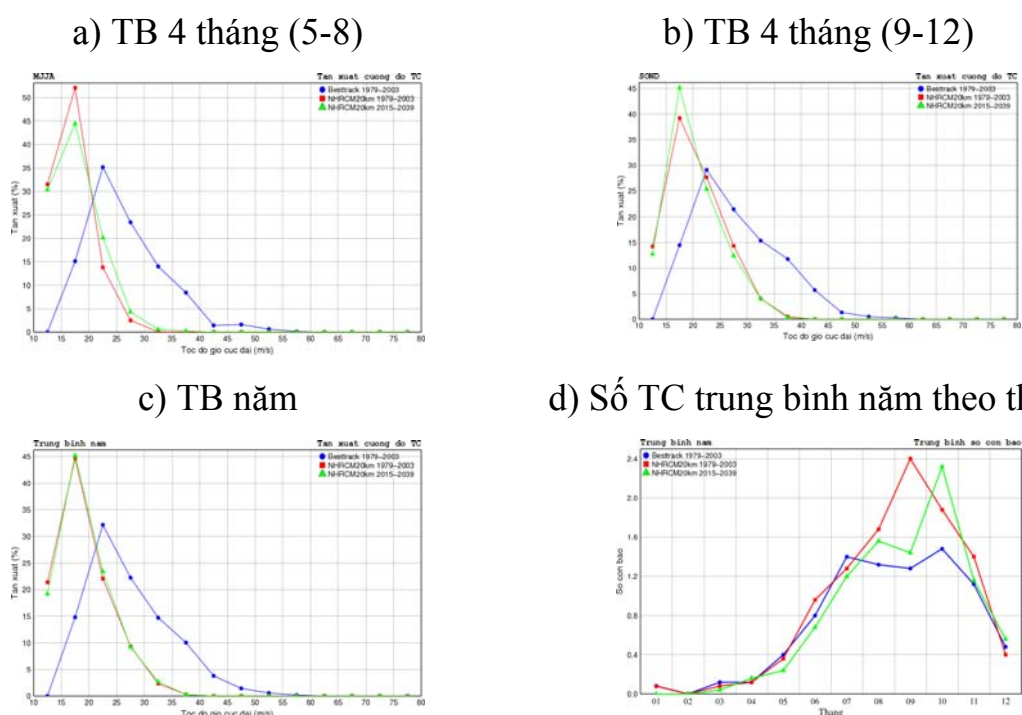
h) TB năm 2015-2039



Hình T3.3: Phân bố số cơn TC TB mùa và TB năm mô phỏng hiện tại 1979-2003 của NHRCM20- cột bên trái; dự tính của NHRCM20 tương lai 2015-2039 dựa theo RCP8.5.

Biểu diễn tần suất (%) cường độ TC (tốc độ gió cực đại m/s) trung bình mùa và trung bình năm cũng như số TC trung bình năm trên Hình T3.4 cho

thấy cường độ TC dự tính vẫn yếu hơn cường độ TC thám sát. Đó là vào các tháng (5-8), so với thám sát hiện tại thì dự tính tương lai theo kịch bản RCP8.5 cho tần suất cao (30-50%) đối những TC yếu (với tốc độ gió cực đại  $V_{max} < 20\text{m/s}$ ) nhưng tần suất thấp (20-3%) đối với TC mạnh (với  $V_{max} \sim 20-30\text{ m/s}$ ) và gần như tần suất không đổi với TC mạnh hơn (với  $V_{max} > 30\text{m/s}$ ). Diễn biến số TC trung bình năm theo tháng (hình T3.4d) cho ta số TC trong tương lai giảm hệ thống rõ rệt, giảm mạnh nhất vào tháng 9 nhưng lại tăng nhẹ vào tháng 10 và tháng 12.



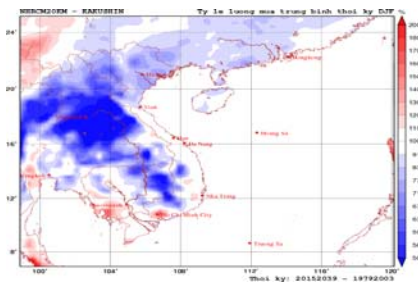
Hình T3.4. Tần suất (%) cường độ TC (đo bằng tốc độ gió cực đại m/s) trung bình mùa (a,b) và trung bình năm (c). Số TC trung bình năm theo tháng (d).

*c) So sánh biến động mưa- Dự tính mưa lớn phân giải thô*

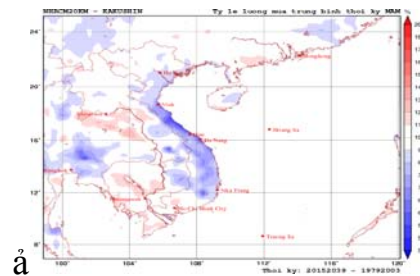
Sự biến động của mưa từ hiện tại sang tương lai được đo bằng tỉ số giữa tổng lượng mưa TB dự tính tương lai 2015-2039 dựa theo RCP8.5 trên tổng lượng mưa TB mô phỏng hiện tại 1979-2003 của NHRCM20 và được biểu diễn trên Hình T3.5. Từ đây ta thấy về mùa đông (tháng 12-2) lượng mưa giảm mạnh trên hầu hết lãnh thổ BB, giảm mạnh hơn trên một vùng ở

Tây Nguyên (hình T3.5a). Trung bình mùa xuân (3 tháng 3-5) mưa giảm rõ rệt suốt giải MT từ Thanh Hóa đến Nha Trang (hình T3.5b). Trung bình ba tháng mùa hè (6-8) tổng lượng mưa giảm suốt từ đông nam BB đến Nha Trang và bắc Tây Nguyên (hình T3.5c). Đặc biệt trung bình mùa thu (3 tháng 9-11) tổng lượng mưa tăng mạnh trên hầu hết khu vực BB, tăng nhẹ hơn kéo dài đến Đà Nẵng (hình T3.5d). Sự tăng và giảm lượng mưa bù trừ nhau, tỉ số lượng mưa trung bình năm (hình T3.5 e) cho thấy lượng mưa tương lai giảm trên BB và TB nhiều hơn so NB.

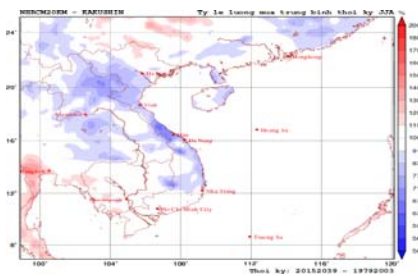
a) TB 3 tháng 12-1-2



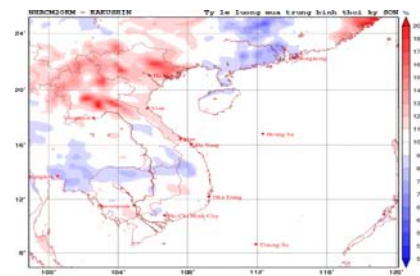
b) TB 3 tháng 3-5



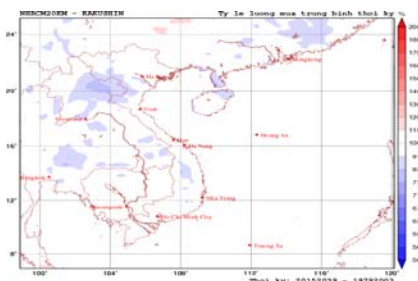
c) TB 3 tháng 6-8



d) TB 3 tháng 9-11



e) TB năm



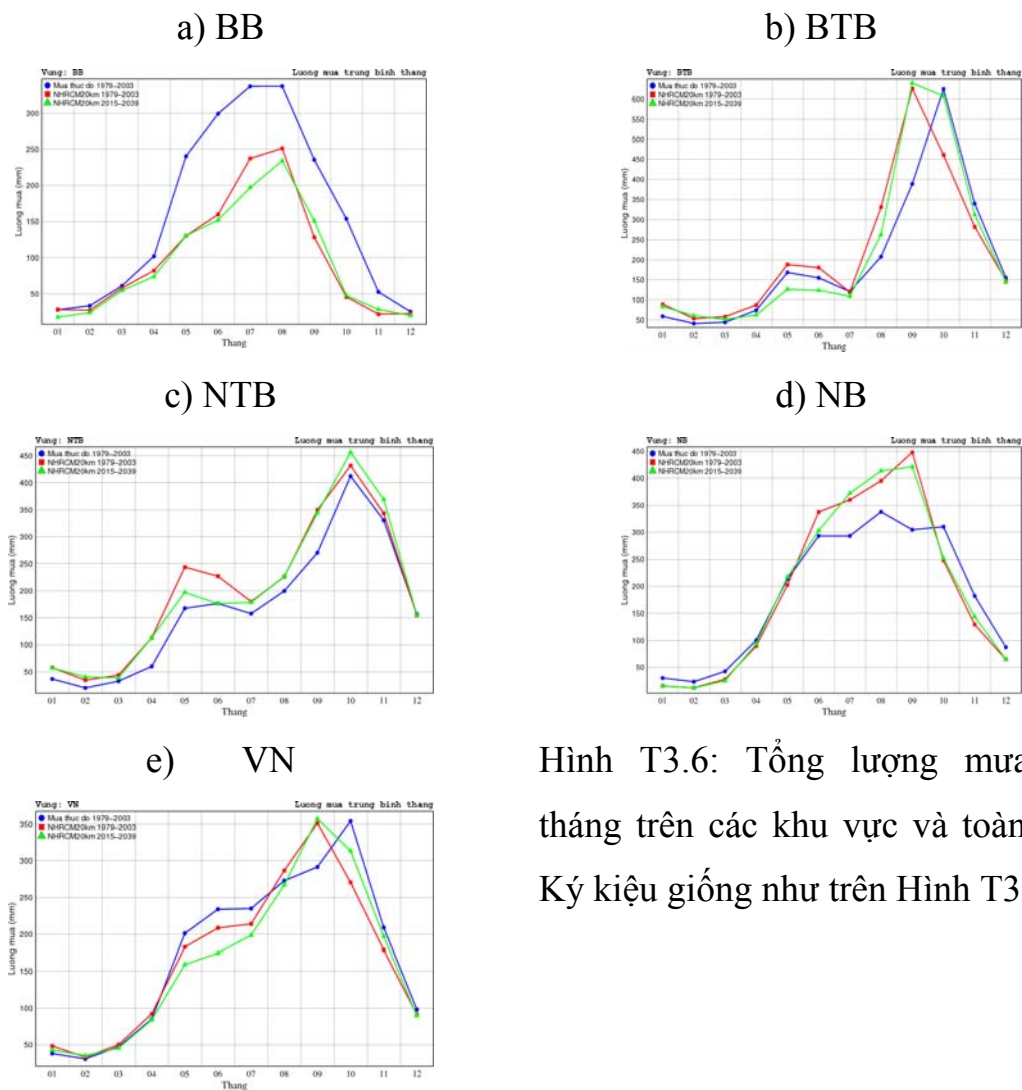
Hình T3.5: Tỉ số lượng mưa TB. Lượng mưa dự tính tương lai 2015-2039, theo RCP8.5 so với lượng mưa mô phỏng hiện tại 1979-2003 cho từng mùa và toàn năm

Biểu diễn sự biến đổi tổng lượng mưa trung bình tháng mô phỏng theo và thám sát cho từng khu vực trên Hình T3.6 cho thấy, xu thế chung là tổng



lượng mưa mô phỏng của NHRCM20 hiện tại nhỏ hơn mưa thám sát, và mưa dự tính tương lai giảm so với mưa hiện tại.

Loại trừ đối với khu vực NB (hình T3.6d). Ở đây từ tháng 6 đến tháng 9 có tổng lượng mưa TB của mô phỏng lớn hơn mưa thám sát hiện tại và mưa dự tính tương lai ít thay đổi so với mưa mô phỏng hiện tại. Tuy nhiên vì lưới mưa thám sát synop ở NB quá thưa thớt nên độ tin cậy của đánh giá khó được đảm bảo.



Hình T3.6: Tổng lượng mưa TB tháng trên các khu vực và toàn VN. Ký hiệu giống như trên Hình T3.2

Trên diễn biến tổng lượng mưa năm TB trên toàn VN mưa tương lai thường nhỏ hơn mưa mô phỏng hiện tại loại trừ tháng 10 mưa dự tính tương lai lớn hơn mưa mô phỏng hiện tại nhưng vẫn nhỏ hơn mưa thám sát. Mưa

kịch bản cực đại vào tháng 9 trong khi mưa thám sát hiện tại cực đại vào tháng 10.

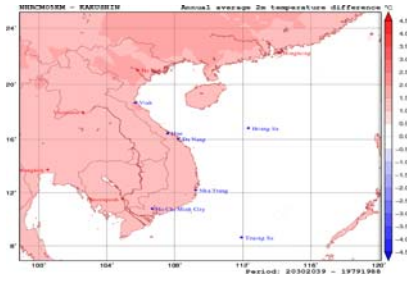
### ***Kết quả thử nghiệm T4 – Dự tính tương lai gần 2030-2039 phân giải cao***

#### ***a) So sánh diễn biến nhiệt độ T2m- Kịch bản T2m phân giải cao.***

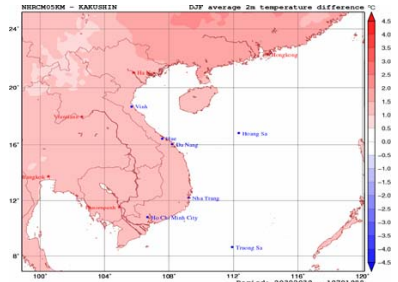
Hiệu số [T2m (2030-2039) – T2m (1979-1988)], cho trên Hình T4.1, cho thấy trong tương lai T2m luôn tăng, tuy nhiên với mức độ khác nhau cho các khu vực khác nhau. Trên TB năm (hình T4.1a) hiệu số này luôn cỡ 1. độ C trên toàn lục địa, trong đó có một khu vực lớn trên BB bao quanh Hà Nội hiệu số này > 1.5 độ C. Về mùa đông (hình T4.1b) trên toàn lục địa VN độ tăng T2m vẫn luôn > 1.0 độ C, trong đó vùng có độ gia tăng T2m > 0.5 độ C rút co lại trên lãnh thổ Lào-Trung Quốc phía tây bắc của Tây Bắc của VN. Ngược lại sang mùa hè (tháng 6-8) độ gia tăng của T2m trên khu vực nghiên cứu tăng mạnh rõ rệt (hình T4.1c). Trên lãnh thổ VN từ Đèo ngang trở ra hiệu số này > 1.5 độ C trong khi từ Đèo Ngang trở vào hiệu số này đạt > 1.0 độ C.

Sự biến đổi T2m trung bình tháng cho từng khu vực của VN từ mô phỏng của NHRCM05 so với thám sát trên Hình T4.2 cho thấy T2m trung bình dự tính tương lai 2030-2039 luôn cao hơn T2m trung bình mô phỏng hiện tại 1979-1988 và càng cao hơn thám sát hiện tại trên cả bốn khu vực, trong đó có một số tháng T2m của mô phỏng hiện tại gần trùng với thám sát, cá biệt có nơi thấp hơn thám sát hiện tại. Sự nóng lên này thể hiện mạnh gần như nhau trên 3 khu vực BB, BTB và NTB (hình T4.2 a,b,c) suốt ba mùa đông xuân đến hè, tuy nhiên sang mùa thu có suy giảm, loại trừ là đối với NB (hình T4.2e). Sự nóng lên thể hiện trong suốt năm.

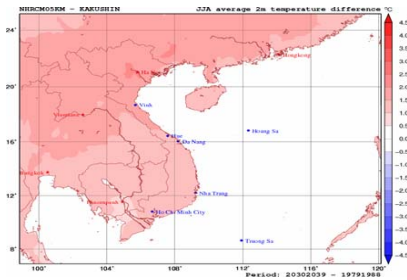
a) TB năm



b) TB 3 tháng 12-2

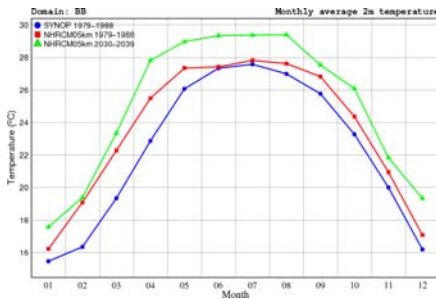


c) TB 3 tháng 6-8



Hình T4.1: TB năm và TB ba tháng của độ chênh lệch giữa T2m dự tính tương lai 2030-2039 dựa theo RCP8.5 và T2m mô phỏng hiện tại 1979-1988

a) T2m TB khu vực BB



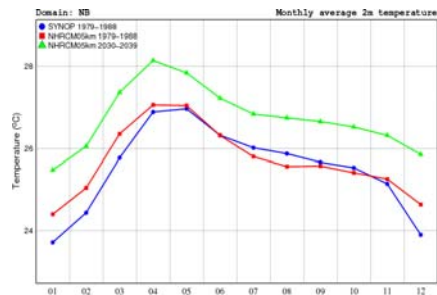
b) T2m TB khu vực BTB



c) T2m TB khu vực NTB



d) T2m TB khu vực NB



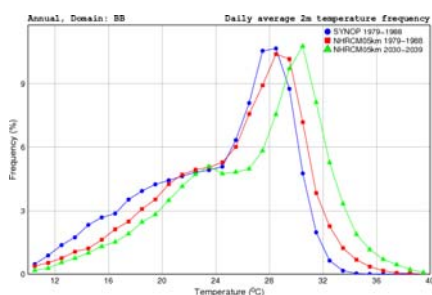
Hình T4.2: T2m TB tháng từng khu vực của NHRCM05, RCP8.5 cho hiện tại và tương lai.

Hình T4.3 biểu diễn tần suất (%) T2m trung bình ngày toàn năm cho từng khu vực và cho toàn lãnh thổ VN cho thấy, phổ của tần suất T2m trung

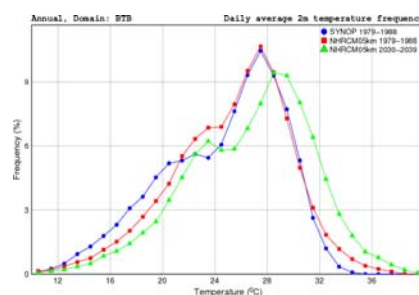
binh ngày dịch dần về phía nhiệt độ cao hơn từ thám sát sang mô phỏng hiện tại và sang dự tính tương lai. Điều này cho thấy T2m tăng hệ thống trong tương lai và tăng mạnh hơn ở phổ tần số nhiệt độ cao.

Trên trung bình cho toàn năm cho toàn VN tần suất (%) xuất hiện của những nhiệt độ T2m.min (< 16 độ C) TB ngày giảm nhẹ trong khi tần suất của những nhiệt độ T2m.max (>32 độ C) TB ngày lại tăng và với mức độ mạnh hơn.

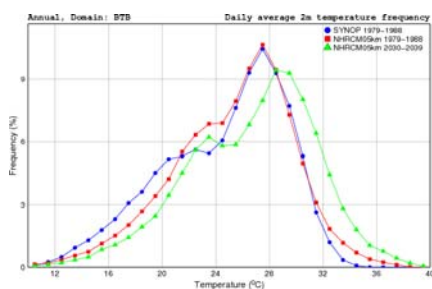
a) Tần suất (%) T2m TB ngày-BB



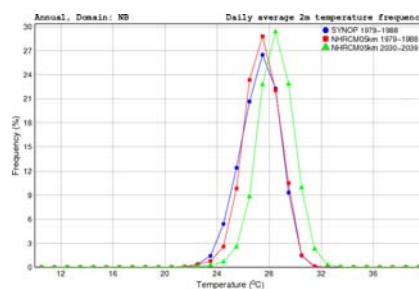
b) Tần suất (%) T2m TB ngày -BTB



c) Tần suất (%) T2m TB ngày- NTB



d) Tần suất (%) T2m TB ngày -NB



Hình T4.3: Tần suất (%) T2m TB ngày trên từng khu vực

b) So sánh diễn biến hoạt động của TC- Dự tính phân giải cao tương lai 2030-2039) phân giải cao dựa theo RCP8.5

Bảng TB3 cho ta giá trị cụ thể của tổng số cơn TC cho từng mùa và toàn năm mô phỏng được của NHRCM05 cho ta thấy tổng số TC mô phỏng của 10 năm tương lai (2030-2039) so với 10 năm hiện tại (1979-1988) có giảm về số lượng nhưng không đáng kể. Biến đổi cường độ của TC trong tương lai so với hiện tại thể hiện trên phân bố tần suất (%) trên Hình T4.4. Đặc điểm chung ở đây là trong tương lai sẽ giảm tần suất cường độ TC yếu (ở tốc độ gió cực đại cỡ 17.5 m/s) nhưng lại hơi tăng tần suất ở cường độ TC

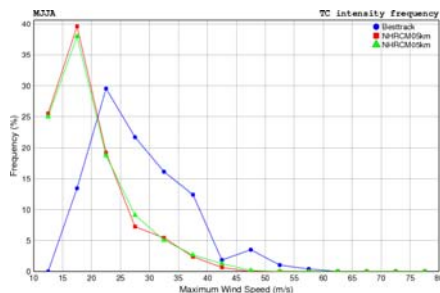
mạnh (ở cường độ gió cực đại trong khoảng (32.- 42.) m/s, nghĩa là số những TC yếu sẽ giảm nhưng lại tăng nhẹ những TC mạnh.

Phân bố số TC trung bình tháng trong năm trên hình T4.4d thể hiện trong tương lai số TC TB tháng thường giảm nhẹ, tăng nhẹ vào tháng 10 và 12 nhưng tăng hơi mạnh và tháng 7.

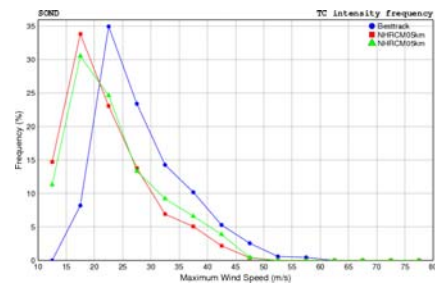
Bảng TB3: Tổng số cơn TC cho từng mùa và toàn năm của mô phỏng hiện tại 1979-1988 và của dự tính tương lai 2030-2039, RCP8.5 của NHRCM05 trên khu vực VN-BĐ

Mùa	3 tháng 3-5	3 tháng 6-8	3 tháng 9-11	năm
Hiện tại 1979-1988	17	55	97	169
Tương lai 2030-2039	14	60	94	168

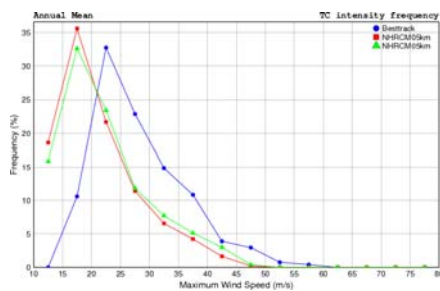
a) TB 4 tháng (5-8)



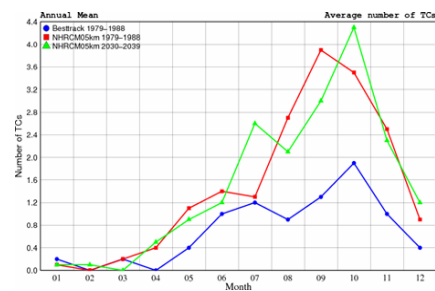
b) TB 4 tháng 9-12



c) TB năm



d) Số cơn bão TB năm theo tháng



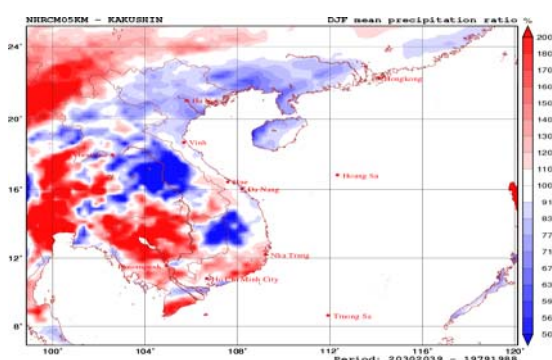
Hình T4.4: Tần suất (%) cường độ TC (đo bằng tốc độ gió cực đại m/s) trung bình mùa (a, b) và trung bình năm (c). Số cơn TC TB năm theo tháng (d).

c) So sánh diễn biến của mưa lớn T4- Dự tính mưa phân giải cao tương lai gần 2030-2039.

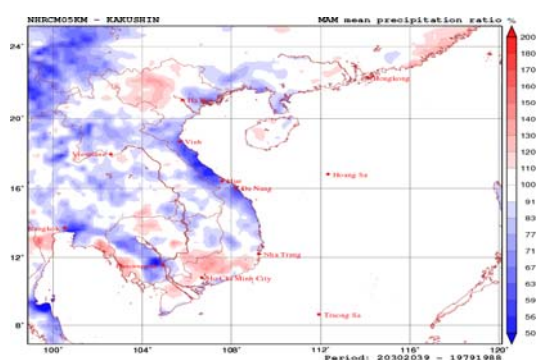
Hình T4.5 - biểu diễn tỉ số giữa lượng mưa TB tương lai 2030-2039 dự theo RCP8.5 so với lượng mưa TB hiện tại 1979-1988 nhận được từ NHRCM05. So sánh tỉ số này theo từng mùa ta thấy, về mùa đông (tháng 12-2) lượng mưa giảm mạnh trên hầu hết lãnh thổ BB, giảm mạnh hơn trên một vùng ở Tây Nguyên nhưng lại tăng trên vùng NB (hình T4.5a). Mùa xuân (tháng 3-5) mưa giảm rõ rệt suốt giải MT từ Thanh Hóa đến Nha Trang (hình T4.5b) nhưng lại tăng trên Tây Bắc và một số vùng trên khu vực NB. Trong mùa hè (6-8) lượng mưa giảm mạnh ở BB và một vùng trên Tây Nguyên (hình T4.5c). Đặc biệt trung bình mùa thu (tháng 9-11) lượng mưa tăng mạnh trên hầu hết khu vực BB và tăng nhẹ trên vùng ven biển phía nam Nha Trang nhưng lại giảm nhẹ trên vùng Cà Mau-NB (hình T4.5d).

Sự tăng và giảm lượng mưa bù trừ nhau, tỉ số lượng mưa trung bình năm (hình T4.5e) cho thấy lượng mưa tương lai giảm trên khu vực BB và Tây Nguyên giảm nhiều hơn so với khu vực NB, loại trừ tăng nhẹ trên vùng ven biển Nha Trang-Sài Gòn.

a) TB 3 tháng 12-2



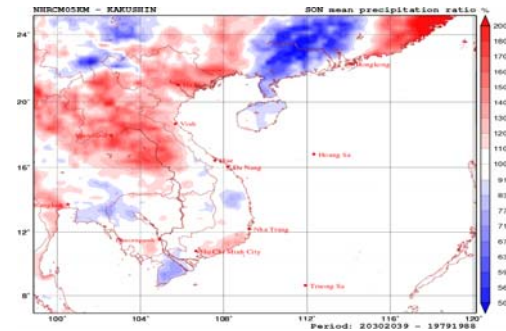
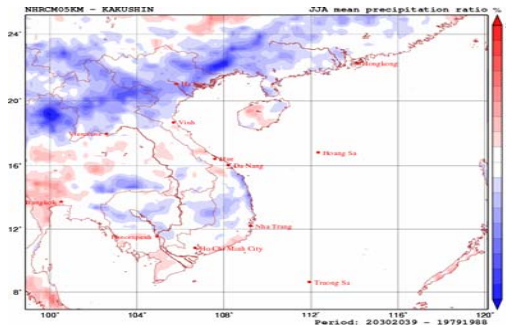
b) TB 3 tháng 3-5



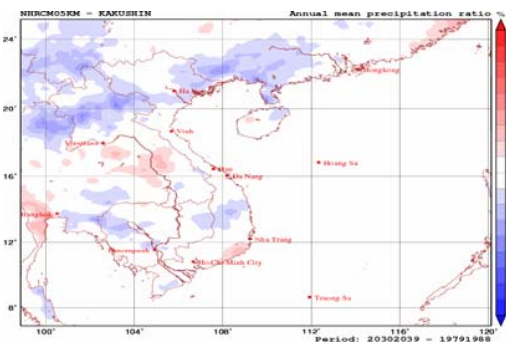
c) TB 3 tháng 6-8

d) TB 3 tháng 9-11



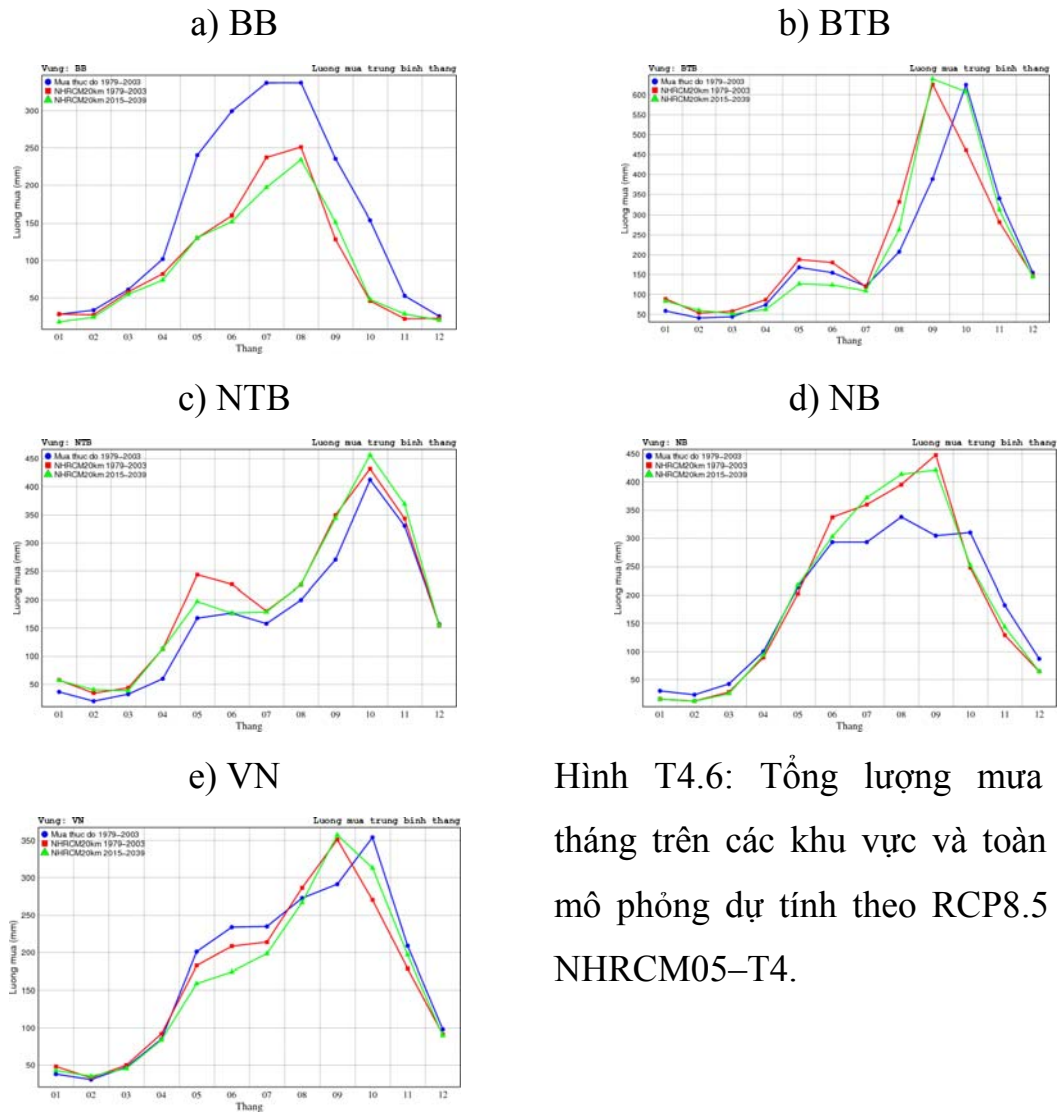


e) TB năm



Hình T4.5: Tỷ số lượng mưa TB. Lượng mưa tương lai (2030-2039) so với lượng mưa hiện tại (1979-1988) của kịch bản RCP8.5 cho từng mùa và toàn năm của NHRCM05

Từ Hình T4.6 ta thấy ở BB (hình T4.6a) xu thế chung là tổng lượng mưa mô phỏng của NHRCM05 vẫn nhỏ hơn mưa thám sát, và mưa dự tính tương lai theo RCP8.5 giảm so với mưa hiện tại. Đối với vùng BTB (hình T4.6b) từ tháng 1 đến tháng 9 mưa mô phỏng hiện tại lớn hơn mưa thám sát nhưng mưa kịch bản tương lai lại nhỏ hơn mưa thám sát và đỉnh mưa kịch bản đạt vào tháng 9 trong khi đỉnh mưa thám sát lại vào tháng 10. Trên vùng NTB (hình T4.6c) mưa kịch bản gần như luôn lớn hơn mưa thám sát. Ở NB (hình T4.6d) mưa kịch bản lớn hơn mưa thám sát từ tháng 6 đến 9. Tuy nhiên những phân tích và kết luận suy ra từ thử nghiệm T4 – mô phỏng cho 10 năm hiện tại 1979-1988 và dự tính khí hậu tương lai và 10 năm tương lai 2030-2039 theo RCP8.5 còn mang tính tham khảo trước hết vì số năm tính chưa đủ dài đặc trưng cho chu trình khí hậu.



Hình T4.6: Tổng lượng mưa TB tháng trên các khu vực và toàn VN mô phỏng dự tính theo RCP8.5 của NHRCM05-T4.

***Kết quả xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho khu vực VN-BĐ từ kết quả nghiên cứu của thử nghiệm T3 dựa theo kịch bản RCP8.5***

Từ kết quả nghiên cứu dự tính khí hậu tương lai gần nhận được của thử nghiệm T3 (mục 4.1 của chương này) Đề tài thử nghiệm xây dựng kịch bản BĐKH vào năm 2025 so với thời kỳ cơ sở 1980-1999 (theo AR4 của ICPP). Trong khuôn khổ của một đề tài việc xây dựng kịch bản giới hạn ở kịch bản về nhiệt độ trung bình T2m và mưa vào năm 2025 so với thời kỳ cơ sở 1980-1999 cho từng mùa và cho toàn năm cùng với diễn biến của TC trong tương lai gần – thời kỳ 2015-2035. Đề tài BĐKH.01 quan tâm đến cực đoan khí hậu-ECE và việc đánh giá cực đoan của nhiệt độ (T2m.max, T2m.min) dựa vào phân bố tần suất (%) nhiệt độ 2m trung bình ngày, cực đoan của lượng



mưa (mưa lớn và mưa cực lớn) được đánh giá theo phân bố Loga10 tần suất (%) lượng mưa ngày. Đối với bão-TC mạnh và cực mạnh được đánh giá qua phân bố tần suất cường độ TC đo bằng tốc độ gió cực đại trong TC. Trong báo cáo tóm tắt chỉ trích giới thiệu kết quả trung bình năm cho các yếu tố nhiệt và mưa trên toàn lãnh thổ VN.

- ***Kịch bản BĐKH đối với nhiệt độ trung bình năm cho Việt Nam vào năm 2025 so với thời kỳ 1980-1999, theo RCP8.5***

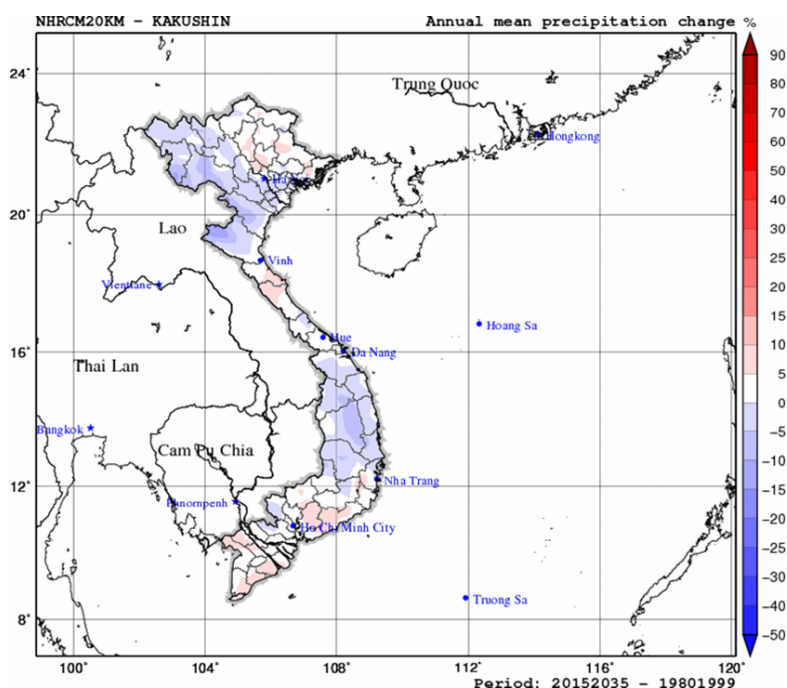
Trên trung bình năm (Hình KB1a) nhiệt độ trung bình trên toàn lãnh thổ VN đến năm 2025 tăng và tăng mạnh nhất là trên khu vực BB với khu vực tăng cực đại quanh Hà Nội trải rộng về phía tây và tây bắc với mức tăng nhiệt độ từ 1.0 đến 1.2 độ C. Mức độ tăng nhiệt độ trên toàn Miền Trung nhẹ hơn so với BB, trong khoảng 0.7-0.9 độ C, trong đó phía đông tăng mạnh hơn so với phía tây. Trên hai khu vực Tây Nguyên và NB có mức tăng nhiệt độ thấp hơn so với Miền Trung và BB với mức tăng dưới 0.8 độ C và có chỗ dưới 0.7 độ C như mũi Cà Mau và phía bắc Thành phố Hồ Chí Minh

Trên trung bình năm (Hình KB 1b) tần suất (%) xuất hiện của những nhiệt độ T2m.min (< 16 độ C) giảm nhẹ trong khi tần suất của những nhiệt độ T2m.max (>32 độ C) lại tăng với mức độ mạnh hơn.

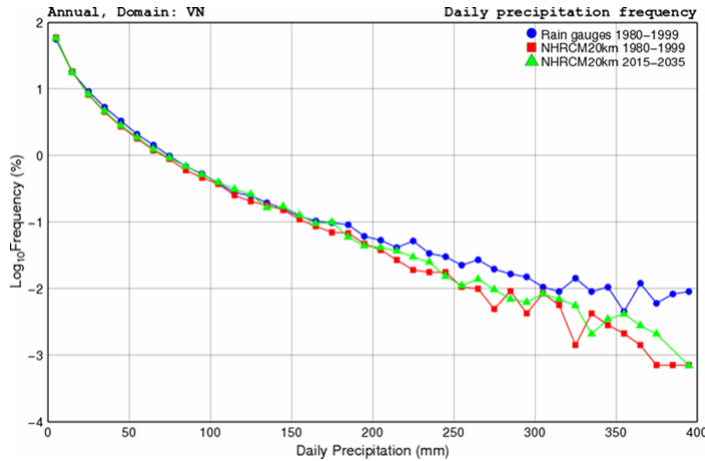


Mức biến đổi lượng mưa năm vào năm 2025, theo kịch bản RCP8.5 (Hình KB2a) trên lãnh thổ VN với tăng, giảm khác nhau trên các khu vực khác nhau. Trên nửa tây nam của BB đến Nghệ An lượng mưa trung bình giảm trong khoảng 5-15%, trong khi trên một bộ phận phía bắc- đông bắc của BB mưa lại tăng nhẹ (1-10%). Trên phần lớn vùng NTB và Tây Nguyên mưa giảm nhẹ (cỡ 5-10%) còn trên hầu hết miền đất NB mưa lại tăng nhẹ (trung bình tăng 0-10%).

Theo phân bố  $\log_{10}$  tần suất (%) lượng mưa TB ngày cho toàn năm trên lãnh thổ VN cho trên Hình KB 2b ta thấy, theo kịch bản RCP8.5 vào năm 2025 tần suất mưa với những ngưỡng < 150 mm/ngày gần như không đổi trong khi tần suất mưa cực lớn (150 – 400 mm/ngày) luôn luôn giảm và giảm càng mạnh đối với mưa càng lớn.



Hình KB 2a. Mức độ biến đổi lượng mưa năm (%) vào năm 2025 dựa vào kịch bản RCP8.5.



Hình KB 2b. Loga10 tần suất (%) lượng mưa ngày trung bình năm Đường đỏ nối các hình vuông - mô phỏng hiện tại 1980-1999 của NHRCM20; Đường xanh lục nối các tam giác – dự tính năm 2025 của NHRCM20 dựa theo kịch bản RCP8.5

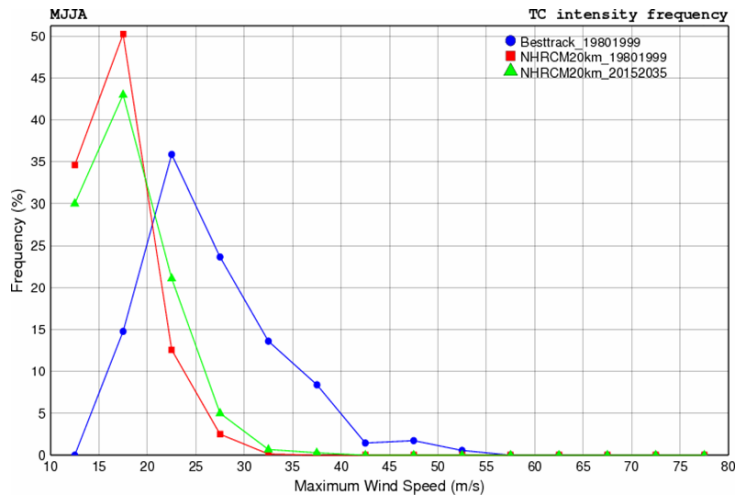
- ***Dự tính diễn biến số cơn TC hoạt động trên BĐ, ảnh hưởng và đổ bộ vào đất liền Việt Nam trong tương lai gần 2015-2035, dựa vào kịch bản RCP8.5.***

Tần suất cường độ TC của 4 tháng (5-8) trên Hình KB3 cho thấy, vào các tháng (5-8) thì dự tính tương lai theo kịch bản RCP8.5 cho tần suất cao (30-50%) đối những TC yếu (với tốc độ gió cực đại  $V_{max} < 20\text{m/s}$ ) nhưng tần suất thấp (20-30%) đối với TC mạnh (với  $V_{max} \sim 20-30\text{ m/s}$ ) và gần như tần suất không đổi với TC mạnh hơn (với  $V_{max} > 30\text{m/s}$ ) so với thám sát hiện tại.

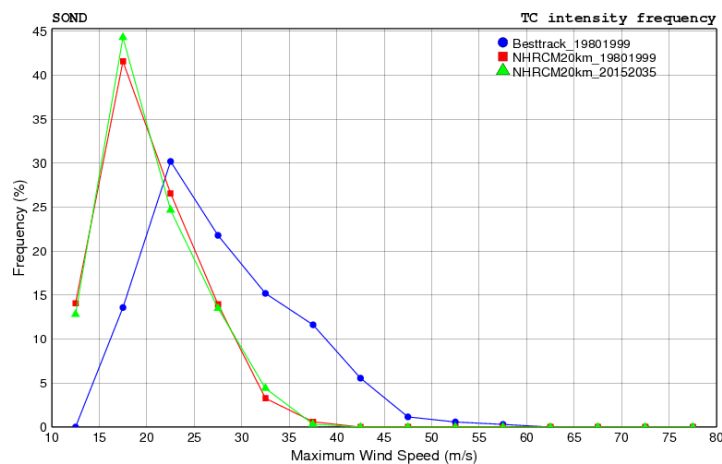
Tóm lại trong các tháng (5-8) thời kỳ 2015-2035 tần suất TC dự tính theo kịch bản RCP8.5 giảm đối với những TC yếu ( $V_{max} < 20\text{m/s}$ ) và tăng đối với TC mạnh ( $V_{max} \sim 20 - 35\text{ m/s}$ ) so với thám sát thời kỳ 1980-1999.

Tần suất cường độ TC của 4 tháng (9-12) trên Hình KB4 cho thấy, về tổng thể tần suất cường độ TC dự tính thời kỳ 2015-2035 theo RCP8.5 về mùa này thấp hơn nhiều so với thám sát (Best track). Đó là vào các tháng này thì mô phỏng hiện tại và dự tính tương lai theo kịch bản RCP8.5 đều cho tần

suất cao (~15-42%) đối những TC yếu ( $V_{max}$  trong khoảng 13. – 27 m/s) nhưng tần suất thấp (27-3%) đối với những TC mạnh ( $V_{max} \sim 27 - 37$  m/s) so với thám sát hiện tại. Tuy nhiên cường độ của TC vào 4 tháng (9-12) mạnh hơn so với cường độ TC vào 4 tháng (5-8).

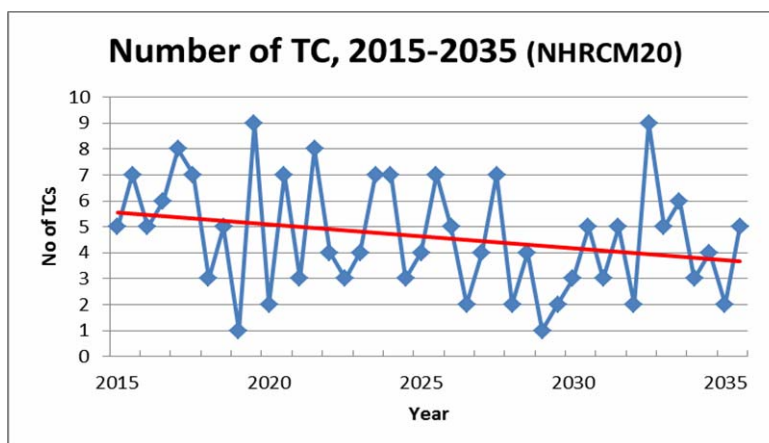


Hình KB3. Tần suất (%) cường độ TC của 4 tháng 5-8. Trục tung – Tần suất. Trục hoành- cường độ TC đo bằng tốc độ gió cực đại trong TC (m/s). Đường đỏ nối các hình vuông – số TC mô phỏng của NHRCM20 thời kỳ 1980-1999. Đường xanh lục nối các tam giác – số TC dự tính của NHRCM20 thời kỳ 2015-2035 dựa theo RCP8.5.



Hình KB4. Tần suất (%) cường độ TC của 4 tháng 9-12. Ký hiệu giống như trên Hình KB3.

Dự tính diễn biến số trung bình các cơn TC theo mùa thời kỳ 2015-2035 dựa theo kịch bản RCP8.5 (Hình KB5) lại cho thấy xu thế giảm số trung bình các cơn TC trong thời kỳ này, từ 5.5 vào năm 2015 xuống 3.7 vào năm 2035 (đường đỏ thẳng).



Hình KB5. Diễn biến số cơn TC trung bình trong thời kỳ 2015-2035 (theo hai mùa mija (tháng 5-8) và sond (tháng 9-12)): Đường màu xanh là số trung bình các cơn TC, đường màu đỏ là xu thế của diễn biến số trung bình các cơn TC giai đoạn 2015-2035, theo RCP8.5

### Kết luận:

Từ thử nghiệm xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho khu vực Việt Nam-Biển Đông vào năm 2025 dựa vào kịch bản RCP8.5 trên đây có thể suy ra mấy kết luận sau:

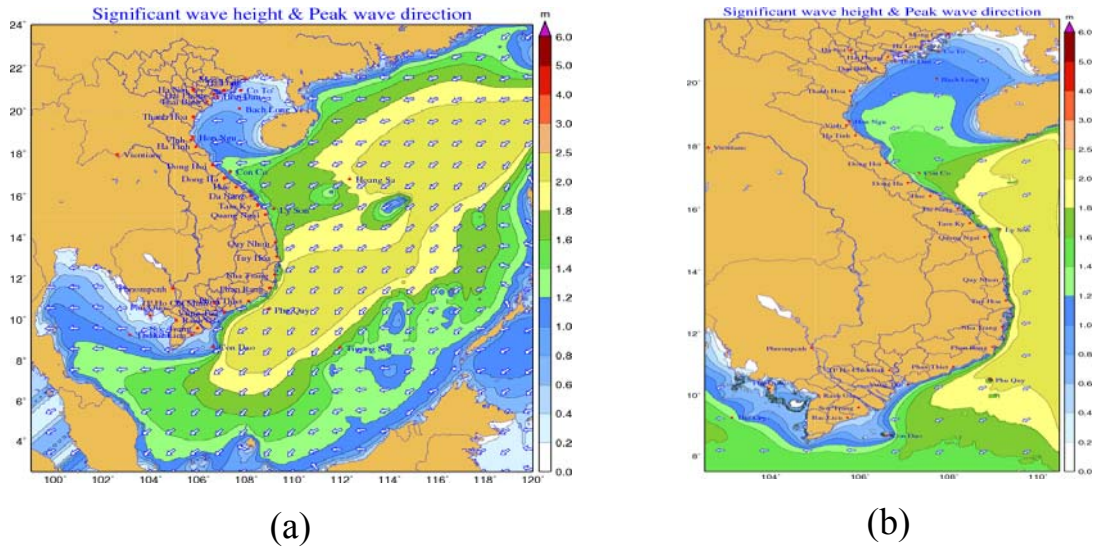
- 1) Trên trung bình năm nhiệt độ trung bình trên toàn lãnh thổ VN đến năm 2025 luôn tăng và tăng mạnh nhất trên khu vực BB với một vùng tăng cực đại quanh Hà Nội trải rộng về phía tây và tây bắc với mức tăng nhiệt độ từ 1.0 đến 1.2 độ C. Mức độ tăng nhiệt độ trên toàn Miền Trung nhẹ hơn so với BB, trên hai khu vực Tây Nguyên và NB có mức tăng nhiệt độ còn thấp hơn so với Miền Trung và BB. Trên trung bình năm tần suất của những T2m.min (< 16 độ C) giảm trong khi tần suất của những T2m.max (>32 độ C) lại tăng.

- 2) Trên phần lớn lãnh thổ VN lượng mưa trung bình giảm nhẹ (trên nửa tây nam của BB đến Nghệ An lượng mưa trung bình giảm ~ 5-15%, trên phần lớn vùng NTB và Tây Nguyên mưa giảm ~ 5- 10%) và có một số vùng có lượng mưa tăng nhẹ (như trên vùng phía bắc- đông bắc của BB mưa lại tăng ~1-10% và trên hầu hết miền đất NB mưa tăng nhẹ ~ tăng 1-10%). Trong đó tần suất lượng mưa ngày trung bình gần như không biến đổi đối với những ngưỡng mưa < 150 mm/ngày nhưng lại giảm mạnh đối với những ngưỡng mưa rất lớn (150 – 400 mm/ngày) và giảm càng mạnh đối với mưa càng lớn.
- 3) Xu thế chung của hoạt động TC thời kỳ 2015-2035 là số trung bình các cơn TC giảm (từ 5.5 vào năm 2015 xuống 3.7 vào năm 2035). Vào các tháng (5-8) thì tần suất của những TC yếu ( $V_{max} < 20\text{m/s}$ ) giảm nhưng tần suất của những TC mạnh ( $V_{max} \sim 20 - 35 \text{ m/s}$ ) lại tăng. Cường độ của TC vào các tháng (9-12) mạnh hơn so với các tháng (5-8).

#### **4.4. Kết quả thử nghiệm mô hình dự báo sóng WAVEWATCH-III**

Mô hình Wavewatch III được áp dụng thử nghiệm mô phỏng độ cao sóng trên biển Đông trong hệ thống dự báo sóng liên hoàn thiết kế chạy lồng hai miền: Miền lớn (99E-120E) x (2.5N-24N) độ phân giải (0.05x0.05) độ kinh vĩ, miền nhỏ (102.5E-110.5E) x (7.5N- 22N) độ phân giải 0.01 độ và gió đầu vào là đầu ra của NHRCM20 và NHRCM05 theo kịch bản BDKH RCP8.5. Thời gian cập nhật biên từng 6h.

Kết quả mô phỏng độ cao sóng và hướng sóng trung bình tháng 12 năm 2030 cho trên Hình T4.8 cho thấy độ cao sóng (hình T4.8a) lớn nhất ở khu vực Bắc biển Đông và ngoài khơi vùng biển Bình Định đến Cà Mau, độ cao sóng trung bình khoảng 2 đến 2.5m. Vùng biển từ Quảng Ninh đến Quảng Bình, từ Cà mau đến Kiên Giang, độ cao sóng dao động dưới 1.2m. Vùng biển từ Quảng Bình đến Bình Định, độ cao sóng dao động từ 1.4 đến 1.8m.

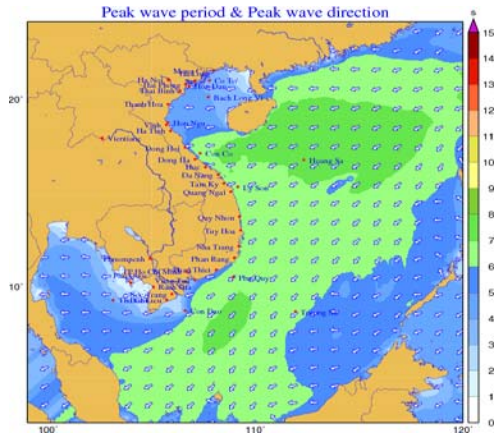


Hình T4.8: Độ cao sóng và hướng sóng mô phỏng trung bình tháng 12/1988 của WAVEWATCH-III đối với Domain1 (hình a), Domain2 (hình b).

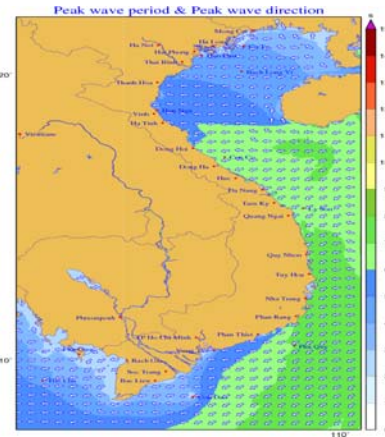
Hướng sóng trung bình trong tháng 12/1988 thịnh hành theo hướng Đông đến Đông Bắc (Hình T4.9a), trùng với hướng gió thời kỳ gió mùa đông bắc. **Độ cao sóng ven biển Việt Nam** được mô phỏng rõ nét hơn trên hình T4.9b với độ phân giải 0.01 độ (~ 1km) chạy với gió là đầu ra từ mô hình NHRCM05. Vùng có độ cao sóng lớn từ 1.8 đến 2m có nơi lên đến 2.5m kéo dài từ Đà Nẵng đến Bình Thuận. Vùng biển từ Nghệ An đến Thừa Thiên Huế, độ cao sóng dao động từ 1.6 đến 1.8m. Các vùng biển còn lại độ cao sóng dưới 1m. *Nhìn chung khi chạy với gió từ mô hình NHRCM05, độ cao sóng trên vùng ven biển Việt Nam lớn hơn khi chạy với gió từ NHRCM20.*

Cũng chạy với cấu hình tương tự như trên nhưng thực hiện dự tính độ cao sóng trung bình tương lai gần, cho tháng 12 năm 2030. Kết quả được đưa ra trên Hình T4.10. Vùng có độ cao sóng lớn ở khu vực giữa biển đông và ngoài khơi Bình Định đến Cà Mau, khá trùng khớp với kết quả mô phỏng năm 1988, tuy nhiên độ cao sóng dự tính tháng 12 năm 2030 lớn hơn khoảng 0.5 đến 1m (hình T4.10a). Vùng biển có độ cao sóng lớn nhất từ Bình Định đến Cà Mau dao động từ 2.5 đến 3m. Hướng sóng dự tính (12/2030) cũng khá tương đồng với hướng sóng mô phỏng trung bình tháng 12/1988.





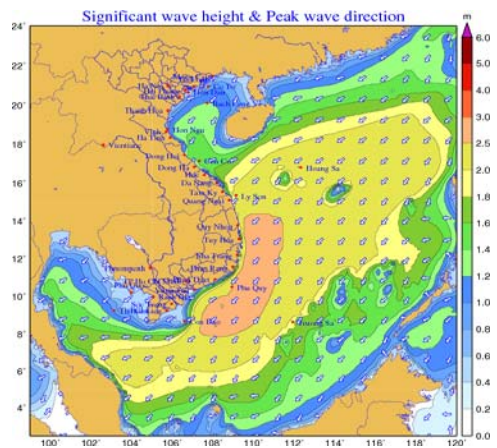
(a)



(b)

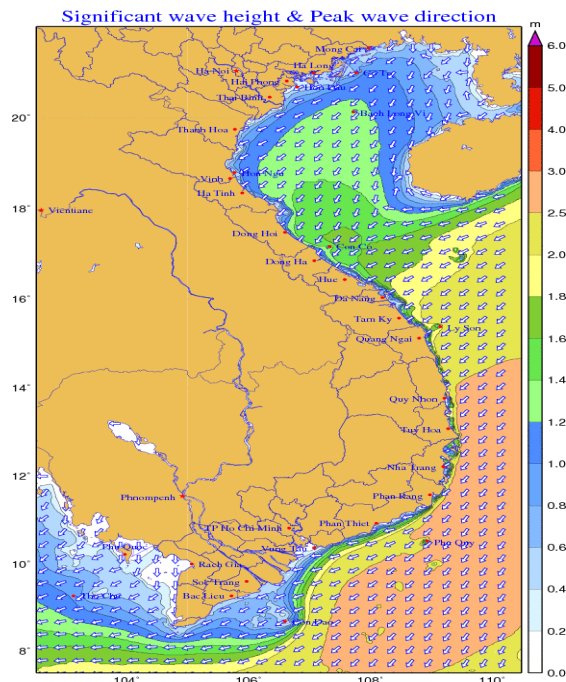
Hình T4.9: Chu kỳ sóng và hướng sóng mô phỏng trung bình tháng 12/1988 đối với Domain1 (hình a), Domain2 (hình b).

Dự tính với đầu vào từ NHRCM05 cùng thời kỳ được đưa ra trên Hình 4,11a. Vùng có độ cao sóng lớn dự tính với gió NHRCM05 không khác nhiều so với đầu vào từ gió NHRCM20, độ cao sóng lớn nhất dao động từ 2.5 đến 3m. Chu kỳ sóng và hướng sóng dự tính trung bình tháng 12/2030 cho trên Hình 4.11b. trung bình tương đồng với mô phỏng trên hai Hình T4.8 và Hình T4.9.

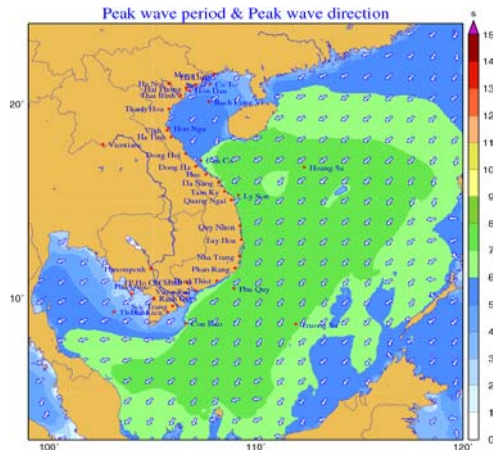


(a)

Hình T4.10: Độ cao sóng và hướng sóng dự tính trung bình tháng 12/2030 đối với Domain1 (hình a), Domain2 (hình b).

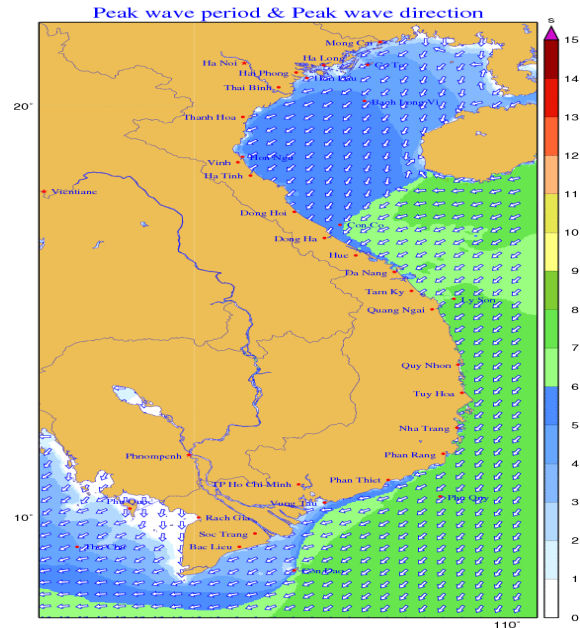


(b)



(a)

Hình T4.11: Chu kỳ sóng và hướng sóng dự tính trung bình tháng 12/2030 đối với Domain1 (hình a), Domain2 (hình b).



(b)

## 6. Kết luận

Đề tài “Nghiên cứu xây dựng kịch bản về các hiện tượng thời tiết cực đoan trung hạn (2015-2030) cho khu vực Việt Nam - Biển Đông sử dụng kịch bản Biến đổi khí hậu trong chương Kakushin (BĐKH.01) được Bộ Tài Nguyên và Môi Trường xét duyệt và cho phép thực hiện với 3 mục tiêu.

Đề tài đã thực hiện đầy đủ các nội dung nghiên cứu và hoàn thành các sản phẩm đề ra trong thuyết minh đăng ký, trong đó đã chạy mô hình cho mô phỏng khí hậu hiện tại cũng như dự tính BĐKH tương lai nhiều năm hơn so với đề ra trong thuyết minh Đề tài để kết quả khoa học của Đề tài có giá trị ứng dụng thực tế (23 năm cho tái sinh khí hậu hiện tại bằng 2 mô hình thủy tĩnh và bất thủy tĩnh (RegCM và NHRCM), 25 năm cho hiện tại và 25 năm cho dự tính BĐKH tương lai phân giải thô bằng NHRCM20, 10 năm cho hiện tại và 10 năm cho dự tính BĐKH tương lai phân giải cao bằng NHRCM05.

**Những kết quả chính đạt được của Đề tài như sau:**

- 1) Một máy tính trạm được trang bị để chạy thử nghiệm, lưu trữ và khai thác sản phẩm mô hình.
- 2) Đã hoàn thành các nội dung hợp tác quốc tế, trong đó cử 1 đoàn 3 người đến Viện MRI, JMA của Nhật trao đổi khoa học (2013), 1 cán bộ nghiên cứu đến MRI 1 tháng (2013) thực hiện một phần nội dung khoa học của Đề tài theo kinh phí của Đề tài và 1 cán bộ nghiên cứu đến MRI 3 tháng (2013) thực hiện nội dung khoa học của Đề tài do bạn tài trợ kinh phí.
- 3) Sản phẩm đào tạo, Bài báo và Báo cáo khoa học ở Hội thảo quốc tế: Một bài báo đã đăng ở Tạp chí Khoa học, ĐHQG Hà Nội. Hỗ trợ đào tạo 03 Thạc sĩ và 04 cử nhân khoa học. Hai Báo cáo khoa học đã được trình bày ở Hội thảo quốc tế (tháng 8/2013 ở Đà Nẵng - MAHASRI và tháng 7/2014 ở Nhật – AOGS2014) và 01 báo cáo trình bày tại Hội thảo chuyên môn ở MRI (5/2013).
- 4) Đã tiếp thu và khai thác sử dụng bộ số liệu của Chương trình Kakushin (phân giải 0.5 x 0.5 độ kinh vĩ) là sản phẩm của mô toàn cầu AGCM 3.2HA cho mô phỏng khí hậu hiện tại 1979-2004 và AGCM3.2HNA.RCP85 dựa vào RCP8.5 cho dự tính khí hậu tương lai gần 2015-2040.
- 5) Đã khai thác sử dụng hai bộ số liệu tái phân tích của Nhật là JRA-25 và APHRODITE phục vụ cho nghiên cứu và đánh giá sản phẩm mô hình.
- 6) Đã nghiên cứu tiếp thu Bộ mô hình khí hậu khu vực bất thủy tĩnh NHRCM (codes), cài đặt trên hệ máy tính ở VN và chạy ứng dụng thực hiện một phần nội dung khoa học của Đề tài.
- 7) Kết quả nghiên cứu và đánh giá mô phỏng khí hậu khu vực VN-BĐ (1985-2007) bằng mô hình khí hậu khu vực bất thủy tĩnh NHRCM20 và mô hình khí hậu khu vực thủy tĩnh RegCM20 đã chứng minh được rằng NHRCM có khả năng tái sinh khí hậu khu vực này tốt hơn hẳn RegCM20.
- 8) Đã phân tích và đánh giá kết quả dự tính chế độ nhiệt bề mặt T2m với

xu thế diễn biến của nhiệt độ cực trị, chế độ mưa và xu thế diễn biến mưa lớn cùng với diễn biến hoạt động của xoáy thuận nhiệt đới trên khu vực Việt Nam-Biển Đông trong tương lai gần: a) Trung bình thời đoạn (2015-2039) với phân giải 20 km và b) Trung bình thời đoạn (2030-2039) với phân giải 5km.

9) Đã thử nghiệm xây dựng kịch bản BĐKH đối với nhiệt độ 2 mét cùng với diễn biến cực trị của nó, đối với lượng mưa trung bình và xu thế diễn biến mưa lớn cho VN cho từng mùa và năm vào năm 2025 và đối với xu thế hoạt động của TC trên khu vực VN-BĐ thời kỳ 2015-2035.

10) Đã nghiên cứu ứng dụng mô hình sóng WAVEWATCH và chạy thử nghiệm dự báo sóng hiện tại và dự tính sóng tương lai cho khu vực BĐ với đầu vào là đầu ra của NHRCM20 và NHRCM05.

## **7. Kiến nghị**

Mặc dù Đề tài đã thực hiện một khối lượng tính toán khá lớn và đạt được những kết quả khoa học có ý nghĩa ứng dụng nhưng so với yêu cầu của một nghiên cứu để có những kịch bản về BĐKH nói chung, ECE sinh ra có tác động của BĐKH nói riêng trên khu vực VN-BĐ bằng mô hình bất thủy tĩnh và phương pháp dynamical downscaling thì kết quả KHCN đạt được của Đề tài này chỉ là sự bắt đầu tốt.

Khối lượng tính toán của Đề tài đặt ra là quá lớn không thể thực hiện trên các hệ thống máy tính có trong nước trong vài năm qua nên Đề tài đã tận dụng được sự hỗ trợ từ nước ngoài để chạy trên máy tính siêu tốc. Tính toán vừa được kết thúc vào tháng 5 năm 2014, vì vậy việc khai thác cũng như phân tích khoa học sản phẩm mô hình nhận được còn hạn chế

Vì những lý do trên nhóm cán bộ khoa học thực hiện Đề tài BĐKH.01 xin có những kiến nghị sau đây:

- Những sản phẩm kịch bản về khí hậu khu vực tương lai gần (2015-2039) của mô hình NHRCM20 nhận được trong Đề tài BDKH.01 có thể tham khảo cho nghiên cứu tác động của BDKH trên khu vực VN-BĐ.
- Đầu tư cho nghiên cứu, khai thác tốt hơn sản phẩm tính toán lớn đã nhận được của Đề tài này.
- Kiến nghị Bộ Tài nguyên và Môi trường, Bộ Khoa học và Công nghệ tiếp tục đầu tư cho hướng nghiên cứu ứng dụng mô hình khí hậu khu vực bất thủy tĩnh cùng phương pháp dynamical downscaling vào nghiên cứu BDKH tiến tới tác động của BDKH trên khu vực VN-BĐ.