

MÔ PHỎNG TÁC ĐỘNG CỦA CARBON ĐEN ĐẾN NHIỆT ĐỘ TRÊN KHU VỰC VIỆT NAM VÀ LÂN CẬN BẰNG MÔ HÌNH REGCM

Lê Thị Thu Hằng¹, Phan Văn Tân², Bùi Thị Tuyết¹, Phạm Thị Minh¹

Tóm tắt: Trong nghiên cứu này, chúng tôi trình bày kết quả mô phỏng tác động của carbon đen lên nhiệt độ Việt Nam và lân cận bằng mô hình RegCM4.2. Thời gian mô phỏng gồm 10 năm từ 01/01/1991 đến 01/01/2001 trên miền tính từ 15°S đến 40°N và 75°E đến 135°E với độ phân giải 36 km trong hai trường hợp có carbon đen và không carbon đen. Kết quả cho thấy tác động của Carbon đen làm giảm nhiệt độ gần bề mặt ở những khu vực nồng độ Carbon đen lớn như Ấn Độ, Đông Nam Trung Quốc, Myanmar và phía Bắc Việt Nam với giá trị nhiệt giảm từ -0,2°C đến -0,8°C so với trường hợp không có carbon đen. Hệ số tương quan giữa nồng độ carbon đen và hiệu nhiệt độ T2m có giá trị từ -0,45 đến -0,55 vào các tháng mùa khô. Ngược lại, trong các tháng mùa mưa mối quan hệ tương quan của hai đại lượng này nhỏ bởi nồng độ carbon nhỏ trong khí quyển dẫn tới tác động của nó lên nhiệt độ không đáng kể.

Từ khóa: Carbon đen, RegCM, Việt Nam, Nhiệt độ.

Ban Biên tập nhận bài: 12/4/2018 Ngày phản biện xong: 20/5/2018 Ngày đăng bài: 25/6/2018

1. Mở đầu

Ngày nay, việc nghiên cứu biến đổi khí hậu (BĐKH), tác động của BĐKH và tìm các giải pháp, chiến lược ứng phó với BĐKH là một trong những vấn đề hết sức quan trọng và được quan tâm đặc biệt của toàn xã hội. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng thành phần hóa học của khí quyển đã thay đổi và chúng có mối quan hệ trực tiếp hoặc gián tiếp tới các điều kiện thời tiết, khí hậu ở quy mô toàn cầu cũng như quy mô khu vực. Xon khí là một trong những tác nhân quan trọng gây nên những thay đổi hóa học của khí quyển, thay đổi quá trình hình thành mây, phản xạ và hấp thụ năng lượng bức xạ mặt trời, gây nên những biến đổi trong hệ thống thời tiết - khí hậu. Tác động của xon khí trong hệ thống khí hậu cũng là một trong những nguyên nhân của biến đổi khí hậu [7]. Để đánh giá mức độ tác động của xon khí tới hệ thống khí hậu, các mô

hình toàn cầu hoặc khu vực thường được kết hợp với các mô đun hóa học - xon khí để mô phỏng các quá trình hóa học diễn ra trong khí quyển, mối liên hệ giữa chúng với điều kiện thời tiết, khí hậu. Có thể kể tới một số nghiên cứu trên thế giới sử dụng mô hình khí hậu khu vực để đánh giá tác động của xon khí như của Qian và cộng sự, 2001 [10] về mô phỏng xon khí sulfur trên khu vực Đông Á. Năm 2012, Zenis và cộng sự [14] nghiên cứu về tác động của xon khí lên khí hậu châu Âu sử dụng mô hình RegCM3. Zakey năm 2006 [13] nghiên cứu về phát triển và thử nghiệm mô đun bụi trong mô hình khí hậu khu vực, v.v. Ở Việt Nam có một số nghiên cứu nổi bật như của tác giả Hồ Thị Minh Hà và Phan Văn Tân, 2009 [1] đã sử dụng mô hình RegCM3 để mô phỏng ảnh hưởng của carbon đen (BC) lên khí hậu khu vực Đông Nam Á và Việt Nam. Kết quả cho thấy hệ số tương quan âm của carbon đen và lượng mưa trên bán đảo Đông Dương; ngược lại trên phía đông và Ấn độ, Trung Quốc, hệ số tương quan dương. Ngoài ra còn có nghiên cứu về khả năng ứng dụng mô hình WRF - Chem vào khu vực Việt Nam của Đào Thị Hồng

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh

²Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội
Email: hangthule123@gmail.com

Vân, 2013 [5] kết quả cho thấy mô phỏng các chất phát thải (bụi PM_{2.5}, PM₁₀, SO₂, dust₀₁) cho kết quả khả dụng khi xem xét bên cạnh các trường khí tượng như gió hay độ ẩm. Các nghiên cứu này được mô phỏng trong thời gian ngắn, từ vài tháng cho đến một năm nên vẫn chưa đánh giá được toàn diện mức độ tác động của xon khí lên khí hậu. Bên cạnh các nghiên cứu về xon khí sử dụng các mô hình khí hậu khu vực còn có các nghiên cứu sử dụng số liệu quan trắc xon khí và số liệu vệ tinh. Có thể kể tới các nghiên cứu của Phạm Xuân Thành, Nguyễn Xuân Anh và cộng sự [2, 3, 4] về đặc điểm về độ dày quang học của xon khí ở các trạm AERONET Việt Nam. Ngoài ra còn có nghiên cứu của Cohen và cộng sự, 2010 [6] về đo đạc và vận chuyển đất và bụi than ô nhiễm vào Hà Nội thông qua số liệu quan trắc từ ba nhà máy nhiệt điện phía Bắc bao gồm Phả Lại, Uông Bí và Na Dương cùng với bốn nhà máy nhiệt điện ở phía Đông Trung Quốc.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng mô hình khí hậu khu vực RegCM4.2 để mô phỏng tác động của xon khí carbon đen đến nhiệt độ trên khu vực Việt Nam và một số nước lân cận từ năm 1991 đến 2000. Nghiên cứu tiến hành chạy mô phỏng hai thí nghiệm với xon khí carbon đen và không có xon khí carbon đen. Từ sự khác nhau giữa hai thí nghiệm sẽ cho thấy tác động của carbon đen lên nhiệt độ.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1 Mô hình và số liệu

Phiên bản NCAR RegCM (*NCAR Regional Climate Model*) đầu tiên được xây dựng dựa trên MM4 (*Mesoscale Model Version 4*) của Trung tâm quốc gia nghiên cứu khí quyển (NCAR) và Trường đại học Tổng hợp Pennsylvania (PSU), Hoa Kỳ, vào cuối những năm 1980 sau đó mô hình được phát triển bởi Trung tâm Vật lý lý thuyết quốc tế Abdus Salm (ICTP) [8]. RegCM4.2 sử dụng sơ đồ truyền bức xạ của CCM3 (*Community Climate Model Version 3*), trong đó có tính đến ảnh hưởng của việc gia tăng các khí nhà kính (NO₂, CH₄, CFC), aerosol khí quyển, và băng trong mây; sơ đồ trao đổi sinh -

khí quyển BATS (*Biosphere Atmosphere Transfer Scheme*); các tùy chọn đối với sơ đồ đối lưu như sơ đồ Kuo sửa đổi; sơ đồ Grell; sơ đồ Betts-Miller, ... Mô hình được sử dụng trong nghiên cứu này là phiên bản 4.2 (*RegCM4.2*) với những cải tiến bổ sung đáng kể so với các phiên bản trước. RegCM 4.2 có thể được sử dụng để tính toán phát thải carbon đen dựa trên tích hợp một mô đun hóa học - xon khí mô tả ba loại xon khí là carbon đen (BC), carbon hữu cơ (OC) và sulfate (SO₄). Mô đun hóa học - xon khí được phát triển để mô phỏng tỉ lệ xáo trộn của 6 loại hóa học: khí SO₂, SO₄²⁻, BC và OC (thấm nước và không thấm nước). Các xon khí carbon chủ yếu có nguồn gốc từ các quá trình đốt cháy nhiên liệu hóa thạch và đốt sinh khối [9].

Trong nghiên cứu này số liệu tái phân tích toàn cầu được sử dụng làm điều kiện ban đầu và điều kiện biên phụ thuộc thời gian cho mô hình là ERA Interim (EIN15) của Trung tâm dự báo thời tiết hạn vừa Châu Âu (ECMWF) với độ phân giải ngang 1,5 độ kinh vĩ. Các trường được sử dụng gồm nhiệt độ, độ cao địa thế vị, các thành phần vận tốc gió và độ ẩm trên các mực đẳng áp chuẩn.

Số liệu nhiệt độ bề mặt biển (SST) là bộ số liệu tái phân tích nhiệt độ mặt nước biển mở rộng (ERSST) của NOAA với độ phân giải 1,5 độ kinh vĩ. Bộ số liệu này được sử dụng làm điều kiện biên dưới phụ thuộc theo thời gian trên các vùng đại dương. Số liệu xon khí được cung cấp từ chương trình nghiên cứu khí quyển toàn cầu (EDGAR) tại [websitehttp://climate.dods.ictp.it/data/d4/AEROSOL/AEROSOL.dat](http://climate.dods.ictp.it/data/d4/AEROSOL/AEROSOL.dat)

2.2 Thiết kế thí nghiệm

Với mục đích khảo sát ảnh hưởng của carbon đen đến nhiệt độ trên khu vực Việt Nam và lân cận bằng mô hình RegCM4.2, miền tính của mô hình được lựa chọn dựa trên tham khảo nghiên cứu của Hồ Thị Minh Hà và Phan Văn Tân [1]. Miền tính có tâm đặt tại (13,6°N; 105°E) và bao phủ một vùng từ 15°S đến 40°N, 75°E đến 135°E, gồm 176 x 182 điểm lưới (Hình 1) với độ phân giải ngang 36 km và 18 mực theo chiều thẳng

đứng. Thời gian mô phỏng là giai đoạn từ 1991 đến 2001. Tham số hóa vật lý được sử dụng là sơ đồ đất BATS, sơ đồ đối lưu Grell - AS. Ngoài ra, các sơ đồ bức xạ, lớp biên hành tinh, mưa quy mô lưới ... được lấy ngầm định. Để xem xét tác động của carbon đen, miền phân tích kết quả

được chọn từ 0 đến 40°N, 75°E đến 135°E.

Nghiên cứu tiến hành hai thí nghiệm được tóm tắt trong bảng 1: Thí nghiệm 1 (CTRL) chạy mô hình RegCM4.2 không có carbon đen; thí nghiệm 2 (BC) chạy mô hình với carbon đen.

Bảng 1. Bảng tóm tắt các thí nghiệm

STT	Ký hiệu	Mô tả
1	CTRL	Chạy mô hình không có xon khí (AER00D0)
2	BC	Chạy mô hình với xon khí Carbon đen do con người và đốt sinh khối (AER11D0)

2.3. Phương pháp đánh giá

Ảnh hưởng của carbon đen lên nhiệt độ được đánh giá bằng cách so sánh nhiệt độ trong hai thí nghiệm. Hiệu nhiệt độ được xác định như sau:

$$\Delta T = T(BC) - T(CTRL) \quad (1)$$

Trong đó T(BC), T(CTRL) tương ứng là giá trị nhiệt độ không khí mực 2m (T2m), nhiệt độ không khí các mực khí quyển trong thí nghiệm 2 và thí nghiệm 1.

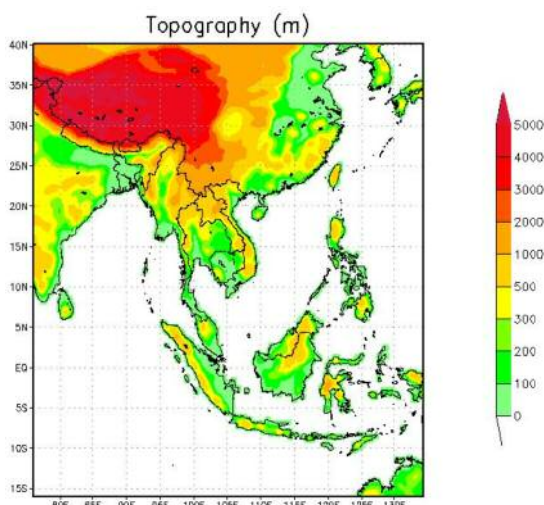
Ngoài ra, một số đặc trưng thống kê như trung bình số học (Công thức 2), hệ số tương quan (Công thức 3) cũng được sử dụng.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

Trong đó: x_i là ký hiệu để chỉ giá trị độ dày quang học khí quyển (AOD), hiệu nhiệt độ, nồng độ carbon đen; n là độ dài chuỗi số liệu hoặc số điểm lưới mô hình của miền phân tích kết quả.

$$r = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (3)$$

Trong đó: x_i, y_i tương ứng là nồng độ carbon đen và hiệu nhiệt độ T2m các tháng; n là số điểm lưới mô hình của miền phân tích kết quả.



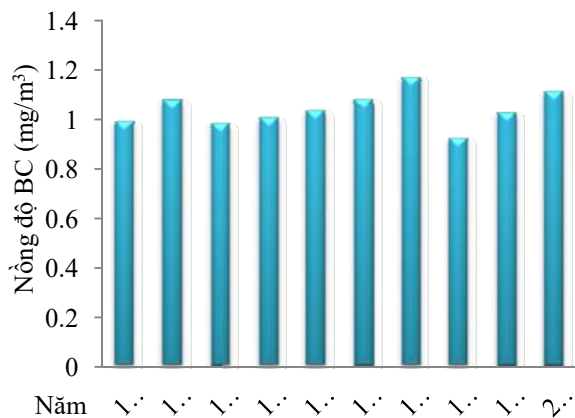
Hình 1. Miền tính và độ cao địa hình (m)

3. Kết quả

3.1. Phân bố theo thời gian của nồng độ carbon đen

Hình 2 mô tả sự biến thiên của nồng độ carbon đen giai đoạn 1991 - 2000 được tính trung bình cho toàn miền. Có thể nhận thấy, nồng độ BC biến động không lớn qua các năm và dao động trong khoảng 0,92 - 1,17 mg/m³. Các năm có nồng độ BC lớn là năm 1992, 1996, 1997, 1999, 2000 với cực đại vào năm 1997 giá trị 1,17 mg/m³, cực tiểu vào 1998 với giá trị 0,92 mg/m³.

Hình 3 biểu diễn biến trình năm của nồng độ BC giai đoạn 1991 - 2000 được tính trung bình cho toàn miền. Qua đó nhận thấy nồng độ BC



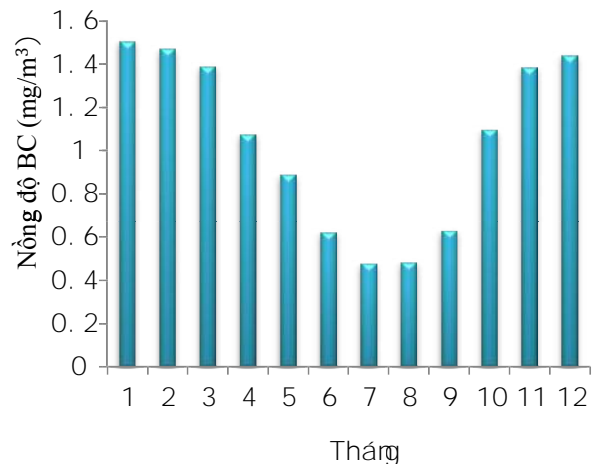
Hình 2. Nồng độ carbon đen trung bình năm giai đoạn 1991 - 2000 (mg/m³)

3.2 Phân bố theo không gian nồng độ của BC

Để đánh giá chi tiết hơn về phân bố nồng độ BC, các tháng 4, 7, 10, 1 được lựa chọn để đại diện cho bốn mùa xuân hạ thu đông. Hình 4 là các bản đồ phân bố nồng độ carbon và độ dày quang học của các tháng tương ứng nói trên.

Trên toàn khu vực vào tháng 1, nồng độ BC lớn nhất trong năm, với cực đại trên lục địa Ấn Độ, khu vực Đông Nam Trung Quốc, đạt giá trị khoảng 5 - 8 mg/m³, đây là những khu vực công nghiệp phát triển, do vậy lượng BC phát thải vào khí quyển lớn (Zhang ccs., 2013 [11, 12]). Tại Việt Nam giá trị cực đại khoảng 2 - 2,5

lớn vào những tháng mùa khô từ tháng 11 đến tháng 3 năm sau với giá trị khoảng 1,3 - 1,5 mg/m³, và giảm dần vào các tháng mùa mưa từ tháng 6 - 9 với giá trị khoảng 0,47 - 0,62 mg/m³. Có thể lý giải hiện tượng này là do vào mùa hè nên mưa nhiều, do vậy các hạt carbon đen ngấm nước, nặng và rơi xuống bề mặt, đây là quá trình lắng đọng ẩm của BC dẫn đến nồng độ BC nhỏ. Ngược lại vào các tháng mùa đông thời tiết khô và ít mưa nên BC tồn tại lâu trong khí quyển nên nồng độ BC lớn hơn. Giá trị cực đại của nồng độ BC rơi vào tháng 1 và cực tiểu vào tháng 7. Tháng 4, 5, 10 là các tháng chuyển tiếp, giá trị nồng độ BC trung bình khoảng 0,8 - 1,1 mg/m³.



Hình 3. Nồng độ carbon đen trung bình tháng giai đoạn 1991 - 2000 (mg/m³)

mg/m³ ở phía Bắc và giảm dần về phía Nam. Có thể nhận thấy phân bố BC bao phủ gần như hoàn toàn lãnh thổ Việt Nam. Điều này có thể được lý giải bởi đây là thời điểm hoạt động mạnh của gió mùa Đông Bắc, xon khí BC được vận chuyển xuống các vĩ độ thấp. Vào tháng 7 là mùa mưa trên khu vực, do vậy nồng độ BC nhỏ nhất trong năm. Giá trị cực đại trên lục địa Ấn Độ, Tứ Xuyên và Đông Trung Quốc khoảng 1,5 - 2 mg/m³. Ở miền Bắc Việt Nam giá trị BC khoảng 1 mg/m³, miền Trung và miền Nam khoảng 0,5 mg/m³.

Vào tháng 4 và tháng 10 là hai tháng chuyển tiếp từ mùa khô sang mùa mưa và từ mùa mưa sang mùa khô. Nồng độ BC ở hai tháng này gần

như tương đương nhau ở biển Đông Trung Hoa, bán đảo Triều Tiên với giá trị khoảng 2,5 - 3 mg/m³. Trong khi đó vùng trung tâm, Đông Nam Trung Quốc với giá trị BC nhỏ hơn khoảng 2 mg/m³. Trên Việt Nam, nồng độ BC khoảng 1 - 1,5 mg/m³ ở miền Bắc, miền Trung và miền Nam giá trị khoảng 0,5 - 1 mg/m³. Phân bố của BC mở rộng hơn xuống phía Nam khu vực so với mùa hè, thu hẹp hơn so với mùa Đông, phân bố này phụ thuộc vào hướng gió trên khu vực, tháng 4 là tháng kết thúc gió mùa Đông, bắt đầu chuyển sang mùa gió mùa hè, còn tháng 10 thì ngược lại.

Độ dày quang học của xon khí (*AOD: Aerosol Optical depth*) là đại lượng đặc trưng cho mức độ suy giảm bức xạ do hấp thụ và tán xạ bức xạ mặt trời của xon khí [2]. Độ dày quang học của xon khí có giá trị từ 0 đến 1, AOD bằng 0 có nghĩa là khí quyển trong sạch, không có xon khí, giá trị tầm nhìn xa lớn và khí quyển không ô nhiễm. AOD bằng 1 có nghĩa độ dày quang học xon khí đạt giá trị tối đa trong điều kiện khí quyển vẫn đục, ô nhiễm nhiều hợp chất gây giảm tầm nhìn xa. Từ hình 4 cho thấy mối tương quan chặt chẽ giữa nồng độ BC và AOD, sự biến đổi theo mùa trong năm của nồng độ BC tương ứng với sự biến thiên năm của AOD với giá trị lớn vào mùa khô (Tháng 1), giá trị nhỏ vào mùa mưa (Tháng 7) trên khu vực. Tại những khu vực nồng độ BC lớn như Bắc Ấn Độ, Đông Nam và Tứ Xuyên Trung Quốc thì độ dày quang học của BC cũng lớn hơn các vùng khác, điều này cho thấy nồng độ BC tại các khu vực này lớn. Với giá trị cực đại vào tháng 1 khoảng 0,055 trên lục địa Ấn Độ, Đông Trung quốc, trên khu vực Việt Nam giá trị AOD khoảng 0,02 - 0,03 ở miền Bắc, và giá trị giảm dần ở miền Trung, miền Nam Việt Nam.

3.3 Mối liên hệ của nồng độ Carbon đen và T2m

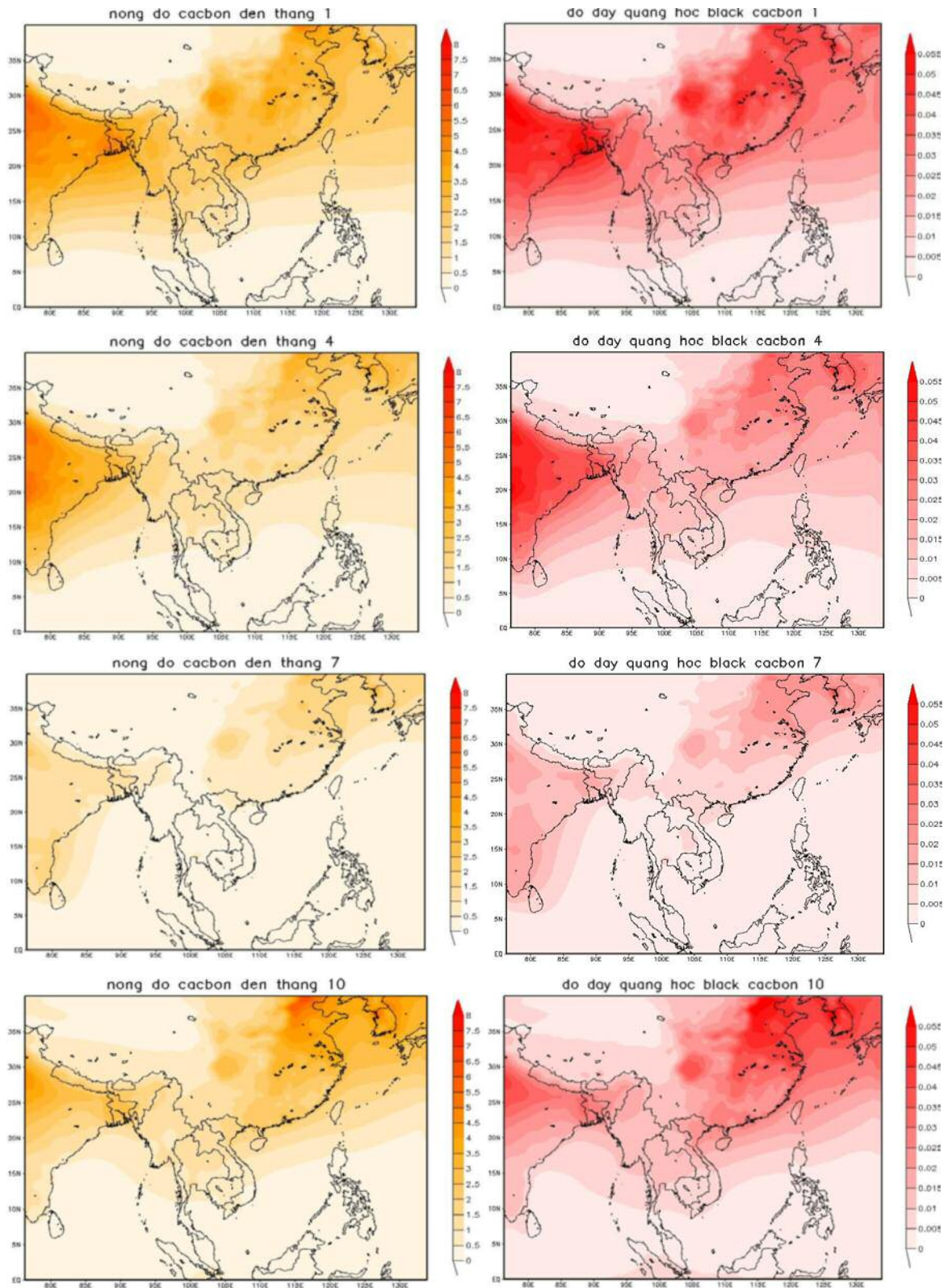
Để xem xét mối liên hệ của xon khí BC và T2m, chúng tôi so sánh T2m được mô phỏng bởi RegCM trong các trường hợp có và không có BC thông qua hiệu giữa chúng. Hiệu nhiệt độ âm cho thấy trong thí nghiệm có BC, T2m giảm so với trường hợp không có BC, hiệu nhiệt độ dương thì ngược lại. Hình 5 mô tả hiệu nhiệt độ không khí mực 2m (T2m) trung bình các tháng đối với hai trường hợp nói trên. Nhìn chung,

nhiệt độ giảm ở hầu hết các khu vực trên đất liền và tăng nhẹ trên đại dương so với trường hợp không có xon khí. Nhiệt độ giảm mạnh ở khu vực có nồng độ BC lớn. Nhiệt độ giảm trên các vùng lục địa có thể là hệ quả của việc BC ngăn cản bức xạ mặt trời xuống các lớp khí quyển bên dưới. Khi xem xét sự biến thiên của BC theo các tháng trong năm thì có thể nhận thấy nhiệt độ giảm mạnh vào những tháng có nồng độ BC lớn như các tháng mùa đông, ngược lại vào mùa hè nhiệt độ giảm nhỏ trên khu vực. Tác động của BC lên nhiệt độ không chỉ theo quy luật phân bố thời gian mà còn phụ thuộc vào không gian, cụ thể nhiệt độ giảm mạnh ở những khu vực nồng độ BC lớn như khu vực lục địa Ấn Độ, Đông Nam Trung Quốc, khu vực Myanmar, Lào, Bắc Việt Nam với giá trị nhiệt giảm từ - 0,2^oC đến - 0,8^oC. Những khu vực nồng độ BC nhỏ, tương ứng mức độ giảm nhiệt độ nhỏ như trên đại dương, vùng Tây Bắc Trung Quốc với giá trị từ - 0,1^oC đến 0,1^oC.

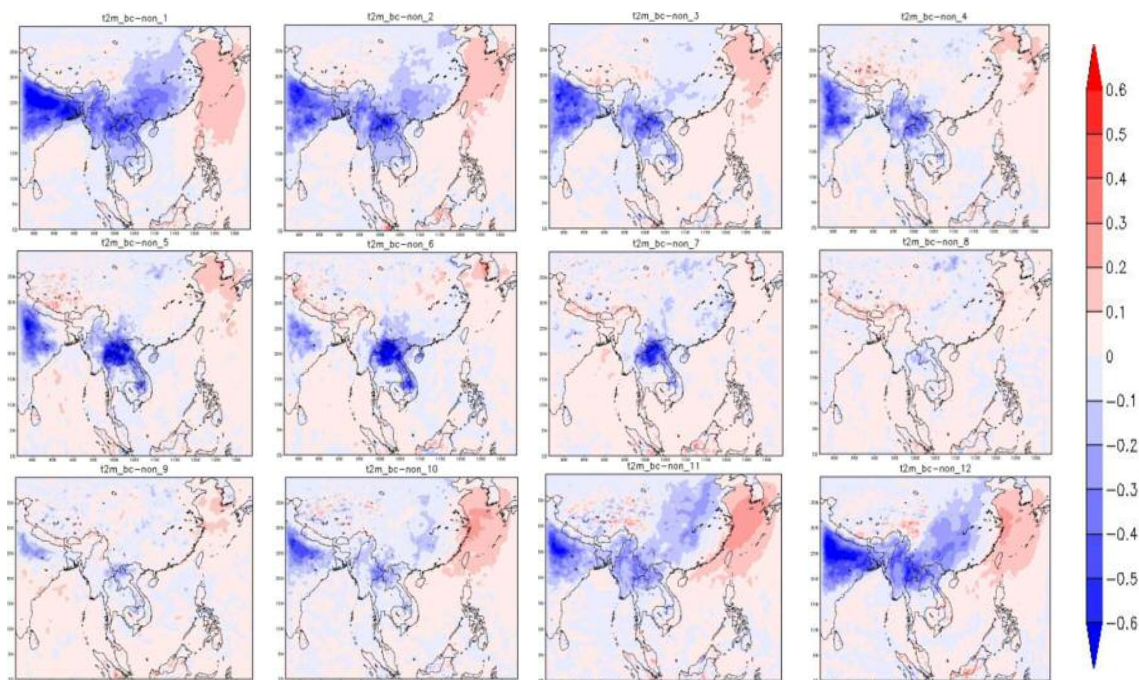
Hình 6 mô tả biến trình năm của nồng độ BC (Hình 6a) và hiệu T2m tháng (Hình 6b) giai đoạn 1991 - 2000 được tính trung bình cho toàn miền (75 - 135^oE, 0 - 40^oN), bên cạnh đó hệ số tương quan (HSTQ) theo thời gian giữa nồng độ BC và hiệu nhiệt độ T2m (Hình 6c) được tính với tập mẫu là số điểm lưới trong không gian của hai đại lượng.

Từ hình 6a và 6b cho thấy vào mùa đông nồng độ BC lớn tương ứng với hiệu T2m có giá trị từ - 0.02 đến - 0.05^oC. Ngược lại vào mùa hè, hiệu T2m dương. Do tính trung bình cho toàn miền nên giá trị hiệu nhiệt độ không lớn, tuy nhiên vẫn phản ánh được xu hướng tăng giảm nhiệt độ theo mùa và phụ thuộc của nhiệt độ vào nồng độ BC.

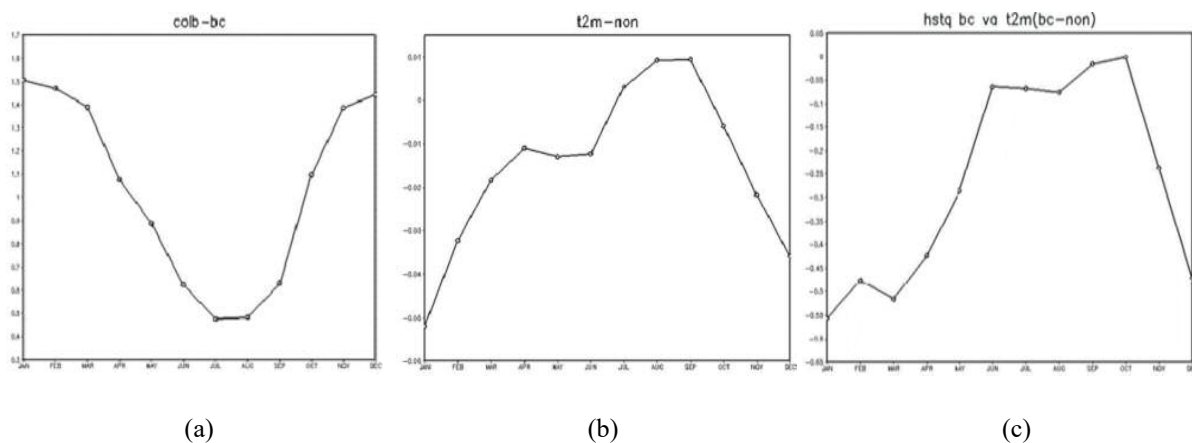
Mối quan hệ của nồng độ BC và hiệu T2m được thể hiện thông qua hệ số tương quan (Hình 6c). HSTQ âm xảy ra ở hầu hết các tháng trong năm, với giá trị âm lớn vào tháng mùa đông và tăng dần vào các tháng mùa hè. Từ tháng 12 đến tháng 3, HSTQ có giá trị - 0,45 đến - 0,55 tương ứng với các tháng có nồng độ BC lớn. Từ tháng 6 đến tháng 10, HSTQ có giá trị khoảng - 0,05 đến - 0,01. Từ các giá trị HSTQ cho thấy tương quan giữa nồng độ BC và hiệu T2m lớn hơn vào các tháng mùa đông và nhỏ vào các tháng mùa hè.



Hình 4. Nồng độ (bên trái - mg/m^3), độ dày quang học (bên phải) của BC trung bình tháng 1, tháng 4, tháng 7, tháng 10 (tương ứng từ trên xuống dưới)



Hình 5. Hiệu nhiệt độ không khí mực 2m (T2m) từ tháng 1 đến tháng 12 (°C) giai đoạn 1991 - 2000 (Tuong ứng từ trái sang phải, từ trên xuống dưới)



Hình 6. (a) Biến trình năm nồng độ BC (mg/m^3),
 (b) biến trình năm của hiệu nhiệt độ không khí mực 2m ($^{\circ}\text{C}$),
 (c) hệ số tương quan theo thời gian của nồng độ BC và hiệu nhiệt độ không khí mực 2m

3.4 Mối liên hệ của nồng độ carbon đen với nhiệt độ ở các mực khí quyển

Hình 7 mô tả mặt cắt thẳng đứng phân bố kinh hướng và vĩ hướng của hiệu nhiệt độ không khí ở các mực khí quyển. Nhìn chung, nhiệt độ giảm ở các lớp khí quyển gần bề mặt và tầng đối lưu trên. Ngược lại tăng trong lớp khí quyển ở tầng đối lưu giữa.

Khi xem xét mặt cắt thẳng đứng phân bố kinh

hướng (Hình 7a). Khi so sánh thí nghiệm 2 và thí nghiệm 1, ta thấy nhiệt độ giảm lớn nhất trong khoảng vĩ độ $17 - 25^{\circ}\text{N}$ với giá trị từ $-0,1^{\circ}\text{C}$ đến $-0,15^{\circ}\text{C}$ vào tháng 1.

Vào các tháng 4, 7, 10, giá trị giảm nhiệt vùng vĩ độ này chỉ khoảng $-0,02^{\circ}\text{C}$ đến $-0,06^{\circ}\text{C}$. So sánh với phân bố nồng độ BC (Hình 4) cho thấy đây cũng là vùng vĩ độ mà nồng độ BC lớn. Nhiệt độ tăng nhỏ ở vùng vĩ độ từ xích đạo đến

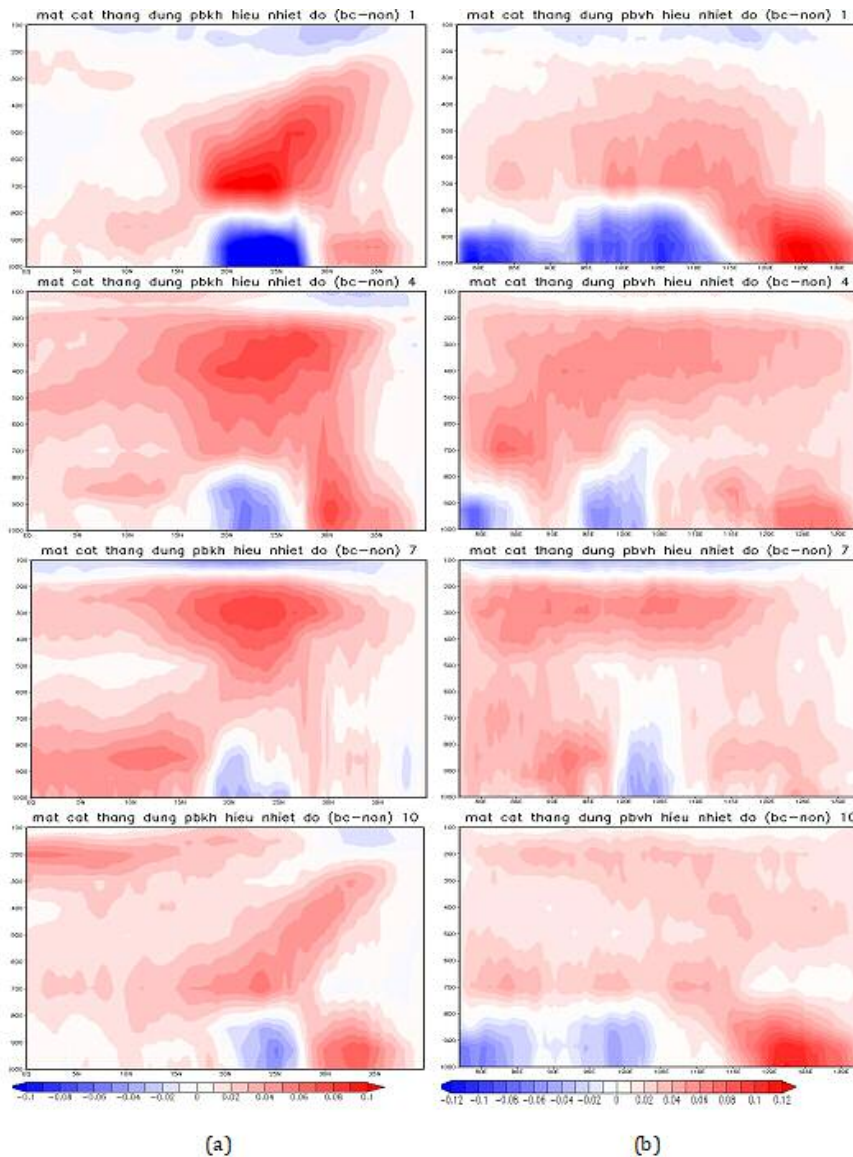
17°N, 28 - 40°N nơi nồng độ BC nhỏ. Nhiệt độ tăng ở các lớp khí quyển bên trên từ 800 - 200 mb ở hầu hết các vĩ độ. Giá trị tăng nhiệt lớn ở những vùng vĩ độ nồng độ BC lớn. Ở trên mực khí quyển 200 mb, nhiệt độ giảm nhẹ khoảng từ - 0,02°C đến - 0,04°C.

Hình 7b là mặt cắt thẳng đứng phân bố vĩ hướng của hiệu nhiệt độ các mực khí quyển. Vào tháng 1 nhiệt độ giảm nhiều nhất ở các dải kinh độ từ 75°E đến 115°E với giá trị từ - 0,06 đến -

0,12°C, đây cũng là khu vực nồng độ BC lớn trải dài từ Ấn Độ sang Đông Trung Quốc.

Vào các tháng 4, 7, 10 giá trị nhiệt giảm chỉ khoảng - 0,02°C đến - 0,04°C. Từ kinh độ 115°E đến 135°E, nhiệt độ tăng với giá trị khoảng 0,02°C đến 0,06°C.

Ở các lớp khí quyển bên trên từ 800 - 200 mb nhiệt độ tăng ở tất cả các tháng, nhiệt độ tăng nhỏ ở các vùng kinh độ có nồng độ BC cao với giá trị từ - 0,02°C đến - 0,1°C.



Hình 7. Mặt cắt thẳng đứng phân bố kinh hướng bên trái (a) - vĩ hướng bên phải (b) hiệu nhiệt độ không khí các mực khí quyển (°C) tháng 1, 4, 7, 10 (tương ứng từ trên xuống dưới)

4. Kết luận

Từ các phân tích kết quả có thể rút ra được một số kết luận sau:

Nồng độ BC biến động nhỏ qua các năm và dao động trong khoảng từ 0,92 đến 1,17 mg/m³. Biến trình năm của nồng độ BC lớn vào các tháng mùa khô với giá trị khoảng từ 1,3 đến 1,5 mg/m³ và giảm dần vào các tháng mùa mưa với giá trị khoảng 0,47 mg/m³ đến 0,62 mg/m³.

Phân bố không gian của nồng độ BC cho thấy khu vực Đông Nam Trung Quốc, Ấn Độ có nồng độ BC lớn đạt giá trị khoảng 5 - 8 mg/m³ vào mùa đông. Ở Việt Nam nồng độ BC cực đại khoảng 2 đến 2,5 mg/m³ ở miền Bắc và giảm dần về Nam. Vào mùa hè giá trị nồng độ BC nhỏ, các mùa chuyển tiếp nồng độ BC lớn hơn mùa hè và nhỏ hơn mùa đông. Độ dày quang học của xon khí BC đạt giá trị cực đại ở Ấn Độ và Đông

Trung Quốc với giá trị 0,05. Ở Việt Nam giá trị này chỉ khoảng 0,02 đến 0,03.

Nhiệt độ giảm mạnh ở những khu vực nồng độ BC lớn như Ấn Độ, Đông Nam Trung Quốc, khu vực Myanmar, Lào và Bắc Việt Nam với giá trị nhiệt giảm từ - 0,2°C đến - 0,8°C. Những khu vực nồng độ BC nhỏ, tương ứng nhiệt độ giảm nhỏ như trên đại dương, vùng Tây Bắc Trung Quốc với giá trị từ - 0,1°C đến 0,1°C.

Hệ số tương quan giữa nồng độ BC và hiệu T2m có giá trị âm hầu hết các tháng trong năm. Tương quan lớn hơn vào các tháng mùa khô và nhỏ vào các tháng mùa mưa.

Nhiệt độ giảm ở các lớp khí quyển gần bề mặt và tầng đối lưu trên, đồng thời tăng ở các lớp khí quyển ở giữa tầng đối lưu. Khu vực giảm nhiệt độ lớn nhất từ vĩ độ 17 - 25°N và từ dải kinh độ từ 75 - 115°E với giá trị cực đại - 0,12°C.

Tài liệu tham khảo

1. Hồ Thị Minh Hà, Phan Văn Tân (2009), *Mô phỏng số trị ảnh hưởng của xon khí cacbon đen lên khí hậu khu vực Đông Nam Á và Việt Nam*, Hội thảo gió mùa châu Á lần 2, tr.185 - 197.
2. Phạm Xuân Thành, Nguyễn Xuân Anh, Lê Việt Huy, Lê Như Quân, Hoàng Hải Sơn, Phạm Lê Khương (2011), *Ảnh hưởng của mưa đầu mùa tới độ dài quang học sol khí tại Bạc Liêu*, Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất, số 33(1), tr.10 -17.
3. Phạm Xuân Thành, Nguyễn Xuân Anh, Đỗ Ngọc Thúy, Lê Việt Huy (2012), *Ảnh hưởng của hoàn lưu gió mùa mùa đông tới độ dày quang học sol khí tại Bạc Liêu và Bắc Giang*, Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất, số 34(3), tr.266-274.
4. Phạm Xuân Thành, Nguyễn Xuân Anh, Phạm Lê Khương, Đỗ Ngọc Thúy, Hoàng Hải Sơn, Nguyễn Xuân Sơn, Âu Duy Tuấn (2015), *Đặc điểm độ dày quang học sol khí từ số liệu các trạm AERONET Việt Nam và so sánh chúng với số liệu MODIS*, Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất, số 37(3), tr.252-263.
5. Đào Thị Hồng Vân, (2013), *Nghiên cứu khả năng ứng dụng mô hình WRF-Chem vào khu vực Việt Nam*. Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - ĐHQGHN.
6. Cohen D.D., Jagoda C., Eduard S., VuongThu Bac, (2010), *Long range transport of fineparticle windblown soils and coal fired powerstation emissions into Hanoi between 2001 to 2008*. Atmospheric Environment 44, 3761-3769.
7. IPCC, Working Group I (2001), *Climate change 2001: The Scientific Basis (far-wgI)*, 296.
8. Filippo G., Bates G.T. (1989), *The climatological skill of a regional model over complex terrain*, Mon. Wea. Rev., 117, 2325-2347.
9. Filippo G., Xungquiang B., Yun Q., (2002), *Direct radiative forcing and regional climatic effects of anthropogenic aerosols over East Asia: A regional coupled climate-chemistry/aerosol model study*, Journal of geophysical research 107, 4439.
10. Qian Y., Giorgi F., Huang Y., Chameides W., Luo C.,(2001), *Simulation of Anthropogenic-*

Sulfur over East Asia with a Regional Coupled Chemistry-Climate Model, Tellus 53B, pp. 171-191.

11. Zhang N., Qin Y., Xie S. D., (2013), *Spatial distribution of black carbon emissions in China*, Chinese Science Bulletin, Vol 58.

12. Zhang, D.F., (2009), *Simulation of dust aerosol and its regional feedbacks over East Asia using a regional climate model*, Atmos. Chem. Phys., 9, pp. 1095 -1110.

13. Zakey, A., Solmon, F., Girogi, F., (2006), *Development and testing of a desert dust module in a regional climate model*, Atmos. Chem. Phys. 6, pp. 4687-4704.

14. Zanis, P. et al. (2012), *Regional climate feedback of anthropogenic aerosols over Europe using RegCM3*, Climate research, Vol 52, pp. 267 -278.

SIMULATING THE IMPACT OF BLACK CARBON ON TEMPERATURE IN VIETNAM AND NEIGHBORING REGIONS USING REGCM

Le Thi Thu Hang¹, Phan Van Tan², Bui Thi Tuyet¹, Pham Thi Minh¹

¹Ho Chi Minh University of Natural Resources and Environment

²Hanoi University of Science – Viet Nam National University

Abstract: *We simulate the effect of black carbon on the temperature in Vietnam and neighboring regions by using the regional model called RegCM4.2. The model was integrated continuously from January 1st, 1991 to January 1st, 2001 over a large domain extending from 15°S to 40°N and from 75°E to 135°E with a resolution of 36 km. Two simulations were performed with and without black carbon prescribed, respectively. The results showed that black carbon decreases the near-surface air temperature in areas of high black carbon concentrations such as India, south-east China, Myanmar and northern Vietnam by 0.2°C to 0.8°C. In the dry season, the correlation between black carbon concentrations and near-surface air temperature ranges from -0.45 to -0.55. In the rainy seasons, no significant correlation exists between temperature and black carbon concentration because the black carbon concentrations are low and therefore do not have a strong effect on temperature.*

Key words: *Black Carbon, RegCM, Vietnam Temperature.*