

MÔ PHỎNG DIỄN BIẾN BÃO SỐ 6 NĂM 2006 BẰNG MÔ HÌNH MM5

TS. Hoàng Đức Cường

Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Bài báo trình bày một số kết quả thử nghiệm mô phỏng diễn biến của bão số 6 năm 2006 (bão XANGSANE) bằng mô hình MM5 từ ngày 29 tháng 9 đến ngày 2 tháng 10 năm 2006. Hai phương án thử nghiệm được thực hiện khi không và có sử dụng sơ đồ phân tích xoáy của mô hình MM5 với hai lưới tinh lỏng ghép. Sản phẩm mô phỏng trên lưới tinh lỏng ghép thứ hai trong trường hợp có sử dụng sơ đồ phân tích xoáy mô tả phù hợp hơn cả diễn biến của bão về cường độ thông qua khí áp thấp nhất tại tâm và tốc độ gió mạnh nhất trong bão. Vùng gió mạnh khi đổ bộ và vùng mưa lớn trong thời gian ảnh hưởng của bão số 6 năm 2006 đến đất liền nước ta có phân bố lệch hẳn về phía Bắc so với khu vực tâm bão đi qua. Kết quả mô phỏng này phù hợp với số liệu quan trắc về gió và mưa ở các trạm thuộc Trung Bộ nước ta trong thời gian bão ảnh hưởng.

1. Diễn biến bão số 6 năm 2006

Sáng sớm ngày 26 tháng 9 năm 2006, một áp thấp nhiệt đới ở phía Đông quần đảo Philip-pin đã mạnh lên thành bão và có tên quốc tế là XANGSANE. Hồi 7 giờ sáng ngày 26 tháng 9 vị trí tâm bão ở vào khoảng 11,8°N - 127,20E, mạnh cấp 8, giật trên cấp 8 (theo cấp gió Bô-pho). Sau khi hình thành, bão XANGSANE di chuyển theo hướng Tây Tây Bắc, mỗi giờ đi được khoảng 15 đến 20km và mạnh lên nhanh chóng. Trưa ngày 27 tháng 9, bão mạnh lên trên cấp 12. Từ đêm ngày 27 tháng 9 đến sáng ngày 28 tháng 9, bão đi vào quần đảo Philip-pin, cường độ bão suy yếu xuống cấp 12 và dưới cấp 12. Chiều tối ngày 28 tháng 9, bão vượt qua kinh tuyến 120°E đi vào khu vực giữa Biển Đông và mạnh lên trên cấp 12. Bão XANGSANE là cơn bão thứ 6 hoạt động trên Biển Đông kể từ đầu năm 2006. Đêm ngày 28 tháng 9, bão di chuyển theo hướng Tây Tây Nam, sau đó theo hướng Tây Tây Bắc rồi Tây,

mỗi giờ đi được khoảng 15 đến 20km. Trưa ngày 30 tháng 9, bão số 6 vượt qua vùng biển phía Nam quần đảo Hoàng Sa và ảnh hưởng trực tiếp đến vùng biển ngoài khơi các tỉnh từ Hà Tĩnh đến Phú Yên. Từ tối ngày 30 tháng 9 bão ảnh hưởng trực tiếp đến các tỉnh từ Hà Tĩnh đến Bình Định. Sáng ngày 1 tháng 10, bão số 6 đổ bộ vào thành phố Đà Nẵng rồi đi sâu vào đất liền qua vùng núi hạ Lào và suy yếu dần.

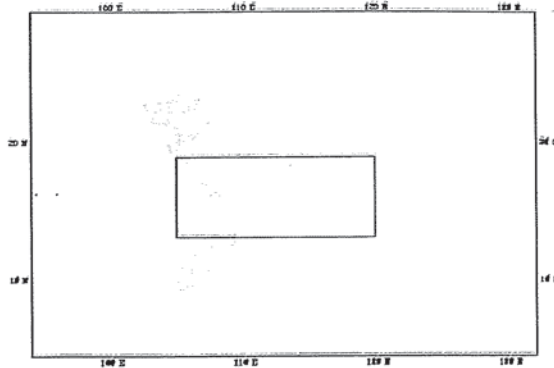
Tốc độ di chuyển của bão số 6 năm 2006 luôn ở mức 15-20km/h. Đây là cơn bão có tốc độ di chuyển vào loại tương đối nhanh so với các cơn bão đã từng đổ bộ vào Việt Nam. Tổng kết cuối cùng về gió mạnh của Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia, Bộ Tài nguyên và Môi trường đối với bão số 6 năm 2006 cho thấy, trong thời kỳ hoạt động trên biển, do cường độ bão rất mạnh, phạm vi hoạt động rộng, nên vùng gió mạnh xảy ra bao trùm một khu vực rộng lớn. Bán kính gió mạnh cấp 7 trở

lên trên 400km, bán kính gió cấp 10 trở lên tới 150km. Khi vào vùng biển gần bờ các tỉnh Trung Trung Bộ, bán kính gió mạnh đã thu hẹp một ít, nhưng cường độ bão vẫn còn rất mạnh, lại kết hợp với không khí lạnh tăng cường, nên vùng gió mạnh đã mở rộng ra phía Bắc. Tuy vậy, do bão số 6 di chuyển chủ đạo theo hướng Tây nên đã ảnh hưởng trực tiếp đến các tỉnh từ Hà Tĩnh đến Bình Định, vùng trọng tâm là thành phố Đà Nẵng. Số liệu quan trắc thu thập được cho thấy, bão số 6 đã gây gió mạnh cấp 12, giạt trên cấp 12 ở vùng biển ngoài khơi Trung Trung Bộ. Các tỉnh ven biển từ Hà Tĩnh đến Quảng Ngãi đã có gió mạnh cấp 7, cấp 8, giạt trên cấp 9. Riêng các tỉnh từ Quảng Trị đến Quảng Nam có gió mạnh cấp 9, cấp 10, giạt trên cấp 12. Thành phố Đà Nẵng, nơi tâm bão đi qua đã quan sát được gió mạnh cấp 12, giạt trên cấp 12. Các trạm Hoài Nhơn, TP. Quy Nhơn (Bình Định), Tuy Hòa (Phú Yên) chỉ quan sát được gió mạnh cấp 4 - 5, giạt cấp 6 - 7. Khi còn hoạt động ở ngoài khơi, bão số 6 có trị số khí áp thấp nhất tương đối thấp, khoảng 950 - 960mb, khi vào gần bờ do ảnh hưởng của địa hình nên trị số khí áp cao hơn. Trị số khí áp thấp nhất quan trắc được tại TP. Đà Nẵng là 963hPa vào lúc 02UTC ngày 1 tháng 10 năm 2006. Các trạm khác đã quan trắc được khí áp thấp nhất là 998hPa (Đông Hà), 994hPa (Huế), 985hPa (Tam Kỳ), 997hPa (Quy Nhơn), 999hPa (Tuy Hòa),...

Từ ngày 30 tháng 9 đến ngày 4 tháng 10 năm 2006, bão số 6 và hoàn lưu sau bão đã gây ra mưa to đến rất to ở các tỉnh từ Nghệ An đến Quảng Ngãi. Tổng lượng mưa tính đến 19h ngày 4 tháng 10, ở Nghệ An đến Quảng Ngãi phổ biến 200 - 300 mm; riêng các tỉnh Nam Nghệ An đến Bắc Quảng Bình và Thừa Thiên Huế 300 - 400 mm. Một số nơi trên 450 mm như Yên Thượng (Nghệ An) 619mm; Minh Hóa (Quảng Bình) 588 mm; Trường Sơn

(Quảng Bình) 567 mm; A Lưới (Thừa Thiên Huế) 505mm Nam Đông (Thừa Thiên Huế) 616,5mm; Hội Khách (Quảng Nam) 316mm; Tam Kỳ (Quảng Nam) 281mm; Đảo Lý Sơn (Quảng Ngãi) 353mm,...(nguồn:Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia).

2. Mô hình MM5 và số liệu sử dụng



Hình 1. Sơ đồ các miền tính của MM5

Mô hình MM5 với hai miền tính lồng ghép (hình 1) được sử dụng để mô phỏng diễn biến của bão số 6 năm 2006 từ ngày 29 tháng 9 đến ngày 2 tháng 10 năm 2006. Điều kiện ban đầu và điều kiện biên cho mô hình là các trường khí tượng (bao gồm cả trường nhiệt độ mặt nước biển) phân tích của Trung tâm Dự báo Môi trường Hoa Kỳ với độ phân giải ngang 1x10 kinh vĩ (xấp xỉ 111km). Miền tính thứ nhất có độ phân giải ngang 45km bao trùm Việt Nam và Biển Đông, miền tính thứ hai có độ phân giải ngang 15km bao trùm toàn bộ khu vực hoạt động của bão trên Biển Đông từ ngày 28 tháng 9 đến khi đổ bộ và đi sâu vào đất liền nước ta.

Cả hai miền tính có 23 mực theo chiều thẳng đứng được chia không đều từ bề mặt đến mực 100hPa, dày hơn ở tầng dưới của khí quyển và thưa hơn ở khí quyển tự do. Các sơ đồ tham số hóa đối lưu được sử dụng là Kuo cho miền tính thứ nhất và Grell cho miền tính thứ hai, sơ đồ tham số hóa vi vật lý mây Simple Ice, sơ đồ tham số hóa lớp biên hành tinh MRF, sơ đồ tham số hóa bức xạ RRTM được sử dụng

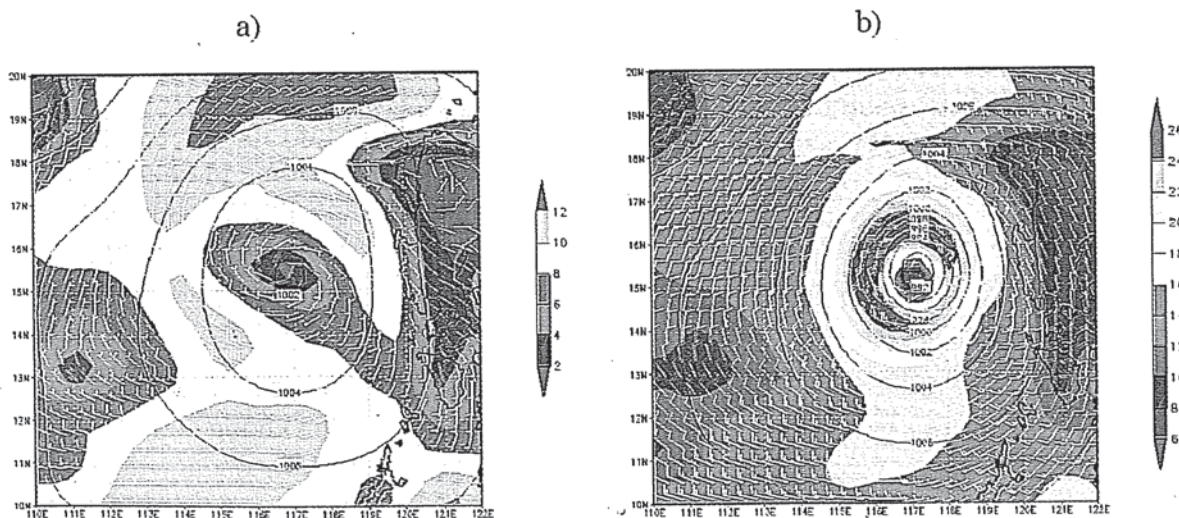
chung cho cả hai miền tính. Chi tiết về các sơ đồ tham số hóa vật lý nói trên có thể tham khảo trong [1], [3].

Hai thử nghiệm chính được thực hiện trong quá trình mô phỏng là không sử dụng sơ đồ phân tích xoáy và có sử dụng sơ đồ phân tích xoáy đối xứng của Lownam và Davis với các thông số thám sát về bão số 6 năm 2006 vào thời điểm 00UTC ngày 29 tháng 9 năm 2006. Các số liệu sử dụng để đánh giá chất lượng mô phỏng của mô hình MM5 về diễn biến bão số 6 được khai thác từ Cơ quan Khí tượng Nhật Bản và quan trắc thực tế ở các trạm thuộc khu vực Trung Bộ nước ta.

3. Kết quả mô phỏng

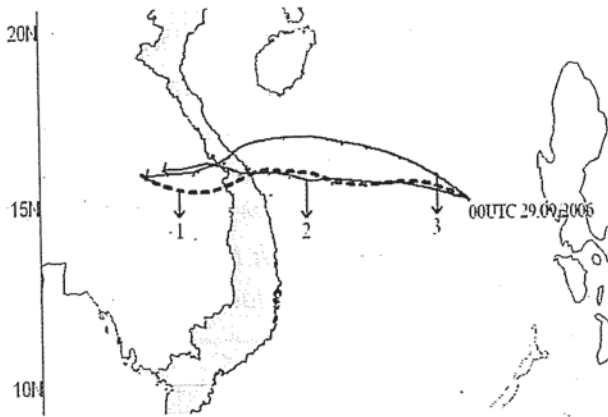
Trường phân tích toàn cầu vào thời điểm 00UTC ngày 29 tháng 9 năm 2006 không phản ánh đúng thực trạng của bão số 6 về cả khí áp và tốc độ gió. Khí áp thấp nhất tại tâm chỉ quan sát được trị số 1002hPa, vùng gió mạnh với tốc độ 12m/s phân bố ở phía Bắc so với tâm bão và cách tâm bão khoảng 400 - 500km (hình 2a). Khi sử dụng sơ đồ phân tích xoáy với các thông

số thám sát về bão (vùng gió mạnh có bán kính 120km, tốc độ gió mạnh xấp xỉ 40m/s với hệ số Rankine 0,75 [2], [4]) ta được trường ban đầu về khí áp mực biển và gió bề mặt sát thực hơn đối với bão số 6 (hình 2b). Tuy nhiên, tốc độ gió mạnh nhất sau khi cài xoáy vẫn mới chỉ ở mức xấp xỉ 30m/s và khí áp thấp nhất tại tâm bão mới đạt khoảng 990hPa. Điều này có thể lý giải là do còn nhiều hạn chế trong mô phỏng các quá trình nhiệt động lực học và vi vật lý mây bằng mô hình MM5. Vì vậy, sơ đồ phân tích xoáy đối xứng được sử dụng chỉ xác định được vùng gió đối xứng với tốc độ bằng 0,75 lần tốc độ gió lớn nhất quan trắc được ở bất kỳ vùng nào trong khu vực chịu ảnh hưởng của bão. Hệ số 0,75 đã được Lownam và Davis kiểm chứng cho nhiều cơn bão với lưới tính của MM5 có độ phân giải ngang 45km [2], [4]. Hệ số này được sử dụng từ bề mặt đến mực 850hPa và các hệ số tương ứng cho các mực cao hơn là 0,95 đối với 700hPa, 0,90 đối với 500hPa, 0,70 đối với 300hPa, 0,60 đối với 200hPa và 0,10 đối với 100hPa.



Hình 2. Trường khí áp mực biển (đường đẳng trị - hPa) và gió bề mặt (phân cấp màu - m/s) vào thời điểm 00UTC ngày 29 tháng 9 năm 2006 khi không sử dụng sơ đồ phân tích xoáy (a) và khi sử dụng sơ đồ phân tích xoáy của mô hình MM5 (b)

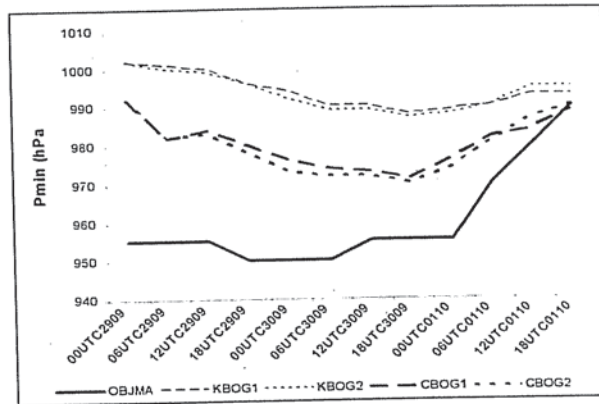
Kết quả mô phỏng quỹ đạo di chuyển của bão số 6 năm 2006 bằng mô hình MM5 trên hình 3 cho thấy, khi sử dụng sơ đồ phân tích xoáy, tốc độ di chuyển của bão phù hợp với thực tế và hướng di chuyển thiên về phía Bắc hơn so hướng di chuyển của bão trong thực tế và so với hướng di chuyển của bão khi không sử dụng sơ đồ phân tích xoáy trong 24 giờ đầu. Trong 24 đến 48 giờ mô phỏng tiếp theo (trước khi bão đổ bộ vào đất liền), xu hướng lệch bắc này được điều chỉnh và hướng di chuyển phù hợp với thực tế là hướng Tây. Rõ ràng hạn chế này liên quan trực tiếp đến tính đối xứng của sơ đồ phân tích xoáy. Trường ban đầu khi không sử dụng sơ đồ phân tích xoáy cho xoáy yếu hơn rất nhiều so với thực tế nên yếu tố môi trường tác động rõ rệt lên chuyển động của bão làm cho bão di chuyển nhanh hơn hẳn so với thực tế theo hướng Tây trong 24 giờ đầu tiên. Hướng di chuyển của bão khi đã vào đất liền có sự phân tán giữa các trường hợp mô phỏng và không phù hợp với thực tế (hình 3).



Hình 3. Quỹ đạo thực tế của bão số 6 năm 2006 (1) và quỹ đạo mô phỏng của MM5 khi không sử dụng sơ đồ phân tích xoáy (2) và có sử dụng sơ đồ phân tích xoáy (3). Thời gian mô phỏng từ 00UTC ngày 29 tháng 9 đến 00UTC ngày 2 tháng 10 năm 2006

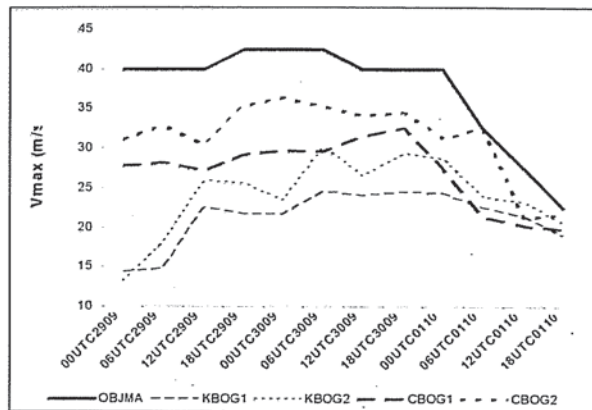
Về cường độ bão, khí áp thấp nhất tại tâm bão khi sử dụng sơ đồ phân tích xoáy luôn nhỏ hơn khi không sử dụng sơ đồ phân tích xoáy

khoảng 10 - 15hPa. Tuy nhiên khí áp thấp nhất vẫn cao hơn so với số liệu phân tích của Cơ quan Khí tượng Nhật Bản khoảng 20 - 25hPa trong 24h đầu và 5 - 15hPa trong thời gian mô phỏng tiếp theo. Không có sự khác biệt rõ ràng về khí áp thấp nhất tại tâm bão khi khai thác sản phẩm mô phỏng từ miền tính thứ nhất hoặc từ miền tính thứ hai trong cả hai trường hợp, có và không sử dụng sơ đồ phân tích xoáy của MM5 (hình 4).



Hình 4. Khí áp mực biển thấp nhất (hPa) theo số liệu thám sát (OBJMA) và mô phỏng bằng MM5 (KBOG - không sử dụng sơ đồ phân tích xoáy; CBOG - có sử dụng sơ đồ phân tích xoáy; Các chỉ số 1 và 2 biểu thị kết quả mô phỏng của miền tính thứ nhất, thứ hai)

Ngược lại, tốc độ gió mạnh nhất trong bão có sự khác biệt đáng kể khi khai thác sản phẩm từ các miền tính khác nhau trong cả hai trường hợp mô phỏng. Tốc độ gió lớn nhất từ miền tính thứ hai luôn lớn hơn tốc độ gió lớn nhất từ miền tính thứ nhất khoảng 5m/s. Phù hợp nhất so với với số liệu phân tích của Cơ quan Khí tượng Nhật Bản về cường độ bão thông qua tốc độ gió lớn nhất trường hợp miền tính thứ hai (độ phân giải ngang 15km) khi sử dụng sơ đồ phân tích xoáy của MM5. Tuy nhiên, ngay cả trong trường hợp này tốc độ gió lớn nhất vẫn nhỏ hơn so với thực tế khoảng 5-10m/s (hình 5).



Hình 5. Tốc độ gió mạnh nhất (m/s) theo số liệu thám sát (OBJMA) và mô phỏng bằng mô hình MM5 (các ký hiệu tương tự như hình 4)

Tóm lại, có thể đưa ra nhận định, để mô phỏng cường độ bão bằng mô hình số trị khu vực kiểu như MM5 nhất thiết phải sử dụng các sơ đồ phân tích xoáy và đôi khi cần thiết phải xây dựng các miền tính lồng ghép với độ phân giải ngang cao dần. Hướng nghiên cứu hiện nay trên thế giới nhằm giải quyết mâu thuẫn giữa khả năng tính toán của máy tính và nhu cầu sử dụng các miền tính lồng ghép trong dự báo bão, mà không thể đoán trước sẽ xuất hiện ở khu vực nào, bằng cách dựng các miền lồng ghép có phạm vi lưới tính cố định và di chuyển theo bão (moving nest).

Nhằm khảo sát trường gió bề mặt vào thời

điểm bão số 6 năm 2006 đổ bộ vào đất liền và hệ quả mưa của bão, tác giả khai thác các sản phẩm mô phỏng của mô hình MM5 đối với miền tính thứ hai trong trường hợp có sử dụng sơ đồ phân tích xoáy. Trên hình 6 là một ví dụ về diễn biến từng giờ một của khí áp, tốc độ gió và lượng mưa tích lũy từ 00UTC ngày 29 tháng 9 đến 00UTC ngày 02 tháng 10 năm 2006 của trạm Đông Hà (Quảng Trị). Trước thời điểm khí áp đạt cực tiểu (974hPa), tốc độ gió đạt cực đại thứ nhất (29m/s) và 6 giờ sau ở đây có cực đại thứ hai của tốc độ gió, khoảng 32 - 33 m/s. Toàn bộ diễn biến nói trên xảy ra trước khi bão số 6 đổ bộ vào khu vực Đà Nẵng. Lượng mưa tích lũy (chủ yếu trong hai ngày 30 tháng 9 và 1 tháng 10) vào khoảng 100mm, thấp hơn so với thực tế mưa ở đây khoảng 100mm.

Số liệu trong bảng 1 là khí áp thấp nhất, tốc độ gió lớn nhất và lượng mưa tích lũy trong 3 ngày (từ ngày 29 tháng 9 đến ngày 2 tháng 10 năm 2006) của các trạm ven biển Trung Bộ mô phỏng được bằng mô hình MM5. Các đặc trưng biểu thị cường độ bão cho thấy, khu vực ảnh hưởng của bão chủ yếu từ Quảng Ngãi trở ra. Từ Bình Định trở vào, lượng mưa trong những ngày hoạt động của bão số 6 là không đáng kể.

Bảng 1. Khí áp thấp nhất (hPa), tốc độ gió lớn nhất (m/s) và lượng mưa tích lũy (mm) của một số trạm ven biển Trung Bộ từ 29 tháng 9 đến 2 tháng 10 năm 2006 (tính toán bằng MM5)

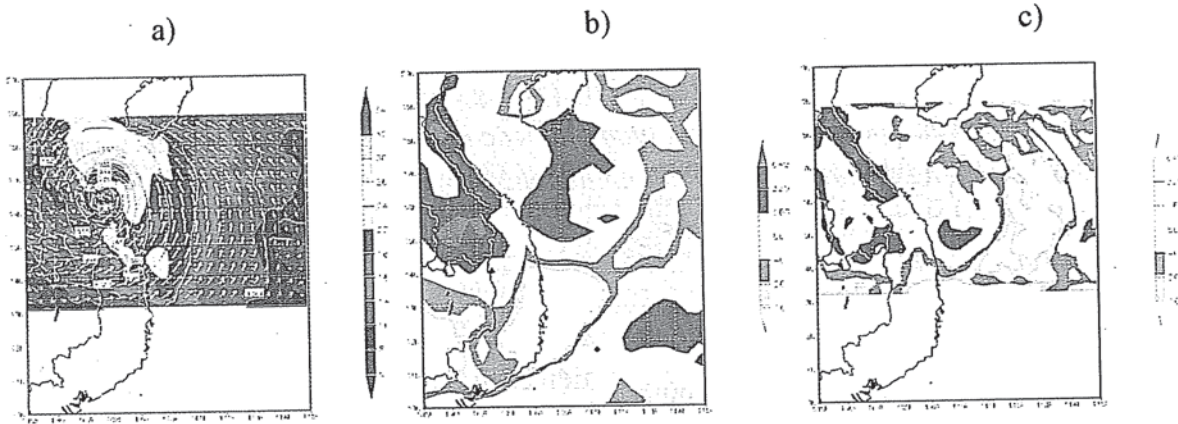
Trạm	Yếu tố			Trạm	Yếu tố		
	Khí áp thấp nhất (hPa)	Tốc độ gió lớn nhất (m/s)	Lượng mưa (mm)		Khí áp thấp nhất (hPa)	Tốc độ gió lớn nhất (m/s)	Lượng mưa (mm)
Đông Hới	991	22	180	Trà My	985	24	100
Đông Hà	975	32	100	Quảng Ngãi	989	19	55
Huế	987	34	70	Quy Nhơn	997	18	2
Đà Nẵng	978	23	140	Tuy Hòa	1000	11	4
Tam Kỳ	986	19	130	Nha Trang	1000	11	4

Quan sát trên hình 7 về phân bố trường gió vào thời điểm bão đổ bộ và lượng mưa tích lũy trong các ngày nói trên, có thể nhận thấy xu hướng lệch hẳn về phía Bắc cả về vùng gió mạnh và hệ quả mưa của bão số 6 năm 2006. Mô phỏng của MM5 trong trường hợp này phù hợp với thực tế mưa cũng như quan trắc về gió và khí áp như đã được trình bày trong mục 1.

4. Kết luận

Mô hình MM5 với hai lưới tính lồng ghép và sơ đồ phân tích xoáy đối xứng mô phỏng tương đối tốt diễn biến của cơn bão số 6 năm

2006 về cường độ thông qua các yếu tố như khí áp thấp nhất tại tâm bão, tốc độ gió lớn nhất trong bão và hệ quả mưa. Tuy nhiên, khi không sử dụng sơ đồ phân tích xoáy thì mô hình MM5 mô phỏng quỹ đạo bão số 6 năm 2006 sát với thực tế hơn về hướng di chuyển trên Biển Đông, trước khi đổ bộ vào đất liền nước ta. Mô phỏng của MM5 về trường gió và trường mưa cho thấy, vùng gió mạnh khi đổ bộ và vùng mưa lớn trong thời gian ảnh hưởng của bão số 6 năm 2006 đến đất liền nước ta có phân bố lệch hẳn về phía Bắc so với khu vực tâm bão đi qua.



Hình 6. Phân bố trường gió (m/s) vào thời điểm bão đổ bộ (a) và lượng mưa tích lũy (mm) của miền tính thứ nhất (b) và miền tính thứ hai (c) của MM5 trong ba ngày (29 tháng 9 đến 2 tháng 10 năm 2006)

Tài liệu tham khảo

1. Hoàng Đức Cường. Nghiên cứu thử nghiệm áp dụng mô hình khí tượng động lực quy mô vừa MM5 trong dự báo hạn ngắn ở Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu KH&CN cấp Bộ. Hà Nội, 2005.
2. Davis C., Lownam S. The NCAR-AFWA tropical cyclone bogussing scheme. A report prepared for the Air Force Weather Agency (AFWA), 2001.
3. Grell G. A., Dudhia J., Stauffer D. R. A description of the fifth-generation Penn State/NCAR mesoscale model (MM5) - NCAR Tech. Note NCAR/TN-389 + STR, 1995.
4. Lownam S., Davis C. Development of a tropical cyclone bogussing scheme for the MM5 system. Preprint, The Eleventh PSU/NCAR Mesoscale Model Users' Workshop, June 25 - 27, 2001, Boulder, Colorado, 2001.