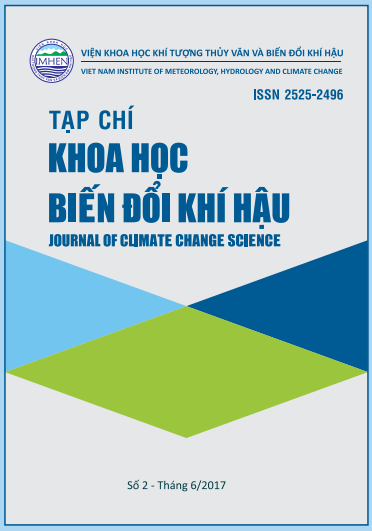
VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

VIET NAM INSTITUTE OF METEOROLOGY, HYDROLOGY AND CLIMATE CHANGE

ISSN 2525-2496

TẠP CHÍ
KHOA HỌC
BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU
JOURNAL OF CLIMATE CHANGE SCIENCE

Số 2 - Tháng 6/2017



TẠP CHÍ KHOA HỌC BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

TỔNG BIÊN TẬP
Nguyễn Văn Thắng

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
Huỳnh Thị Lan Hương

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

Trần Thục
(Chủ tịch Hội đồng biên tập)
Dương Hồng Sơn
Mai Văn Khiêm
Nguyễn Kỳ Phùng
Dương Văn Khảm
Doãn Hà Phong
Hoàng Minh Tuyển
Trương Đức Trí
Đỗ Tiến Anh
Lê Ngọc Cầu
Đỗ Đình Chiến
Bạch Quang Dũng
Nguyễn Xuân Hiển
Vũ Văn Thăng

Thư ký tòa soạn
Vương Xuân Hòa
Trị sự và phát hành
Trần Thanh Thủy

Giấy phép xuất bản
Số 604/GP-BTTTT do
Bộ Thông tin và Truyền thông
cấp ngày 30/12/2016

Tòa soạn
Số 23 ngõ 62 Nguyễn Chí Thanh
Đống Đa, Hà Nội
Điện thoại: 024.37731410; Fax: 024.38355993
Email: tapchibdkh@imh.ac.vn

In tại
Nhà máy In Bản đồ
Số 14 phố Pháo Đài Láng, Đống Đa, Hà Nội
Giá: 20.000 đồng

Trong số này

1 **Nguyễn Đăng Mậu, Nguyễn Văn Thắng, Nguyễn Trọng Hiệu:** Đánh giá nguyên nhân gây ra đợt nắng nóng từ ngày 1/6 - 6/6/2017 ở Bắc Bộ

7 **Tạ Đình Thi, Phan Thị Kim Oanh, Tạ Văn Trung, Bùi Đức Hiếu:** Đảm bảo an ninh môi trường ở Việt Nam: Vấn đề cấp thiết cần phải giải quyết

16 **Nguyễn Kỳ Phùng, Lê Thị Phụng, Huỳnh Lưu Trùng Phùng, Trần Xuân Hoàng, Lê Ngọc Tuấn**: Xu thế biến đổi một số yếu tố khí tượng thủy văn tại tỉnh Đồng Nai

25 **Vũ Văn Cương, Trần Thục:** Vai trò của tri thức bản địa trong thích ứng với biến đổi khí hậu

31 **Nguyễn Trọng Hiệu, Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Văn Thắng, Mai Văn Khiêm, Nguyễn Đăng Mậu, Trương Thị Thanh Thủy, Lê Duy Điệp, Trần Thị Thảo, Phạm Thị Hải Yến:** Phân định tiểu vùng khí hậu trong sơ đồ phân vùng khí hậu Việt Nam

43 **Vũ Văn Thăng, Vũ Thế Anh, Trần Duy Thức, Trương Bá Kiên, Nguyễn Văn Hiệp:** Đánh giá khả năng dự báo mưa mùa hè của mô hình WRF đối với khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên khi có bão trên Biển Đông

52 **Hoàng Thị Ngọc Hà và Trương Quang Học:** Nghiên cứu đánh giá nguồn lực ứng phó với biến đổi khí hậu của hệ sinh thái - xã hội tại 3 xã thuộc huyện Tiền Hải, tỉnh Thái Bình

61 **Lê Thị Phụng, Nguyễn Kỳ Phùng, Bùi Chí Nam, Trần Xuân Hoàng, Lê Ngọc Tuấn**: Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến xâm nhập mặn ở tỉnh Vĩnh Long

70 **Nguyễn Thị Thanh, Hoàng Đức Cường, Nguyễn Xuân Hiển, Phạm Tiến Đạt:** Mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt nước biển và cường độ bão tiềm năng cực đại trên khu vực Biển Đông

76 **Trần Phương, Nguyễn Viết Thành, Đỗ Tiến Anh, Huỳnh Thị Lan Hương, Nguyễn Văn Thắng:** Phân tích chi phí lợi ích phương án xử lý chất thải rắn đô thị bằng chôn lấp: Nghiên cứu điển hình khu xử lý rác thải Kiêu Kỵ và Nam Sơn, Hà Nội

85 **Dư Văn Toán, Nguyễn Khắc Đoàn, Nghiêm Thanh Hải, Nguyễn Thế Thịnh**: Năng lượng gió biển thế giới và đề xuất nghiên cứu, phát triển điện gió biển Việt Nam hướng tới mục tiêu giảm thiểu tác động biến đổi khí hậu

98 **Đặng Đình Đức, Trần Ngọc Anh, Nguyễn Kim Ngọc Anh, Trần Thị Bảo Ngọc:** Đánh giá hiện trạng và khả năng khai thác số liệu mưa phục vụ dự báo lũ; áp dụng thử nghiệm cho lưu vực sông Chu

105 **Lê Đức Đạt, Dư Văn Toán, Ngyễn Cao Văn, Đỗ Tá Hòa:** Năng lượng sóng biển trên thế giới và đề xuất nghiên cứu, phát triển đối với các vùng biển Việt Nam

112 **Hoàng Minh Tuyển, Lê Tuấn Nghĩa, Lương Hữu Dũng, Châu Trần Vĩnh, Trần Đức Thiện, Lê Hữu Hoàng, Võ Đình Sức:** Xác định lượng bổ cập nước ngầm từ mưa trên lưu vực sông Đồng Nai

ĐÁNH GIÁ NGUYÊN NHÂN GÂY RA ĐỢT NẮNG NÓNG TỪ NGÀY 1/6-6/6/2017 Ở BẮC BỘ

Nguyễn Đăng Mậu[(1)], Nguyễn Văn Thắng[(1)], Nguyễn Trọng Hiệu[(2)]
[(1)]Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu
[(2)]Trung tâm Khoa học Công nghệ Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Ngày nhận bài 15/6/2017; ngày chuyển phản biện 16/6/2017; ngày chấp nhận đăng 25/6/2017

Tóm tắt: *Trong bài báo này, số liệu phân tích (FNL) của Cục Khí quyển và Đại dương Hoa Kỳ (NOAA) được sử dụng để phân tích cơ chế gây nắng nóng diện rộng từ ngày 1/6-6/6/2017. Theo đánh giá của nhiều chuyên gia khí tượng, đây là đợt nắng nóng gây ra nhiệt độ kỷ lục trong hơn 40 năm trở lại đây ở khu vực Hà Nội, cao hơn kỷ lục trước đó 1,5°C [5-7]. Kết quả nghiên cứu cho thấy, đợt nắng nóng này được gây ra bởi hiệu ứng địa hình đối với hình thế thời tiết từ quy mô vừa đến quy mô lớn. Tại mực thấp (850 hPa), một áp thấp địa phương hình thành ở khu vực Bắc Bộ, tạo điều kiện thuận lợi cho đới gió Tây phát triển mạnh. Khi tới khu vực miền Bắc Việt Nam, ảnh hưởng của địa hình núi cao gây hiệu ứng phơn gây thời tiết khô nóng ở phía Đông dãy Hoàng Liên Sơn. Tại mực 200 hPa, hệ thống xoáy nghịch (áp cao) chi phối ở phía Bắc Việt Nam. Chính sự tồn tại của hệ thống áp cao này đã tạo điều kiện cho bức xạ mặt trời trực tiếp đốt nóng bề mặt và ngăn cản sự phát triển của khối khí nóng mực thấp lên trên cao (của vùng áp thấp mực 850 hPa).*

Từ khóa: *Nắng nóng, nhiệt độ, hoàn lưu gió, độ cao địa thế vị (HGT).*

1. Mở đầu

Nắng nóng là hiện tượng thời tiết cực đoan xảy ra vào các tháng mùa hè, gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến sản xuất, sinh hoạt và sức khỏe của người dân. Đối với khu vực Bắc Bộ - Bắc Trung Bộ, nắng nóng thường do hiệu ứng phơn (Foehn). Cùng với xu thế tăng lên của nhiệt độ, số ngày nắng nóng cũng có xu thế tăng ở hầu hết các trạm thuộc Bắc Bộ - Bắc Trung Bộ, đặc biệt là khu vực đồng bằng Bắc Bộ [3]. Trong những năm gần đây, cường độ phơn gia tăng [1]. Các kết quả dự tính theo các kịch bản biến đổi khí hậu cũng cho thấy, số ngày nắng nóng có xu thế gia tăng trong tương lai [3]. Bên cạnh các nguyên nhân nêu trên, hiệu ứng đảo nhiệt đô thị (bê tông hóa, giảm độ che phủ của cây xanh,…) và các nguồn phát nhiệt tại chỗ (các nhà máy, điều hòa không khí,…) cũng là nguyên nhân gia tăng nhiệt độ, đặc biệt vào các tháng mùa hè [8].

Từ ngày 1/6/2017, xuất hiện một đợt nắng nóng gay gắt xảy ra trên diện rộng từ khu vực Bắc Bộ mở rộng đến Bình Định - Phú Yên. Trong các ngày từ 2/6-5/6/2017, nắng nóng gay gắt và đặc biệt gay gắt xảy ra ở Bắc Bộ (ngoại trừ khu vực Tây Bắc) và Trung Bộ, nhiệt độ cao nhất (Tx) ngày phổ biến 39-41°C, một số nơi trên 41°C [5,7]. Đợt nắng nóng này kết thúc vào ngày 6/6/2017. Theo đánh giá của các chuyên gia khí tượng, nguyên nhân chính gây ra đợt nắng nóng này là hiệu ứng phơn và ảnh hưởng của vùng áp thấp nóng phía Tây [5,7]. Để có sự nhìn nhận rõ ràng hơn, bài báo tiến hành đánh giá nguyên nhân gây ra đợt nắng nóng này dựa trên các phân tích hệ thống hoàn lưu.

2. Số liệu nghiên cứu và phương pháp nghiên cứu

Để đánh giá cơ chế nhiệt động lực gây ra đợt nắng nóng này, chúng tôi sử dụng số liệu FNL về hoàn lưu gió và độ cao địa thế vị các mực từ ngày 1/6-6/6/2017. Bên cạnh đó, số liệu nhiệt độ mực 2 m (T2m) cũng được sử dụng để đánh giá diễn biến nhiệt độ.

Bài báo sử dụng phương pháp phân tích bản đồ, chủ yếu dựa trên các đặc trưng hoàn lưu mực thấp và mực cao. Phương pháp nghiên cứu chính là tính toán và phân tích hình thế hoàn

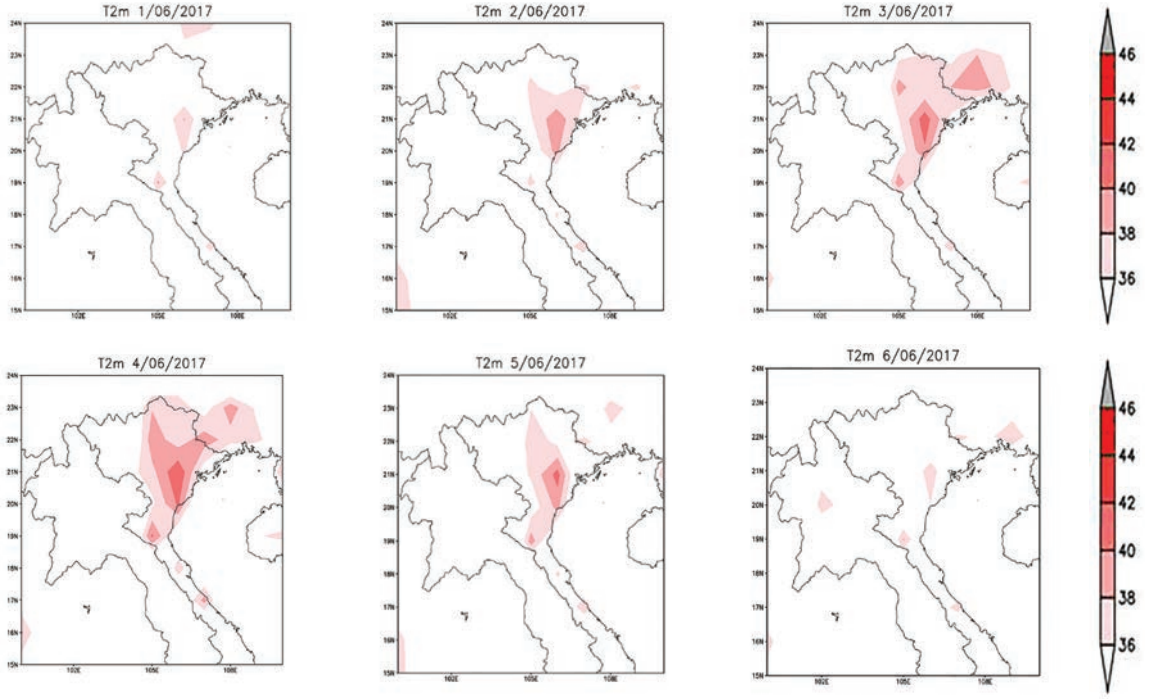
lưu gió và độ cao địa thế vị (HGT) ở các mực khí quyển trong thời kỳ xảy ra nắng nóng.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Diễn biến nhiệt độ trong thời kỳ xảy ra nắng nóng

Nhiệt độ trung bình ngày ở mực 2 m (T2m) từ số liệu FNL của NOAA trên Hình 1 cho thấy: Vùng nhiệt độ trung bình ngày cao (>=36^{o}C) xuất hiện ở trung tâm khu vực đồng bằng Bắc Bộ (ĐBBB), một phần Nghệ An vào ngày 1/6/2017. Đến ngày 2/6/2017, vùng nhiệt độ cao này mở rộng khắp ĐBBB, lan sang khu vực Đông Bắc (ĐB) và Bắc Trung Bộ (BTB). Từ ngày 3/6-5/6/2017, vùng nhiệt độ cao này rõ ràng hơn và chi phối khắp khu vực ĐBBB, ĐB và một phần BTB; đây cũng là thời kỳ cao điểm của đợt nắng nóng đầu tháng 6/2017. Ngày 6/6/2017, vùng có nhiệt độ cao đã thu hẹp lại, chỉ tồn tại ở một số nơi thuộc ĐBBB, ĐB và BTB.

Có thể nhận thấy, vùng nhiệt độ cao không xuất hiện ở vùng núi Tây Bắc, chỉ xuất hiện ở khu vực phía Đông của dãy Hoàng Liên Sơn - nơi có địa hình thấp và bằng phẳng. Do vậy, nhận định ban đầu, nắng nóng là do hiện tượng phơn gây ra từ hiệu ứng địa hình của dãy Hoàng Liên Sơn.

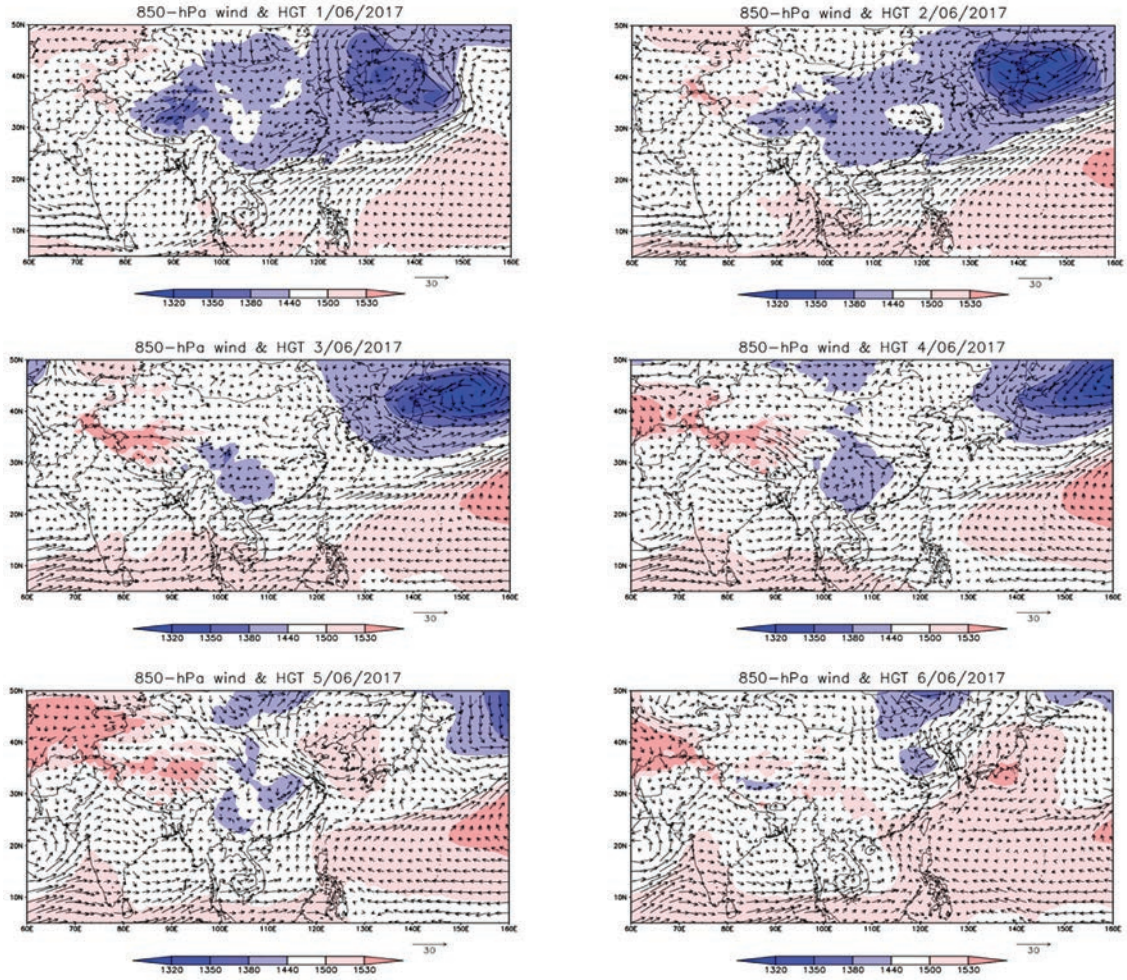


Hình 1. Diễn biến nhiệt độ (^{o}C) trung bình ngày mực 2 m (T2m) theo số liệu tái phân tích từ ngày 1/6-6/6/2017

3.2. Hoàn lưu ở các mực khí quyển

Hình 2 trình bày kết quả tính toán trường gió (m/s) và HGT (gpm) mực 850 hPa từ ngày 1/6-6/6/2017. Ở mực 850 hPa, đặc trưng nổi bật nhất là tồn tại một áp thấp ở phía Bắc Việt Nam. Áp thấp này là một phần trong hệ thống rãnh thấp, có tâm lớn nhất ở khu vực Nhật Bản. Tâm áp thấp ở khu vực Nhật Bản có xu thế dịch chuyển dần sang phía Đông. Vùng áp thấp ở khu vực phía Bắc Việt Nam đóng vai trò như một trung tâm hút gió và khơi sâu nhất vào ngày 3/6-4/6/2017. Sự khơi sâu của áp thấp tạo điều kiện thuận lợi để đới gió Tây từ khu vực Myanmar thổi tới Việt Nam. Hoạt động của áp thấp yếu dần từ ngày 5/6-6/6/2017.

Trong thời kỳ 1/6-6/6/2017, đới gió Tây ở mực 850 hPa có nguồn gốc từ vùng áp thấp nóng phía Tây và vùng nhiệt đới có độ ẩm cao. Tuy nhiên, sau khi đới gió Tây nhiệt đới đi qua khu vực có địa hình cao, tạo dòng thăng cưỡng bức gây mưa ở vùng ven biển Myanmar - Thái Lan và sau đó trở thành đới gió Tây khô nóng. Do sự tăng cường (khơi sâu) của áp thấp địa phương ở phía Bắc Việt Nam, đới gió này đã vận chuyển lượng nhiệt lớn từ khu vực phía Nam cao nguyên Tây Tạng tới Việt Nam.



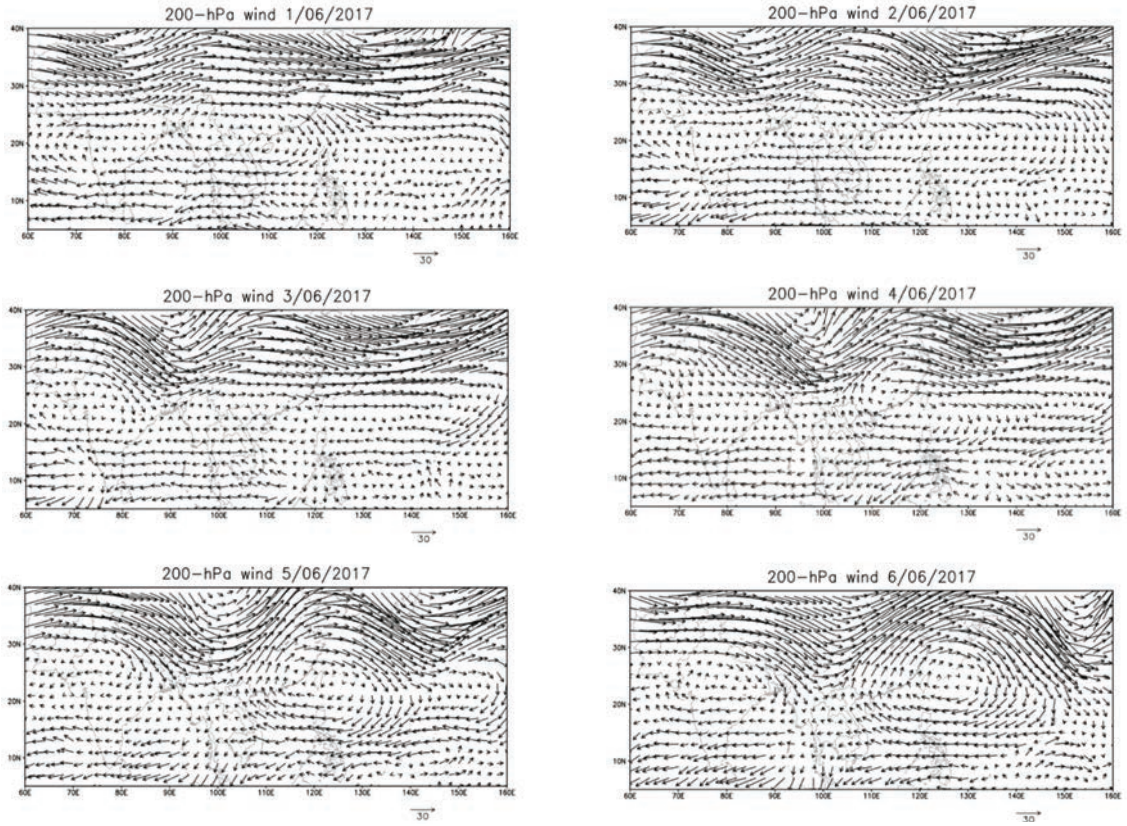
Hình 2. Diễn biến hoàn lưu gió (mũi tên, m/s) và trường độ cao địa thế vị (đổ màu, gpm) mực 850 hPa

Hình 3 trình bày kết quả tính toán hoàn lưu gió mực 200 hPa trong những ngày xảy ra nắng nóng ở Bắc Bộ. Ở mực 200 hPa, tồn tại một vùng xoáy nghịch (áp cao) có xu thế dịch chuyển từ Tây sang Đông. Có thể nhận thấy, áp cao khống chế ở một khu vực khá rộng lớn. Vào ngày 1/6/2017, vùng áp cao có tâm ở khu vực Bắc Bộ, với hình thế xoáy nghịch khá rõ ràng. Sang những ngày tiếp theo, tâm của vùng áp cao dịch chuyển dần sang phía Đông. Đến ngày 6/6/2017, tâm áp cao dịch chuyển đến khu vực Bắc Philippines và Đài Loan, không còn ảnh hưởng đến khu vực Việt Nam.

Sự tồn tại của áp cao tạo điều kiện để bức xạ mặt trời trực tiếp đốt nóng bề mặt lục địa. Mặt khác, dòng giáng của áp cao ngăn cản sự phát triển của dòng thăng gây ra bởi hội tụ ở mực thấp (do áp thấp địa phương). Chính hệ thống này khiến cho không khí nóng bị giữ lại ở lớp dưới tầng đối lưu. Sự kết hợp của hai tác động này là nguyên nhân trực tiếp của sự tăng nhiệt độ đột ngột tại các tỉnh Bắc Bộ trong cả ngày và đêm (từ ngày 3/6-4/6/2017). Khi áp cao di chuyển dần sang phía Đông từ ngày 5/6-6/6/2017, nền nhiệt ở Bắc Bộ giảm dần và nắng nóng không còn xuất hiện trong ngày 6/6/2017.

3.3. Vai trò của địa hình gây nắng nóng

Để hiểu rõ hơn vai trò của địa hình tới sự tăng mạnh của cường độ nắng nóng trong giai đoạn này, mặt cắt thẳng đứng của trường gió và độ cao địa thế vị qua vĩ độ 21°N được thành lập (Hình 4).

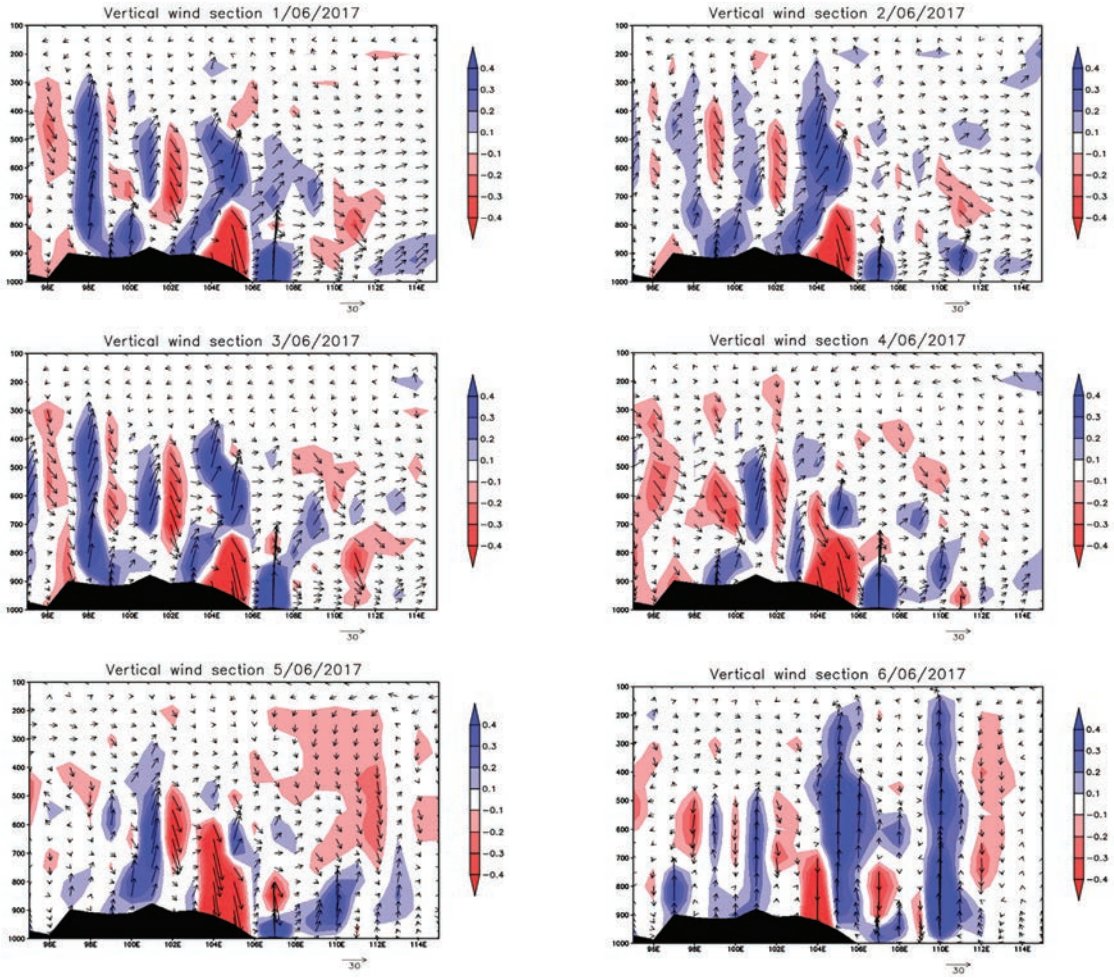


Hình 3. Diễn biến hoàn lưu gió (mũi tên, m/s) mực 200 hPa

Kết quả tính toán cho thấy, đới gió Tây được tăng cường rất mạnh trong giai đoạn đầu của đợt nắng nóng, vượt qua dãy Hoàng Liên Sơn sang khu vực ĐBBB. Do tác động của địa hình, đới gió Tây tạo thành chuỗi sóng gồm các dòng thăng và dòng giáng xen kẽ, phát triển từ mực 1.000 hPa tới mực 300 hPa. Hệ thống sóng này là sóng dừng quy mô vừa với bước sóng khoảng 300-400 km, được kích hoạt khi đới gió Tây gặp địa hình ở kinh độ 96°E, duy trì biên độ tới kinh độ 106°E, sau đó phân tán dần khi gặp địa hình bằng phẳng. Đây là hệ thống sóng đặc trưng của miền Bắc khi có sự phát triển của gió Tây hoặc Tây Nam từ Myanmar phát triển sang. Trong một số trường hợp, như khi áp thấp nóng phía Tây (áp thấp Ấn - Miến) lan sang Việt Nam, cũng có thể nhận thấy được hệ thống sóng địa hình này.

Ở kinh độ 104°E, nơi tồn tại áp thấp địa phương ở mực 850 hPa (như phân tích trên), hệ thống sóng núi được tăng cường. Do vậy, dòng thăng rất mạnh được quan sát thấy trong các ngày 1/6-2/6/2017. Tuy nhiên, do tác động của dòng giáng từ áp cao mực 200 hPa, dòng thăng này bị nén và giảm rất nhanh trong ngày 3/6/2017 (hiện tượng này được biết đến với tên gọi "áp thấp nóng bị nén"). Đến ngày 4/6/2017, dòng thăng gần như yếu hẳn và không còn tồn tại nữa. Ngược lại với sự giảm dòng thăng ở kinh độ 104°E, như một hệ quả tất yếu, dòng giáng ở khu vực này liên tục tăng cường. Dòng giáng này mang không khí khô nóng từ phía Nam cao nguyên Tây Tạng và bị giữ chặt lại ở miền Bắc Việt Nam. Đây là hình thế nắng nóng đặc trưng gây ra bởi sóng nóng (heat waves). Tuy nhiên, điểm đáng lưu ý là, thông thường sóng nóng nén khối khí nóng và ẩm không cho phát triển lên cao, do đó hệ quả thời tiết thường là nóng và ẩm; ở Việt Nam, hệ quả là nóng và khô.

Điều đáng lưu ý, hiệu ứng quan trọng nhất mà dòng giáng này gây ra là hiện tượng phơn. Không khí di chuyển từ trên cao (nơi có áp suất thấp) xuống dưới thấp (nơi có áp suất cao) trải qua quá trình tăng nhiệt độ do nén đoạn nhiệt. Sự chênh lệch độ cao càng lớn, nhiệt độ khối khí tăng càng cao. Điều này giải thích tại sao khu vực nắng nóng chỉ được quan trắc thấy tại các



Hình 4. Mặt cắt thẳng đứng của trường gió (m/s) tại thời điểm 13h00 (06h UTC) các ngày 1-6/6/2017, vùng màu chỉ đỏ chỉ khu vực có dòng giáng và vùng màu xanh chỉ khu vực có dòng thăng

tỉnh đồng bằng và vùng núi phía Đông của dãy Hoàng Liên Sơn, và đặc biệt mạnh nhất tại các tỉnh ĐBBB, do có sự chênh lệch độ cao lớn nhất. Đến ngày 6/6/2017, khi áp cao mực 200 hPa rút hoàn toàn khỏi Biển Đông, tác động của dòng giáng không còn nữa, cũng là ngày kết thúc đợt nắng nóng diện rộng ở miền Bắc.

Có thể thấy trong đợt nắng nóng này, sự hình thành của áp thấp địa phương và sóng nóng trên cao là hai hình thế gây nắng nóng quan trọng nhất. Áp cao cận nhiệt mực thấp và áp thấp nóng phía Tây, 2 nhân tố thường gây nắng nóng ở Việt Nam không đóng vai trò quyết định trong đợt nắng nóng này.

4. Kết luận

Đợt nắng nóng kỉ lục từ ngày 1/6-6/6/2017 là hệ quả của nhiều nguyên nhân kết hợp. Thông thường nắng nóng ở Bắc Bộ trong giai đoạn này chủ yếu gây nên bởi sự phát triển sang phía Đông của áp thấp nóng phía Tây mực thấp. Kết quả nghiên cứu cho thấy, đợt nắng nóng này được gây ra bởi sự kết hợp đồng thời của các nhân tố: (1) Áp thấp nóng địa phương làm tăng cường gió Tây khô nóng; (2) Sự thống trị của áp cao mực 200 hPa tạo điều kiện cho bức xạ mặt trời đốt nóng lục địa và giữ không khí nóng ở phần dưới tầng đối lưu; (3) Hiệu ứng phơn gây sự tăng nhiệt độ do đốt nóng đoạn nhiệt. Do đó, cường độ nắng nóng được nhận thấy mạnh nhất ở các vùng đồng bằng thấp, sau đó là các vùng núi phía Đông Bắc. So với hiệu ứng đốt nóng do sự mở rộng của áp thấp nóng phía Tây,

cơ chế gây nắng nóng này có diện rộng hơn và hệ quả nặng nề hơn rất nhiều.

Trong nghiên cứu này, bộ số liệu FNL ở độ phân giải ngang 1x1 độ kinh/vĩ và 31 mực thẳng đứng được sử dụng. Nhìn chung, bộ số liệu có độ phân giải ngang khá thô. Do vậy, các kết quả phần nào chưa thực sự đảm bảo độ chi tiết. Các nghiên cứu tiếp theo đối với đợt nắng nóng đầu tháng 6/2017 cần được thực hiện với bộ số liệu có độ phân giải cao hơn.

Tài liệu tham khảo

1. Trần Quang Đức, Trịnh Lan Phương (2013), "Sự biến đổi phơn và nắng nóng ở Hà Tĩnh - miền Trung", *Tạp chí Khoa học - Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, tập 29, số 2s.
2. Nguyễn Đức Ngữ và Nguyễn Trọng Hiệu (2004), *Khí hậu và tài nguyên khí hậu Việt Nam*, NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
3. Nguyễn Văn Thắng và nnk (2013), "Chương 3: Những thay đổi của cực đoan khí hậu và tác động đến môi trường vật lý tự nhiên", *Báo cáo đặc biệt của Việt Nam về quản lý rủi ro thiên tai và các hiện tượng cực đoan nhằm thúc đẩy thích ứng với biến đổi khí hậu,* NXB Tài nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội.
4. Nguyễn Văn Thắng (2015), *Giáo trình vật lý khí quyển,* NXB Tài nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà nội.
5. http://www.baomoi.com/ly-giai-nguyen-nhan-cac-tinh-mien-bac-va-ha-noi-thanh-chao-lua/c/22454254.epi
6. http://news.zing.vn/vi-sao-dot-nang-nong-dau-he-vuot-ky-luc-hon-40-nam-post752252.html
7. http://danviet.vn/nha-nong/gio-phon-thu-pham-gay-dot-nang-nong-ky-luc-46-nam-qua-la-gi-776167.html
8. Quang-Van Doan, Hiroyuki Kusaka (2016), *Numerical study on regional climate change due to the rapid urbanization of greater Ho Chi Minh City's metropolitan area over the past 20 years.* Int. J. Climatol. 36: 3633-3650 (2016), DOI: 10.1002/joc.4582

WHAT CAUSES HEAT WAVE FROM JUNE 1st TO JUNE 6th 2017 IN THE NORTH VIET NAM

Nguyen Dang Mau[(1)], Nguyen Van Thang[(1)], Nguyen Trong Hieu[(2)]

[(1)]Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change

[(2)]Center for Meteorology, Hydrology and Environment Science and Technology

Abstract: *In this article, the FNL data of the National Oceanic and Atmospheric Administration, US (NOAA) was used in analysing the reasons of the heat wave from 1st to 6th June 2017 in the North Viet Nam. According to meteorological experts, this heat wave caused new temperature recorded during over last 40 years and the higher than the previous record of 1.5°C in Ha Noi [6-8]. The research results showed that this heat wave is caused by topographic effects for weather patterns in the medium to large scale. The local low pressure occurred at the 850 hPa in the North, the activity of this low pressure caused the advantage condition for hot-dry west wind from Myanmar moving into Viet Nam. Because of Interacting with high terrain, this west wind caused the foehn effect; especially caused the very high temperature over nothern delta region. At the 200 hPa, the sub-tropical high pressure dominated over the North Viet Nam. Because of activity of this high pressure, which caused the advantage condition for increasing the direct solar radiation to heat up the surface and preventing the development of hot air masses in low elevation (at the 850 hPa). Over 6th June 2017, this high pressure moved completely out of the East Sea and the heat wave was ended in the North Viet Nam.*

Keywords: *Heat waves, temperature, wind circulation, geopotential height (GHT).*

ĐẢM BẢO AN NINH MÔI TRƯỜNG Ở VIỆT NAM: VẤN ĐỀ CẤP THIẾT CẦN PHẢI GIẢI QUYẾT

Tạ Đình Thi, Phan Thị Kim Oanh, Tạ Văn Trung, Bùi Đức Hiếu
Bộ Tài nguyên và Môi trường

Ngày nhận bài 18/5/2017; ngày chuyển phản biện 20/5/2017; ngày chấp nhận đăng 16/6/2017

Tóm tắt: *Hiện nay, không chỉ ở Việt Nam mà ngay cả trên thế giới, vấn đề đảm bảo an ninh môi trường đã trở thành vấn đề toàn cầu, cần có sự hợp tác, chia sẻ giữa các quốc gia. Các thách thức an ninh môi trường không chỉ đe dọa an ninh con người, an ninh kinh tế, an ninh lương thực,… mà còn là một trong những nguy cơ lớn đe dọa an ninh quốc gia và sự tồn vong của nhân loại. Có thể thấy, chưa bao giờ vấn đề môi trường lại được đặt ra cấp bách đối với Việt Nam như hiện nay. Sự khan hiếm tài nguyên, ô nhiễm, suy thoái môi trường ngày càng gia tăng có thể gây suy yếu nền kinh tế, làm trầm trọng thêm vấn đề đói nghèo, làm bất ổn chính trị, thậm chí trở thành ngòi nổ cho các cuộc xung đột. Nhiều học giả trong nước và trên thế giới đều thống nhất quan điểm về mối quan hệ giữa an ninh quốc gia và an ninh môi trường có tính hữu cơ, chặt chẽ, bởi vì về thực chất, an ninh môi trường là một thành tố thuộc an ninh phi truyền thống, một bộ phận cấu thành an ninh quốc gia. Vì vậy, đảm bảo an ninh môi trường chính là một phần quan trọng nhằm đảm bảo an ninh quốc gia trong thời đại mới.*

Từ khóa: *An ninh môi trường, an ninh quốc gia, biến đổi khí hậu, bảo vệ nguồn nước, ô nhiễm môi trường, đa dạng sinh học.*

1. An ninh môi trường nhìn từ góc độ an ninh quốc gia

An ninh quốc gia (ANQG) là khái niệm mang tính chính trị - pháp lý, thể hiện bản chất chế độ xã hội của một quốc gia. Ở Việt Nam, Luật ANQG năm 2004 [12] đã xác định *"ANQG là sự ổn định, phát triển bền vững của chế độ Xã hội chủ nghĩa và Nhà nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam, sự bất khả xâm phạm độc lập, chủ quyền, thống nhất, toàn vẹn lãnh thổ của Tổ quốc".* Nội dung cơ bản của ANQG là bảo vệ lợi ích quốc gia và loại bỏ các mối đe dọa tới lợi ích đó. ANQG bao hàm an ninh truyền thống (ANTT) và an ninh phi truyền thống (ANPTT). Tùy thuộc vào bối cảnh, thời điểm khác nhau mà những thách thức ANTT hoặc ANPTT nổi lên đe dọa tới ANQG. Trong bối cảnh hiện nay, do mặt trái của sự phát triển cùng với xu thế toàn cầu hóa diễn ra mạnh mẽ, vấn đề ANQG không chỉ giới hạn trong việc ngăn chặn, ứng phó với các nguy cơ chiến tranh mà còn bao hàm nhiều vấn đề ANPTT như biến đổi khí hậu (BĐKH), ô nhiễm, suy thoái môi trường, cạn kiệt nguồn nước, khủng bố, dịch bệnh, tội phạm xuyên quốc gia, tội phạm công nghệ cao,… Các thách thức ANPTT vẫn có thể khiến một quốc gia, thể chế xã hội sụp đổ mà không cần bất kỳ một hoạt động quân sự nào.

Một trong những vấn đề ANPTT nổi cộm hiện nay và được nhiều học giả trên thế giới quan tâm nghiên cứu là vấn đề an ninh môi trường (ANMT). Năm 1972, vấn đề ANMT lần đầu tiên được đưa vào chương trình nghị sự quốc tế tại Hội nghị Liên Hiệp Quốc về Môi trường và Con người ở Stockholm (Thụy Điển). Vào năm 1977, Cục Tình báo Liên bang Mỹ (CIA) đã thiết lập một Trung tâm Môi trường đầu tiên trên thế giới để đánh giá mối liên hệ giữa môi trường và an ninh. Ủy ban Quốc tế về Môi trường và Phát triển đã kêu gọi mọi người cần hiểu an ninh một phần cũng là chức năng của phát triển bền vững. Đến đầu thập niên 1980, các học giả phương Tây lần đầu tiên đưa ra khái niệm ANMT và đặc biệt coi trọng vấn đề ANMT trong chiến lược ANQG. Đại hội đồng Liên Hợp Quốc lần đầu tiên đã đề cập tới khái niệm ANMT vào năm 1987 trong một văn bản chính thức, theo đó *"Sự biến đổi tiêu*

cực của môi trường đang tạo thành các uy hiếp đối với sự phát triển,… trở thành căn nguyên của các căng thẳng và tiêu cực xã hội ảnh hưởng đến cả nhân loại như đói nghèo, mù chữ, dịch bệnh,…" [8].

Khái niệm về ANMT được Chính phủ Mỹ và một số quốc gia phương Tây chính thức công nhận vào gần giữa thập niên 1990. Vấn đề ANMT có thể gây ảnh hưởng lâu dài tới lợi ích quốc gia, đe dọa trực tiếp sức khỏe, sự thịnh vượng, việc làm, sự ổn định chính trị, kinh tế và mục tiêu chiến lược của Mỹ được đề cập trong Chiến lược ANQG năm 1994 [17]. Năm 1996, các nước châu Âu cũng chính thức đặt vấn đề môi trường trở thành một lĩnh vực thuộc phạm vi ANQG. Đến nay, các nước Mỹ, Nga, Nhật Bản, Anh, Canada, EU và nhiều nước khác đã ban hành Chiến lược ANMT. Theo Hội đồng Bảo an Liên Hợp Quốc (năm 1992), ANMT là *"Sự khan hiếm các tài nguyên thiên nhiên, suy thoái và ô nhiễm môi trường và những hiểm họa có thể gây suy yếu nền kinh tế, gia tăng đói nghèo, gia tăng bất ổn chính trị, thậm chí trở thành ngòi nổ cho các cuộc xung đột và chiến tranh"*. Đây là một định nghĩa khá toàn diện, phản ánh được bản chất của vấn đề ANMT [9]. Mặc dù còn nhiều vấn đề phải tranh cãi, nhưng hiện nay các học giả đã thừa nhận các yếu tố môi trường đóng cả vai trò trực tiếp và gián tiếp trong tranh chấp chính trị và xung đột bạo lực.

Hiện nay, nhiều học giả trong nước và trên thế giới đều thống nhất quan điểm về quan hệ ANQG và ANMT có tính chất hữu cơ, chặt chẽ, bởi vì về thực chất, ANMT là một thành tố thuộc ANPTT, một bộ phận cấu thành ANQG, bên cạnh an ninh chính trị, an ninh kinh tế, an ninh văn hóa,... Tùy bối cảnh của từng nước và tùy từng giai đoạn phát triển của lịch sử, vị trí và vai trò của ANMT trong ANQG có thay đổi. Nhưng nhìn chung, trên thế giới và Việt Nam, vị trí và vai trò ANMT đang ngày càng đóng vai trò quan trọng. Các nghiên cứu đã khá thống nhất trong việc xác định các vấn đề ANMT chủ yếu mà thế giới đang phải đối mặt, bao gồm: Tác động của BĐKH toàn cầu, trong đó nhấn mạnh tới hiệu ứng nhà kính gây ấm lên toàn cầu; nguy cơ nguồn nước và sự hủy hoại các nguồn tài nguyên biển; sự phá hủy và tổn hại của tầng ô-zôn; hiện tượng sa mạc hóa đất đai; hệ thực vật rừng bị phá hoại; đa dạng sinh học suy giảm và vấn đề mưa a-xít. Cùng xu thế đó, hiện nay, Việt Nam cũng đang đứng trước nhiều mối đe dọa về ANMT cấp bách cần phải giải quyết, như: BĐKH; an ninh nguồn nước, an ninh môi trường biển bị đe dọa; ô nhiễm tại các khu vực trọng điểm và ô nhiễm xuyên biên giới chưa thể kiểm soát; suy giảm tài nguyên rừng và đa dạng sinh học,... Có thể thấy, chưa bao giờ các vấn đề môi trường lại được đặt ra cấp bách đối với toàn nhân loại như hiện nay.

Trước thực trạng trên, Đảng và Nhà nước ta đã khẳng định: *"Bảo vệ môi trường là một trong những vấn đề sống còn của nhân loại; là nhân tố bảo đảm sức khỏe và chất lượng cuộc sống của nhân dân; góp phần quan trọng vào việc phát triển kinh tế - xã hội, ổn định chính trị, an ninh quốc phòng và thúc đẩy hội nhập kinh tế quốc tế của nước ta"* [6]. Vấn đề bảo vệ môi trường, ứng phó với BĐKH là một nội dung quan trọng được đưa vào Văn kiện Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ XII, trong đó nhấn mạnh: *"Tăng cường công tác quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường, chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu phục vụ phát triển bền vững theo hướng bảo đảm tính tổng thể, liên ngành, liên vùng, đáp ứng nhiệm vụ trước mắt và lâu dài, trong đó lợi ích lâu dài là cơ bản, có trọng tâm, trọng điểm, phù hợp với từng giai đoạn"* và yêu cầu phải *"sẵn sàng ứng phó với các mối đe dọa an ninh truyền thống và phi truyền thống"* [7].

Thời gian vừa qua, Đảng và Nhà nước đã có nhiều chủ trương, biện pháp về tài nguyên và môi trường, cụ thể như Nghị quyết số 24/NQ-TW ngày 3/6/2013 của Ban Chấp hành Trung ương Đảng khóa XI về chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu, tăng cường quản lý tài nguyên và bảo vệ môi trường; Chiến lược bảo vệ môi trường quốc gia đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030; Chiến lược Phát triển bền vững Việt Nam giai đoạn 2011-2020; Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu; Luật Bảo vệ môi trường 2014; Luật Tài nguyên nước 2012; Luật Phòng chống thiên tai 2013; Luật Đa dạng sinh học 2008,… Đến nay, Việt Nam đã ký kết tham gia 23 công ước quốc tế về môi trường. Việt Nam đã cùng 148 quốc gia khác trên thế giới phê chuẩn việc thực hiện Thỏa thuận Paris về Biến đổi khí hậu.

Việt Nam cũng đang tích cực hợp tác với các quốc gia, các tổ chức trên thế giới và xác định hợp tác quốc tế là cần thiết để đối phó với các thách thức ANPTT, đặc biệt là vấn đề biến đổi khí hậu, ô nhiễm môi trường và chia sẻ nguồn nước xuyên biên giới. Trong Sách trắng quốc phòng Việt Nam năm 2004 khẳng định suy thoái môi trường cũng là một trong các mối quan tâm hàng đầu về an ninh của Việt Nam. Việt Nam đã đưa khái niệm ANMT vào Luật Bảo vệ môi trường 2014, theo đó *"An ninh môi trường là việc bảo đảm không có tác động lớn của môi trường đến sự ổn định chính trị, xã hội và phát triển kinh tế của quốc gia".*

Như vậy, có thể thấy vấn đề ANMT đã được thế giới cũng như Việt Nam hết sức quan tâm và đã thể chế bước đầu trong các chính sách, pháp luật.

2. Thực trạng an ninh môi trường hiện nay ở Việt Nam

2.1. Tác động của biến đổi khí hậu

BĐKH đã gây ra các biến động không có lợi về môi trường, gây khủng hoảng sinh thái, từ đó đe dọa tới ANQG. Có thể thấy, một trong những vấn đề quan trọng hàng đầu của ANMT hiện nay là BĐKH. Theo đánh giá của các tổ chức thế giới, Việt Nam là một trong các quốc gia phải chịu nhiều ảnh hưởng của các kiểu thời tiết khắc nghiệt và thường xuyên phải chịu ảnh hưởng của bão và áp thấp nhiệt đới. BĐKH thực sự đã làm cho thiên tai, đặc biệt là bão, lũ, hạn hán ngày càng khốc liệt. Theo tài liệu *"Chỉ số rủi ro khí hậu toàn cầu 2016"* [16], Việt Nam là quốc gia xếp thứ bảy về rủi ro khí hậu dài hạn trên thế giới. Bình quân mỗi năm Việt Nam bị ảnh hưởng trực tiếp bởi 6-7 cơn bão. Trong giai đoạn 1990-2010, Việt Nam đã phải trải qua 74 trận lũ lụt. Giai đoạn 2011-2015, thiên tai đã làm cho 1.141 người chết và mất tích, gây thiệt hại về tài sản ước tính khoảng 55.400 tỷ đồng.

Kịch bản BĐKH được cập nhật, xuất bản năm 2016 [3] cho thấy nhiệt độ trung bình năm trên phạm vi toàn quốc tăng khoảng 0,62°C trong thời kỳ 1958-2014 và tăng dần theo thời gian. Mực nước biển dâng trung bình cả nước giai đoạn 1993-2014 là 3,34 mm/năm, trong đó ở khu vực ven biển Nam Trung Bộ tăng mạnh nhất với tốc độ tăng trên 5,6 mm/năm, khu vực ven biển vịnh Bắc Bộ có mức tăng thấp hơn, khoảng 2,5 mm/năm. Theo kịch bản trung bình cao, đến năm 2050, mực nước biển dâng là 25 cm; năm 2100 là 73 cm. Dự báo, nếu mực nước biển dâng 1 m và không có các giải pháp ứng phó, khoảng 16,8% diện tích đồng bằng sông Hồng, 1,5% diện tích các tỉnh ven biển miền Trung, 17,8% diện tích Thành phố Hồ Chí Minh, 38,9% diện tích đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) có nguy cơ ngập chìm trong nước. Trong đó, các tỉnh ĐBSCL không chỉ là vựa lúa của Việt Nam mà của cả thế giới, nếu mực nước biển dâng cao ở bất cứ mức độ nào đều sẽ ảnh hưởng đến cuộc sống của hàng chục triệu người dân.

Nước biển dâng sẽ làm mất đất canh tác trong nông nghiệp, tác động trực tiếp tới an ninh lương thực, an ninh kinh tế, an ninh nguồn nước, gia tăng tình trạng đói nghèo, mất việc làm và di cư. BĐKH đã, đang và sẽ dẫn tới tình trạng mất chỗ ở và di cư ở một số khu vực bị ảnh hưởng nặng nề. Khi tài nguyên đất bị thu hẹp do nước biển dâng, các thảm họa tự nhiên như lốc xoáy, lũ lụt, hạn hán tiếp tục diễn ra với cường độ cao, số lượng người mất chỗ ở tăng lên, các dạng sinh kế phụ thuộc vào hệ sinh thái mất đi,... sẽ dẫn tới tình trạng di cư vĩnh viễn hoặc tạm thời. Nguy cơ này đặc biệt nghiêm trọng đối với lĩnh vực nông nghiệp, tác động mạnh mẽ nhất tới các nhóm nghèo nhất, nhóm người yếu thế.

2.2. An ninh nguồn nước

An ninh nguồn nước (ANNN) gặp nhiều thách thức lớn và ngày càng trở nên cấp bách, gay gắt. Theo Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia [1], Việt Nam có hơn 2.360 con sông có chiều dài từ 10 km trở lên, trong đó có 109 sông chính. Tổng lượng nước mặt trên lãnh thổ Việt Nam khoảng 830-840 tỷ m^3. Phần lớn nguồn nước phụ thuộc vào nước ngoài là thách thức lớn nhất đối với ANNN ở Việt Nam trong bối cảnh hiện nay.

Theo thống kê, tổng diện tích các lưu vực sông trên cả nước lên đến trên 1.167.000 km^2, trong đó phần lưu vực nằm ngoài diện tích lãnh thổ chiếm đến 72%. Lượng nước mặt nội sinh chỉ có 310-315 tỷ m^3 (chiếm 37%), còn 520-525 tỷ m^3 (chiếm 63%) là từ các nước láng giềng chảy vào Việt Nam như Trung Quốc, Thái

Lan, Lào, Myanmar và Campuchia. Nguồn nước ngoại lai ở lưu vực sông Hồng chiếm 50%, còn ở lưu vực sông Mê Kông chiếm đến 90% tổng khối lượng nước bề mặt [1]. ANNN phụ thuộc rất lớn vào khai thác và sử dụng để phát triển kinh tế - xã hội trên các con sông lớn của các quốc gia, nhất là trên các lưu vực. Mặc dù có khá nhiều các cơ chế hợp tác song phương, đa phương về phát triển bền vững nguồn nước nhưng thực tế vẫn đang đặt ra nhiều sức ép cho Việt Nam, một quốc gia ở hạ nguồn có ít lợi thế hơn trong các đàm phán về sử dụng nguồn nước quốc tế.

Ở lưu vực sông Mê Kông, các đập thủy điện đã và sẽ xây dựng ở Trung Quốc, Lào, Campuchia sẽ là mối đe dọa làm giảm sút nguồn nước, nguồn cá, phù sa, hệ sinh thái,... đối với Việt Nam. Đây là dấu hiệu đáng lo ngại đối với 20 triệu người dân ở ĐBSCL, không chỉ đất đai trồng trọt và rừng bị mất đi, người dân cũng có thể phải di cư. Mặt khác, mực nước sông Mê Kông ngày càng thấp, năm 2015 thấp mức kỷ lục trong vòng 90 năm qua, là một trong những nguyên nhân chính gây ra tình trạng hạn hán và xâm nhập mặn đặc biệt nghiêm trọng ở ĐBSCL. Bên cạnh đó, nguồn nước sông Hồng từ biên giới phía Trung Quốc đổ về hạ lưu ngày càng bị ô nhiễm, nhưng các biện pháp xử lý môi trường xuyên biên giới vẫn còn nhiều hạn chế. Ở thượng lưu, Trung Quốc đã cho vận hành hàng chục nhà máy thủy điện, 1.870 đập dẫn và kênh dẫn nước, 9 hồ chứa có tổng dung tích 200 triệu m^3,... nên đã làm thay đổi lớn đến lượng nước, chế độ dòng chảy, chất lượng nước, phù sa ở hạ lưu [20]. Đặc biệt, các tỉnh miền núi phía Bắc chịu nhiều tác động xấu do thủy điện xả lũ và các hoạt động gây ô nhiễm môi trường từ phía Trung Quốc.

Hiện tượng tranh chấp nguồn nước trong nội bộ quốc gia có xu hướng gia tăng. Do vị trí địa lý, đặc điểm điều kiện tự nhiên đặc thù nên khoảng 60% lượng nước của cả nước tập trung ở lưu vực sông Mê Kông, 16% tập trung ở lưu vực sông Hồng - Thái Bình, khoảng 4% ở lưu vực sông Đồng Nai, các lưu vực sông lớn khác tổng lượng nước chỉ chiếm phần nhỏ còn lại.

Trong khi đó, việc phát triển các công trình thủy điện trong thời gian qua đã cho thấy những hạn chế bất cập trong việc chia sẻ nguồn nước. Tài nguyên nước trên các dòng sông đã được đưa vào gần hết sử dụng cho thủy điện, gây hệ lụy lớn cho các vùng ở hạ lưu. Thời gian qua có nhiều vụ tranh chấp nguồn nước giữa các địa phương, giữa các đơn vị trong cùng địa phương, giữa các địa phương và nhà máy thủy điện,... Điển hình như việc tranh chấp nguồn nước giữa Đà Nẵng và Quảng Nam, hay dự án lấp sông Đồng Nai để cải tạo cảnh quan và phát triển đô thị, việc xả lũ của nhà máy thủy điện Hố Hô (Quảng Bình), thủy điện Bắc Hà (Lào Cai) và thủy điện Hương Điền (Thừa Thiên - Huế),... đều có tác động xấu đối với các địa phương ở hạ du và khu vực lân cận. Ngoài ra, hiện nay do tác động của BĐKH và nước biển dâng, ANNN ở Việt Nam đang bị đe dọa ngày càng lớn [4].

2.3. An ninh môi trường biển

Ô nhiễm đại dương và biển đang ngày càng trầm trọng, là vấn đề mà Việt Nam và nhiều quốc gia trên thế giới đang phải đối mặt. Việt Nam có lợi thế bờ biển dài hơn 3.260 km, với tài nguyên biển phong phú. Tuy nhiên, do sự chia sẻ về tài nguyên biển với nhiều nước trong khu vực, Việt Nam cũng phải đối mặt với không chỉ các vấn đề về ANMT mà còn cả vấn đề về chủ quyền lãnh thổ. Hội thảo về An ninh môi trường trên Biển Đông diễn ra tại Mỹ vào tháng 6/2016 vừa qua cũng đề cập tới các giải pháp nhằm gìn giữ môi trường và nguồn tài nguyên tại khu vực quần đảo Trường Sa của Việt Nam. Theo các tài liệu hội thảo, 80% các rạn san hô ở Biển Đông bị suy giảm, dẫn đến suy giảm nguồn cá, vì san hô chính là môi trường sinh thái để các loài cá biển phát triển. Thời gian gần đây, việc Trung Quốc tiến hành hàng loạt các hoạt động tôn tạo, xây dựng trái phép các bãi đá nhân tạo với quy mô lớn tại Biển Đông cũng là một trong những nguyên nhân dẫn tới những tác động tiêu cực về môi trường [11].

Vấn đề khai thác tài nguyên và bảo vệ môi trường biển đang đứng trước nhiều thách thức và ở mức báo động, ảnh hưởng tới phát triển kinh tế - xã hội, sinh kế của người dân. Do nhu cầu khai thác quá mức, phương thức khai thác thiếu bền vững dẫn tới nhiều nguồn tài nguyên, nguồn lợi thủy sản bị khai thác cạn kiệt, đặc biệt các rạn san hô và thảm cỏ biển bị suy giảm nghiêm trọng, khó hồi phục. Các nguồn ô nhiễm

từ lục địa theo sông đổ ra biển, có những loại không phân hủy được đọng lại ở ven bờ, chìm xuống đáy biển, những chất phân hủy sẽ hòa lẫn trong nước biển. Trong tháng 4/2016, tại ven biển 4 tỉnh miền Trung (Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên - Huế) xảy ra sự cố môi trường biển nghiêm trọng, làm hải sản chết bất thường, gây thiệt hại lớn về kinh tế - xã hội, môi trường biển; ảnh hưởng xấu đến đời sống người dân, an ninh, trật tự an toàn xã hội. Từ sự cố trên, cần phải thẳng thắn nhìn nhận lại, thực tế thời gian qua một số địa phương đã chú trọng phát triển kinh tế, thu hút đầu tư mà chưa quan tâm đúng mức tới việc bảo vệ môi trường. Đây là một bài học lớn và đắt giá cho Việt Nam, cần phải đảm bảo hài hòa lợi ích giữa phát triển kinh tế, bảo vệ môi trường, an ninh chính trị, trật tự an toàn xã hội bền vững.

2.4. Ô nhiễm môi trường ở một số khu vực trọng điểm

Vấn đề ô nhiễm môi trường ở một số khu vực trọng điểm như khu công nghiệp, khu đô thị lớn, làng nghề, các lưu vực sông,… đang rất đáng báo động. Trong giai đoạn đẩy mạnh công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, nhiều ngành công nghiệp được mở rộng quy mô sản xuất cũng như phạm vi phân bố, lượng chất thải rắn, chất thải lỏng chưa qua xử lý được thải trực tiếp vào nguồn nước sẽ gây suy thoái nhanh các nguồn nước mặt, nước dưới đất, làm gia tăng tình trạng thiếu nước và ô nhiễm ngày càng trầm trọng. Số liệu của báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia [2], cho thấy lượng chất thải rắn sinh hoạt phát sinh trong có xu hướng ngày càng tăng nhanh, tuy nhiên số lượng được thu gom xử lý còn rất hạn chế. Tỷ lệ thu gom chất thải rắn sinh hoạt trung bình ở khu vực nội đô giai đoạn vừa qua đạt khoảng 84-85%; khu vực nông thôn đạt khoảng 40-55%; vùng sâu, vùng xa chỉ đạt khoảng 10%. Tổng lượng chất thải nguy hại phát sinh trên toàn quốc hiện nay khoảng 800.000 tấn/năm. Tuy nhiên, hiện nay lượng chất thải nguy hại phát sinh trong sản xuất công nghiệp được thu gom, xử lý mới chỉ đạt con số 40%, chất thải nguy hại do y tế đạt 80%, gây nguy cơ tiềm ẩn đối với môi trường ở nước ta.

Theo Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia giai đoạn 2011-2015 [2], đến hết năm 2014, số làng nghề và làng có nghề nước ta là 5.096, trong đó chỉ có 1.748 làng nghề được công nhận theo tiêu chí làng nghề hiện nay của Chính phủ. Phần lớn công nghệ và kỹ thuật áp dụng cho sản xuất trong các làng nghề còn lạc hậu, mang tính cổ truyền, gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng. Con người đã và đang là tác nhân gây ra những tai biến nghiêm trọng dẫn đến những hệ lụy có thể đe dọa an ninh quốc gia, trật tự an toàn xã hội [11]. Cả nước hiện có hơn 300 khu công nghiệp, hàng trăm cụm công nghiệp nhỏ rải rác ở nhiều địa phương, tuy nhiên có đến 70% khu công nghiệp không có hệ thống xử lý nước thải đạt chuẩn; hơn 90% cơ sở sản xuất, kinh doanh, dịch vụ không xử lý nước thải; hơn 4.000 cơ sở gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng; khoảng 55-70% số doanh nghiệp không chấp hành quy định về lập báo cáo đánh giá tác động môi trường hoặc cam kết bảo vệ môi trường; 98% doanh nghiệp có hành vi vi phạm về xả nước thải không đạt chuẩn môi trường; 100% doanh nghiệp thải khí không có thiết bị xử lý chất độc hại.

2.5. Ô nhiễm xuyên biên giới

Trong những năm gần đây, cùng với xu thế toàn cầu hóa ngày càng sâu rộng, ảnh hưởng của ô nhiễm xuyên biên giới tới Việt Nam đã dần dần hiện hữu. Thời gian qua, một số nhà máy điện hạt nhân Trung Quốc được xây dựng gần Việt Nam và đang chuẩn bị vận hành là vấn đề đáng lo ngại. Đây thực sự là thách thức ô nhiễm xuyên biên giới đặc biệt nghiêm trọng, đe dọa tới an ninh môi trường, an ninh quốc gia ở Việt Nam. Trên thực tế, dù công nghệ mới của các nhà máy có thể hiện đại nhưng vẫn có những xác suất rủi ro. Các sự cố từ hạt nhân rất nguy hiểm, thường phát tán phóng xạ trong phạm vi rộng lớn, gây ra nhiều hậu quả đặc biệt nghiêm trọng về người và tài sản,… Vì vậy, Việt Nam cần chủ động có các phương án ứng phó, tăng cường quan trắc, cảnh báo kịp thời tới người dân vùng ảnh hưởng và đưa ra giải pháp kịp thời khi xảy ra sự cố, đồng thời có cơ chế trao đổi thường xuyên với Trung Quốc.

Việt Nam hiện nay còn đang phải đối diện với nguy cơ trở thành "bãi rác công nghiệp của thế

giới". Nhiều vấn đề mới phát sinh trong việc kiểm soát nhập khẩu phế liệu đã dẫn đến tình trạng doanh nghiệp không chỉ nhập khẩu phế liệu mà còn nhập cả rác thải là phế liệu kim loại, nhựa, săm lốp cao su thải, vỏ ô tô, tàu biển chưa làm sạch tạp chất, ắc quy chì thải, sản phẩm điện tử đã qua sử dụng vào nước ta, gây tác động không nhỏ tới kinh tế, đặc biệt là vấn đề môi trường, sức khỏe của cộng đồng. Theo thống kê của Tổng cục Hải quan, năm 2011 phát hiện 17 vụ với khối lượng chất thải nguy hại thu giữ là 573 tấn, năm 2012 có 30 vụ với khối lượng thu giữ 3.868 tấn. Bên cạnh đó, tình trạng nhập nông sản có chứa các hóa chất bảo quản độc hại, gây hại cho sức khỏe cộng đồng có xu hướng gia tăng và chưa được ngăn chặn [18].

Nghiên cứu của Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi Khí hậu [13] tại 9 tỉnh, thành phố ở miền Bắc là Cao Bằng, Lạng Sơn, Lào Cai, Quảng Ninh, Vĩnh Phúc, Bắc Kạn, Yên Bái, Hà Giang và Hà Nội cho thấy môi trường không khí ở Việt Nam đang chịu ảnh hưởng từ các nguồn ô nhiễm xuyên biên giới từ vùng phía Đông và Đông Nam Trung Quốc, đặc biệt là vào các tháng mùa đông. Do chịu ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc, ô nhiễm không khí từ Trung Quốc ảnh hưởng đến Việt Nam có thể tới 55% đối với SO_2, 48% đối với NO_2 và 30% đối với CO_2, gây ra hiện tượng lắng đọng mưa a-xít ở miền Bắc Việt Nam.

2.6. Suy giảm tài nguyên rừng và đa dạng sinh học

Theo Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia giai đoạn 2011-2015 [2], hiện nay, điều đáng lo ngại là chất lượng rừng tự nhiên tiếp tục giảm. Tuy độ che phủ rừng có xu hướng tăng nhưng chủ yếu là rừng trồng với mức đa dạng sinh học thấp, trong khi rừng tự nhiên với mức đa dạng sinh học cao nhưng tỷ lệ bảo tồn còn rất thấp. Do thời tiết khô hạn diễn ra thường xuyên trong giai đoạn 2011-2015 nên hiện tượng cháy rừng vẫn xảy ra tại một số địa phương. Tính riêng năm 2014, tổng diện tích rừng bị cháy là 3.157 ha, tăng 157,2% so với năm trước. Trong số diện tích rừng bị cháy và bị phá, rừng nguyên sinh vẫn chiếm tỷ lệ lớn, gây ảnh hưởng nghiêm trọng tới môi trường và tăng các nguy cơ lũ lụt, sự cố môi trường. Diện tích rừng trồng tăng với tốc độ nhỏ hơn tốc độ khai thác. Diện tích rừng bị cháy và bị chặt phá gây sức ép không nhỏ đối với phát triển lâm nghiệp cũng như đối với môi trường tự nhiên của nước ta khi hệ sinh thái rừng đóng vai trò quan trọng trong hấp thụ và lưu giữ CO_2 trong tự nhiên.

Trong thời gian qua, cùng với sự phát triển kinh tế - xã hội vùng ven bờ, diện tích rừng ngập mặn trong cả nước đã bị giảm sút nghiêm trọng. Trong hơn năm thập kỷ qua, Việt Nam đã mất đi 67% diện tích rừng ngập mặn so với năm 1943. Theo thống kê, tính đến năm 2012, 56% tổng diện tích rừng ngập mặn trên toàn quốc là rừng mới trồng, thuần loại, chất lượng rừng kém cả về kích cỡ, chiều cao cây và đa dạng thành phần loài. Rừng ngập mặn nguyên sinh còn rất ít, đồng nghĩa với tính đa dạng sinh học của hệ sinh thái suy giảm, đặc biệt các loài thủy sinh không còn bãi đẻ và nơi cư ngụ.

Sự suy giảm đa dạng loài ở nước ta, cũng giống như trên thế giới, ngày càng một gia tăng. Theo Sách đỏ của Tổ chức Bảo tồn thiên nhiên quốc tế (IUCN), nếu như năm 1996 mới chỉ có 25 loài động vật của Việt Nam ở mức nguy cấp thì đến năm 2014, con số này đã lên tới 188. Suy giảm đa dạng sinh học, sự du nhập của các sinh vật ngoại lai xâm hại và sinh vật biến đổi gen xâm lấn ngày càng tăng. Nước ta có khá nhiều loài con (mai dương, ốc bươu vàng, rùa tai đỏ, bọ cánh cứng hại dừa, vi-rút gây bệnh heo tai xanh,...) và cây lạ có nguồn gốc từ nước ngoài đã xuất hiện, phá hoại cây trồng, vật nuôi, gây mất cân bằng sinh thái, hủy hoại môi sinh và ảnh hưởng nghiêm trọng sức khỏe cộng đồng. Nhiều loài động, thực vật hoang dã ở Việt Nam có nguy cơ tuyệt chủng, diện tích rừng nguyên sinh còn rất thấp và khó có khả năng phục hồi, một số loài sinh vật biển suy giảm nghiêm trọng,...

2.7. Vấn đề môi trường trong khai thác khoáng sản

Hiện nay, thực trạng khai thác tài nguyên và khoáng sản của Việt Nam cho thấy đang tồn tại nhiều bất cập. Một số khoáng sản có trữ lượng lớn, phân bố liên tục đã bị chia nhỏ để khai thác. Đặc biệt nạn khai thác không phép, khai thác tự do, nhất là đối với khai thác vàng, đá quý, chì, kẽm, đồng, than, cát,... chưa được

kiểm soát hiệu quả, tác động nghiêm trọng đến môi trường, tài nguyên và an ninh xã hội. Thời gian qua, vấn nạn khai thác cát trái phép trên các con sông đã diễn ra rất phức tạp, gây sụt lún đất hai bên bờ sông, ô nhiễm môi trường và xảy ra nhiều xung đột nhưng chưa có biện pháp xử lý triệt để.

Công nghệ khai thác chế biến khoáng sản ở Việt Nam còn lạc hậu, không phù hợp với loại khoáng sản khai thác, nên mức độ thu hồi thấp, tác động tiêu cực tới môi trường. Đa số các mỏ khai thác hiện nay phần lớn là những cơ sở khai thác chế biến quy mô nhỏ, khai thác và sản xuất manh mún. Trong khi đó, thực tế cho thấy hệ lụy về môi trường trong khai thác khoáng sản là rất lớn. Vấn đề khai thác, chế biến bô-xít ở các địa phương khu vực Tây Nguyên tiềm ẩn các rủi ro về môi trường và sinh thái. Trong quá trình khai thác, bụi, nước thải, bùn đỏ tác động rất lớn đối với môi trường xung quanh, gây nên khan hiếm nguồn nước do nhu cầu sử dụng nước cho dự án là rất lớn, phá vỡ cấu trúc địa chất,... Theo báo cáo của Tổng hội Địa chất Việt Nam [15], tổn thất tài nguyên trong quá trình khai thác còn cao, đặc biệt là ở các mỏ hầm lò, các mỏ địa phương quản lý. Các sản phẩm sau khai thác, chế biến còn nghèo nàn, phần lớn được xuất khẩu ở dạng thô có giá trị kinh tế thấp, gây lãng phí, thất thoát tài nguyên, ô nhiễm môi trường, gia tăng các vấn đề xã hội và ảnh hưởng tới an ninh quốc gia.

3. Một số giải pháp nhằm đảm bảo an ninh môi trường ở Việt Nam

Thứ nhất, cần xây dựng Bộ Tiêu chí và xác định Bộ Chỉ số an ninh môi trường phù hợp với điều kiện của Việt Nam, nhằm phục vụ công tác quản lý và hoạch định chính sách. Công cụ này giúp cung cấp thông tin cho các nhà quản lý và nhà hoạch định chính sách để đánh giá, kiểm soát mức độ ANMT ở nước ta và quản lý rủi ro hiệu quả. Bộ Tiêu chí an ninh môi trường là cơ sở để đánh giá mức độ đáp ứng các yêu cầu về bảo đảm ANMT ở Việt Nam, đồng thời cung cấp thông tin từng tiêu chí, chỉ tiêu chưa đạt được cho các nhà quản lý và nhà hoạch định chính sách để đưa ra các giải pháp thúc đẩy, hoàn thiện chính sách. Bộ Chỉ số an ninh môi trường là công cụ giúp các nhà quản lý và nhà hoạch định chính sách kiểm soát được vấn đề môi trường ở Việt Nam và đưa ra các chính sách, giải pháp ngăn chặn, ứng phó kịp thời nhằm đảm bảo ANMT.

Thứ hai, cần xây dựng, hoàn thiện hệ thống chính sách, giải pháp, cơ chế ngăn ngừa, ứng phó, đảm bảo ANMT ở Việt Nam. Đây là yêu cầu cấp thiết nhằm quản lý ANMT hiệu quả, góp phần quan trọng trong quá trình phát triển bền vững. Chúng ta cần thực hiện tốt nhiệm vụ quản lý nhà nước về môi trường, trước hết cần loại bỏ những quy định không phù hợp, chưa đầy đủ hoặc gây cản trở hoạt động của cơ quan bảo vệ môi trường. Bên cạnh đó, trên cơ sở nghiên cứu lý luận và thực tiễn về vấn đề ANMT và các công cụ đánh giá, kiểm soát mức độ ANMT ở Việt Nam, từ đó đề xuất xây dựng, hoàn thiện hệ thống chính sách, pháp luật phù hợp, có tính khả thi cao, nhằm đảm bảo ANMT, phát triển bền vững. Cần sớm nghiên cứu và xây dựng dự án Luật BĐKH. Trước mắt, nghiên cứu lồng ghép các tiêu chí về môi trường và BĐKH trong dự án Luật Quy hoạch đang được Quốc hội và Chính phủ xem xét.

Thứ ba, tăng cường hợp tác quốc tế và khu vực, tranh thủ các nguồn lực bên ngoài như nguồn vốn, khoa học - công nghệ, kinh nghiệm quản lý,... ANMT là vấn đề toàn cầu, chính vì vậy đòi hỏi sự hợp tác, hỗ trợ của các quốc gia, các tổ chức trên thế giới để ứng phó với các thách thức mang tính toàn cầu. Đối với vấn đề an ninh nguồn nước, Việt Nam cần phải đẩy mạnh hợp tác trong Ủy hội sông Mê Kông Quốc tế; lồng ghép các vấn đề quản lý, chia sẻ lợi ích nguồn nước, ngăn chặn đẩy lùi các hình thức ô nhiễm xuyên biên giới vào trong khuôn khổ các hợp tác song phương, đa phương, khu vực. Đối với vấn đề nguy cơ từ các nhà máy điện hạt nhân, Việt Nam cần chủ động có các phương án ứng phó và có cơ chế trao đổi thường xuyên với Trung Quốc.

Thứ tư, chú trọng nghiên cứu ứng dụng khoa học - công nghệ tiên tiến nhằm sử dụng tiết kiệm nguồn tài nguyên, xử lý ô nhiễm môi trường, khắc phục hậu quả thiên tai, ứng phó với biến đổi khí hậu. Đồng thời, nghiên cứu phát triển các loại năng lượng sạch thay thế như điện hạt nhân, năng lượng gió, năng lượng mặt trời,... đảm bảo an ninh năng lượng, giảm áp lực năng lượng thủy điện.

Thứ năm, đẩy mạnh công tác tuyên truyền, phổ biến, giáo dục pháp luật về bảo vệ môi trường nhằm nâng cao nhận thức về bảo vệ môi trường cho các tổ chức, cá nhân, trong đó có vấn đề ANMT. Tăng cường áp dụng các biện pháp hỗ trợ doanh nghiệp tiếp cận thông tin và thực thi hiệu quả các chính sách, pháp luật về bảo vệ môi trường. Tuyên truyền, nâng cao nhận thức, ý thức về bảo vệ môi trường trong doanh nghiệp.

Thứ sáu, giải quyết một cách hài hòa, đồng bộ mối liên hệ giữa phát triển kinh tế, bảo vệ môi trường và các vấn đề xã hội. Cần thay đổi tư duy phát triển, nhất là của một số địa phương khi quá chú trọng thu hút đầu tư nhưng chưa quan tâm đúng mức đến vấn đề môi trường. Đồng thời, cần kiểm soát chặt chẽ các nguồn gây ô nhiễm có thể xả trực tiếp ra môi trường mà không qua xử lý.

Thứ bảy, tăng cường công tác quản lý về bảo tồn đa dạng sinh học, bảo vệ và phát triển rừng; nghiêm cấm, kiểm soát chặt chẽ du nhập các sinh vật ngoại lai xâm hại vào Việt Nam; kiểm soát chặt chẽ việc quy hoạch, cấp phép trong hoạt động khai thác, chế biến tài nguyên thiên nhiên. Bên cạnh đó, cần tăng cường năng lực, bộ máy của các cơ quan dự báo khí tượng, khí hậu, đồng thời phải lồng ghép, tính đến yếu tố BĐKH vào trong các chiến lược, quy hoạch, kế hoạch, chương trình của Trung ương cũng như của địa phương.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012), *Báo cáo Hiện trạng môi trường quốc gia 2012*.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), *Báo cáo Hiện trạng môi trường quốc gia giai đoạn 2011-2015*.
3. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), *Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*, NXB Tài nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội.
4. Nguyễn Thế Chinh và Phan Thị Kim Oanh (2016), "An ninh nguồn nước trong tiến trình hội nhập khu vực và sự lựa chọn chính sách của Việt Nam", *Kỷ yếu Hội thảo quốc tế về An ninh phi truyền thống trong tiến trình hội nhập khu vực: Kinh nghiệm EU - ASEAN và những gợi mở chính sách cho Việt Nam.*
5. Đảng Cộng sản Việt Nam (1991), *Cương lĩnh xây dựng đất nước thời kỳ quá độ lên chủ nghĩa xã hội,* NXB Chính trị, Hà Nội.
6. Đảng Cộng sản Việt Nam (2004), *Nghị quyết số 41-NQ/TW ngày 15/11/2004 của Bộ Chính trị khóa IX về bảo vệ môi trường trong thời kỳ đẩy mạnh công nghiệp hóa và hiện đại hóa đất nước*.
7. Đảng Cộng sản Việt Nam (2016), *Văn kiện Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ XII*.
8. Phạm Thành Dung (2015), "An ninh phi truyền thống và định hướng giải pháp cho Việt Nam trong điều kiện hội nhập quốc tế"*, Báo cáo tổng hợp nghiên cứu Đề tài độc lập cấp Nhà nước*.
9. Nguyễn Đình Hòe và Nguyễn Ngọc Sinh (2010), *Đảm bảo an ninh môi trường cho phát triển bền vững*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
10. IMHEN và UNDP (2015), *Báo cáo đặc biệt của Việt Nam về Quản lý rủi ro thiên tai và hiện tượng cực đoan nhằm thúc đẩy thích ứng với biến đổi khí hậu.*
11. Phạm Ngọc Lãng (2016), "Tai biến môi trường - Một mặt trận an ninh phi truyền thống nóng bỏng", *Tạp chí Cộng sản*.
12. Quốc hội nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (2004), *Luật An ninh quốc gia*.
13. Dương Hồng Sơn và nnk (2013), "Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của ô nhiễm không khí xuyên biên giới đến miền Bắc Việt Nam"*, Báo cáo kết quả đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp Bộ.*
14. Tổng cục Thống kê (2016), *Tình hình kinh tế - xã hội năm 2016*.
15. Tổng hội Địa chất Việt Nam, Liên hiệp các hội Khoa học và Kỹ thuật Việt Nam và Viện Tư vấn Phát triển (2008), *Báo cáo nghiên cứu, đánh giá thực trạng về quản lý khai thác và sử dụng tài nguyên khoáng sản Việt Nam*.
16. Sönke Kreft (2015), *Global climate risk index 2016-Who Suffers Most From Extreme Weather Events? Weather-related Loss Events in 2014 and 1995 to 2014.*

17. The White House (1994), *A national security strategy of engagement and enlargement*, U.S. Government Printing Office, Washington DC.
18. Báo điện tử Đảng Cộng sản Việt Nam (2016), *Gia tăng lượng chất thải nguy hại từ hoạt động sản xuất công nghiệp*, truy cập ngày 9/4/2017, tại trang web http://dangcongsan.vn/preview/newid/411381.html.

ENSURING ENVIRONMENTAL SECURITY IN VIET NAM: AN URGENT ISSUE TO BE ADDRESSED

Ta Dinh Thi, Phan Thi Kim Oanh, Ta Van Trung, Bui Duc Hieu
Ministry of Natural Resources and Environment

Abstract: *Environmental security has become a global issue which entails cooperation and distribution of responsibility among nations. Environmental challenges pose a major threat not only to human security, economic and food security but also to national security and humankind's survival. As can be seen, environmental issues have become urgent in Viet Nam currently. Natural resources scarcity, environmental pollution and degradation can undermine national economy, exacerbate hunger and poverty issue and political instability, and may cause conflict. There are a number of Vietnamese and international scholars agree on the organic and close relationship between national security and environmental security. This is because environmental security is fundamentally a component of non-traditional security which is a factor of national security. Assuring environmental security is, therefore, an important part of strengthening national security.*

Keywords: *Environmental security, national security, climate change, environmental pollution, water resoures security, biodiversity.*

XU THẾ BIẾN ĐỔI MỘT SỐ YẾU TỐ KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN TẠI TỈNH ĐỒNG NAI

Nguyễn Kỳ Phùng[(1)], Lê Thị Phụng[(2)], Huỳnh Lưu Trùng Phùng[(1)], Trần Xuân Hoàng[(3)], Lê Ngọc Tuấn[(4)]

[(1)]Sở Khoa học và Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh

[(2)]Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Thành phố Hồ Chí Minh

[(3)]Viện Khí tượng Thủy văn Hải văn và Môi trường

[(4)]Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

Ngày nhận bài 21/4/2017; ngày chuyển phản biện 26/4/2017; ngày chấp nhận đăng 19/5/2017

Tóm tắt: *Biến đổi khí hậu là thách thức lớn của nhân loại, biểu hiện qua sự gia tăng nhiệt độ, biến đổi lượng mưa hay mực nước biển dâng,... Nghiên cứu nhằm đánh giá xu thế biến đổi nhiệt độ, lượng mưa và mực nước tại tỉnh Đồng Nai trong hơn 3 thập kỷ gần đây. Kết quả cho thấy nhiệt độ có xu hướng tăng từ 0,01-0,04^{o}C/năm tại các trạm quan trắc (Biên Hòa, Xuân Lộc, Trị An). Xu thế biến đổi lượng mưa rất khác nhau giữa các trạm: tăng ở các trạm Biên Hòa (8,6 mm/năm), Phú Hiệp (17,4 mm/năm), và Xuân Lộc (24,5 mm/năm) và giảm tại trạm Trị An (-4,5 mm/năm). Bên cạnh đó, xu thế biến đổi mực nước cực đại, trung bình và cực tiểu tại khu vực đều tăng (dao động 0,15-1,4 cm/năm giữa các trạm). Như vậy, xu thế biến đổi một số yếu tố khí tượng thủy văn phần nào cho thấy ảnh hưởng của biến đổi khí hậu tại khu vực nghiên cứu.*

Từ khóa: *Biến đổi khí hậu, nhiệt độ, lượng mưa, mực nước.*

1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, tình hình biến đổi khí hậu (BĐKH) toàn cầu đang ngày càng rõ nét, gây ra những tác động nghiêm trọng đến đời sống và sản xuất thông qua các biểu hiện như nhiệt độ gia tăng, lượng mưa biến đổi, mực nước biển dâng, băng tan, xâm nhập mặn, bão lũ, hạn hán, dịch bệnh [8-9, 11-12].

Việt Nam là một trong những quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề nhất từ BĐKH [12], đặc biệt là các tỉnh thành ven biển, khu vực hạ lưu sông,... trong đó có tỉnh Đồng Nai [3-4,7]. Điều này đã trở thành thách thức hiện hữu đối với những nỗ lực xóa đói giảm nghèo, phát triển bền vững và các mục tiêu phát triển lâu dài, đòi hỏi những giải pháp ứng phó tương thích và hiệu quả [5-6]. Trong bài toán nghiên cứu BĐKH, cần thiết thực hiện những đánh giá chi tiết về xu thế biến đổi các yếu tố khí tượng thủy văn (nhiệt độ, lượng mưa, mực nước biển dâng,...) [1-2,9-10] - tạo cơ sở cho việc xây dựng các kịch bản BĐKH cũng như đánh giá tác động của BĐKH đến các ngành, các lĩnh vực.

Theo đó, nghiên cứu nhằm đánh giá xu thế biến đổi các yếu tố khí tượng thủy văn tại tỉnh Đồng Nai trên cơ sở chuỗi dữ liệu quan trắc trong khoảng 30 năm gần đây tại trạm Biên Hòa, Xuân Lộc, Trị An và Phú Hiệp - phục vụ các nghiên cứu về BĐKH tại địa phương, qua đó góp phần giảm nhẹ tác động và đảm bảo mục tiêu phát triển bền vững.

2. Phương pháp nghiên cứu

Các giai đoạn được xem xét, so sánh căn cứ vào giai đoạn nền 1986-2005 của Ủy ban Liên Chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC) [10], bao gồm:

(1) Giai đoạn 1986-2005: Giai đoạn nền cho kịch bản BĐKH trong báo cáo đánh giá lần thứ 5 (AR5) của IPCC (2013);

(2) Giai đoạn 10 năm gần đây;

(3) Giai đoạn tổng hợp.

2.1. Phương pháp thu thập tài liệu

Số liệu quan trắc các yếu tố khí tượng thủy văn tỉnh Đồng Nai trong khoảng 30 năm gần đây được thu thập từ Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ, do đó đảm bảo độ tin cậy của dữ liệu. Danh mục các số liệu thu thập được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Danh mục các trạm khí tượng thủy văn tỉnh Đồng Nai

STT	Trạm	Yếu tố khí tượng thủy văn		
		Nhiệt độ	Lượng mưa	Mực nước
1	Biên Hòa	1982-2013	1979-2013	1977-2013
2	Xuân Lộc	1986-2013	1980-2013	-
3	Trị An	1994-2013	1979-2013	-
4	Phú Hiệp	-	1991-2013	-

2.2. Phương pháp xử lý số liệu

Phần mềm Excel được sử dụng nhằm thống kê số liệu, tính toán xu thế, vẽ các đồ thị,... Xu thế biến đổi được biểu diễn theo hàm thời gian: $Y=a_0+a_1 X_t$; trong đó, Y: Là giá trị của hàm; X_t: Số thứ tự năm; a_0, a_1: Các hệ số hồi quy. Hệ số a_1 cho biết hướng dốc của đường hồi quy, thể hiện xu thế biến đổi tăng hay giảm theo thời gian. Nếu a mang dấu (+) nghĩa là lượng mưa tăng và ngược lại. Các hệ số a_0 và a_1 tính theo công thức:

$$a_0 = \bar{y} - a_1\bar{x}$$

$$a_1 = \frac{\sum_{t=1}^{n}\left(y_t-\bar{y}\right)x_t - \sum_{t=1}^{n}\left(y_t-\bar{y}\right)\bar{x}}{\sum_{t=1}^{n}\left(x_t-\bar{x}\right)x_t - \sum_{t=1}^{n}\left(x_t-\bar{x}\right)\bar{x}} = \frac{\sum_{t=1}^{n}\left(y_t-\bar{y}\right)\left(x_t-\bar{x}\right)}{\sum_{t=1}^{n}\left(x_t-\bar{x}\right)^2}$$

2.3. Phương pháp GIS kết hợp nội suy

Các bản đồ phân bố nhiệt độ, lượng mưa tại Đồng Nai được xây dựng qua 2 bước: (i) Nội suy không gian bằng phương pháp nội suy Kriging trong phần mềm Surfer 10.2 nhằm thể hiện sự phân bố nhiệt độ, lượng mưa tại khu vực nghiên cứu; (ii) Biên tập và hoàn thiện các bản đồ bằng phần mềm MapInfo 11.0.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Nhiệt độ

3.1.1. Đặc trưng nhiệt độ trung bình

Nhiệt độ trung bình năm của tỉnh Đồng Nai dao động trong khoảng 25-27°C (Bảng 2). Nhìn chung ở cả 3 trạm, nhiệt độ cao nhất rơi vào tháng 4, thấp nhất ở tháng 1, 12. Nhiệt độ trung bình giữa 2 mùa (mưa và khô) chênh lệch không đáng kể (<0,5°C).

Bảng 2. Nhiệt độ không khí trung bình tỉnh Đồng Nai giai đoạn 1982-2013 (°C)

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Năm
Biên Hòa	25,5	26,5	27,8	28,9	28,5	27,6	27,1	27,1	26,9	26,7	26,4	25,7	27,1
Xuân Lộc	24,4	25,5	26,9	27,9	27,3	26,4	25,9	25,8	25,7	25,6	25,3	24,5	25,9
Trị An	25,9	26,8	28,0	28,8	28,1	27,3	26,5	26,6	26,4	26,6	26,5	25,8	26,9

3.1.2. Xu thế biến đổi nhiệt độ không khí

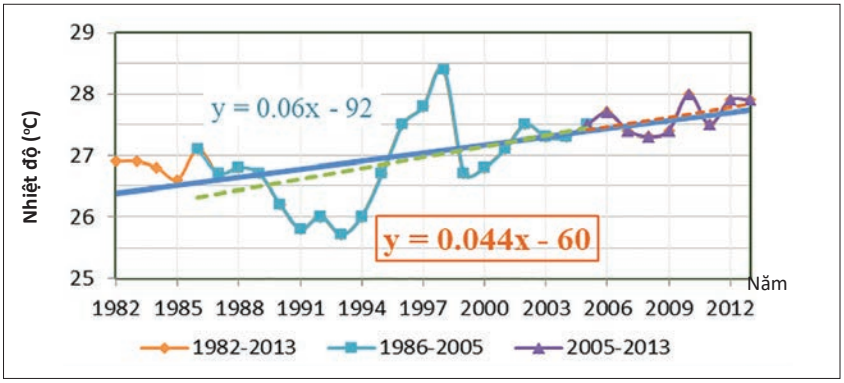
Trạm Biên Hòa (Hình 1): Giai đoạn 1982-2013, nhiệt độ có xu thế tăng với tốc độ khoảng 0,044°C/năm; trong đó, tốc độ tăng nhiệt độ giai đoạn 1986-2005 là 0,06°C; tiếp tục ghi nhận xu thế tăng trong những năm gần đây (2005-2013).

Trạm Xuân Lộc (Hình 2): Nhiệt độ trung bình có xu hướng tăng trong cả 3 giai đoạn 1986-2013, 1986-2005 và 2005-2013. Trong giai đoạn 1986-2013, tốc độ tăng nhiệt độ khoảng 0,025°C/năm.

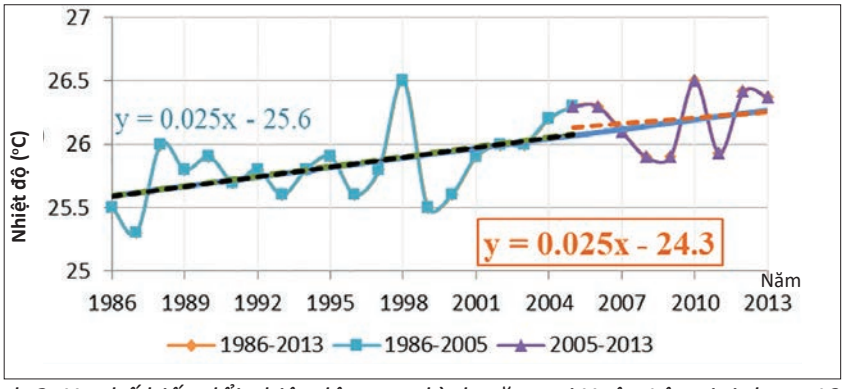
Trạm Trị An (Hình 3): Dữ liệu quan trắc từ năm 1994-2013 cho thấy nhiệt độ tại đây có xu thế tăng nhẹ (0,014°C/năm); nhiệt độ tiếp tục có xu hướng gia tăng trong khoảng 10 năm gần đây.

3.1.3. Biến đổi của nhiệt độ theo không gian

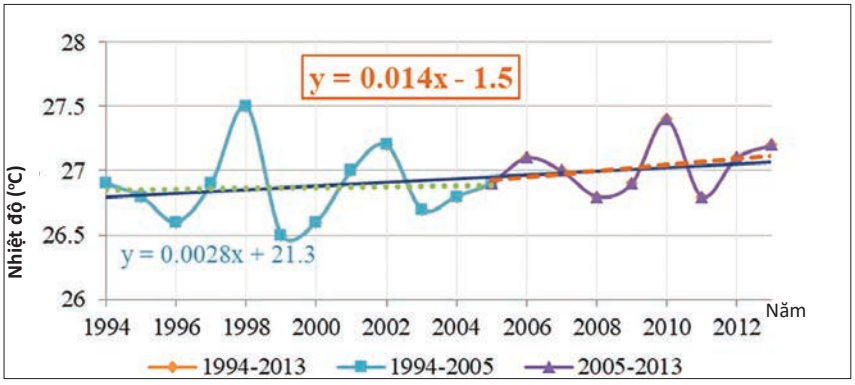
Phân bố theo không gian, nhiệt độ trung bình năm tại Đồng Nai giai đoạn 1986-2005 dao động từ 25,8-27,5°C; nhiệt độ thấp nhất thuộc khu vực phía Đông Bắc (Xuân Lộc, Cẩm Mỹ), phía đông huyện Tân Phú và Định Quán (25,8-26,5°C); nhiệt độ tăng dần về phía Tây (thành phố Biên Hòa, huyện Long Thành và Nhơn Trạch) (Hình 4); chênh lệch nhiệt độ giữa khu vực cao nhất và thấp nhất trong tỉnh vào khoảng 1,7°C.



Hình 1. Xu thế biến đổi nhiệt độ trung bình năm tại trạm Biên Hòa giai đoạn 1982-2013



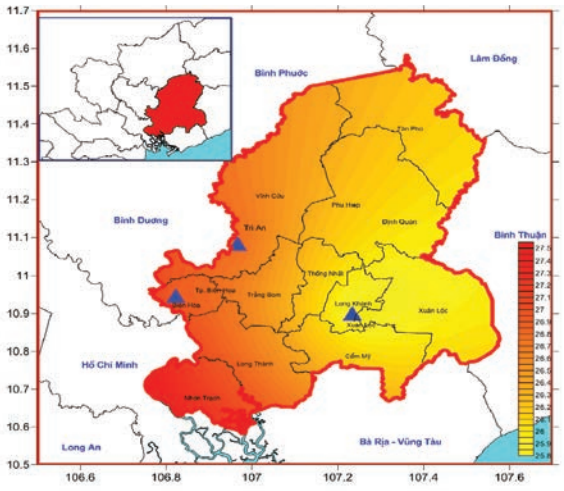
Hình 2. Xu thế biến đổi nhiệt độ trung bình năm tại Xuân Lộc giai đoạn 1986-2013



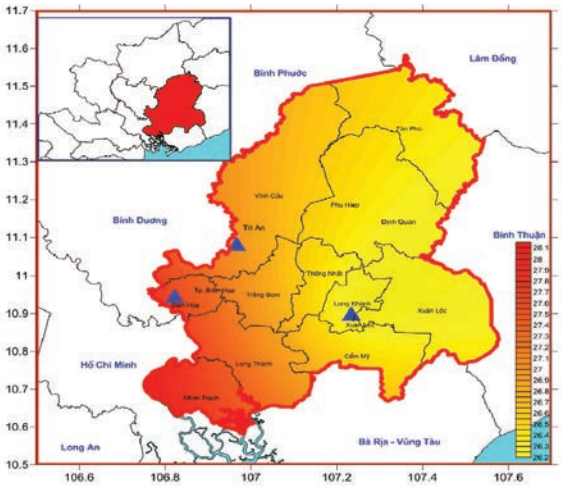
Hình 3. Xu thế biến đổi nhiệt độ trung bình năm tại Trị An giai đoạn 1994-2013

Phân bố nhiệt độ giai đoạn 2006-2013 (Hình 5) tương đối giống với giai đoạn 1986-2005. Nhiệt độ tăng cao hơn ở phía Tây và Tây Nam của tỉnh (27,5-28,1°C); giảm dần về hướng Đông (26,2-26,8°C). Chênh lệch nhiệt độ giữa khu vực cao nhất và thấp nhất vào khoảng 1,9°C.

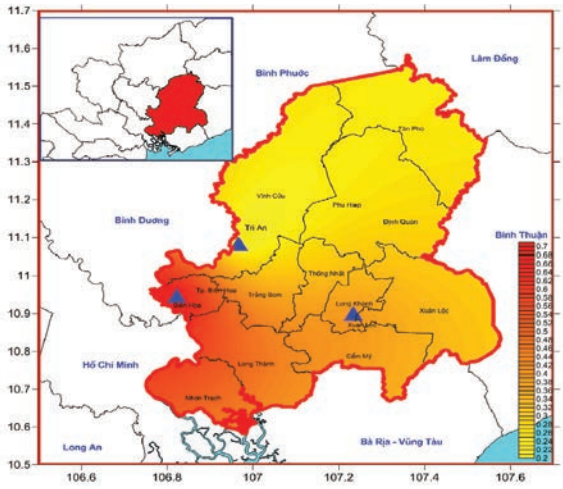
Phân bố theo không gian trên toàn tỉnh Đồng Nai, nhiệt độ có sự thay đổi đáng kể giữa giai đoạn 1986-2005 và 2006-2013 (Hình 6): Khu vực phía Tây có mức tăng nhiệt độ cao hơn so với các khu vực khác trong tỉnh, cao nhất là ở thành phố Biên Hòa (0,7°C), tiếp đến là khu vực huyện Nhơn Trạch, phía Tây huyện Long Thành (0,5-0,66°C); mức độ thay đổi nhiệt độ giảm dần về phía Đông và phía Bắc của tỉnh; thấp nhất là các huyện Vĩnh Cửu, Tân Phú, Định Quán (0,2-0,35°C). Như vậy, có thể thấy rằng trong tương lai nhiệt độ cao nhất vẫn có xu hướng tập trung ở khu vực thành phố Biên Hòa, huyện Long Thành và huyện Nhơn Trạch.



Hình 4. Phân bố nhiệt độ trung bình năm (°C) tại Đồng Nai giai đoạn 1986-2005



Hình 5. Phân bố nhiệt độ trung bình năm (°C) tại Đồng Nai giai đoạn 2006-2013



Hình 6. Phân bố chênh lệch nhiệt độ (°C) tại Đồng Nai giữa giai đoạn 1986-2005 và 2006-2013

3.2. Lượng mưa

3.2.1. Xu thế biến đổi lượng mưa

Xu thế biến đổi lượng mưa năm tại các trạm được trình bày ở Hình 7-10.

Tại ***trạm Biên Hòa*** (Hình 7): Lượng mưa năm giai đoạn 1979-2013 có xu thế gia tăng (8,6 mm/năm). Trong đó, giai đoạn 1986-2005 tăng 16,7 mm/năm, tuy nhiên, 10 năm gần đây ghi nhận xu thế giảm.

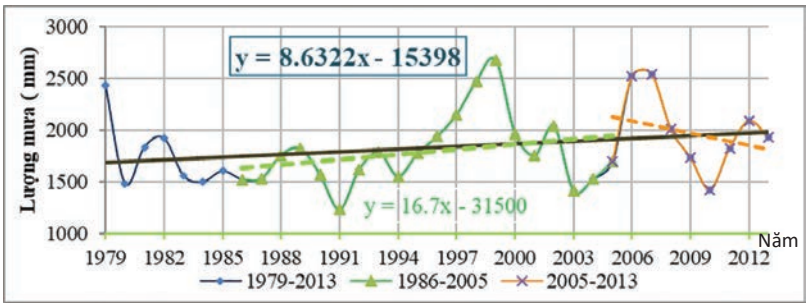
Tại ***trạm Xuân Lộc*** (Hình 8): Lượng mưa có xu hướng gia tăng trong cả 3 giai đoạn được xét. Trong đó, tốc độ gia tăng lượng mưa giai đoạn 1980-2013 và giai đoạn 1986-2005 lần lượt là 20,5 mm/năm và 14 mm/năm.

Tại ***trạm Trị An*** (Hình 9): Giai đoạn 1979-2013, lượng mưa có xu thế giảm với tốc độ 4,5 mm/năm. Giai đoạn 1986-2005, lượng mưa có xu hướng tăng (12,6 mm/năm) với hàm xu thế: *y=12,6x-23290*, sau đó ghi nhận xu thế giảm trong 10 năm gần đây.

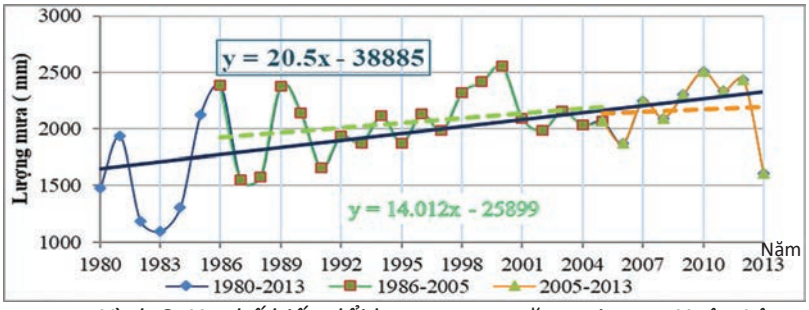
Tại ***trạm Phú Hiệp*** (Hình 10): Cả hai giai đoạn 1991-2013 và 1991-2005, lượng mưa đều có xu hướng tăng với tốc độ tăng tương ứng 17,4 mm/năm và 26,5 mm/năm. Nhưng 10 năm gần đây, lượng mưa lại có xu thế giảm.

3.2.2. Biến đổi lượng mưa theo không gian

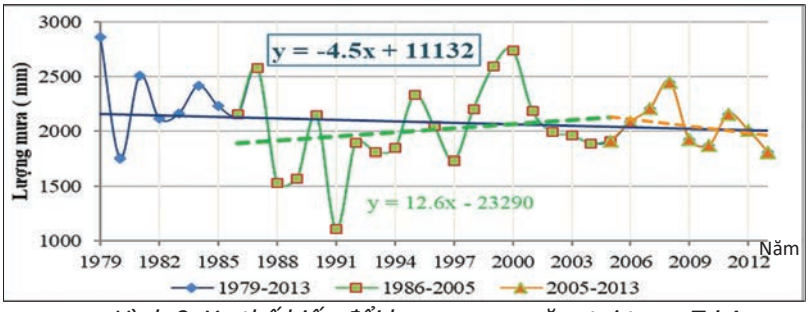
Để đánh giá sự thay đổi phân bố lượng mưa theo không gian, nghiên cứu thực hiện tính toán chênh lệch lượng mưa tại Đồng Nai trong thời kỳ nền 1986-2005 và khoảng 10 năm gần đây (2006-2013).



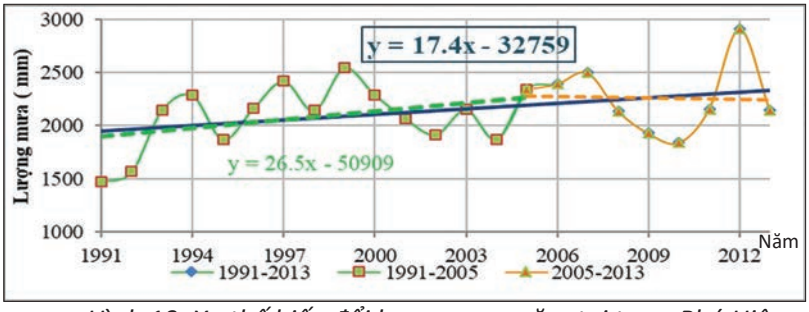
Hình 7. Xu thế biến đổi lượng mưa năm tại trạm Biên Hòa



Hình 8. Xu thế biến đổi lượng mưa năm tại trạm Xuân Lộc



Hình 9. Xu thế biến đổi lượng mưa năm tại trạm Trị An

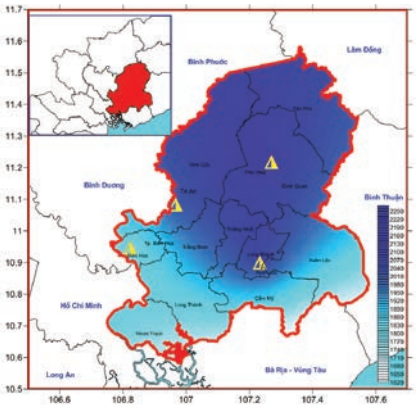


Hình 10. Xu thế biến đổi lượng mưa năm tại trạm Phú Hiệp

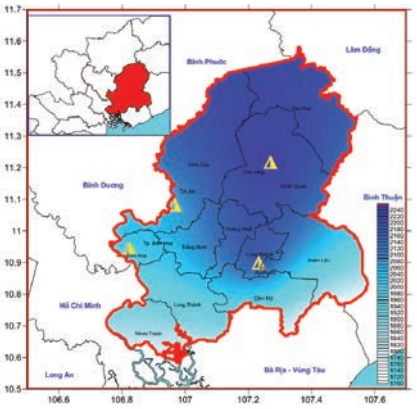
Lượng mưa năm trên toàn tỉnh Đồng Nai giai đoạn 1986-2005 dao động từ 1.620-2.250 mm; lượng mưa cao nhất phân bố ở phía Bắc - thuộc các huyện Vĩnh Cửu, Định Quán, Tân Phú; và có xu hướng giảm dần về phía Nam (Hình 11). Xu thế phân bố lượng mưa tương tự được ghi nhận trong giai đoạn 2006-2013 (Hình 12): Lượng mưa cao nhất thuộc khu vực huyện Tân Phú, Định Quán, Vĩnh Cửu (2.100-2.240 mm); thấp nhất thuộc huyện Nhơn Trạch (1.700-1.900 mm), phía Tây Nam huyện Xuân Lộc và huyện Cẩm Mỹ (1.800-1.900 mm).

Lượng mưa trong những năm gần đây so với giai đoạn nền 1986-2005 có sự thay đổi không đồng đều (Hình 13). Về cơ bản, lượng mưa giai đoạn 2006-2013 cao hơn 1986-2005. Tuy nhiên, các khu vực trong tỉnh có mức tăng khác nhau: Mưa lớn nhất thuộc thành phố Biên Hòa (tăng

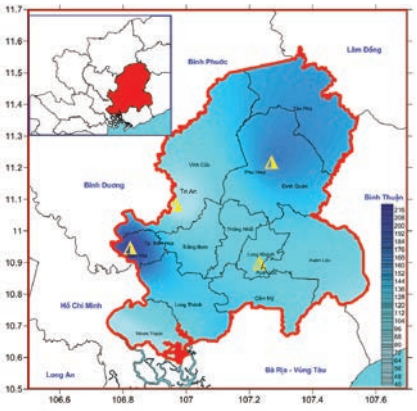
từ 190-216 mm); huyện Định Quán và Tân Phú có mức tăng từ 150-170 mm; phía Tây huyện Vĩnh Cửu, Tây Nam huyện Nhơn Trạch có mức tăng thấp nhất (50-80 mm).



Hình 11. Phân bố lượng mưa (mm) tại Đồng Nai giai đoạn 1986-2005



Hình 12. Phân bố lượng mưa (mm) tại Đồng Nai giai đoạn 2006-2013

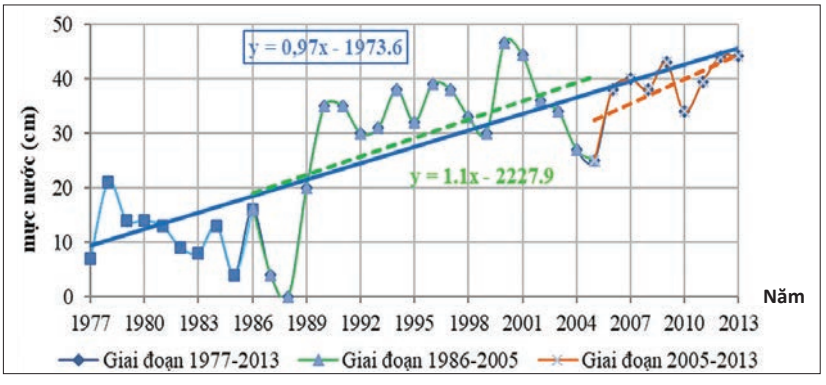


Hình 13. Chênh lệch lượng mưa (mm) tại Đồng Nai giai đoạn 2006-2013 so với giai đoạn 1986-2005

3.3. Mực nước

3.3.1. Xu thế biến đổi mực nước trung bình năm

Mực nước trung bình năm tại trạm Biên Hòa giai đoạn 1977-2013 có xu hướng tăng với tốc độ 0,97 cm/năm (Hình 14). Trong giai đoạn 1986-2005, ghi nhận xu thế tăng của mực nước (khoảng 1,1 cm/năm) và tiếp tục tăng trong những năm gần đây.

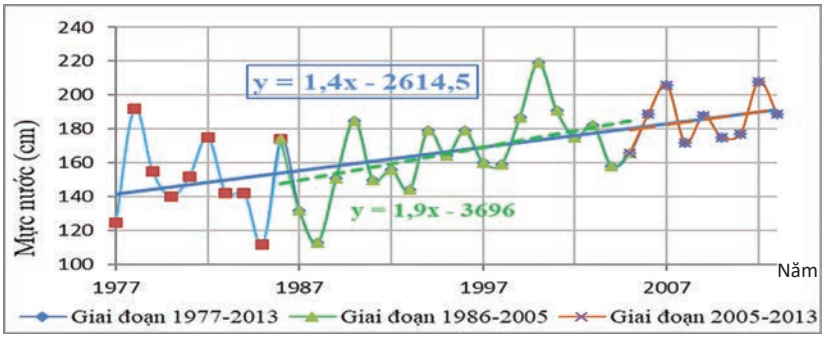


Hình 14. Xu thế biến đổi mực nước trung bình năm tại trạm Biên Hòa

3.3.2. Xu thế biến đổi mực nước cực đại

Xu thế mực nước trung bình thể hiện mức độ biến đổi chung về mực nước - phục vụ các nghiên cứu về khí hậu, thủy văn nhưng thường không mang nhiều ý nghĩa trong các nghiên cứu về môi trường - bởi các vấn đề môi trường (như ngập, hạn hán, xâm nhập mặn,...) thường song hành cùng với các thời điểm cực trị mực nước. Theo đó, yếu tố mực nước cực đại và cực tiểu cũng cần được quan tâm đánh giá.

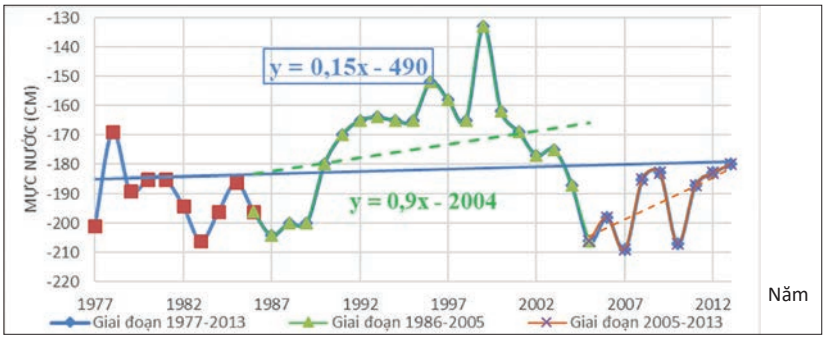
Hàm xu thế mực nước cực đại giai đoạn 1977-2013 tại trạm Biên Hòa có dạng *y= 1,4x-2614,5* - tương ứng với tốc độ tăng 1,4 cm/năm. Mực nước cực đại trung bình giai đoạn này là 160,2 cm (Hình 15). Giai đoạn 1986-2005: Mực nước cực đại có xu hướng tăng với tốc độ khoảng 1,9 cm/năm - cao hơn so với trung bình cả giai đoạn. Trong khoảng 10 năm gần đây, ghi nhận xu thế gia tăng mực nước cực đại tương đối tương đồng với toàn giai đoạn được xét.



Hình 15. Xu thế biến đổi của mực nước cực đại trạm Biên Hòa

3.3.3. Xu thế biến đổi mực nước cực tiểu

Mực nước cực tiểu giai đoạn 1977-2013 có xu hướng tăng khoảng 0,15 cm/năm (Hình 16). Giai đoạn 1986-2005 ghi nhận xu thế tăng nhanh hơn (0,9 cm/năm). Mực nước thấp nhất giai đoạn 1977-2013 là -209 cm, xuất hiện vào ngày 2/7/2007.



Hình 16. Xu thế biến đổi của mực nước cực tiểu tại trạm Biên Hòa

4. Kết luận

Nhiệt độ tỉnh Đồng Nai phân bố không đều giữa các khu vực trong tỉnh - nhiệt độ cao ở khu vực phía Tây Nam và giảm dần về phía Đông Bắc. Trong bối cảnh BĐKH, nhiệt độ có xu hướng gia tăng (0,014-0,044°C/năm tại các trạm quan trắc). Trong tương lai, nhiệt độ cao nhất có thể vẫn tập trung ở khu vực thành phố Biên Hòa, huyện Long Thành và huyện Nhơn Trạch. Lượng mưa năm tại các trạm quan trắc dao động từ 1.832-2.140 mm. Lượng mưa có xu thế tăng tại Biên Hòa (8,6 mm/năm), Xuân Lộc (20,5 mm/năm) và Phú Hiệp (17,4 mm/năm); giảm tại trạm Trị An (-4,5 mm/năm). Về mực nước, trong giai đoạn 1977-2013, mực nước cực đại có tốc độ tăng nhanh nhất (1,4 cm/năm), tiếp đến là mực nước trung bình (0,97 cm/năm) và mực nước cực tiểu (0,15 cm/năm). Các kết quả nghiên cứu phần nào cho thấy dấu hiệu BĐKH tại khu vực nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2009), *Kịch bản Biến đổi khí hậu và Nước biển dâng cho Việt Nam*, Hà Nội.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012), *Kịch bản Biến đổi khí hậu và Nước biển dâng cho Việt Nam*, Hà Nội.
3. Trần Thọ Đạt và Vũ Thị Hoài Thu (2012), *Biến đổi khí hậu và sinh kế ven biển*, NXB Giao thông vận tải, Hà Nội.
4. Hà Hải Dương (2014), *Nghiên cứu đánh giá tính dễ bị tổn thương do biến đổi khí hậu đối với sản xuất nông nghiệp. Áp dụng thí điểm cho một số tỉnh vùng đồng bằng sông Hồng*, Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.
5. Đỗ Thị Ngọc Hoa (2013), *Đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ đến kinh tế - xã hội lưu vực sông Thu Bồn trong bối cảnh biến đổi khí hậu*, Luận văn Thạc sĩ, Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội.
6. Oxfam tại Việt Nam (2008), *Việt Nam: Biến đổi khí hậu, sự thích ứng và người nghèo*.
7. Nguyễn Kỳ Phùng (2012), *Biến đổi khí hậu và tác động đến Thành phố Hồ Chí Minh*, NXB Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
8. IPCC, 2001, Climate Change (2001), *Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [McCarthy*, J.J., O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken, and K.S. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1031 pp.
9. IPCC, Climate Change (2007), S*ynthesis Report - Summary for Policymakers, Assessment of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the IPCC*, Cambridge University Press.
10. IPCC (2014), *Climate Change: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC, Geneva, Switzerland.
11. Khordagui, H. (2007), *Climate change in ESCWA region: Reasons for concern, Proceedings of an Expert Group Meeting on Trade and Environment Priorities in the Arab Region*. Cairo, Egypt, 11-13 November
12. World Bank (2010), *Climate Risks and Adaptation in Asian Coastal Mega cities*, A Synthesis Report

TRENDS OF SOME HYDROMETEOROLOGY FACTORS IN DONG NAI PROVINCE

Nguyen Ky Phung[(1)], Le Thi Phung[(2)], Huynh Luu Trung Phung[(1)], Tran Xuan Hoang[(3)], Le Ngoc Tuan[(4)]

[(1)]Department Of Science And Technology Ho Chi Minh City
[(2)]Ho Chi Minh City University of Natural Resources and Environment
[(3)]Institute of Meteorology Hydrology Oceanology and Environment
[(4)]University of Science - Viet Nam National University Ho Chi Minh City

Abstract: *Climate change has been taking place on a global scale and is a big challenge for humanity, manifested by temperature increase, precipitation change, and sea level rise, etc. By data collecting and processing, statistics, and trend analysis, etc. updating and assessing changes in temperature, precipitation, and water level for 3 recent decades in Dong Nai province were carried out. Results showed that the average temperature at monitoring stations (Bien Hoa, Xuan Loc, Tri An) tends to increase at a rate of about 0.01-0.04°C/year. Trends of precipitation are very different among monitoring stations: increase at Bien Hoa, Phu Hiep, Xuan Loc stations (8.6, 17.4, and 24.5 mm/year, respectively) but decrease at Tri An station*

(-4.5 mm/year). Besides, trends of maximum, average, and minimum water levels all increase (in the range of 0.15-1.4 cm/year among the stations). Trends of some hydrometeorology factors thereby partly show the effect of climate change in the investigated area.

Keywords: *Climate change, temperature, precipitation, water level.*

VAI TRÒ CỦA TRI THỨC BẢN ĐỊA TRONG THÍCH ỨNG VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Vũ Văn Cương[1], Trần Thục[2]
[1]Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Lai Châu
[2]Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài 27/4/2017; ngày chuyển phản biện 11/5/2017; ngày chấp nhận đăng 14/6/2017

Tóm tắt: *Tri thức bản địa là một thành tố văn hóa quan trọng trong cộng đồng các dân tộc thiểu số, được người dân không ngừng sáng tạo, bồi đắp và trao truyền tiếp nối giữa các thế hệ thông qua hoạt động sản xuất, ứng xử với tự nhiên và các quan hệ xã hội trong cộng đồng. Bài báo này phân tích vai trò quan trọng của tri thức bản địa đối với cuộc sống người dân địa phương và việc kết hợp giữa tri thức bản địa với các kiến thức khoa học công nghệ trong thích ứng với biến đổi khí hậu ở cấp cộng đồng của các dân tộc thiểu số.*

Từ khóa: *Tri thức bản địa, thích ứng, biến đổi khí hậu, dân tộc thiểu số.*

1. Mở đầu

Biến đổi khí hậu (BĐKH) với biểu hiện là sự gia tăng nhiệt độ, mực nước biển dâng và thời tiết cực đoan, đang đe dọa nghiêm trọng những thành tựu phát triển kinh tế - xã hội và môi trường ở vùng ven biển, hải đảo, miền núi của các quốc gia. Người nghèo, người già và trẻ em là những đối tượng dễ bị tổn thương bởi tác động của BĐKH. Tính từ năm 2001-2010, ở Việt Nam các loại thiên tai như: Bão, lũ, lũ quét, sạt lở đất, úng ngập, hạn hán, xâm nhập mặn và các thiên tai khác đã làm thiệt hại đáng kể về người và tài sản, đã làm chết và mất tích hơn 9.500 người, giá trị thiệt hại về tài sản ước tính chiếm khoảng 1,5% GDP/năm [1]. Vấn đề BĐKH mang tính toàn cầu, để đối phó tác động của BĐKH đòi hỏi sự hợp tác, chia sẻ trách nhiệm của tất cả các quốc gia ở các khu vực trên thế giới. Bên cạnh việc thực hiện đầy đủ các cam kết quốc tế, Việt Nam đã xây dựng nhiều chính sách ứng phó với BĐKH. Một trong những mục tiêu của chiến lược quốc gia về BĐKH là xây dựng cộng đồng ứng phó hiệu quả với BĐKH, trong đó đẩy mạnh *"sử dụng kiến thức bản địa trong ứng phó với BĐKH, đặc biệt trong xây dựng các sinh kế mới theo hướng các-bon thấp"* [1]. Trong khi các giải pháp thích ứng dựa trên cơ sở khoa học hiện đại chưa sẵn có hoặc khó áp dụng cho cộng đồng địa phương, thì tri thức bản địa là cơ sở quý giá cho việc phát triển các chiến lược thích ứng và quản lý tài nguyên thiên nhiên ở cấp cộng đồng để thích ứng với sự thay đổi của môi trường và những thay đổi khác [10]. Xa hơn nữa, nếu áp dụng đầy đủ tri thức bản địa kết hợp với công nghệ và kỹ thuật hiện đại sẽ giúp các quốc gia trên thế giới hàng năm tiết kiệm nguồn kinh phí rất lớn [8].

2. Giá trị của tri thức bản địa

Hiện nay, có rất nhiều định nghĩa về tri thức bản địa. Tổ chức giáo dục, khoa học và văn hóa của Liên Hợp Quốc (UNESCO) cho rằng tri thức bản địa là những kiến thức địa phương thuộc về một nền văn hóa hay xã hội cụ thể. Các tên khác của tri thức bản địa bao gồm: "kiến thức địa phương", "tri thức dân gian" hay "khoa học truyền thống". Những kiến thức này được truyền từ thế hệ này sang thế hệ khác, thường là bằng cách truyền miệng và các nghi lễ văn hóa. Tri thức bản địa là cơ sở cho sản xuất nông nghiệp, chế biến thực phẩm, chăm sóc sức khỏe, giáo dục, bảo tồn và hàng loạt các hoạt động khác để duy trì bền vững xã hội [17].

Từ định nghĩa cho thấy, đặc trưng của tri thức bản địa bao gồm: (i) Tính địa phương - phản ánh nhận thức, hiểu biết của người dân về môi trường tự nhiên, hệ sinh thái ở một khu vực, lãnh thổ cụ thể; (ii) Tính thực tiễn - tri thức bản địa được rất nhiều thế hệ người dân trong cộng đồng hình thành đúc kết qua hàng nghìn năm bằng các phép thử "đúng" và "sai" trong

các thực hành sản xuất, ứng xử với môi trường tự nhiên; (iii) Tính năng động cao - do sáng tạo trong thực tiễn cuộc sống nên tri thức bản địa không ngừng được bổ sung, hoàn thiện để đáp ứng với sự thay đổi của môi trường; (iv) Tính truyền miệng - tri thức bản địa được lưu giữ trong trí nhớ, trong văn hóa, tín ngưỡng nên việc lưu truyền, phổ biến cho các thế hệ trong cộng đồng chủ yếu thông qua truyền miệng.

Khi nghiên cứu về tri thức bản địa phần lớn các tác giả đều chia nội dung hệ thống thông tin tri thức bản địa thành các nhóm chính gồm: (i) Tri thức bản địa trong sử dụng, bảo vệ và quản lý tài nguyên môi trường; (ii) Tri thức bản địa trong sản xuất nông nghiệp; (iii) Tri thức bản địa về nghề thủ công; (iv) Tri thức bản địa về chăm sóc sức khỏe cộng đồng; (v) Tri thức bản địa trong tổ chức quản lý cộng đồng [3,5].

Sự phát triển của khoa học hiện đại đã giúp nhân loại giải quyết khá thành công các vấn đề đói nghèo, dịch bệnh, an ninh lương thực và các vấn đề môi trường. Với thực tế đó, nhiều nghiên cứu của các học giả phương Tây đã không dành sự tôn trọng đúng mực đối với hệ thống tri thức bản địa và đề cao tuyệt đối các tri thức khoa học, cho rằng các tri thức khoa học và công nghệ có thể cung cấp câu trả lời cho mọi vấn đề [4]. Tuy nhiên, các quốc gia đang phát triển không phải lúc nào cũng có đủ nguồn lực, điều kiện nhằm tạo ra môi trường thuận lợi cho ứng dụng khoa học, công nghệ hiện đại để giải quyết vấn đề kinh tế - xã hội và môi trường ở cấp quốc gia và cấp địa phương. Trong cuộc cách mạng xanh ở Ấn Độ giai đoạn 1960-1970, các nhà lãnh đạo với quan điểm tuyệt đối hóa vai trò của tri thức phương Tây, đã hạ thấp hoặc thậm chí bỏ qua vai trò, giá trị của tri thức bản địa, không nghiên cứu đầy đủ yếu tố xã hội và sinh thái đặc thù; đã tiến hành sử dụng phân bón, các loại máy móc làm đất, các loại hạt giống năng suất cao. Kết quả để lại hậu quả nghiêm trọng như cạn kiệt tài nguyên, suy giảm chất lượng đất và tình trạng thiếu hụt lương thực do sản xuất cây trồng không phải là cây lương thực [9]. Sự thiếu tôn trọng tri thức bản địa không chỉ xuất hiện ở các nước đang phát triển, mà còn có cả các quốc gia phát triển, một trong số đó là dự án chuyển đổi cây trồng ở Hoa Kỳ những năm 1940 và 1950 với chủ trương xóa bỏ mô hình xen canh chuyển sang mô hình đơn canh. Kết quả các mô hình đơn canh mặc dù cho năng suất cao nhưng gặp nhiều dịch bệnh và trên quy mô lớn dẫn đến việc mất trắng ở một số loại cây trồng [9]. Dưới áp lực của cuộc sống, quá trình đô thị hóa nhanh và những đánh giá thiếu khách quan đã làm tri thức bản địa đang dần bị mai một ngay trong cộng đồng các dân tộc thiểu số ở các khu vực trên thế giới [8].

Một số chương trình, dự án phát triển kinh tế - xã hội cho vùng miền núi, vùng sâu và vùng xa ở Việt Nam đã không thành công như kỳ vọng, bởi quá trình xây dựng nội dung dự án chưa xem xét hết tính đa dạng văn hóa của các tộc người và thường chỉ đưa ra một khuân mẫu chung cho tất cả các dự án nên không phải lúc nào cũng phù hợp và thành công [14]. Một số ví dụ cụ thể là: Chương trình hỗ trợ máy tuốt lúa, máy làm đất cho người dân vùng cao đã không tiến hành khảo sát, đánh giá cụ thể điều kiện địa hình cư trú phân tán của người dân, địa hình sản xuất ruộng bậc thang độ dốc lớn, diện tích sản xuất các hộ gia đình nhỏ lẻ, phân tán. Do vậy khi được hỗ trợ máy tuốt lúa, máy làm đất, người dân đã rất khó di chuyển từ bản này sang bản khác, từ nhà ra ruộng, vì thế đã không phát huy hiệu quả mục tiêu hỗ trợ, thậm chí máy được hỗ trợ đã không được sử dụng. Một số dự án đầu tư xây dựng hệ thống cấp nước sinh hoạt cho người dân tại các bản vùng cao, vì một số lý do nào đó đã không tiếp thu ý kiến người dân địa phương trong lựa chọn nguồn nước, dẫn đến một số công trình hoàn thành sau thời gian bàn giao sử dụng đã không phát huy được mục đích ban đầu của dự án do nguồn nước cấp không ổn định. Đây là những trường hợp điển hình và những trả giá về kinh tế - xã hội đối với các dự án phát triển kinh tế - xã hội không coi trọng tri thức bản địa của cộng đồng nơi dự án được triển khai.

Lịch sử phát triển cho thấy đa số cộng đồng dân tộc thiểu số đều lấy tri thức bản địa làm công cụ, phương tiện nhận thức môi trường tự nhiên, xã hội và là cơ sở duy nhất để tồn tại [2]. Những phương thức sản xuất ruộng bậc thang, bảo vệ rừng bằng tín ngưỡng, các bài thuốc cổ

truyền của cộng đồng dân tộc thiểu số là những bằng chứng sát thực về vai trò, giá trị to lớn của tri thức bản địa đang được các dân tộc lưu giữ và phát triển.

3. Tri thức bản địa trong thích ứng với biến đổi khí hậu

Cộng đồng các dân tộc thiểu số đa phần là người nghèo, sinh kế chủ yếu dựa vào tự nhiên nên họ là những đối tượng dễ bị tổn thương nhất trước những tác động của BĐKH. Hơn nữa, khi những tác động, rủi ro xảy ra, họ cũng chính là chủ thể chính tự giải quyết các tổn thương, thiệt hại. Tuy nhiên, một số tổ chức, cộng đồng khoa học cho rằng tri thức bản địa không đủ khả năng giải quyết những thách thức phức tạp nổi lên từ BĐKH mà xã hội và cộng đồng đang phải đối mặt [11]. Chúng ta đang có cơ hội rất lớn để kết hợp khoa học, công nghệ với tri thức bản địa để đối phó với BĐKH [8], việc nâng cao năng lực thích ứng cho cộng đồng, cho người dân bằng việc sử dụng tri thức bản địa được coi là giải pháp nội sinh bên cạnh các giải pháp khoa học và công nghệ. Các giải pháp khoa học hiện đại đòi hỏi những điều kiện về nguồn lực, kinh tế, trình độ nhân lực rất lớn, đây là những điều kiện rất khó khăn đối với địa phương, cộng đồng. Sử dụng tri thức bản địa, được coi là cơ sở quan trọng cho việc phát triển các chiến lược thích ứng và quản lý tài nguyên thiên nhiên để đáp ứng với sự thay đổi của môi trường [10]. Vì vậy, cách tiếp cận thích ứng với BĐKH dựa vào tri thức bản địa đã được nhiều học giả nước ngoài quan tâm nghiên cứu ở một số khía cạnh như: Nhận thức và thích ứng với BĐKH của người dân.

Nhận thức và hiểu biết về BĐKH của người dân trồng táo vùng núi bang Himachal Pradesh vùng Tây Bắc Ấn Độ trong quá trình trồng, chăm sóc và thu hoạch táo đã cảm nhận, cho rằng năng suất táo giảm rõ rệt do những thay đổi của thời gian bắt đầu và kết thúc của tuyết rơi, cũng như lượng tuyết rơi trong năm [13]. Nông dân vùng Great Ruaha Catchment Area, TanZania, thông qua hoạt động sản xuất, đã nhận biết được lượng mưa giảm và nhiệt độ tăng theo các năm, kết luận này tương đồng với số liệu quan trắc khí tượng thủy văn trong vùng; người dân còn cảm nhận được mùa mưa đến sớm hay đến muộn và lượng mưa một năm ít hay nhiều [14]. Tri thức bản địa trong đoán định thời tiết của người dân Makueni ở Kenya được thể hiện qua việc quan sát những thay đổi, di cư của động vật, chẳng hạn "quan sát sự di cư và hướng di cư của một loài chim và loài ong" báo hiệu sự khô hạn, hoặc quan sát tiếng kêu của côn trùng, sự di cư và hướng di cư của loài ong, sự biến mất của loài chim và sự di cư của loài chim [7].

Trong hoạt động thích ứng và giảm thiểu những thiệt hại do thời tiết cực đoan và thiên tai gây ra, người dân ở địa phương đã sử dụng nhiều giải pháp thích ứng bản địa khá phong phú chẳng hạn: Sử dụng các giống lúa, giống mạch sinh trưởng ngắn ngày, chống chịu khô hạn và trồng xen nhiều loại cây trên cùng một diện tích canh tác (trồng xen cây mạch, đậu tương, khoai tây). Cách thức này ít tốn kém nhưng hiệu quả khá lớn, giúp đảm bảo thu nhập trước những thay đổi khắc nhiệt của thời tiết [14]. Người dân vùng Tây Bắc Băngladesh đã áp dụng nhiều loại cây trồng thay vì sử dụng một hai loại cây trồng trên mảnh ruộng của mình; lựa chọn các giống cây trồng sinh trưởng và thu hoạch ngắn ngày để thay đổi thời gian trồng, thời gian thu hoạch tránh tác động của mưa lớn, lũ, và bão [15]. Phương án sử dụng cây trồng ngắn ngày, cây trồng chịu khô hạn cũng được người dân Shel châu Phi áp dụng để thích ứng với thời tiết khô hạn [6]. Giải pháp thích ứng với BĐKH của người nông dân ở Nigeria là chủ động sử dụng biện pháp đa dạng hóa cây trồng trong sản xuất; thay đổi thời vụ trồng; sử dụng kỹ thuật canh tác tối thiểu; thực hành kỹ thuật nông lâm kết hợp [12].

Ở Việt Nam, vùng dân tộc thiểu số chiếm khoảng 3/4 diện tích tự nhiên, có 53 dân tộc thiểu số trong tổng số 54 các dân tộc của Việt Nam. Mỗi dân tộc thiểu số đang lưu giữ những nét văn hóa, truyền thống đặc sắc và hệ thống tri thức bản địa phong phú. Một số tri thức bản địa đã được sự quan tâm nghiên cứu và tiếp cận ở những khía cạnh khác nhau như: Tri thức bản địa trong quản lý tài nguyên rừng và nguồn nước; tri thức bản địa trong sản xuất nông nghiệp; tri thức bản địa về chăm sóc sức khỏe cộng đồng,...

Một điều được chấp nhận rộng rãi là BĐKH có thể làm cho lũ lụt và hạn hán trầm trọng hơn. Tri thức bản địa, vì thế, có thể được áp dụng để giảm thiểu những tác động bất lợi đó [3]. Một ưu điểm nữa là tri thức bản địa không mâu thuẫn với kiến thức hiện đại, mà bổ sung cho kiến thức hiện đại nhằm bảo đảm sự phát triển hiệu quả, bền vững và phù hợp với văn hóa của người dân địa phương [5]. Do vậy, trong thời gian gần đây, tri thức bản địa về ứng phó với BĐKH cũng đã nhận được nhiều quan tâm nghiên cứu, song đây là một vấn đề mới nên các nghiên cứu về lĩnh vực này ở Việt Nam chỉ ở bước đầu.

Đã có một số thành quả tiêu biểu trong kết hợp giữa tri thức bản địa với khoa học, công nghệ hiện đại để tạo sinh kế bền vững cho các cộng đồng dân tộc thiểu số, đặc biệt trong lĩnh vực khai thác, phát triển bền vững tài nguyên rừng, đảm bảo an ninh lương thực cho người dân trước thực trạng khô hạn, lũ lụt, cực đoan thời tiết do BĐKH gây ra. Một số kết quả có thể được kể đến, bao gồm:

Người dân tộc Dao ở vùng cao huyện Sìn Hồ, Lai Châu đã thương mại hóa bài thuốc tắm truyền thống bằng lá thuốc được khai thác từ rừng tự nhiên, điều này đã làm vượt quá khả năng cung cấp của rừng tự nhiên. Trong ba năm trở lại đây, nhờ ứng dụng khoa học, kỹ thuật trong nhân giống cây bằng phương pháp giâm cành, một số cây thuốc chính trong bài thuốc tắm đã được trồng tại một số hộ gia đình, qua đó tài nguyên rừng được bảo vệ và phát triển bền vững. Việc phát triển sản phẩm cây "Dưa mèo" trước đây chủ yếu là gieo trồng cho cây phát triển tự nhiên trong các nương ngô, vì thế có năng suất thấp, chất lượng không cao và dễ thất thu do thiên tai. Nhờ được hỗ trợ ứng dụng khoa học đã chuẩn hóa quy trình kỹ thuật bảo quản, lựa chọn giống, gieo trồng và canh tác nên năng suất và chất lượng được nâng cao và vì thế thu nhập của người dân được cao hơn. Sự kết hợp tri thức bản địa với khoa học kỹ thuật hiện đại, ngoài việc thích ứng hiệu quả với BĐKH, còn tạo nên những sản phẩm hàng hóa thương mại đặc trưng cho địa phương. Ví dụ, việc ứng dụng khoa học kỹ thuật phục tráng giống lúa bản địa thành công như: Giống lúa chất lượng cao Khẩu Ký, nếp Co Giàng của người dân tộc thiểu số ở huyện Tân Uyên, Lai Châu; giống lúa Tẻ Râu của người dân tộc thiểu số huyện Phong Thổ, Lai Châu. Đến nay, quy mô diện tích của các giống lúa đặc sản bản địa được duy trì, mở rộng và trở thành sản phẩm đặc trưng của vùng.

Như vậy, việc sử dụng tri thức bản địa kết hợp với khoa học, công nghệ là giải pháp hiệu quả trong các dự án phát triển cộng đồng nói chung và trong các dự án thích ứng với BĐKH nói riêng. Ưu điểm của giải pháp này là có chi phí thấp do nguyên vật liệu, phương tiện có sẵn tại địa phương và ít phụ thuộc bên ngoài cộng đồng. Trong khi đó, những kiến thức hiện đại được du nhập từ bên ngoài thường là mới lạ với người dân, chi phí cao, nguồn cung thường không ổn định. Hơn nữa, tri thức bản địa được hình thành từ việc đúc kết các hoạt động thực tiễn, dựa trên điều kiện nguồn lực sẵn có tại địa phương, nên tri thức bản địa rất quen thuộc với phong tục, tập quán của người dân và vì thế người dân có thể hiểu, nắm bắt và thực hành kiến thức đó dễ dàng hơn.

Bên cạnh những giá trị của tri thức bản địa trong thích ứng với BĐKH đã nêu trên, cũng cần phải thừa nhận rằng tri thức bản địa không thể giải quyết tất cả các vấn đề và thách thức do BĐKH gây ra. Bởi lẽ, tri thức bản địa phản ánh các giá trị văn hóa và kiến thức của người dân địa phương trong một không gian địa lý cụ thể. Điều này có nghĩa rằng việc nhân rộng tri thức bản địa của một vùng này sang vùng khác cần thiết phải qua phân tích và thử nghiệm sự phù hợp [11]. Hơn nữa, tri thức bản địa là kinh nghiệm ứng phó với những cực đoan khí hậu đã xảy ra trong quá khứ. Trong khi đó, BĐKH có thể làm gia tăng cực đoan khí hậu và có những tác động khác chưa từng xảy ra trong quá khứ. Do vậy, nếu chỉ sử dụng tri thức bản địa để thích ứng với BĐKH là chưa đủ, mà cần thiết phải kết hợp tri thức bản địa với khoa học, công nghệ hiện đại.

4. Kết luận

BĐKH có những tác động bất lợi đến các ngành và các lĩnh vực kinh tế - xã hội. Nhiều giải pháp thích ứng với BĐKH đã được ghi nhận và đánh giá cao. Các giải pháp được đưa

ra phụ thuộc vào phạm vi và mức độ tác động của BĐKH, điều kiện và nguồn lực của từng lĩnh vực và từng vùng. Quá trình tồn tại, phát triển, các cộng đồng dân tộc thiểu số luôn sử dụng tri thức bản địa như là công cụ, phương tiện trong sản xuất, quản lý cộng đồng và ứng xử với môi trường tự nhiên. Đặc biệt, tri thức bản địa luôn được điều chỉnh, bổ sung và hoàn thiện khi điều kiện, hoàn cảnh môi trường thay đổi làm cho tri thức bản địa có giá trị lớn đối với thích ứng với BĐKH và xây dựng năng lực phục hồi cho cộng đồng. Ở cấp độ địa phương, cộng đồng dân tộc một trong những giải pháp để xây dựng một cộng đồng thích ứng hiệu quả với BĐKH là sử dụng tri thức bản địa của cộng đồng địa phương. Do vậy, trong quá trình xây dựng kế hoạch thích ứng với BĐKH cho cấp cộng đồng, cần thiết phải chú trọng đến những kinh nghiệm của cộng đồng; đánh giá, lựa chọn và sử dụng những tri thức bản địa có giá trị trong thích với BĐKH để làm nguồn lực nội sinh của cộng đồng; kết hợp kiến thức bản địa với khoa học hiện đại để nâng cao năng lực của cộng đồng trong thích ứng hiệu quả với BĐKH.

Tài liệu tham khảo

1. Chính phủ Việt Nam (2011), *Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu, Quyết định 2139/QĐ-TTg ngày 03/12/2011.*
2. Đặng Văn Bài (2013), *Bảo tồn di sản văn hóa trong bối cảnh biến đổi khí hậu,* NXB Khoa học xã hội, Hà Nội.
3. Hoàng Hữu Bình (2006), *Những tác động của yếu tố văn hóa - xã hội trong quản lý nhà nước đối với tài nguyên, môi trường trong quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa*, NXB Lý luận chính trị.
4. Lâm Bá Nam (2010), *Khai thác tri thức địa phương các dân tộc thiểu số phục vụ phát triển bền vững - tiếp cận nhân học, Hội thảo quốc tế bảo tồn, phát huy bản sắc văn hóa dân tộc phục vụ phát triển bền vững,* Trường Đại học Khoa học Xã hội và Nhân văn - Đại học Quốc gia Hà Nội.
5. Hoàng Xuân Tý và nnk (1998), *Kiến thức bản địa của người vùng cao trong nông nghiệp và quản lý tài nguyên thiên nhiên*, NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
6. A. Nyong, F Adensina, B. Osman Elasha (2007), *The value of indigenous knowledge in climate change mitigation and adaptation strategies in the African Sahel,Mitig Adapt Strateg Glob Change (2007) 12:787-797.*
7. Chinwe Ifejika Speranza và nnk (2009), *Indigenous knowledge related to climate variability and change: insights from droughts in semi-arid areas of former Makueni District, Kenya, Climate change (2010).*
8. Clarence Alexander và nnk (2011), *Linking indigenous and scientific knowledge of climate change,https://academic.oup.com/bioscience/article/61/6/477/225035.*
9. Gupta, A (1998), *Postcolonial Developments: Agriculture in the Making of modern India*. Duke University Press.
10. IPCC (2007), *Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability.*
11. MoSTE (2015), *Indigenous and local knowledge and practices for climate change Ris management in development,* Ministry of Science, Technology and Environment (MoSTE), Kathmandu, Nepal.
12. Mustapha Bello, Salau E.S, O. E. Galadimal & Ali I. (2013), Knowledge, perception and adaptation strategies to climate change among framers of central state *Nigeria, www.ccsenet.org, Sustainable Agriculture Research, Vol. 2, No. 3; 2013.*
13. Neeraj Vedwan (2006), *Culture, climate and the environment: Local knowledge and perception of climate change among apple growers in Northwestern India, Journal of Ecological Anthropology, vol.10.*
14. Richar Kangalawe, Shadrack Mwakalila, Petro Masolwa (2011), *Climate change impacts, local*

knowledge and coping strategies in the Great Ruaha River catchment area, Tanzania, http://www.SciRP.org/Journal/nr.

15. Sawon Istiak Anik, Mohammed Abu Sayed Arfin Khan (2011), C*limate change adaptation through local knowledge in the north eastern region of Bangladesh,Mitig Adapt Strateg Glob Change (2012) 17:879-896.*
16. Scott, J. (1998), *The Development of indigenous knowledge: A new applied Anthropology: Yale Unversity Press.*
17. UNESCO (2010), *Indigenous knowledge and sustainability, http://www.unesco.org/education/tlsf/mods/theme_c/mod11.html.*

INDIGENOUS KNOWLEDGE IN ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE

Vu Van Cuong[(1)], Tran Thuc[(2)]

[(1)]Department of Science and Technology of Lai Chau province

[(2)] Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

Abstract: *Indigenous knowledge is an important cultural component of ethnic minorities, which is constantly being created, enriched and handed over by generations through the production and dealing wits nature and social relationships in the community. This paper analyzes the importantrole of indigenous knowledge and the integation of indigenous knowledge with science and technology in adaptation to climate change at the communal level.*

Keywords: *Indigenous knowledge, adaptation, climate change, ethnic minorities.*

PHÂN ĐỊNH TIỂU VÙNG KHÍ HẬU TRONG SƠ ĐỒ PHÂN VÙNG KHÍ HẬU VIỆT NAM

Nguyễn Trọng Hiệu[(1)], Nguyễn Đức Ngữ[(1)], Nguyễn Văn Thắng[(2)], Mai Văn Khiêm[(2)], Nguyễn Đăng Mậu[(2)], Trương Thị Thanh Thủy[(2)], Lê Duy Điệp[(2)], Trần Thị Thảo[(2)], Phạm Thị Hải Yến[(2)]

[(1)]Trung tâm Khoa học Công nghệ Khí tượng Thủy văn và Môi trường

[(2)]Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài 12/5/2017; ngày chuyển phản biện 15/5/2017; ngày chấp nhận đăng 19/6/2017

Tóm tắt: *Nghiên cứu trình bày kết quả phân định tiểu vùng khí hậu từ bản đồ phân vùng khí hậu Việt Nam (2 miền và 7 vùng khí hậu cơ bản), tỷ lệ 1:1.000.000. Bộ số liệu được sử dụng trong nghiên cứu là số liệu quan trắc cập nhật đến năm 2010 từ 150 trạm khí tượng trên quy mô cả nước. Đầu tiên, tính toán chỉ tiêu phân miền và phân vùng khí hậu được thực hiện theo cơ sở khoa học đã được công bố của Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu (2004). Kết quả tính toán cho thấy, ranh giới miền khí hậu Việt Nam không khác so với kết quả đã được công bố trước đó, tuy nhiên, ranh giới vùng khí hậu có sự điều chỉnh giữa vùng Nam Trung Bộ và Nam Bộ. Cụ thể, hầu hết diện tích tỉnh Bình Thuận được điều chỉnh về vùng khí hậu Nam Bộ. Từ kết quả phân vùng khí hậu này đã phân định thành 46 tiểu vùng khí hậu trên lãnh thổ Việt Nam. Trong đó, có 39 tiểu vùng khí hậu trên đất liền, 7 tiểu vùng khí hậu đối với các vùng biển và hải đảo. Kết quả này có thể sử dụng để xây dựng kế hoạch, chiến lược phát triển kinh tế - xã hội, phòng tránh thiên tai cho các địa phương, đặc biệt là sản xuất nông nghiệp.*

Từ khóa: *Lượng mưa, miền khí hậu, tiểu vùng khí hậu, vùng khí hậu.*

1. Mở đầu

Khí hậu là thành phần cơ bản của môi trường tự nhiên, có vai trò quyết định đối với nhiều mặt hoạt động sản xuất và đời sống. Thông tin khí hậu là dữ liệu đầu vào cơ bản và quan trọng phục vụ định hướng chiến lược, chính sách và phương án quy hoạch phát triển hợp lý cho từng vùng lãnh thổ. Do vậy, các nghiên cứu về khí hậu và tài nguyên khí hậu luôn được quan tâm.

Các nghiên cứu về đánh giá điều kiện khí hậu và tài nguyên khí hậu được thực hiện ở nước ta từ những năm 1960. Nguyễn Xiển và nnk (1968) đã thực hiện đánh giá đặc điểm khí hậu miền Bắc Việt Nam và đã xây dựng thành công tập bản đồ khí hậu [15]. Đỗ Đình Cương (1968) cũng đã thực hiện đánh giá điều kiện khí hậu cho khu vực miền Nam [1]. Ngay sau khi đất nước thống nhất, các hoạt động thu thập số liệu và nghiên cứu trên quy mô cả nước được đẩy mạnh [7-9, 11-14, 16-20]. Từ nỗ lực nghiên cứu của các nhà khoa học thuộc Tổng cục Khí tượng Thủy văn, các bản đồ khí hậu và sơ đồ phân vùng khí hậu Việt Nam đã được xây dựng vào năm 1987 [18]. Sơ đồ phân vùng khí hậu Việt Nam được xây dựng trên cơ sở khoa học đã được hình thành từ nhiều nghiên cứu của các tác giả trong nước [7-9,20]. Sau đó, sơ đồ phân vùng khí hậu Việt Nam tiếp tục được thừa nhận và công bố vào năm 1990 [12], năm 1994 [19] và năm 2004 trong tài liệu *"Khí hậu và tài nguyên khí hậu Việt Nam"* [6]. Thực tế, có một số nhận thức khác nhau về xác định ranh giới một số vùng khí hậu, dẫn đến một vài khác biệt trong các sơ đồ phân vùng khí hậu. Trong đó, sơ đồ phân vùng được công bố năm 1987, 1990, 1994 và 2004 được sử dụng phổ biến. Bên cạnh đó, Nguyễn Hữu Tài và nnk (1992), Nguyễn Duy Chinh và nnk (2006) cũng đưa ra sơ đồ phân vùng có một số điểm khác so với sơ đồ trước đó. Gần đây, một số nghiên cứu về xây dựng các bản đồ khí hậu cũng được nhiều tác giả quan tâm [2-5].

Như vậy, trong hơn 30 năm qua, sơ đồ phân vùng khí hậu đã được ứng dụng rộng rãi phục vụ quy hoạch sản xuất, nghiên cứu khoa học và đào tạo ở Việt Nam. Tuy nhiên, đứng trước các yêu cầu ngày càng cao và đa dạng về khí hậu tự nhiên cũng như khí hậu ứng dụng, hai vấn đề được đặt ra là:

(1) Trong bối cảnh biến đổi khí hậu, các miền khí hậu và các vùng khí hậu có còn phù hợp không và phù hợp tới mức nào?

(2) Theo yêu cầu của nhiều tổ chức cũng như các chuyên gia khoa học ngành khí tượng, khí hậu cũng như các ngành liên quan, có cần phải chi tiết hóa sơ đồ phân vùng. Cụ thể là phân chia các tiểu vùng khí hậu trong từng vùng khí hậu hay không?

Để giải quyết hai vấn đề trên, tiến hành cập nhật và bổ sung phân vùng khí hậu với hai mục tiêu cơ bản sau đây:

(1) Thẩm định tính phân hóa của việc phân chia các miền, các vùng khí hậu theo các chỉ tiêu trong sơ đồ phân vùng với số liệu khí hậu cập nhật đến năm 2014.

(2) Xem xét sự phân hóa khí hậu ở quy mô dưới vùng của các đặc trưng yếu tố khí hậu chủ yếu, có vai trò quan trọng trong cơ cấu khí hậu Việt Nam và có tính ứng dụng cao trong thực tế phục vụ các lĩnh vực kinh tế - xã hội để tiến hành phân định tiểu vùng khí hậu ở Việt Nam.

Với các mục tiêu đó, chúng tôi đã tiến hành cập nhật sơ đồ phân vùng và phân định các tiểu vùng khí hậu theo các bước sau đây:

Bước 1: Tính toán các yếu tố chỉ tiêu phân miền khí hậu và phân vùng khí hậu theo số liệu khí hậu được cập nhật đến năm 2014. Tiếp đó, tiến hành đánh giá và nhận định về sự phù hợp của các ranh giới phân miền, phân vùng khí hậu đã phân chia với cơ cấu và đặc điểm khí hậu Việt Nam trong thời kỳ 1961-2014.

Bước 2: Nghiên cứu phân hóa khí hậu ở Việt Nam ở quy mô dưới vùng trên cơ sở kế thừa các đánh giá về phân hóa khí hậu của Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu (2004) và bản đồ khí hậu nền tỷ lệ 1:1.000.000 đã được xây dựng.

Bước 3: Hệ thống hóa các phân hóa khí hậu chủ yếu ở Việt Nam, lựa chọn chỉ tiêu và phân định các tiểu vùng khí hậu ở Việt Nam.

2. Số liệu và phương pháp phân định tiểu vùng khí hậu

2.1. Số liệu nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, các nguồn số liệu được sử dụng chính bao gồm:

Số liệu địa hình: Số liệu địa hình được sử dụng là các đường đẳng độ cao (cách nhau 100 m) trên nền bản đồ tỷ lệ 1:1.000.000 (Hình 1).

Số liệu quan trắc: Số liệu quan trắc nhiệt độ trung bình tháng, bức xạ tổng cộng, số giờ nắng và lượng mưa tháng cập nhật đến năm 2010 tại 150 trạm quan trắc khí tượng trên toàn quốc (Hình 1) được thu thập từ Trung tâm Tư liệu Khí tượng Thủy văn, Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia.

2.2. Phương pháp phân định tiểu vùng khí hậu

(1) Phân định tiểu vùng khí hậu là bước tiếp theo của phân định miền và vùng khí hậu

Trên cơ sở bộ số liệu được cập nhật đến năm 2014, tiến hành đánh giá, thẩm định và cập nhật tính phù hợp của sơ đồ phân miền và vùng khí hậu của Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu (2004). Trong nghiên cứu này, phương pháp luận được kế thừa hoàn toàn từ nghiên cứu trước đó của tác giả Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu (2004). Trên cơ sở đó, tiến hành việc phân chia các tiểu vùng khí hậu trong từng vùng khí hậu của sơ đồ phân vùng khí hậu theo số liệu cập nhật đến năm 2010.

(2) Phân định các tiểu vùng khí hậu dựa trên quy luật phân hóa khí hậu

Nguyên tắc chính trong phân vùng khí hậu là đảm bảo tính khoa học, trước hết là dựa trên số liệu khí hậu, phân tích đúc kết quy luật phân hóa khí hậu, xác định các cấp phân vị và chỉ tiêu tương ứng, phản ánh quy luật phân hóa khí hậu của cấp đó.

Phân hóa khí hậu ở cấp miền do nhân tố vĩ độ địa lý quyết định, được phản ánh qua biên độ của nhiệt độ trung bình năm và lượng bức xạ tổng cộng trung bình năm. Đối với cấp vùng, điều kiện hoàn lưu quyết định và được phản ánh qua biến trình năm của lượng mưa. Đối với cấp tiểu vùng, phân hóa khí hậu do các nhân tố khí hậu địa phương chi phối (độ cao địa lý, địa hình,...). Trong đó, phân hóa khí hậu theo độ cao

thể hiện rõ nét nhất là quy luật giảm nhiệt độ theo độ cao địa hình. Bên cạnh đó, phân hóa khí hậu do tác động của địa hình cũng thể hiện rất rõ nét qua sự biến động của lượng mưa theo không gian. Như vậy, các phân hóa khí hậu chính có thể được cân nhắc sử dụng trong sơ đồ phân vùng và cụ thể được sử dụng làm chỉ tiêu phân chia các tiểu vùng khí hậu là:

- Nhiệt độ trung bình năm hay tổng nhiệt độ năm;
- Lượng mưa năm.

Trước thực tế đó, có thể lựa chọn chỉ tiêu phân chia tiểu vùng khí hậu theo 3 phương án:

Phương án 1: Nhiệt độ trung bình/tổng nhiệt độ năm;

Phương án 2: Lượng mưa năm;

Phương án 3: Kết hợp tổng nhiệt độ năm với lượng mưa năm.

Sau khi nghiên cứu về 3 phương án này, chúng tôi nhận thấy:

Phương án 1 có khả năng phân chia được các đai khí hậu trên núi cao vì tách biệt các vùng núi cao với đồng bằng. Tuy nhiên, theo phương án này lại không phân chia được đại bộ phận diện tích vùng đồng bằng và núi thấp thành các tiểu vùng khí hậu ở cấp phù hợp với hoàn cảnh kinh tế - xã hội, đặc biệt là sản xuất nông nghiệp.

Phương án 2 có khả năng phân chia được các tiểu vùng khí hậu ở mức đủ chi tiết phù hợp với yêu cầu chủ đạo của hoạt động kinh tế - xã hội và sản xuất nông nghiệp nhờ có sự phân hóa đa dạng của lượng mưa, nhất là phân hóa về tiềm năng mưa lớn, tiềm năng hạn hán.

Phương án 3 là phương án tổng hợp ưu điểm của cả hai yếu tố và cả hai phân hóa khí hậu quan trọng. Tuy nhiên, phương án này lại quá phức tạp và trên thực tế ranh giới của sự đồng nhất về nhiệt độ rất khó phù hợp hoàn toàn với ranh giới của sự đồng nhất đầy đủ về lượng mưa.

Trên cơ sở phân tích này, chúng tôi lựa chọn phương án 2 để phân định các tiểu vùng khí hậu. Kết quả phân định các tiểu vùng khí hậu phụ thuộc vào sự phân bố của lượng mưa.

(3) Lựa chọn lượng mưa năm làm chỉ tiêu phân định tiểu vùng khí hậu

Chỉ tiêu phân chia các tiểu vùng khí hậu được lựa chọn là lượng mưa năm. Trong đó, các trị số khí hậu cơ bản được lựa chọn làm chỉ tiêu để xây dựng bản đồ tiểu vùng là: 1.600, 2.000 và 2.400 mm. Các chỉ tiêu tổng lượng mưa năm được lựa chọn này với ý nghĩa như sau:

- Dưới 1.600 mm: Mưa ít;
- Từ 1.600-2.000 mm: Mưa vừa;
- Từ 2.000-2.400 mm: Mưa nhiều;
- Lớn hơn 2.400 mm: Mưa rất nhiều.

(4) Lập bản đồ tiểu vùng khí hậu

Bản đồ tiểu vùng khí hậu được xây dựng dựa trên phương pháp phân tích phân hóa không gian của lượng mưa năm trên nền bản đồ địa hình tỷ lệ 1:1.000.000. Các bước cơ bản trong xây dựng bản đồ tiểu vùng khí hậu bao gồm:

Bước 1: Xây dựng bản đồ phân bố không gian của lượng mưa năm;

Bước 2: Lập bản đồ tiểu vùng khí hậu theo các chỉ tiêu lựa chọn (bản đồ tác giả);

Bước 3: Xây dựng bản đồ tiểu vùng khí hậu bằng công nghệ GIS.

Các tiểu vùng khí hậu được phân định là các khu vực có lượng mưa khác nhau theo các chỉ tiêu đã lựa chọn. Ranh giới các tiểu vùng khí hậu chủ yếu là các đường đẳng trị: 1.600, 2.000, 2.400 mm. Tuy nhiên, đường ranh giới này có một số điều chỉnh nhất định tùy theo đặc điểm địa hình cụ thể, bảo đảm cho các địa điểm trên cùng tiểu vùng khí hậu có sự đồng nhất không những về biên độ năm của nhiệt độ, lượng bức xạ tổng cộng năm, số giờ nắng trung bình năm, biến trình năm của lượng mưa và cả lượng mưa năm.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả thẩm định tính phân hóa của miền khí hậu và vùng khí hậu

3.1.1. Miền khí hậu

Trên cơ sở số liệu được cập nhật đến năm 2014 và chỉ tiêu phân miền của Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu (2004), sơ đồ phân miền khí hậu đã được cập nhật như trên Hình 2. Kết quả này cho thấy, không có sự thay đổi trong phân hóa miền khí hậu so với kết quả trước đó của Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu (2004). Ranh giới giữa hai miền khí hậu (miền Bắc và miền Nam) là đường đi qua khu vực đèo Hải Vân.

3.1.2. Vùng khí hậu

Trên cơ sở phương pháp phân vùng khí hậu

[6] và số liệu cập nhật đến năm 2017, kết quả cập nhật phân vùng khí hậu Việt Nam được trình bày trên Hình 2. Kết quả này cho thấy, về cơ bản phân vùng khí hậu Việt Nam bao gồm 7 vùng khá tương đồng với kết quả trước đó của Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu (2004). Điểm khác biệt rõ ràng nhất là ranh giới vùng khí hậu đã có sự thay đổi ở khu vực Nam Trung Bộ và Nam Bộ. Kết quả trên Hình 2 cho thấy, hầu hết diện tích tỉnh Bình Thuận được điều chỉnh thuộc vùng khí hậu Nam Bộ. Điều này là do trên khu vực vực này có sự đồng nhất về chỉ tiêu mùa mưa và 3 tháng liên tiếp mưa nhiều nhất với vùng Nam Bộ.

3.2. Phân định các tiểu vùng khí hậu

Trên cơ sở sơ đồ phân miền và vùng khí hậu được đề xuất trong Mục 3.1, các vùng khí hậu Việt Nam được phân định thành 39 tiểu vùng khí hậu trên đất liền và 7 tiểu vùng khí hậu biển và hải đảo (Hình 3).

3.2.1. Các tiểu vùng khí hậu thuộc vùng khí hậu Tây Bắc

Khu vực Tây Bắc được phân định thành 6 tiểu vùng khí hậu cơ bản, bao gồm: Tiểu vùng phía Bắc của Tây Bắc (BI1); tiểu vùng trung tâm Tây Bắc (BI2); tiểu vùng thung lũng Điện Biên (BI3); tiểu vùng sông Mã (BI4); tiểu vùng Trung và Nam Sơn La (BI5) và tiểu vùng Đông Nam Sơn La (BI6).

Tiểu vùng BI1: Bao gồm hầu hết diện tích tỉnh Lai Châu với lượng mưa năm lớn hơn 2.000 mm; cao nhất tại Sìn Hồ (2.736 mm); thấp nhất tại Lai Châu (2.113,8 mm). Các trạm đại diện cho tiểu vùng BI1 bao gồm: Mường Tè, Sìn Hồ, Tam Đường, Lai Châu.

Tiểu vùng BI2: Bao gồm một phần diện tích các tỉnh Lai Châu, Sơn La và Điện Biên. Đây là tiểu vùng khí hậu có lượng mưa ở mức vừa, với lượng mưa năm trong khoảng 1.600-2.000 mm. Các trạm đại diện: Than Uyên, Quỳnh Nhai, Tuần Giáo và Pha Đin. Trong đó, tổng lượng mưa năm thấp nhất là ở Tuần Giáo (1.605 mm); cao nhất là ở Than Uyên (1.969,3 mm).

Tiểu vùng BI3: Tiểu vùng này bao trọn thành phố Điện Biên, với lượng mưa năm nhỏ hơn 1.600 mm. Trạm đại diện là Điện Biên với lượng mưa năm 1.550 mm.

Tiểu vùng BI4: Đây là vùng mưa ít thuộc tỉnh Sơn La, với lượng mưa năm nhỏ hơn 1.600 mm. Trạm đại diện là Sông Mã (1.171,3 mm).

Tiểu vùng BI5: Bao gồm phần lớn diện tích tỉnh Sơn La, là vùng ít mưa; lượng mưa năm nhỏ hơn 1.600 mm. Các trạm đại diện là Cò Nòi, Yên Châu, Bắc Yên, Sơn La, Phù Yên. Trong đó, trạm có lượng mưa năm ít nhất là Yên Châu (1.217 mm), cao nhất là Phù Yên (1.492 mm).

Tiểu vùng BI6: Bao trọn huyện Mộc Châu thuộc địa phận tỉnh Sơn La, lượng mưa năm khoảng 1.600-2.000 mm. Lượng mưa năm của tiểu vùng BI6 là xấp xỉ tiểu vùng BI2. Tuy nhiên, tiểu vùng này được ngăn cách với tiểu vùng BI2 bởi tiểu vùng BI5. Trạm đại diện là Mộc Châu với lượng mưa năm khoảng 1.642 mm.

3.2.2. Các tiểu vùng khí hậu thuộc vùng khí hậu Đông Bắc

Vùng khí hậu Đông Bắc được phân chia thành 9 tiểu vùng khí hậu: Tiểu vùng mưa lớn Đông Hoàng Liên Sơn (BII1); tiểu vùng Việt Bắc (BII2); tiểu vùng Bắc Quang và phụ cận (BII3); tiểu vùng Tam Đảo và phụ cận (BII4); tiểu vùng Ngân Sơn, Nguyên Bình, Trùng Khánh (BII5); tiểu vùng Cao Bằng, Bắc Cạn, Lạng Sơn, Bắc Giang (BII6); tiểu vùng Tây Quảng Ninh - Uông Bí (BII7); tiểu vùng Đông Bắc Quảng Ninh (BII8); tiểu vùng đảo Cô Tô (BII9).

Tiểu vùng BII1: Bao gồm một phần diện tích tỉnh Lào Cai và tỉnh Yên Bái. Lượng mưa năm phổ biến lớn hơn 2.000 mm; riêng Mù Cang Chải có lượng mưa năm nhỏ hơn 2.000 mm. Tuy nhiên, do độ cao địa hình xấp xỉ với các địa điểm khác trong tiểu vùng BII1, nên Mù Cang Chải vẫn được xếp vào tiểu vùng này. Khu vực có lượng mưa năm cao nhất là tại Sa Pa (2.805,8 mm).

Tiểu vùng BII2: Bao gồm các tỉnh Tuyên Quang, Thái Nguyên, Phú Thọ, phần lớn tỉnh Lào Cai và một phần diện tích các tỉnh Vĩnh Phúc, Hà Giang, Yên Bái. Lượng mưa ở tiểu vùng này phổ biến khoảng 1.600-2.000 mm; riêng Văn Chấn, Việt Trì, Vĩnh Yên có lượng mưa năm nhỏ hơn 1.600 mm.

Tiểu vùng BII3: Bao gồm một phần diện tích tỉnh Hà Giang và tỉnh Yên Bái, với lượng mưa năm lớn hơn 2.000 mm; lớn nhất tại Bắc Quang (4.800 mm); thấp nhất tại Lục Yên

(2.004,7 mm). Các trạm đại diện là Hà Giang, Bắc Quang, Lục Yên.

Tiểu vùng BII4: Bao gồm hầu hết huyện Tam Đảo (tỉnh Vĩnh Phúc), với lượng mưa năm phổ biến lớn hơn 2.000 mm. Trạm đại diện là Tam Đảo, lượng mưa năm đạt giá trị 2.426,2 mm.

Tiểu vùng BII5: Tiểu vùng này bao gồm phần lớn diện tích tỉnh Cao Bằng và một phần tỉnh Bắc Cạn. Lượng mưa năm phần lớn trong khoảng 1.600-2.000 mm. Các trạm đại diện là Trùng Khánh, Nguyên Bình, Ngân Sơn, trong đó, thấp nhất là Ngân Sơn với 1.650,7 mm, cao nhất là Nguyên Bình với 1.762,1 mm.

Tiểu vùng BII6: Đây là tiểu vùng mưa ít bao gồm các tỉnh Lạng Sơn, Bắc Giang và một bộ phận diện tích các tỉnh Cao Bằng, Bắc Cạn, với lượng mưa năm nhỏ hơn 1.600 mm. Các trạm đại diện bao gồm: Chợ Rã, Bắc Cạn, Bảo Lạc, Bắc Sơn, Hữu Lũng, Đình Lập, Thất Khê, Lạng Sơn, Lục Ngạn, Sơn Động, Bắc Giang.

Tiểu vùng BII7: Tiểu vùng khí hậu này nằm trên một phần diện tích khu vực tỉnh Quảng Ninh, bao gồm phía Tây Nam khu vực Châu Lĩnh và huyện Đông Triều. Lượng mưa năm của tiểu vùng này trong khoảng 1.600-2.000 mm. Trạm đại diện là Uông Bí (1.690,7 mm).

Tiểu vùng BII8: Bao gồm hầu hết diện tích phía Đông Bắc tỉnh Quảng Ninh, với lượng mưa phổ biến 2.000-2.400 mm; riêng Móng Cái có lượng mưa trên 2.400 mm (2.621,7 mm). Các trạm đại diện là Móng Cái, Tiên Yên, Cửa Ông.

Tiểu vùng BII9: Tiểu vùng này là khu vực quần đảo Cô Tô, với lượng mưa năm từ 1.600-2.000 mm. Trạm đại diện là trạm đảo Cô Tô, với lượng mưa năm là 1.704,2 mm.

3.2.3. Các tiểu vùng khí hậu thuộc vùng khí hậu đồng bằng Bắc Bộ

Vùng khí hậu đồng bằng Bắc Bộ được chia thành 3 tiểu vùng khí hậu: Tiểu vùng đại bộ phận đồng bằng Bắc Bộ (BIII1); tiểu vùng Hải Dương - Hưng Yên (BIII2) và tiểu vùng nhóm đảo đồng bằng Bắc Bộ (BIII3).

Tiểu vùng BIII1: Bao gồm các tỉnh, thành phố: Hà Nội, Hải Phòng, Hòa Bình, Thái Bình, Nam Định, Ninh Bình, với lượng mưa năm trong khoảng 1.600-2.000 mm.

Tiểu vùng BIII2: Bao gồm phần lớn diện tích các tỉnh Hải Dương và Hưng Yên, với lượng mưa nhỏ hơn 1.600 mm. Các trạm đại diện là Chí Linh, Hải Dương, Hưng Yên.

Tiểu vùng BIII3: Bao gồm các đảo thuộc đồng bằng Bắc Bộ, với lượng mưa năm dưới 1.600 mm. Các trạm đại diện là Hòn Dáu (1.507 mm) và Bạch Long Vĩ (1.099,8 mm).

3.2.4. Các tiểu vùng khí hậu thuộc vùng khí hậu Bắc Trung Bộ

Vùng khí hậu Bắc Trung Bộ được phân chia thành 8 tiểu vùng khí hậu: Tiểu vùng phía Bắc Bắc Trung Bộ (BIV1); tiểu vùng núi cao Tây Bắc Nghệ An (BIV2); tiểu vùng núi cao Mường Lống (BIV3); tiểu vùng núi cao Bắc Trường Sơn (BIV4); tiểu vùng Quỳ Hợp - Nghĩa Đàn - Kỳ Sơn (BIV5); tiểu vùng Nam Nghệ An - Quảng Trị (BIV6); tiểu vùng Đông Nam Hà Tĩnh (BIV7) và tiểu vùng Thừa Thiên - Huế (BIV8).

Tiểu vùng BIV1: Bao gồm đại bộ phận diện tích tỉnh Thanh Hóa và phần lớn diện tích tỉnh Nghệ An, trong đó có đảo Hòn Ngư. Lượng mưa ở tiểu vùng này chủ yếu nằm trong khoảng 1.600-2.000 mm. Các trạm đại diện bao gồm: Bái Thượng, Như Xuân, Tĩnh Gia, Thanh Hóa, Hồi Xuân, Quỳ Châu, Quỳnh Lưu, Con Cuông, Đô Lương và Hòn Ngư.

Tiểu vùng BIV2: Đây là vùng núi cao phía Tây Bắc tỉnh Nghệ An, với lượng mưa năm từ 2.000-2.400 mm.

Tiểu vùng BIV3: Đây là vùng cao thuộc huyện Kỳ Sơn, nằm ở phía Tây Nam tỉnh Nghệ An, lượng mưa năm 2.000-2.400 mm.

Tiểu vùng BIV4: Là vùng núi cao Bắc Trường Sơn thuộc tỉnh Nghệ An, với lượng mưa năm lớn hơn 2.000-2.400 mm.

Tiểu vùng BIV5: Bao gồm phần lớn diện tích vùng thấp thuộc huyện Quỳ Hợp, Nghĩa Đàn, Kỳ Sơn phía Tây tỉnh Nghệ An, với lượng mưa năm nhỏ hơn 1.600 mm.

Tiểu vùng BIV6: Bao gồm một phần diện tích tỉnh Nghệ An, Hà Tĩnh và các tỉnh Quảng Bình, Quảng Trị (trong đó có đảo Cồn Cỏ). Lượng mưa năm ở tiểu vùng này nằm trong khoảng 2.000-2.400 mm. Các trạm đại diện là Vinh, Hương Khê, Tuyên Hóa, Ba Đồn, Đồng Hới, Đông Hà, Khe Sanh, Cồn Cỏ.

Tiểu vùng BIV7: Bao gồm phần lớn diện tích phía Đông Nam tỉnh Hà Tĩnh, với lượng mưa năm lớn hơn 2.400 mm, lớn nhất ở Kỳ Anh

(trên 2.800 mm). Các trạm đại diện là Hà Tĩnh và Kỳ Anh.

Tiểu vùng BIV8: Bao trọn tỉnh Thừa Thiên - Huế, là tiểu vùng có lượng mưa năm lớn nhất ở Bắc Trung Bộ. Lượng mưa năm ở tiểu vùng BIV8 phổ biến lớn hơn 2.400 mm, tâm mưa lớn nhất ở Nam Đông (3.795 mm). Các trạm đại diện là Huế, A Lưới, Nam Đông.

3.2.5. Các tiểu vùng khí hậu thuộc vùng khí hậu Nam Trung Bộ

Vùng khí hậu Nam Trung Bộ được chia thành 8 tiểu vùng: Tiểu vùng Đà Nẵng (NI1); tiểu vùng Quảng Nam - Quảng Ngãi (NI2); tiểu vùng Bắc Bình Định (NI3); tiểu vùng Nam Bình Định - Phú Yên (NI4); tiểu vùng Khánh Hòa - Ninh Thuận (NI5); tiểu vùng các đảo gần bờ thuộc Nam Trung Bộ (NI6); tiểu vùng quần đảo Hoàng Sa (NI7) và tiểu vùng quần đảo Trường Sa (NI8).

Tiểu vùng NI1: Tiểu vùng này bao quanh Thành phố Đà Nẵng, với lượng mưa năm trong khoảng 2.000-2.400 mmm. Trạm đại diện là Đà Nẵng.

Tiểu vùng NI2: Bao gồm tỉnh Quảng Nam, tỉnh Quảng Ngãi, với lượng mưa năm lớn hơn 2.400 mm, tâm mưa lớn nhất là ở Trà My (3.974,2 mm). Các trạm đại diện là Tam Kỳ, Trà My, Ba Tơ, Quảng Ngãi.

Tiểu vùng NI3: Bao gồm địa phận Bắc Bình Định, với lượng mưa năm trong khoảng 2.000-2.400 mm. Trạm đại diện là Hoài Nhơn, với lượng mưa năm đạt giá trị 2.051 mm.

Tiểu vùng NI4: Bao gồm diện tích Nam Bình Định và toàn bộ tỉnh Phú Yên, với lượng mưa năm khoảng 1.600-2.000 mm. Các trạm đại diện là Quy Nhơn, Sơn Hòa, Tuy Hòa.

Tiểu vùng NI5: Bao gồm các tỉnh Khánh Hòa và Ninh Thuận, với lượng mưa năm nhỏ hơn 1.600 mm. Trong đó, khu vực có lượng mưa năm thấp nhất là tại tỉnh Ninh Thuận, với giá trị nhỏ hơn 1.200 mm. Các trạm đại diện là Nha Trang, Cam Ranh và Phan Rang.

Tiểu vùng NI6: Bao gồm các đảo gần bờ thuộc vùng Nam Trung Bộ, với lượng mưa năm trong khoảng 2.000-2.400 mm. Trạm đại diện là Lý Sơn, với lượng mưa năm đạt giá trị 2.327,3 mm.

Tiểu vùng NI7: Bao quanh khu vực quần đảo Hoàng Sa, với lượng mưa năm nhỏ hơn 1.600 mm. Trạm đại diện là Hoàng Sa, với lượng mưa năm là 1.296,7 mm.

Tiểu vùng NI8: Bao quanh khu vực các đảo Trường Sa lớn, Trường Sa bé, Song Tử Tây và các đảo lân cận thuộc quần đảo Trường Sa của Việt Nam, với lượng mưa năm lớn hơn 2.400 mm. Trạm đại diện là Trường Sa, với lượng mưa năm đạt giá trị 2.470,7 mm.

3.2.6. Các tiểu vùng khí hậu thuộc vùng khí hậu Tây Nguyên

Vùng Tây Nguyên được chia thành 5 tiểu vùng khí hậu: Tiểu vùng vùng núi cao và vừa Bắc Tây Nguyên (NII1); tiểu vùng núi thấp Bắc Tây Nguyên (NII2); tiểu vùng Tây Nam Gia Lai - Bắc Đắk Lắk (NII3); tiểu vùng Đông Nam Gia Lai - Bắc Đắk Lắk (NII4) và tiểu vùng Nam Tây Nguyên (NII5).

Tiểu vùng NII1: Bao gồm vùng núi cao và vừa thuộc Bắc Tây Nguyên, với lượng mưa năm lớn hơn 2.000 mm. Trạm đại diện là Pleiku với lượng mưa năm là 2.185,8 mm.

Tiểu vùng NII2: Bao gồm phần lớn diện tích tỉnh Kon Tum và một phần diện tích tỉnh Gia Lai, với lượng mưa năm khoảng 1.600-2.000 mm. Các trạm đại diện là Đắk Tô và Kon Tum.

Tiểu vùng NII3: Bao gồm vùng núi thấp phía Tây Nam tỉnh Gia Lai và phía Bắc tỉnh Đắk Lắk, với lượng mưa năm nhỏ hơn 1.600 mm. Trong đó, lượng mưa năm nhỏ nhất đạt giá trị 1.300 mm tại trạm Ayun Pa (Gia Lai). Các trạm đại diện là An Khê, Ayun Pa và Buôn Hồ.

Tiểu vùng NII4: Bao gồm phần diện tích phía Đông Nam tỉnh Gia Lai và phía Bắc tỉnh Đắk Lắk, lượng mưa năm trong khoảng 1.600-2.000 mm. Các trạm đại diện là M'drắc và Buôn Ma Thuột.

Tiểu vùng NII5: Bao gồm tỉnh Lâm Đồng và hầu hết tỉnh Đắk Nông, với lượng mưa năm phổ biến lớn hơn 2.000 mm; riêng một bộ phận nhỏ vùng núi cao có lượng mưa thấp hơn 2.000 mm (Đà Lạt, Liên Khương). Các trạm đại diện là Đà Lạt, Liên Khương, Đắk Nông và Bảo Lộc.

3.2.7. Các tiểu vùng khí hậu thuộc vùng khí hậu Nam Bộ

Vùng khí hậu Nam Bộ được chia thành 7 tiểu vùng khí hậu: Tiểu vùng phía Tây Đông Nam Bộ (NIII1); tiểu vùng đại bộ phận Đông Nam

Bộ (NIII2); tiểu vùng Bình Thuận - phía Đông Đông Nam Bộ - phía Bắc đồng bằng sông Cửu Long (NIII3); tiểu vùng Đông Nam Tây Nam Bộ (NIII4); tiểu vùng Tây Nam Tây Nam Bộ (NIII5); tiểu vùng quần đảo Côn Đảo (NIII6) và tiểu vùng đảo Phú Quốc - Thổ Chu (NIII7).

Tiểu vùng NIII1: Bao gồm phần lớn diện tích thuộc tỉnh Bình Phước, một phần diện tích các tỉnh Đồng Nai và Bình Thuận, với lượng mưa năm lớn hơn 2.000 mm. Trạm đại diện là Đồng Phú, với lượng mưa năm xấp xỉ 2.500 mm.

Tiểu vùng NIII2: Bao gồm phần lớn diện tích các tỉnh Đông Nam Bộ, với lượng mưa năm khoảng 1.600-2.000 mm. Các trạm đại diện là Tây Ninh, Mộc Hóa.

Tiểu vùng NIII3: Là tiểu vùng ít mưa, kéo dài từ tỉnh Bình Thuận (trong đó có đảo Phú Quý) đến Bà Rịa - Vũng Tàu, Bến Tre, Tiền Giang, Đồng Tháp và An Giang, với lượng mưa năm nhỏ hơn 1.600 mm. Các trạm đại diện là Phan Thiết, Phú Quý, Hàm Tân, Vũng Tàu, Mỹ Tho, Châu Đốc, Cao Lãnh và Ba Tri.

Tiểu vùng NIII4: Bao gồm các tỉnh Cần Thơ, Trà Vinh, Sóc Trăng và Bạc Liêu, với lượng mưa năm trong khoảng 1.600-2.000 mm. Các trạm đại diện là Cần Thơ, Càng Long, Sóc Trăng và Bạc Liêu.

Tiểu vùng NIII5: Bao gồm địa phận các tỉnh Kiên Giang và Cà Mau, với lượng mưa năm lớn hơn 2.000 mm. Các trạm đại diện là Rạch Giá, Cà Mau.

Tiểu vùng NIII6: Bao quanh khu vực đảo Côn Đảo. Đây là tiểu vùng có lượng mưa tương đối lớn, trong khoảng 2.000-2.400 mm. Trạm đại diện là trạm Côn Đảo, với tổng lượng mưa trung bình nhiều năm là 2.036,3 mm

Tiểu vùng NIII7: Bao quanh quần đảo Phú Quốc và Thổ Chu, với lượng mưa năm trong khoảng 2.400-3.000 mm. Các trạm đại diện là Phú Quốc và Thổ Chu.

4. Kết luận

Nghiên cứu này được thực hiện dựa trên cơ sở phương pháp luận của Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu (2004) và số liệu cập nhật đến năm 2010. Dựa trên các kết quả thu được, có thể đưa ra một số kết luận chính sau:

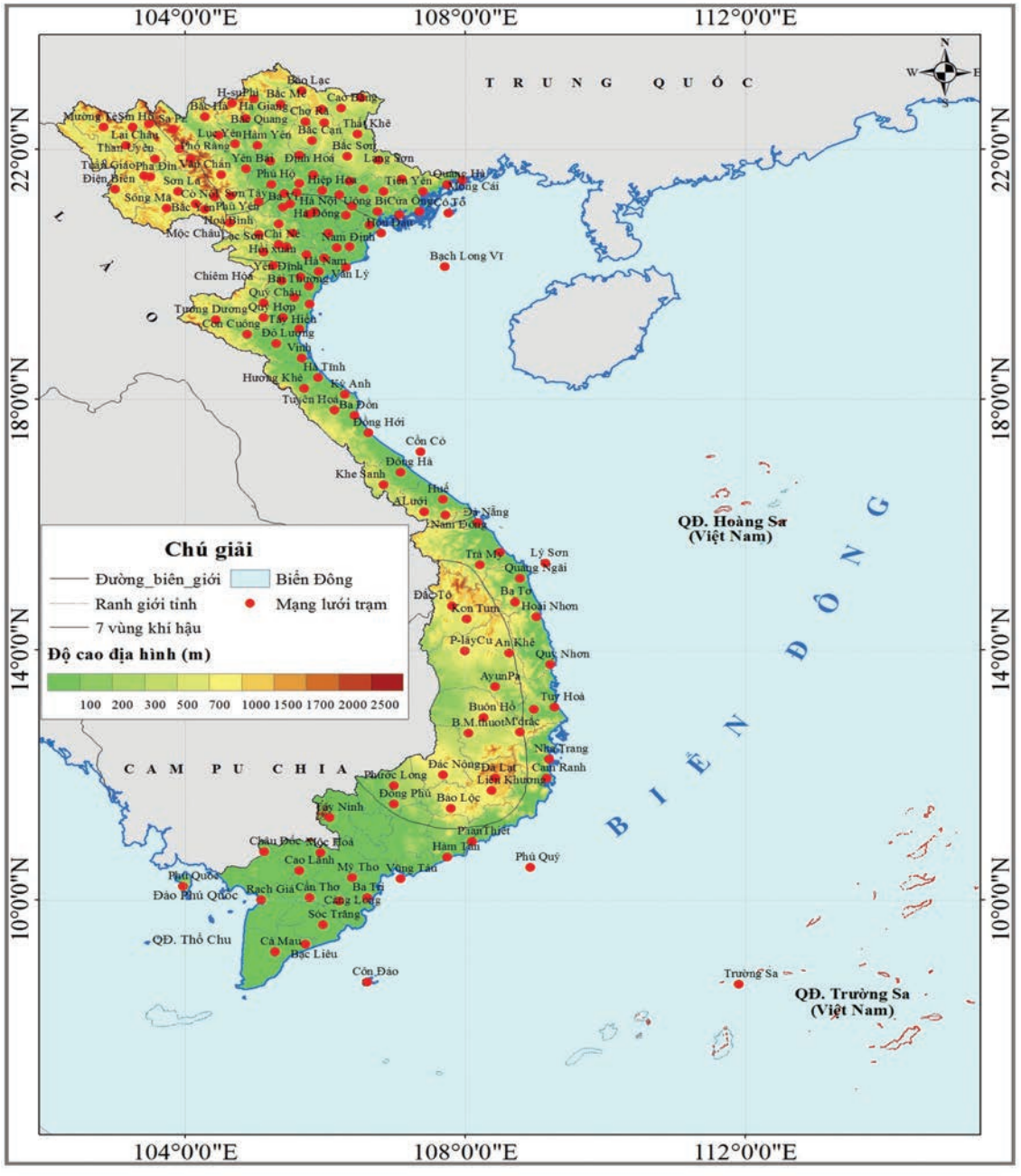
(1) Với số liệu cập nhật đến năm 2010, sơ đồ phân miền khí hậu Việt Nam không có khác biệt so với sơ đồ đã được công bố trước đó.

(2) Kết quả nghiên cứu cho thấy, sơ đồ phân vùng khí hậu Việt Nam bao gồm 2 miền và 7 vùng khí hậu. Về cơ bản, ranh giới của hầu hết các vùng khí hậu là tương đồng với kết quả đã công bố của Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu (2004). Điểm khác rõ ràng nhất đó là ranh giới giữa vùng Nam Trung Bộ và Nam Bộ đã được điều chỉnh. Cụ thể trong nghiên cứu này, hầu hết diện tích tỉnh Bình Thuận đã được điều chỉnh về vùng Nam Bộ. Điều này là do, chỉ tiêu mùa mưa và 3 tháng liên tiếp mưa nhiều của tỉnh Bình Thuận là tương đồng với vùng Nam Bộ.

(3) Kết quả phân định tiểu vùng khí hậu Việt Nam được thực hiện trên quy mô toàn lãnh thổ Việt Nam theo phân tích chọn lọc chỉ tiêu phù hợp nhất với điều kiện Việt Nam là lượng mưa năm, với các đường đẳng trị lượng mưa cơ bản: 1.600, 2.000, 2.400 mm: Lãnh thổ Việt Nam có thể được phân định thành 39 tiểu vùng khí hậu cơ bản trên đất liền và 7 tiểu vùng khí hậu đối với các khu vực biển, đảo.

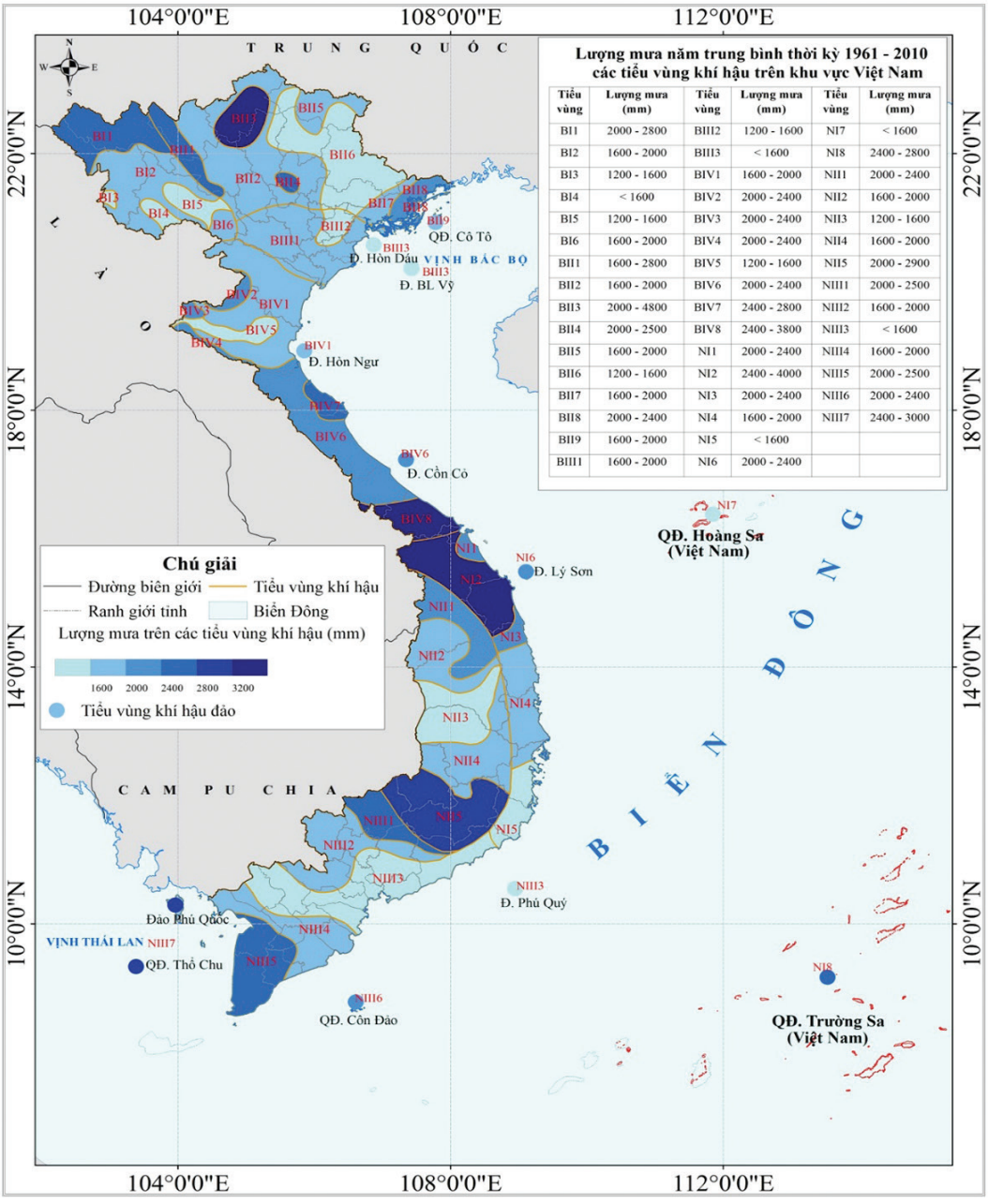
Trong cùng một vùng khí hậu, các tiểu vùng khí hậu có tương đồng nhất định về các đặc trưng về biên độ năm của nhiệt độ, mùa mưa,… Tuy nhiên, mỗi tiểu vùng có những nét đặc trưng riêng về lượng mưa. Kết quả phân định tiểu vùng này sẽ góp phần vào cung cấp thông tin phục vụ quy hoạch sản xuất và phát triển kinh tế - xã hội bền vững ở các địa phương.

Lời cảm ơn: *Bài báo hoàn thành nhờ sự trợ giúp từ dự án "Xây dựng hệ thống phân tích dự báo và cung cấp các sản phẩm khí hậu, bộ công cụ hỗ trợ ra quyết định cảnh báo một số loại thiên tai khí hậu chính phục vụ phát triển kinh tế - xã hội và phòng chống thiên tai" do Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu chủ trì thực hiện.*



Hình 1. Các trạm quan trắc (dấu chấm màu đỏ) được sử dụng trong nghiên cứu

Hình 2. Sơ đồ phân miền và vùng khí hậu Việt Nam



Lượng mưa năm trung bình thời kỳ 1961 - 2010 các tiểu vùng khí hậu trên khu vực Việt Nam

Tiểu vùng	Lượng mưa (mm)	Tiểu vùng	Lượng mưa (mm)	Tiểu vùng	Lượng mưa (mm)
BI1	2000 - 2800	BIII2	1200 - 1600	NI7	< 1600
BI2	1600 - 2000	BIII3	< 1600	NI8	2400 - 2800
BI3	1200 - 1600	BIV1	1600 - 2000	NII1	2000 - 2400
BI4	< 1600	BIV2	2000 - 2400	NII2	1600 - 2000
BI5	1200 - 1600	BIV3	2000 - 2400	NII3	1200 - 1600
BI6	1600 - 2000	BIV4	2000 - 2400	NII4	1600 - 2000
BII1	1600 - 2800	BIV5	1200 - 1600	NII5	2000 - 2900
BII2	1600 - 2000	BIV6	2000 - 2400	NIII1	2000 - 2500
BII3	2000 - 4800	BIV7	2400 - 2800	NIII2	1600 - 2000
BII4	2000 - 2500	BIV8	2400 - 3800	NIII3	< 1600
BII5	1600 - 2000	NI1	2000 - 2400	NIII4	1600 - 2000
BII6	1200 - 1600	NI2	2400 - 4000	NIII5	2000 - 2500
BII7	1600 - 2000	NI3	2000 - 2400	NIII6	2000 - 2400
BII8	2000 - 2400	NI4	1600 - 2000	NIII7	2400 - 3000
BII9	1600 - 2000	NI5	< 1600		
BIII1	1600 - 2000	NI6	2000 - 2400		

Hình 3. Sơ đồ phân định tiểu vùng khí hậu Việt Nam

Tài liệu tham khảo

1. Đỗ Đình Cương (1968), *Khí hậu Việt Nam*. Sài Gòn: Khai Trí.
2. Hoàng Đức Cường và nnk (2011), "Phân vùng khí hậu tỉnh Tuyên Quang", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, Hà Nội.
3. Mai Văn Khiêm và nnk (2015), "Nghiên cứu xây dựng Atlas khí hậu và biến đổi khí hậu Việt Nam", *Báo cáo tổng kết đề tài khoa học công nghệ cấp Nhà nước*, BĐKH.17.
4. Mai Văn Khiêm, Nguyễn Đăng Mậu, Đào Thị Thúy, Lê Duy Điệp, Nguyễn Trọng Hiệu (2015), "Xây dựng bản đồ phân bố mưa trên lãnh thổ Việt Nam", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam*.
5. Mai Văn Khiêm, Nguyễn Đăng Mậu, Đào Thị Thúy, Lê Duy Điệp, Nguyễn Đức Ngữ (2014), "Xây dựng bản đồ phân bố nhiệt trên lãnh thổ Việt Nam", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, Hà Nội.
6. Nguyễn Đức Ngữ và Nguyễn Trọng Hiệu (2004), *Khí hậu và tài nguyên khí hậu Việt Nam*, NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
7. Nguyễn Đức Ngữ (1976), *Phân vùng khí hậu Việt Nam*, Nha Khí tượng.
8. Nguyễn Đức Ngữ (1985), *Khí hậu Tây Nguyên*, Viện Khí tượng Thủy văn xuất bản, Hà Nội.
9. Nguyễn Đức Ngữ (1986), "Thuyết minh các trang bản đồ khí hậu trong tập ATLAS Quốc gia", *Tuyển tập báo cáo công trình khoa học (Lần thứ III, Viện Khí tượng Thủy văn)*.
10. Nguyễn Duy Chinh và nnk (2006), *Kiểm kê, đánh giá tài nguyên khí hậu Việt Nam, Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ*, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, Hà Nội.
11. Nguyễn Hữu Tài và nnk (1992), "Phân vùng khí hậu tự nhiên lãnh thổ Việt Nam", *Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học cấp Tổng cục*, Hà Nội.
12. Nguyễn Trọng Hiệu và nnk (1990), "Xây dựng tập số liệu và tập Atlas khí hậu Việt Nam", *Báo cáo tổng kết đề tài khoa học công nghệ cấp Nhà nước, mã số 9042A, thuộc Chương trình khoa học công nghệ khí tượng thủy văn phục vụ phát triển kinh tế - xã hội (42A).*
13. Nguyễn Trọng Hiệu (1987), *Phân bố không gian của trị số hàm cấu trúc một số đặc trưng nhiệt độ, lượng mưa và ứng dụng trong quy hoạch mạng lưới trạm khí tượng ở Việt Na*m, Luận án tiến sĩ.
14. Nguyễn Văn Chiển và nnk (1996), *Atlas Quốc gia*, NXB Bản đồ.
15. Nguyễn Xiển, Phạm Ngọc Toàn, Phan Tất Đắc (1968), *Đặc điểm khí hậu miền Bắc Việt Nam,* NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
16. Nha Khí tượng (1971), *Bản đồ khí hậu Việt Nam (miền Bắc)*, In tại Cục Đo đạc và Bản đồ, Phủ Thủ tướng.
17. Phạm Ngọc Toàn, Phan Tất Đắc (1993), *Khí hậu Việt Nam*, NXB Khoa học và Kỹ thuật
18. Phòng Khí hậu (1987), *Atlas khí hậu Việt Nam*, Tổng cục Khí tượng Thủy văn.
19. Tổng cục Khí tượng Thủy văn (1994), *Atlas Khí tượng thủy văn Việt Nam*.
20. Vũ Tự lập (1978), *Địa lý Tự nhiên Việt Nam*, NXB Giáo dục.

DEVELOPING THE CLIMATIC SUB-ZONES FROM THE CLIMATE ZONES OF VIET NAM

Nguyen Trong Hieu[(1)], Nguyen Duc Ngu[(1)], Nguyen Van Thang[(2)], Mai Van Khiem[(2)], Nguyen Dang Mau[(2)], Truong Thi Thanh Thuy[(2)], Le Duy Diep[(2)], Tran Thi Thao[(2)], Pham Thi Hai Yen[(2)]

[(1)]Center for Meteorology, Hydrology and Environment Science and Technology

[(2)]Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change

Abstract: *This article presents the result of developing the climatic sub-zones from the climate zones of Viet Nam (7 climate zones), the geological map at 1:1000000 scale. The observed dataset updated to 2014 from 150 stations was used in this study. Firtstly, the criteria of developing two main climatic parts and 7*

climate zones of Vietnam based on the criteria of Nguyen Duc Ngu, Nguyen Trong Hieu (2004). There is no change in border line of two main climatic parts between the new and previous result published these authors in 2004. However, the clear change is in the new map of seven climate zones compared with the previous map. This change is the border line between the South Central and the South in the new map, that most of Binh Thuan province is defined in the South. Totally, the seven new climate zones were divided into 46 climatic sub-zones, including 39 sub-zones on land and 7 sub-zones over the sea and islands. This result can be used to develop plans, strategies on socio-economic development, natural disaster prevention at local level.

Keywords: *Rainfall, climatic parts, climatic sub-zone, climate zones.*

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG DỰ BÁO MƯA MÙA HÈ CỦA MÔ HÌNH WRF ĐỐI VỚI KHU VỰC NAM BỘ VÀ NAM TÂY NGUYÊN KHI CÓ BÃO TRÊN BIỂN ĐÔNG

Vũ Văn Thăng[(1)], Vũ Thế Anh[(2)], Trần Duy Thức[(1)], Trương Bá Kiên[(1)], Nguyễn Văn Hiệp[(2)]

[(1)]Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

[(2)]Viện Vật lý Địa cầu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Ngày nhận bài 4/6/2017; ngày chuyển phản biện 6/6/2017; ngày chấp nhận đăng 16/6/2017

Tóm tắt: *Trong nghiên cứu này nhóm tác giả đánh giá khả năng dự báo mưa của mô hình WRF đối với khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên khi có bão hoạt động trên Biển Đông thời kỳ 2010-2014. Số liệu điều kiện ban đầu và điều kiện biên cho mô hình WRF được lấy từ mô hình toàn cầu GFS của NCEP với độ phân giải ngang 0,5x0,5 độ kinh vĩ. Số liệu mưa tại 17 trạm quan trắc bề mặt được sử dụng để đánh giá khả năng dự báo mưa. Kết quả cho thấy, mô hình WRF thường cho kết quả dự báo cao hơn quan trắc cả về lượng mưa và diện mưa. Với trường hợp mưa lớn điển hình liên quan đến cơn bão Utor mô hình mô phỏng khá tốt về diện mưa trên khu vực nghiên cứu. Mưa dự báo trên lưới của mô hình có thể nắm bắt được tương đối tốt một số cực trị địa phương.*

Từ khóa: *WRF, dự báo mưa, sai số thống kê.*

1. Mở đầu

Mưa lớn thường gây ra những thiệt hại to lớn về người và tài sản, ảnh hưởng trực tiếp đến kinh tế - xã hội. Dự báo mưa lớn là một bài toán rất quan trọng nhưng cũng rất phức tạp. Phương pháp được áp dụng phổ biến ở các nước phát triển hiện nay để dự báo định lượng mưa lớn là sử dụng các mô hình số trị. Tuy nhiên, để nâng cao chất lượng dự báo mưa nói chung, đặc biệt là mưa lớn, một bước quan trọng là cần đánh giá kỹ năng dự báo của mô hình cũng như bộ tham số mô hình, đặc biệt là các tham số vật lý phù hợp với tính chất nhiệt động lực của khu vực dự báo.

Có nhiều mô hình số trị đã được phát triển và áp dụng ở các nước trên thế giới, trong đó mô hình WRF của NCAR được sử dụng phổ biến nhất hiện nay, cho cả mục nghiên cứu và dự báo nghiệp vụ. Một số nghiên cứu gần đây cho thấy mô hình WRF có khả năng mô phỏng khá tốt định lượng mưa [10, 11]. Zhang (2012) nghiên cứu đánh giá khả năng mô phỏng lượng mưa cho đảo Hawaii cho thấy WRF nắm bắt khá tốt cả về độ lớn và phân bố không gian của lượng mưa trên quần đảo Hawaii. Müller (2015) đánh giá khả năng mô phỏng mưa của mô hình WRF với độ phân giải lưới tính ngang 15 km x 15 km trên khu vực Nam Mỹ, kết quả cho thấy rằng mô hình WRF có khả năng nắm bắt chính xác trên 70% các ngày có mưa và không mưa.

Ở Việt Nam, nghiên cứu, đánh giá kỹ năng mô phỏng của mô hình WRF đối với mưa nói chung và mưa lớn nói riêng đã được quan tâm nghiên cứu theo các cách tiếp cận khác nhau, từ lựa chọn các sơ đồ tham số hóa vật lý, sử dụng đồng hóa số liệu, đến cập nhật số liệu vệ tinh, ra đa và số liệu địa phương [1-8]. Các kết quả nghiên cứu cho thấy mô hình WRF có khả năng mô phỏng khá tốt một số đợt mưa lớn.

Lê Văn Thiện và Nguyễn Văn Thắng (2004) đã mô phỏng lại đợt mưa lớn xảy ra ở miền Trung Việt Nam do ảnh hưởng của không khí lạnh từ ngày 14-17/10/2007 bằng mô hình WRF. Kết quả cho thấy mô hình đã nắm bắt được phân bố không gian, thời gian đợt mưa, đặc biệt là tâm mưa lớn gồm các tỉnh Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định [6]. Nghiên cứu của Đỗ Huy Dương (2005) cũng cho thấy mô hình WRF có kỹ năng dự báo tốt mưa lớn trên khu vực Việt Nam với xác suất dự báo đúng đạt 80% với các ngưỡng mưa khác nhau [3]. Hoàng Đức Cường và cộng sự (2009) đã nghiên cứu ứng dụng mô hình WRF với trường đầu vào từ mô hình toàn cầu GFS của NCEP thử nghiệm dự báo mưa lớn các

năm 2004-2005 cho Việt Nam. Kết quả cho thấy, mô hình WRF đã nắm bắt được tương đối tốt về diện mưa lớn, tuy nhiên về lượng mưa lớn dự báo chưa thực sự trùng khớp với thực tế [5].

Nguyễn Văn Thắng và cộng sự (2011) đã nghiên cứu thử nghiệm dự báo mưa lớn khu vực Bắc Bộ Việt Nam cho thấy, mô hình WRF nắm bắt được khá tốt các tâm mưa, nhiều khu vực có lượng mưa gần với thực tế, tuy nhiên vùng mưa lớn dự báo chưa thực sự trùng với thực tế [7]. Đàng Hồng Như và cộng sự (2014) đã chỉ ra mô hình WRF có khả năng mô phỏng phân bố không gian đợt mưa lớn lịch sử tháng 11/1999 tại Huế, tuy nhiên mô hình không dự báo chính xác hoàn toàn về lượng mưa tại tâm mưa lớn nhất [4].

Bùi Minh Tăng và cộng sự (2014) đã áp dụng thành công mô hình WRF, NHM và sơ đồ đồng hóa số liệu 3DVAR để xây dựng 10 thử nghiệm hạ quy mô động lực với độ phân giải 15 km và 5 km. Kết quả cho thấy, chất lượng dự báo mưa lớn ở miền Trung và Tây Nguyên được cải thiện đáng kể sau khi đồng hóa số liệu quan trắc truyền thống (bề mặt và trên cao) và số liệu vệ tinh, ra đa. Các thử nghiệm dự báo mưa lớn với độ phân giải cao 5 km dựa trên mô hình WRF/NHM với đầu vào từ mô hình toàn cầu IFS (độ phân giải 14 km) và thử nghiệm đồng hóa số liệu 3DVAR ở độ phân giải 15 km cho chất lượng dự báo mưa tốt nhất [1].

Do sự khác biệt về điều kiện nhiệt động lực, cơ chế gây mưa lớn ở các khu vực nghiên cứu khác nhau, mỗi sơ đồ tham số hóa vật lý có các ưu nhược điểm khác nhau, chất lượng dự báo của mô hình trên mỗi khu vực cũng khác nhau nên cần phải có những nghiên cứu đánh giá kỹ năng của mô hình cho từng khu vực cụ thể và cho mỗi loại hình thế thời tiết khác nhau. Bên cạnh đó, khả năng dự báo của mô hình cũng phụ thuộc vào các loại hình thời tiết khác nhau.

Nam Bộ và Tây Nguyên là khu vực có mùa mưa gắn liền với thời kỳ hoạt động của gió mùa Tây Nam, đây cũng là thời kỳ có sự hoạt động mạnh của xoáy thuận nhiệt đới trên Biển Đông. Thực tế quan trắc cho thấy, trong một số trường hợp mưa lớn xảy ra ở Nam Bộ và Nam Tây Nguyên khi có bão xuất hiện ở Biển Đông trong các tháng mùa hè (6, 7, 8). Đây là hình thế thời tiết đặc biệt khi có sự tương tác giữa hoàn lưu bão và hệ thống gió mùa Tây Nam. Trong nghiên cứu này nhóm tác giả đánh giá khả năng dự báo của mô hình WRF đối với một số đợt mưa thời kỳ 2010-2014 ở Nam Bộ và Nam Tây Nguyên khi có bão hoạt động trên Biển Đông dựa trên sự so sánh và tính toán thống kê sản phẩm của mô hình với các số liệu quan trắc bề mặt.

2. Phương pháp và số liệu nghiên cứu

2.1. Số liệu

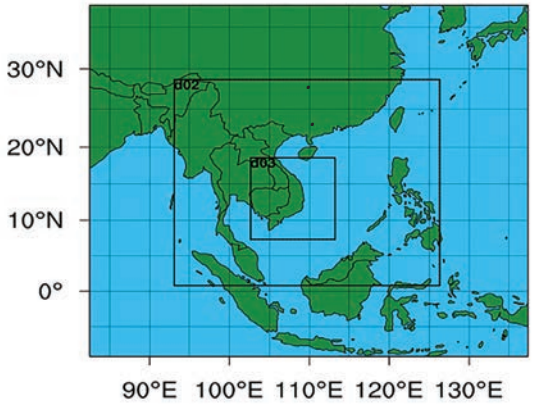
Số liệu ban đầu và số liệu điều kiện biên phụ thuộc thời gian được lấy từ dự báo của mô hình toàn cầu GFS cung cấp bởi Trung tâm Quốc Gia Dự báo Môi trường (NCEP) với độ phân giải 0,5^{o}x0,5^o kinh vĩ. Kết quả dự báo mưa từ mô hình WRF của 17 cơn bão hoạt động trên Biển Đông từ năm 2010-2014, mỗi cơn bão được chạy 3 lần với tổng số 51 trường hợp nghiên cứu (Bảng 1). Số liệu sử dụng đánh giá sai số dự báo bao gồm: Mưa quan trắc của 17 trạm thuộc khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên (Bảo Lộc, Buôn Ma Thuột, Kon Tum, Đắk Nông, Đà Lạt, Pleiku, Liên Khương, Đắc Tô, Buôn Hồ, Ayun Pa, Mdrak, Mỹ Tho, Phước Long, Sơn Hòa, Cà Mau, Rạch Giá, Tây Ninh) và số liệu vệ tinh TRMM với độ phân giải 0,25^o×0,25^o kinh vĩ cho vùng vĩ độ từ 0^{o}N - 40^{o}N.

2.2. Thiết kế thí nghiệm

Trong nghiên cứu này mô hình WRF phiên bản V3.8.1 với ba lưới lồng tương tác hai chiều với độ phân giải tương ứng là: 54 km, 18 km và 6 km (Hình 1) được sử dụng để tính toán. Miền 1 gồm 110×100 điểm lưới với tọa độ tâm là 13,0^{o}N, 107,3^{o}E, miền 2 gồm 199×175 điểm lưới, miền 3 gồm 187×199 điểm lưới với 38 mực thẳng đứng. Miền 1 được thiết kế đủ rộng để mô hình có thể nắm bắt được các quá trình hoàn lưu quy mô lớn ảnh hưởng đến Việt Nam, các miền con được thu hẹp phạm vi bao trọn khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên. Bảng 2 trình bày bộ tham số vật lý của mô hình WRF được lựa chọn để mô phỏng mưa khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên khi có bão hoạt động trên Biển Đông. Bộ tham số vật lý được lựa chọn hiện đang được chạy dự báo hàng ngày tại Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu.

Bảng 1. Danh sách các cơn bão và số trường hợp nghiên cứu

STT	Tên cơn bão	Thời gian dự báo (TH1)	Thời gian dự báo (TH2)	Thời gian dự báo (TH3)
1	Chanthu	19/07/2010 - 22/07/2010	20/07/2010 - 23/07/2010	21/07/2010 - 24/07/2010
2	Conson	14/07/2010 - 17/07/2010	15/07/2010 - 18/07/2010	16/07/2010 - 19/07/2010
3	Mindulle	22/08/2010 - 25/08/2010	23/08/2010 - 26/08/2010	24/08/2010 - 27/08/2010
4	Lionrock	28/08/2010 - 31/08/2010	29/08/2010 - 01/09/2010	30/08/2010 - 02/09/2010
5	Sarika	09/06/2011 - 12/06/2011	10/06/2011 - 13/06/2011	11/06/2011 - 14/06/2011
6	Haima	20/06/2011 - 23/06/2011	21/06/2011 - 24/06/2011	22/06/2011 - 25/06/2011
7	Nock-ten	27/07/2011 - 30/07/2011	28/07/2011 - 31/07/2011	29/07/2011 - 01/08/2011
8	Doksuri	28/06/2012 - 01/07/2012	29/06/2012 - 02/07/2012	30/06/2012 - 03/07/2012
9	Vicente	21/07/2012 - 24/07/2012	22/07/2012 - 25/07/2012	23/07/2012 - 26/07/2012
10	Kai-tak	15/08/2012 - 18/08/2012	16/08/2012 - 19/08/2012	17/08/2012 - 20/08/2012
11	Talim	17/06/2012 - 20/06/2012	18/06/2012 - 21/06/2012	19/06/2012 - 22/06/2012
12	Bebinca	20/06/2013 - 23/06/2013	21/06/2013 - 24/06/2013	22/06/2013 - 25/06/2013
13	Rumbia	30/06/2013 - 03/07/2013	01/07/2013 - 04/07/2013	02/07/2013 - 05/07/2013
14	Jebi	30/07/2013 - 02/08/2013	31/07/2013 - 03/08/2013	01/08/2013 - 04/08/2013
15	Mangkhut	05/08/2013 - 08/08/2013	06/08/2013 - 09/08/2013	07/08/2013 - 10/08/2013
16	Utor	12/08/2013 - 15/08/2013	13/08/2013 - 16/08/2013	14/08/2013 - 17/08/2013
17	Rammasun	16/07/2014 - 19/07/2014	17/07/2014 - 20/07/2014	18/07/2014 - 21/07/2014



Hình 1. Các miền tính của mô hình

Bảng 2. Sơ đồ vật lý sử dụng trong thí nghiệm

Lớp biên hành tinh	YSU
Tham số hóa đối lưu	Betts-Miller-Janjic
Sơ đồ vi vật lý mây	Thompson
Bức xạ sóng ngắn	Dudhia
Bức xạ sóng dài	RRTM

2.3. Phương pháp đánh giá

Mô hình WRF được chạy mô phỏng 84 giờ trong đó 12 giờ tích phân đầu không được sử dụng với hai lý do: (1) Loại bỏ số liệu trong khoảng thời gian cân bằng mô hình (spin-up time); (2) Lượng mưa mô hình được lấy cùng thời gian với mưa quan trắc từ 12h ngày hôm trước đến 12h ngày hôm sau (giờ GMT), tương ứng với mưa quan trắc tại trạm ở Việt Nam được tính từ 19h ngày hôm trước đến 19h ngày hôm sau (GMT+7). Các thông số vật lý của mô hình được chọn trên Bảng 2.

Kết quả dự báo được đánh giá với số liệu quan trắc thông qua các chỉ số thống kê sau:

- Sai số trung bình:

$$ME = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(F_i - O_i)$$

- Sai số tuyệt đối trung bình MAE:

$$MAE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}|F_i - O_i|$$

- Sai số bình phương trung bình (RMSE - Root mean square Error):

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(F_i - O_i)^2}$$

Trong đó, N là dung lượng mẫu, F_i là giá trị dự báo, O_i là giá trị quan trắc.

- Đánh giá dự báo pha:

Đánh giá sự phù hợp giữa số lần hiện tượng được dự báo và quan trắc xảy ra dựa vào bảng ngẫu nhiên (Damrath, 2004) [2, 9]:

Hits (H) = dự báo có, khi quan trắc có.

Misses (M) = dự báo không, khi quan trắc có.

False alarms (F) = dự báo có, khi quan trắc không.

Correct negatives (CN) = dự báo không, khi quan trắc không.

+ Đánh giá tỷ số giữa vùng dự báo và vùng thám sát (BS hay FBI - Bias score):

$$FBI = \frac{H + F}{H + M}$$

FBI < 1: Vùng dự báo nhỏ hơn vùng thám sát.

FBI >1: Vùng dự báo lớn hơn vùng thám sát.

FBI = 1: Vùng dự báo trùng với vùng thám sát (giá trị lý tưởng).

+ Xác suất phát hiện (Probability of Detection - POD)

$$POD = \frac{H}{H + M}$$

POD cho biết khả năng thành công của mô hình, có giá trị trong khoảng (0, 1), POD = 1 là giá trị lý tưởng mô hình được xem là hoàn hảo. POD càng gần 1 thì chất lượng mô hình càng cao, POD chỉ nhạy đối với những hiện tượng không dự báo được chứ không nhạy đối với phát hiện sai.

+ Tỷ phần phát hiện sai (False Alarms Ratio - FAR)

$$FAR = \frac{F}{H + F}$$

FAR cho biết tỷ lệ mô phỏng/dự báo khống của mô hình (mô hình cho kết quả có nhưng thực tế hiện tượng không xảy ra). Giá trị FAR biến đổi từ (0, 1), tối ưu FAR = 0.

+ Điểm số thành công (Critical Success Index - CSI hay Threat Score - TS)

$$CSI = TS = \frac{H}{M + F + H}$$

Phạm vi biến thiên của CSI từ 0 đến 1. CSI = 0 nghĩa là mô hình không có kỹ năng, CSI = 1 mô hình là hoàn hảo.

+ Chỉ số dự báo đúng (Percentage Correct - PC hay Eraction Correct - FC)

$$PC = \frac{H + CN}{M + F + H + CN}$$

Giá trị của PC biến đổi trong khoảng từ 0 đến 1. Nếu mô hình là hoàn hảo, tức kết quả mô hình trùng khớp hoàn toàn với quan trắc thì PC bằng 1, ngược lại, PC sẽ bằng 0 nếu tất cả mọi trường hợp kết quả của mô hình đều ngược với quan trắc. PC càng lớn chỉ số dự báo đúng mô phỏng, dự báo của mô hình càng cao.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Sai số thống kê trung bình

Kết quả đánh giá các chỉ số thống kê trung bình dự báo mưa của 17 cơn bão hoạt động trên Biển Đông được trình bày trên Bảng 3 và Bảng 4. Kết quả tính toán cho thấy chỉ số ME có giá trị dương ở hầu hết các trạm quan trắc cho cả ba hạn 24h, 48h, 72h chứng tỏ dự báo của mô hình WRF có xu thế lớn hơn so với quan trắc thực tế. Trong ba hạn 24h, 48h và 72h sai số dự báo mưa của mô hình không có sự khác biệt nhiều giữa các hạn dự báo cụ thể, sai số MAE phổ biến trong khoảng 7-15 mm, trong đó, sai số nhỏ nhất tại trạm Mdrak là 5,6 mm trong hạn 48h, lớn nhất tại trạm Pleiku 23,6 mm trong hạn 48h, sai số quân phương (RMSE) phổ biến trong khoảng 10-20 mm trong đó sai số lớn nhất tại trạm Pleiku đến 40 mm, nhỏ nhất tại Ayun Pa là 8,1 mm trong hạn 72h. Sai số dự báo mưa của mô hình không có sự khác biệt nhiều giữa các hạn dự báo. Giá trị RMSE theo các hạn dự báo 24h, 48h và 72h lần lượt là 21,2 mm, 22,9 mm và 18,8 mm tương ứng.

Kết quả đánh giá dự báo pha cho thấy, với ngưỡng mưa vừa (16-50 mm) và ngưỡng mưa to (>50 mm) chỉ số FBI tăng theo các hạn dự báo, có nghĩa là đối với hạn dự báo 72h mô hình cho kết quả dự báo diện mưa lớn hơn so với thực tế, đặc biệt là đối với ngưỡng mưa to. Đối với xác suất phát hiện (POD), mô hình có khả năng dự báo tại ngưỡng mưa vừa với xác suất phát hiện cao hơn ngưỡng mưa to ở cả 3 hạn dự báo. Ở ngưỡng mưa vừa POD có giá trị từ 0,34 đến 0,41 trong khi ở ngưỡng mưa to POD có giá trị từ 0,1 đến 0,18. Về tỷ lệ mô phỏng/dự báo khống, giá trị chỉ số FAR ở

ngưỡng mưa lớn cao hơn so với ngưỡng mưa vừa, nghĩa là ở ngưỡng mưa lớn mô hình dễ dự báo khống hơn so với ngưỡng mưa vừa. Giá trị FAR đối với ngưỡng mưa vừa là 0,7-0,78, đối với ngưỡng mưa to là 0,92-0,96.

Điểm số thành công (CSI) không cao, ngưỡng mưa vừa có điểm số thành công cao hơn ngưỡng mưa to. Điểm số thành công với ngưỡng mưa vừa là 21% ở hạn dự báo 24h, với ngưỡng mưa to là 5% ở hạn dự báo 24h và 72h. Chỉ số dự báo đúng (PC) của mô hình khá cao ở cả hai ngưỡng mưa, đặc biệt là ngưỡng mưa to. Ở hạn dự báo 72h chỉ số dự báo đúng với ngưỡng mưa vừa là 72%, ngưỡng mưa to là 96%.

Bảng 3. Sai số trung bình 17 cơn bão cho 17 trạm quan trắc

TRẠM	HẠN 24H (mm)			HẠN 48H (mm)			HẠN 72H (mm)		
	ME	MAE	RMSE	ME	MAE	RMSE	ME	MAE	RMSE
Bảo Lộc	12,0	21,7	35,7	6,6	19,6	28,2	8,2	17,7	24,8
Buôn Ma Thuột	1,7	9,0	12,2	5,7	11,6	20,6	4,7	12,3	19,1
Kon Tum	5,9	15,2	20,6	5,4	15,7	22,5	10,8	16,0	23,7
Đắk Nông	7,6	17,2	23,3	14,8	21,0	30,2	11,0	16,1	20,6
Đà Lạt	7,6	10,9	14,8	6,8	9,7	13,6	5,0	8,5	12,6
Pleiku	-6,5	23,6	38,0	4,1	23,6	40,0	11,3	13,8	20,4
Liên Khương	6,3	11,7	14,7	8,2	14,8	20,0	5,1	9,0	12,0
Đắk Tô	7,8	14,2	19,9	7,2	18,4	23,7	10,7	18,0	26,2
Buôn Hồ	5,3	13,0	19,7	2,8	10,3	13,8	5,6	10,9	16,5
Ayun Pa	3,2	7,3	12,1	4,9	9,1	15,1	4,1	5,9	8,1
Mdrak	4,9	6,8	9,2	3,8	5,6	8,7	3,2	8,6	16,1
Mỹ Tho	-3,9	7,8	11,2	-1,6	8,4	11,8	-0,7	7,2	10,4
Phước Long	6,1	17,4	23,5	8,5	15,8	21,2	6,8	15,0	21,2
Sơn Hòa	0,3	6,8	9,6	2,2	10,8	20,3	0,9	7,6	12,8
Cà Mau	1,0	7,5	10,3	5,2	11,7	21,2	0,6	10,8	18,1
Rạch Giá	12,6	18,5	25,4	10,3	18,2	26,4	9,3	13,9	20,0
Tây Ninh	4,5	10,0	14,7	4,3	10,7	16,9	3,0	8,2	13,8

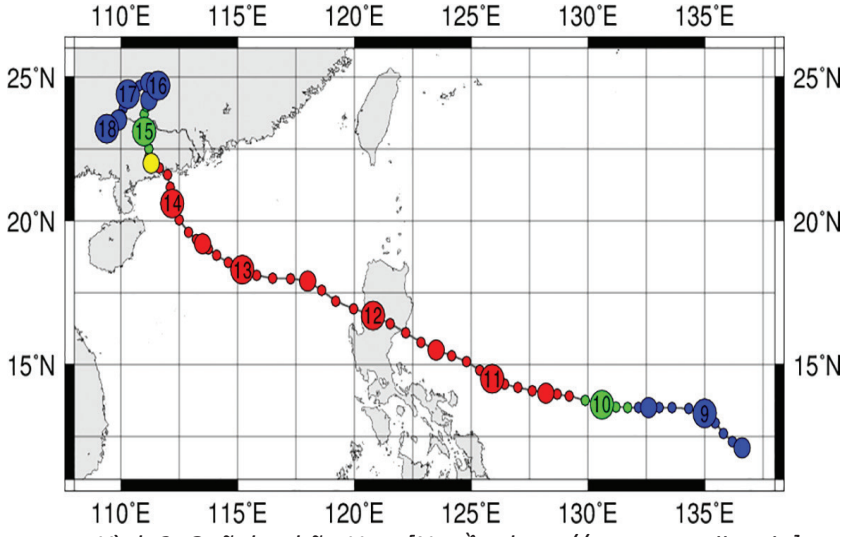
Bảng 4. Điểm số đánh giá mưa theo các ngưỡng

Ngưỡng	> 16 mm					> 50 mm					SAI SỐ (mm)		
Điểm số	FBI	POD	FAR	CSI	PC	FBI	POD	FAR	CSI	PC	ME	MAE	RMSE
24h	1,38	0,41	0,7	0,21	0,68	1,54	0,12	0,92	0,05	0,94	4,5	12,9	21,2
48h	1,45	0,34	0,76	0,16	0,68	2,35	0,1	0,96	0,03	0,93	5,9	13,8	22,9
72h	1,72	0,38	0,78	0,16	0,72	2,64	0,18	0,93	0,05	0,96	5,9	11,7	18,8

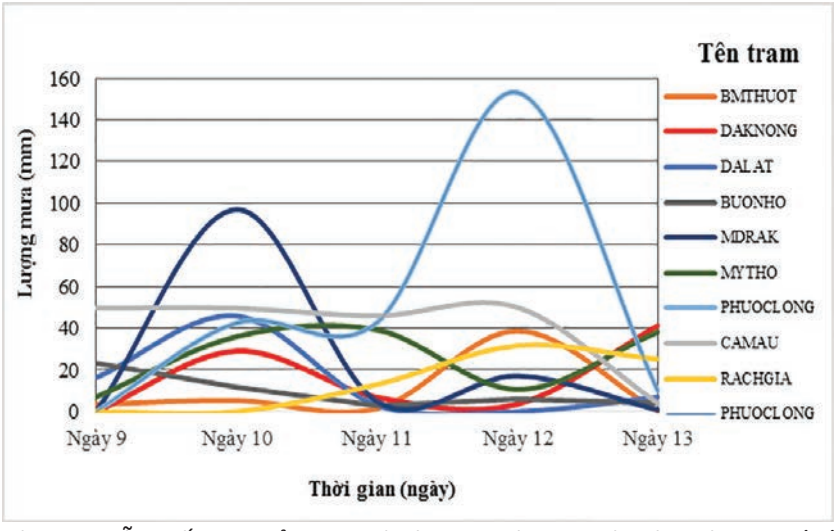
3.2. Đánh giá khả năng mô phỏng cho trường hợp mưa lớn điển hình của cơn bão Utor hoạt động trên Biển Đông

Bão Utor hình thành từ một áp thấp nhiệt đới ở ngoài vùng biển phía Đông của Philippines có vị trí ở vào khoảng 12,3°N; 135,9°E vào ngày 8/8/2013, đến 18h ngày 9/8/2013 áp thấp nhiệt đới đã mạnh lên thành bão có vị trí tâm khoảng 13,5°N; 131,7°E, vào thời điểm này, mưa dông bắt đầu xuất hiện nhiều ở Tây Nguyên và Nam Bộ nhưng lượng mưa phổ biến không lớn. Sang đến ngày 10/11/2013 bão Utor tiếp tục di chuyển theo hướng Tây Tây Bắc với cường độ mạnh lên, mưa lớn tập trung ở khu vực Nam Tây

Nguyên nhưng sang đến ngày 11/08 thì mưa dông lại giảm ở khu vực này nhưng lại tăng lên rõ rệt ở Nam Bộ và duy trì cho đến ngày 12/8. Đến ngày 13/8 mưa ở khu vực giảm đi nhanh chóng và bão Utor đổ bộ vào Quảng Đông, Trung Quốc ngày 14/8/2013 (Hình 2, Hình 3).

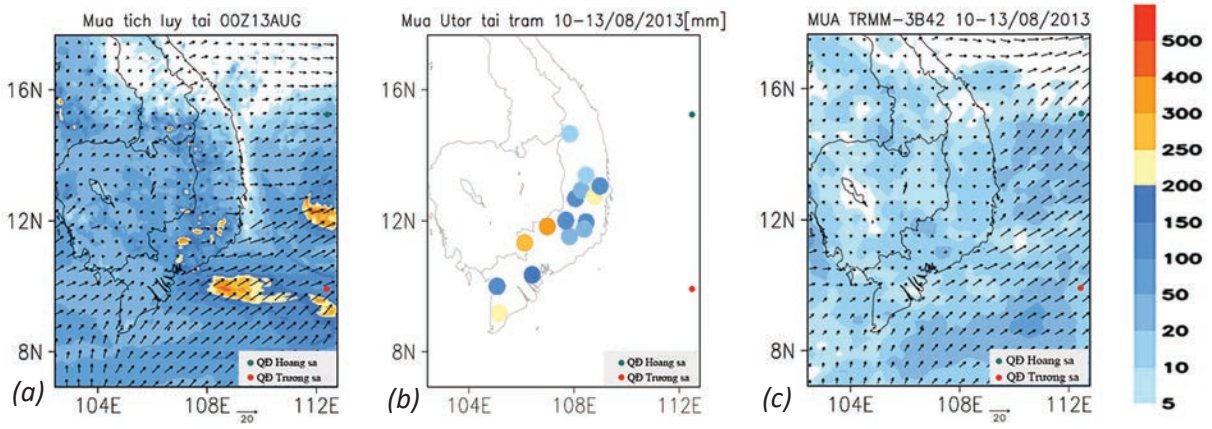


Hình 2. Quỹ đạo bão Utor [Nguồn: http://agora.ex.nii.ac.jp]



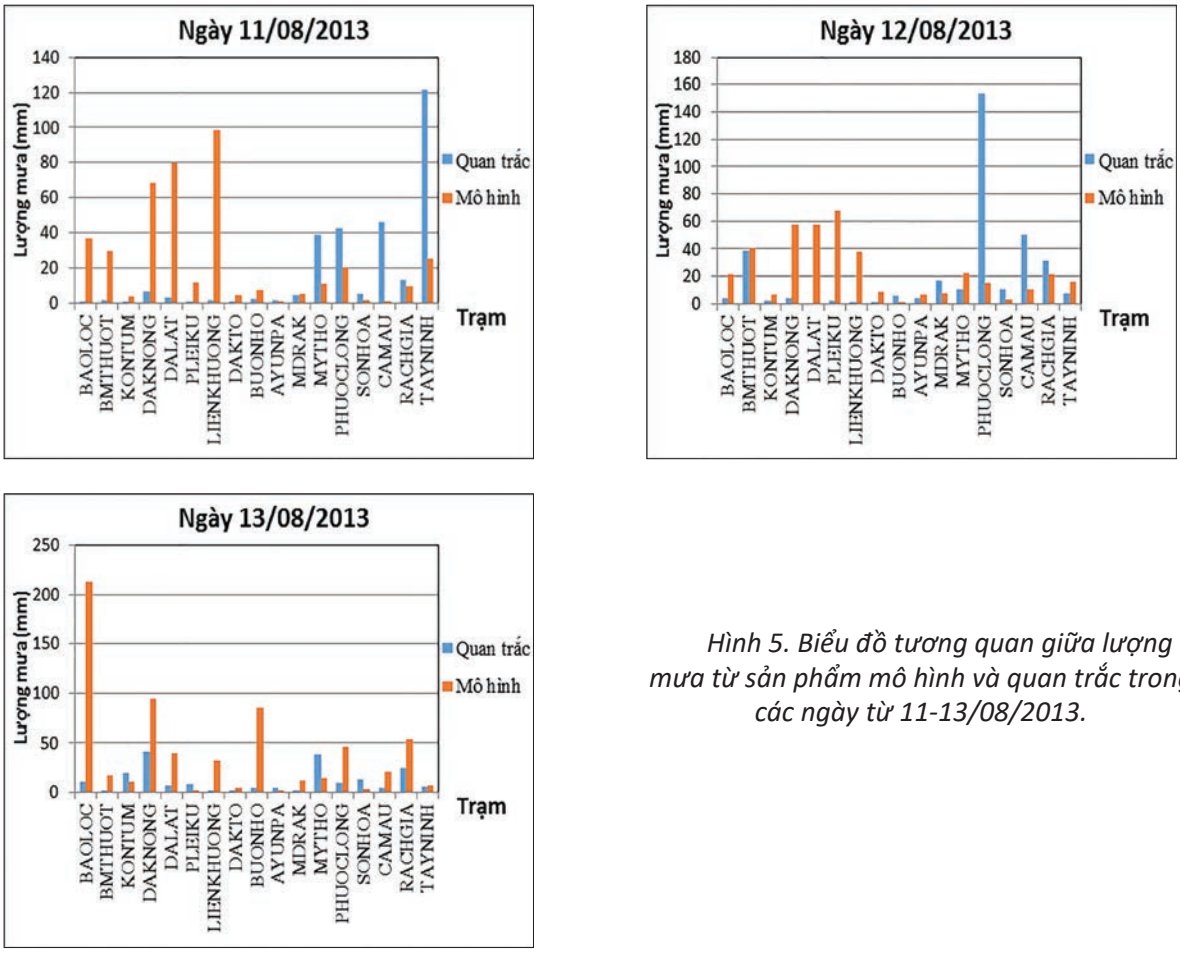
Hình 3. Diễn biến mưa ở Nam Bộ và Nam Tây Nguyên từ ngày 9-13/8/2013

Trường hợp mưa lớn liên quan tới cơn bão Utor năm 2013 được đánh giá cụ thể để thấy được khả năng mô phỏng diện mưa của mô hình WRF trên khu vực nghiên cứu khi có bão hoạt động trên Biển Đông. Hình 4 mô tả tổng lượng mưa tích lũy 3 ngày (19h00 ngày 10/8 đến 19h00 ngày 13/8) từ số liệu quan trắc bề mặt, số liệu vệ tinh và số liệu mô phỏng bằng mô hình WRF cho khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ cho thấy, mô hình đã mô phỏng lượng mưa khu vực khá gần với lượng mưa lượng quan trắc tại trạm (Hình 4a, 4b), tuy nhiên ở một phần diện tích khu vực Nam Tây Nguyên (Lâm Đồng) mô hình cho kết quả mô phỏng cao hơn so với quan trắc. Số liệu mưa phân tích từ vệ tinh TRMM (Hình 4c) cũng cho thấy mưa xuất hiện trên khu vực nghiên cứu, tuy nhiên lượng không cao như quan trắc tại trạm. Điều này có thể lý giải là do vệ tinh chỉ bay qua Việt Nam 2 lần mỗi ngày nên không nắm bắt được chính xác về lượng mưa, tuy nhiên về diện mưa thì cũng khá tương đồng với quan trắc (Hình 4a, 4c).



Hình 4. Lượng mưa tích lũy [mm] 72h từ ngày 10-13/08/2013: a) Mô hình WRF, (b) Quan trắc, (c) Vệ tinh

Kết quả dự báo mưa từ mô hình và quan trắc các ngày 11-13/08/2013 (Hình 5) cho thấy, mô hình cho kết quả dự báo diện mưa khá tốt, tuy nhiên về lượng mưa mô hình cho kết quả cao hơn so với quan trắc.



Hình 5. Biểu đồ tương quan giữa lượng mưa từ sản phẩm mô hình và quan trắc trong các ngày từ 11-13/08/2013.

4. Kết luận

Qua phân tích đánh giá kết quả dự báo mưa, mưa lớn ở khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên khi có bão hoạt động trên Biển Đông thời kỳ 2010-2014 cho thấy, mô hình WRF có xu thế dự báo cao hơn so với quan trắc ở cả 3 hạn 24h, 48h, 72h (ME có giá trị dương ở hầu hết các trạm quan trắc), sai số quân phương (RMSE) phổ biến trong khoảng 10-20 mm, trong đó sai số lớn nhất tại trạm Pleiku đến 40 mm, nhỏ nhất tại Ayun Pa là 8,1 mm trong hạn 72h. Kết quả dự báo diện mưa cao hơn so với quan trắc (FBI >1). Đối với trường hợp mưa lớn điển hình liên quan đến cơn bão Utor năm 2013, mô hình WRF mô phỏng khá tốt về diện mưa trên khu vực nghiên cứu. Mưa dự báo trên lưới của mô hình có thể nắm bắt được tương đối tốt một số cực trị địa phương mưa thể hiện tại số liệu trạm, trong khi mưa lưới quan trắc vệ tinh TRMM không nắm bắt được các cực trị địa phương này. Như vậy, có thể sử dụng mô hình WRF dự báo mưa, mưa lớn khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên khi có bão hoạt động trên Biển Đông, đặc biệt là đối với các đợt mưa lớn khi có bão hoạt động trên Biển Đông. Trên đây mới chỉ là kết quả bước đầu, để có thể ứng dụng mô hình WRF dự báo mưa lớn trong dự báo nghiệp vụ cần thực hiện dự báo cho nhiều trường hợp thử nghiệm hơn nữa, từ đó có thể đánh giá mức độ ổn định của mô hình và nghiên cứu phương pháp hiệu chỉnh thống kê kết quả dự báo của mô hình.

Lời cảm ơn: Bài báo được hoàn thành nhờ kết quả nghiên cứu của Đề tài "Nghiên cứu cơ chế nhiệt động lực gây mưa lớn và khả năng dự báo mưa lớn mùa hè khu vực Nam Bộ và Nam Tây Nguyên do tương tác gió mùa Tây Nam - bão trên Biển Đông", Mã số: 2015.05.12.

Tài liệu tham khảo

1. Bùi Minh Tăng và cộng sự (2014), "Nghiên cứu xây dựng công nghệ dự báo mưa lớn thời hạn 2-3 ngày phục vụ công tác cảnh báo sớm lũ lụt khu vực Trung Bộ Việt Nam"*, Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Nhà nước.*
2. Công Thanh và cộng sự (2016), "Đánh giá khả năng dự báo mưa do bão bằng mô hình RAMS", *Tạp chí Khoa học - Đại học Quốc gia Hà Nội, Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, tập 32, số 3S, tr.195-201.
3. Đỗ Huy Dương (2005), "Khả năng dự báo mưa lớn ở Việt Nam bằng mô hình WRF", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*.
4. Đàng Hồng Như, Nguyễn Văn Hiệp (2016), "Nghiên cứu vai trò của vận tải ẩm trong đợt mưa lớn tháng 11 năm 1999 ở miền Trung bằng mô hình WRF", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn,* 3/2016.
5. Hoàng Đức Cường và cộng sự (2009), "Dự báo mưa lớn ở khu vực Trung Trung Bộ bằng mô hình số trị"*, Hội thảo Quốc tế Gió mùa châu Á tại Đà Nẵng,* 3/2009.
6. Lê Văn Thiện, Nguyễn Văn Thắng (2004), "Dự báo mưa cực lớn trên khu vực Việt Nam bằng mô hình WRF"*, Tuyển tập báo cáo Hội thảo khoa học lần thứ 8, Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Môi trường.*
7. Nguyễn Văn Thắng và cộng sự (2011), *Thử nghiệm dự báo mưa lớn bằng mô hình WRF cho khu vực Bắc Bộ Việt Nam, Hội thảo Quốc tế Gió mùa châu Á tại Đà Nẵng.*
8. Trần Tân Tiến và Nguyễn Thị Thanh (2011), "Đồng hóa dữ liệu vệ tinh modis trong mô hình WRF để dự báo mưa lớn ở khu vực Trung Bộ", *Tạp chí Khoa học - Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, số 3S, tr.90-95.
9. Damrath, U., (2004), *Verification against precipitation observations of a high density network - what did we learn, Intl. Verification Methods Workshop*, 15-17 September 2004, Montreal, Canada.
10. Müller, O. V., Lovino, M. A., Berbery, E. H., Müller, O. V., Lovino, M. A., & Berbery, E. H. (2016), *Evaluation of WRF Model Forecasts and Their Use for Hydroclimate Monitoring over Southern*

South America. Weather and Forecasting, 31(3), 1001-1017.
11. Zhang, C., Wang, Y., Lauer, A., Hamilton, K., Zhang, C., Wang, Y.,… Hamilton, K. (2012), *Configuration and Evaluation of the WRF Model for the Study of Hawaiian Regional Climate.* Monthly Weather Review, 140(10), 3259-3277.

VERIFICATION OF WRF SUMMER RAINFALL FORECASTS OVER THE SOUTH AND CENTRAL HIGHLAND OF VIET NAM IN ASSOCIATED WITH TYPHOONS IN THE EAST SEA

Vu Van Thang[(1)], Vu The Anh[(2)], Tran Duy Thuc[(1)], Truong Ba Kien[(1)], Nguyen Van Hiep[(2)]
[(1)]Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change
[(2)]Institute of Geophysics, Viet Nam Academy of Science and Technology

Abstract: *This study examines rainfall forecasting skills of WRF model over the South and the Southern part of Central Highlands in associated with tropical storm activity in the East Sea in the period 2010-2014. The initial and boundary conditions for the WRF model are from the NCEP-GFS model with a horizontal resolution of 0.5x0.5 degrees. The observed rainfall data at 17-surface stations were used to validate the model skills. The results show that the WRF model tends to oversimulate rainfall. In case of heavy rainfall caused by Utor typhoon, the model (WRF model) simulates quite well rainfall distribution for the specific research site. It is also able to capture as well some local extreme rainfall events.*

Keywords: *WRF, rainfall forecast, statistic errors.*

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ NGUỒN LỰC ỨNG PHÓ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU CỦA HỆ SINH THÁI - XÃ HỘI TẠI 3 XÃ THUỘC HUYỆN TIỀN HẢI, TỈNH THÁI BÌNH

Hoàng Thị Ngọc Hà và Trương Quang Học
Trung tâm Phát triển Cộng đồng Sinh thái (ECODE)

Ngày nhận bài 2/5/2017; ngày chuyển phản biện 22/5/2017; ngày chấp nhận đăng 15/6/2017

Tóm tắt: *Nguồn lực hay tài sản hay hẹp hơn là nguồn vốn phát triển được hiểu một cách khái quát là tổng thể vị trí địa lý, tài nguyên thiên nhiên, nguồn nhân lực, cơ sở hạ tầng, đường lối chính sách,… có thể được khai thác nhằm phục vụ cho việc hoạch định các đường lối, chính sách phát triển của một lãnh thổ nhất định. Nguồn lực là yếu tố quan trọng để xây dựng các giải pháp trong các kế hoạch, chương trình và dự án phát triển nói chung, phòng chống thiên tai và biến đổi khí hậu nói riêng. Trong thực tế hiện nay có nhiều cách đánh giá nguồn lực và thường chú trọng hơn tới nguồn lực tài chính và nguồn lực vật chất/cơ sở hạ tầng. Bài báo này trình bày kết quả bước đầu của Nhóm nghiên cứu liên ngành ECODE khi kế thừa, phát triển và ứng dụng phương pháp đánh giá Chỉ số chống chịu thiên tai, khí hậu (Climate Disaster Resilience Index - CDRI, ma trận 5*5) để đánh giá nguồn lực phát triển và khả năng chống chịu thiên tai - khí hậu (Climate - Diaster Resilience) của hệ sinh thái - xã hội (Social - Ecological System), phục vụ cho việc xây dựng kế hoạch hành động thích ứng với biến đổi khí hậu cấp địa phương (cấp huyện) ở huyện Tiền Hải, tỉnh Thái Bình. Nhiều chỉ tiêu, chỉ số đánh giá phù hợp với các chỉ tiêu của Chương trình Nông thôn mới, cộng đồng có thể áp dụng được, và do đó phương pháp này nên được nhân rộng ra ở các địa phương khác.*

Từ khóa: *Nguồn lực, chỉ số chống chịu thiên tai - khí hậu, biến đổi khí hậu, hệ sinh thái - xã hội, phát triển bền vững.*

1. Đặt vấn đề

Khi biến đổi khí hậu (BĐKH) đang trở thành thách thức lớn nhất cho phát triển bền vững trong bối cảnh biến đổi toàn cầu hiện nay thì công tác ứng phó với BĐKH được xem là hoạt động ưu tiên của bất kỳ quốc gia, lãnh thổ, địa phương nào trên thế giới [2,28,30]. Nguồn lực là yếu tố rất quan trọng để đề xuất các chiến lược, kế hoạch phát triển nói chung, ứng phó với BĐKH nói riêng [13].

Quan niệm về nguồn lực rất khác nhau, phụ thuộc vào từng phạm vi, hoàn cảnh và mục tiêu nghiên cứu, phát triển. Nguồn lực hay tài sản hay hẹp hơn là vốn cho phát triển được hiểu một cách khái quát là tổng thể vị trí địa lí (tài nguyên vị thế), tài nguyên thiên nhiên, nguồn nhân lực, chính sách,… ở cả trong nước và ngoài nước, có thể được khai thác nhằm phục vụ cho việc phát triển kinh tế, xã hội - văn hóa của một lãnh thổ nhất định [13]. Nguồn lực không phải là bất biến mà thay đổi theo không gian và thời gian. Con người có thể làm thay đổi nguồn lực theo hướng có lợi cho mình [26].

Nguồn lực được phân chia thành các nhóm khác nhau tùy theo tính chất, phạm vi và mục đích sử dụng. Theo tính chất, được chia thành nguồn lực vật chất và nguồn lực phi vật chất; theo khu vực hành chính quốc gia, nguồn lực được chia thành nguồn lực trong nước và nguồn lực từ nước ngoài. Trong thực tế quản lý, nguồn lực phát triển được phân chia theo chủng loại: Nguồn lực tự nhiên (bao gồm cả tài nguyên thiên nhiên), nguồn lực vật chất/cơ sở hạ tầng, nguồn lực kinh tế (bao gồm cả tài chính), nguồn lực xã hội (bao gồm cả con người), và nguồn lực thể chế (bao gồm cả chính sách và tổ chức thực hiện). Năng lực phát triển - cơ sở quan trọng để đề xuất các giải pháp phát triển, của một tổ chức, một cộng đồng, một địa phương thường dựa trên việc đánh giá tổng hợp các nguồn lực này [16, 8].

Trong thực tế phát triển ở nước ta nói chung, các hệ thống tự nhiên, kinh tế - xã hội được phân

chia thành những khu vực, lĩnh vực khác nhau thuộc sự quản lý nhà nước của các Bộ, ngành và các địa phương. Để tạo sự thống nhất trong quá trình thực hiện chúng ta phải tích hợp/lồng ghép các yếu tố tác động (môi trường, thiên tai, BĐKH, phát triển bền vững,…) vào các chiến lược, quy hoạch, kế hoạch, chương trình phát triển, đặc biệt là trong phát triển kinh tế - xã hội (KT-XH). Nói như vậy, có thể hiểu là nguồn lực cho ứng phó với BĐKH, theo nghĩa chung nhất, bao gồm tất cả các nguồn lực cho phát triển KT-XH [5, 10].

Nguồn lực trong các chiến lược, kế hoạch ứng phó với BĐKH thường được chú trọng hơn vào nguồn lực tài chính và cơ sở hạ tầng [12]. Nhưng trong thực tế, đặc biệt là ở cấp địa phương (như cấp huyện, xã) thì việc huy động nguồn lực tại cộng đồng rất đa dạng, linh hoạt và lớn hơn nhiều. Hiện nay có nhiều cách đánh giá định tính và định lượng các tác động của BĐKH nhưng chưa có nhiều phương pháp đánh giá nguồn lực một cách tổng thể để ứng phó với BĐKH, đặc biệt là những phương pháp đánh giá định lượng [3, 7].

Để đánh giá khả năng chống chịu và thích ứng của một hệ thống, một khu vực trước BĐKH thì cần phải xem xét một cách toàn diện và đầy đủ các loại nguồn lực với sự thay đổi theo không gian và thời gian [25, 27]. Phương pháp Chỉ số chống chịu thiên tai, khí hậu - CDRI (Climate Disaster Resilience Index) đầu tiên được sử dụng để đánh giá khả năng chống chịu với thiên tai - khí hậu cho một khu vực (hệ sinh thái - xã hội) nhất định. Mặt khác, về bản chất thì khả năng chống chịu lại là biểu hiện rõ nhất "sức khỏe" của hệ thống. Vì vậy, CDRI một mặt biểu hiện khả năng chống chịu của hệ thống đối với các tác động từ bên ngoài, nhưng đồng thời cũng là biểu hiện của tiềm năng phát triển.

Nghiên cứu này do Nhóm nghiên cứu liên ngành *"Phát triển Cộng đồng Sinh thái"* - ECODE thực hiện trong khuôn khổ dự án *"Thúc đẩy vai trò tiên phong của thanh niên trong thích ứng với BĐKH vùng đồng bằng sông Hồng"* tại 3 huyện Cát Hải (Hải Phòng), Giao Thủy (Nam Định) và Tiền Hải (Thái Bình) (của Dự án READY, MCD/AMDI/CERD, 2016-2018).

Bài viết này nhằm mục tiêu: i) Phát triển và ứng dụng phương pháp Chỉ số chống chịu thiên tai, khí hậu với ma trận 5*5 để đánh giá nguồn lực phát triển và khả năng ứng phó với BĐKH của hệ sinh thái - xã hội trong các điều kiện cụ thể của địa bàn nghiên cứu; ii) Sử dụng kết quả trên như một đầu vào để xây dựng kế hoạch thích ứng với BĐKH cho địa phương.

Bài báo trình bày những kết quả thử nghiệm về ứng dụng phương pháp đánh giá CDRI cho đánh giá nguồn lực của hệ sinh thái - xã hội với quy mô cấp xã (có thể phát triển lên cho cấp huyện) và rút ra những bài học cho Việt Nam.

2. Địa điểm, phạm vi, đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu được tiến hành trong năm 2016-2017 tại huyện Tiền Hải (Thái Bình) ở 3 xã điển hình, đại diện cho các phân vùng sinh thái - xã hội của huyện: Tây Tiến, Đông Trung và Nam Phú. Mỗi khu vực nghiên cứu (ở đây là xã) được xem như một hệ sinh thái - xã hội[1] - sự tổ hợp của 2 hệ (hệ sinh thái và hệ xã hội), tập trung vào các yếu tố tự nhiên, xã hội, thể chế,…

Đối tượng nghiên cứu: Đánh giá nguồn lực ứng phó với BĐKH và phát triển bền vững theo phương pháp CDRI.

Đối tượng khảo sát: Các loại nguồn lực và các chỉ số thành phần của nó; tình hình biến đổi khí hậu (biểu hiện, diễn biến, tác động).

Cách tiếp cận chính: Tiếp cận hệ thống - liên ngành/dựa trên hệ sinh thái (Interdisciplinary/ecosystem-based approach), kết hợp trên - xuống/ dưới - lên/dựa vào cộng đồng (Top - down + Bottom - up) và tiếp cận có sự tham gia (Participatory approach),... Hệ thống được áp dụng trong nghiên cứu này là hệ sinh thái - xã hội [17, 18].

Phương pháp nghiên cứu: Gồm các phương pháp nghiên cứu xã hội học (nghiên cứu tài liệu thứ cấp, khảo sát thực địa,...), tham vấn chuyên gia và phương pháp CDRI - đánh giá chỉ số chống chịu thiên tai - khí hậu. Trong đó, các công cụ chính được sử dụng gồm nhóm công cụ PRA[2] - đánh giá nhanh có sự tham gia với phân tích SWOT, khảo sát lát cắt, sơ đồ Venn, phỏng vấn sâu cấu trúc và bán cấu trúc, ma trận 5*5 [16].

CDRI (Climate Disaster Resilience Index) -

[1] Hệ sinh thái - xã hội (social-ecological system) là một phân hệ của hệ sinh thái - nhân văn, nhấn mạnh yếu tố xã hội và thể chế kèm theo [5, 26].

[2] PRA: Participatory Rural Appraisal.

đánh giá chỉ số chống chịu thiên tai - khí hậu là phương pháp mới được xây dựng và áp dụng vào khoảng một thập kỷ gần đây trong các nghiên cứu đánh giá khả năng chống chịu BĐKH của 1 khu vực, cộng đồng, vùng sinh thái cảnh quan [23, 25]. Phương pháp này ban đầu được phát triển và áp dụng cho một số nghiên cứu, dự án liên quan đến tăng cường khả năng chống chịu thiên tai của cộng đồng, chủ yếu là khu vực đô thị, sau đó là chống chịu thiên tai, khí hậu cho các thành phố dễ bị tổn thương ở khu vực châu Á [23, 24]. Giai đoạn từ năm 2008-2010, Sáng kiến Chống chịu Thiên tai, Khí hậu (Climate and Disaster Resilience Initiative/CDRI) đã được các nhóm nghiên cứu quốc tế từng bước phát triển các bộ chỉ số theo phương pháp CDRI và ứng dụng cho tổng cộng 47 thành phố ở khu vực châu Á - Thái Bình Dương để đánh giá mức độ ứng phó hiện tại với thiên tai và BĐKH (trong đó có 4 thành phố của Việt Nam: Hà Nội, Huế, Đà Nẵng, Hồ Chí Minh) [1, 25]. Các nhà khoa học đã chỉ ra rằng, khả năng chống chịu và phục hồi của các hệ thống kinh tế, xã hội, môi trường sau các thảm họa tự nhiên cao hay thấp được thể hiện ở 5 yếu tố của hệ thống: Kinh tế (Economic), Vật chất (Physical), Xã hội (Social), Tự nhiên (Natural) và Thể chế (Istitutional) [24, 25].

Dựa trên điều kiện cụ thể của địa phương, khung 5*5 (CDRI) với các tiêu chí và chỉ số đánh giá được điều chỉnh cho phù hợp.

Đánh giá giá trị của các tiêu chí và chỉ số trong khung 5*5 đã được điều chỉnh dựa trên kết quả của các hoạt động: i) Thông tin, số liệu được thu thập qua bảng hỏi 5*5; ii) Tham vấn/thảo luận nhóm cộng đồng; iii) Tham vấn các cấp chính quyền; iv) Tham vấn chuyên gia (sẽ trình bày chi tiết trong phần kết quả và thảo luận).

3. Kết quả và thảo luận

Các đặc trưng của khu vực nghiên cứu

Tiền Hải là huyện ven biển ở phía Đông Nam tỉnh Thái Bình. Đây là vùng đất trẻ, mới được bồi đắp vào đầu thế kỷ 19 khi Doanh điền sứ Nguyễn Công Trứ đưa dân đến khai hoang lấn biển lập nên các làng xã tại đây. Ba xã Tây Tiến, Đông Trung và Nam Phú đại diện cho 3 tiểu vùng sinh thái - xã hội với những đặc trưng riêng về tự nhiên, kinh tế, xã hội của huyện Tiền Hải: 1) Xã Tây Tiến điển hình cho tiểu vùng nội đồng thấp trũng phía trong đê biển và giáp sông (nước lợ); 2) Xã Nam Phú điển hình cho tiểu vùng ven biển phía giáp đê biển có rừng ngập mặn (nước lợ và nước mặn), và 3) Xã Đông Trung điển hình cho tiểu vùng nội đồng cao (nước ngọt).

Kết quả đánh giá tác động của BĐKH và tính dễ bị tổn thương của 3 xã nói riêng và huyện Tiền Hải nói chung theo cách tiếp cận dựa trên hệ sinh thái (EbA) cho thấy khu vực này bị tác động mạnh mẽ bởi BĐKH với các biểu hiện tiêu biểu như bão, mực nước biển dâng, gia tăng xâm nhập mặn, tăng ngập lụt trong mùa mưa và hạn hán, thiếu nước về mùa khô. Điều này gây ảnh hưởng tiêu cực đến các hệ sinh thái tự nhiên và đời sống, sản xuất của người dân, đặc biệt là các sinh kế nông nghiệp [4]. Việc xây dựng một kế hoạch hành động ứng phó với BĐKH được địa phương xác định là một nhiệm vụ trọng tâm. Theo đó, cần thiết phải đánh giá các nguồn lực của địa phương - cơ sở quan trọng nhất để xác định các giải pháp ứng phó cũng như lựa chọn ra các giải pháp ưu tiên [30].

Khung phân tích và đánh giá nguồn lực

Tại Việt Nam đã có một vài nghiên cứu gần đây có liên quan đã đề xuất bộ chỉ số về khả năng thích ứng với BĐKH [9]. Năm 2014, Nhóm ECODE đã ứng dụng thí điểm việc phân tích các chỉ số CDRI vào nghiên cứu đánh giá khả năng chống chịu BĐKH khu vực đô thị - quận Ngô Quyền, Hải Phòng [3,6] và sau đó tiếp tục phát triển, ứng dụng trong một nghiên cứu khác tại khu vực đồng bằng sông Hồng.

Phương pháp CDRI gồm hai công cụ chính là bảng thu thập thông tin 5*5 và ma trận 5*5. Ma trận 5*5 là tổ hợp của 5 loại nguồn lực bao hàm 25 thông số và 125 biến số thành phần (Bảng 1). Mỗi nguồn lực bao hàm 5 yếu tố/tiêu chí điển hình và mỗi tiêu chí bao gồm 5 chỉ số được chọn.

Ứng dụng phương pháp CDRI trong đánh giá nguồn lực và khả năng ứng phó với biến đổi khí hậu tại địa bàn nghiên cứu

Sau khi nghiên cứu hiện trạng KT-XH, tự nhiên, tình hình BĐKH và rà soát kết quả thực hiện Chương trình Nông thôn mới của từng địa phương, nhóm nghiên cứu đã đề xuất Bảng thu thập thông tin 5*5 và ma trận 5*5 với các nội dung, chỉ số phù hợp với điều kiện thực tế của địa phương. Bảng thu thập thông tin 5*5 nhằm thu thập thông tin, số liệu thứ cấp từ cộng đồng và các cấp quản lý khác nhau (xã, huyện) phục vụ cho việc đánh giá nguồn lực theo ma trận 5*5 [3,6].

*Bảng 1. Các loại nguồn lực và các chỉ số thành phần của ma trận 5*5 [23-25]*

Nguồn lực/tiêu chí	**Chỉ số của các nguồn lực**
Hạ tầng/Cơ sở vật chất	Điện, nước, vệ sinh môi trường và chất thải rắn, cơ sở hạ tầng và đường, nhà và đất.
Xã hội	Dân số, sức khỏe, giáo dục và nhận thức, vốn xã hội, sự sẵn sàng tham gia của cộng đồng
Kinh tế	Thu nhập, việc làm, tài sản của các bên/hộ gia đình, tài chính - tích lũy, ngân sách - trợ cấp
Thể chế	Lồng ghép, quản lý rủi ro, thể chế, sự hợp tác, quản trị
Thiên nhiên	Cường độ hiểm họa, tần số hiểm họa, hệ sinh thái, sử dụng đất, chính sách môi trường

*Bảng 2. Ma trận 5*5 phân tích nguồn lực của hệ sinh thái - xã hội phục vụ cho xây dựng kế hoạch phát triển và ứng phó với biến đổi khí hậu địa phương [3,7,19,23-24]*

Cơ sở hạ tầng	**Xã hội**	**Kinh tế**	**Môi trường/Tài nguyên**	**Thể chế**
Điện	Dân số	Tài chính	Vị trí địa lý	Mức độ đầy đủ, phù hợp
Nước	Y tế	Thu nhập	Tài nguyên thiên nhiên	Lồng ghép
Hạ tầng bảo vệ môi trường	Văn hóa - Giáo dục	Việc làm	Quy hoạch sử dụng đất	Phối hợp thực hiện
Hạ tầng giao thông	Vốn xã hội	Tài sản	Thiên tai	Quản trị
Nhà và đất ở	Sự tham gia của cộng đồng	Trợ cấp	Môi trường	Giám sát - đánh giá

Khung ma trận 5*5 được trình bày trên Bảng 2 với một số điều chỉnh về nguồn lực và chỉ số thành phần cho phù hợp với điều kiện địa phương (xem Bảng 1 và Bảng 2) và thu được dữ liệu theo cách đánh giá bán định lượng (5 mức từ 1-5).

Hướng dẫn đánh giá theo ma trận 5*5

Cách tiếp cận có sự tham gia được ứng dụng trong cả quá trình nghiên cứu đánh giá với sự tham gia của các bên liên quan tại địa phương. Các hoạt động chính được tiến hành theo 5 bước như Hình 1:

Mỗi nguồn lực đều có 5 tiêu chí để xét, đánh giá. Mỗi tiêu chí có 5 chỉ số đại diện và tính theo tỷ lệ, mức độ hoặc các đơn vị định lượng tương ứng, sau đó quy đổi ra các mức điểm từ 1-5 (Bảng 1).

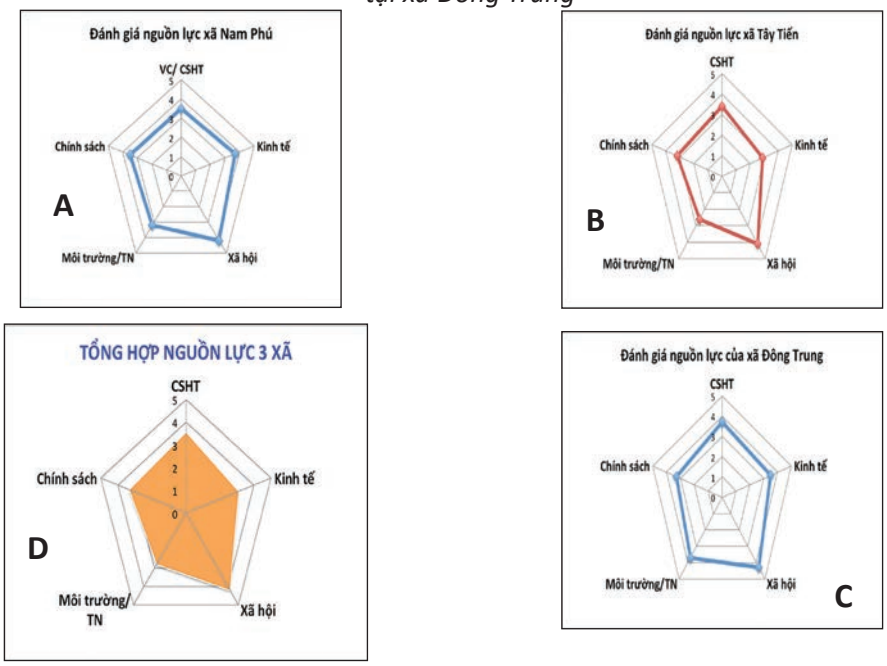
Số điểm của mỗi nguồn lực là tổng bình quân của 5 tiêu chí và tổng điểm bình quân cuối cùng của cả 5 nguồn lực được khái quát là khả năng nguồn lực cho phát triển và khả năng ứng phó với thiên tai - khí hậu của 1 hệ sinh thái - xã hội (một khu vực nghiên cứu). Ví dụ, với tiêu chí về nước gồm có các chỉ số nhỏ để đánh giá: (i) Tỷ lệ đảm bảo cung cấp đủ nước sinh hoạt cho dân cư; (ii) Số km (ứng với %) kênh mương do xã quản lý được kiên cố hóa; (iii) Mức độ đáp ứng yêu cầu sản xuất và dân sinh của hệ thống thủy lợi cơ bản (%);... Sau khi được đánh giá, các giá trị này được quy đổi ra điểm số theo các thang điểm tương ứng (Bảng 2). Giá trị của mỗi chỉ số thành phần được tổ hợp lại thành giá trị của mỗi nguồn lực. Với một số tiêu chí khó định lượng thì kết hợp với tham vấn chuyên gia.

Xếp hạng giá trị nguồn lực theo mức độ và thang điểm từ 1-5: Rất thấp, thấp, trung bình, cao, rất cao.

Những kết quả trên cho thấy, các nguồn lực có sự khác nhau trong một xã và giữa các xã. Ví dụ, với xã Tây Tiến thì nguồn lực mạnh nhất là Xã hội và yếu nhất là Môi trường/Tài nguyên, do xã

*Hình 1. Sơ đồ các bước đánh giá theo ma trận 5*5 tại huyện Tiền Hải*

*Hình 2. Thảo luận chính quyền và cộng đồng (A) trong đánh giá theo ma trận 5*5 (B) tại xã Đông Trung*



Hình 3. Kết quả đánh giá nguồn lực của từng xã (A, B, C) và tổng hợp nguồn lực của cả 3 xã (D)

có vấn đề lớn về ô nhiễm môi trường; xếp hạng khả năng về nguồn lực: 3,24 điểm (Đ) = Trung bình thấp. Với Nam Phú thì nguồn lực Kinh tế mạnh hơn nhưng cũng yếu kém về Môi trường và hiệu quả chính sách chưa cao, đạt 3,62Đ = Trung bình. Với xã Đông Trung, các nguồn lực tương đối đồng đều, trong đó nguồn lực về Cơ sở hạ tầng mạnh hơn 2 xã còn lại và nguồn lực Xã hội cũng được đánh giá cao nhất; đạt 3,7Đ, xếp hạng Trung bình cao. Đánh giá chung, tổng hợp nguồn lực trung bình của 3 xã đạt 3,47Đ, mức trung bình, trong đó nổi bật là nguồn lực Xã hội có giá trị lớn nhất do địa phương có các mạng lưới cộng đồng tốt, người dân đoàn kết, đồng thuận, trình độ văn hóa, nhận thức tương đối tốt và đồng đều kết hợp với kiến thức địa phương phong phú.

Đây là những kết quả đánh giá bước đầu và mang tính bán định lượng. Có thể tiếp tục đánh giá sâu hơn trên quy mô nhiều xã để khái quát khả năng, nguồn lực cho chống chịu, ứng phó thiên tai, BĐKH và phát triển KT-XH cho cấp huyện.

Sau khi áp dụng phương pháp CDRI vào đánh giá trên thực tế tại các địa phương chúng tôi nhận thấy, 5 nguồn lực chính (cột dọc) trong ma trận 5*5 chính là các trụ cột chính của phát triển bền vững: Kinh tế, Xã hội, Cơ sở vật chất, Tự nhiên/Môi trường và Chính sách. Đồng thời, các chỉ số (biến số phụ) của từng tiêu chí (theo 5 hàng ngang) sau khi được phân tách cụ thể, chi tiết thì có sự trùng khớp với một số chỉ tiêu trong Bộ 19 tiêu chí đánh giá Nông thôn mới. Ngoài ra, việc chia nhỏ, cụ thể từng chỉ số phụ đã làm rõ hơn, dễ hiểu hơn từng hạng mục nguồn lực của cộng đồng và bằng cách đó có thể lượng hóa ở mức bán định lượng các nguồn lực. Theo cách đó, ở cấp xã, cấp thôn hay nâng lên đánh giá ở cấp huyện thì người dân và cán bộ địa phương đều có thể tự làm được mà không cần đến chuyên gia.

Thảo luận

Các chỉ số trong ma trận 5*5 đã được phát triển cho phù hợp với điều kiện của từng địa phương đã phản ánh tương đối đầy đủ các nguồn lực cho phát triển, thể hiện được các trụ cột chính của phát triển bền vững gồm: Kinh tế, Xã hội và Môi trường (bao gồm cả tài nguyên và môi trường) trong đó yếu tố Thể chế đóng vai trò đặc biệt quan trọng. Vì thế, chỉ số đánh giá tổng hợp không những thể hiện nguồn lực chung (sức khỏe của hệ sinh thái - xã hội) mà còn thể hiện khả năng chống chịu với các tác động từ bên ngoài, trước hết là từ biến đổi khí hậu/thiên tai và các tác động khác về KT-XH (bao gồm cả chính sách).

So với các đánh giá về nguồn lực trong các kế hoạch, chương trình khác (Kế hoạch hành động ứng phó với BĐKH của các địa phương và các Bộ, ngành) thì cách đánh giá trong ma trận 5*5 chi tiết, cụ thể hơn, định lượng hơn (ở mức bán định lượng) và phản ánh thực tế của từng địa phương. Vì vậy, đây có thể được xem như một nguồn thông tin đầu vào quan trọng để đề xuất các giải pháp phát triển KT-XH, ứng phó với BĐKH và phát triển nguồn lực trong tương lai.

Các chỉ tiêu được lựa chọn trong ma trận 5*5 về cơ bản phù hợp với các tiêu chí xây dựng Nông thôn mới đang được áp dụng trong toàn quốc và chính quyền, cộng đồng địa phương có thể tự đánh giá. Tuy nhiên cần nhấn mạnh rằng, các tiêu chí trong xây dựng Nông thôn mới thì chỉ có 2 mức Đạt và Không đạt, còn ma trận 5*5 thì xác định cụ thể hơn giá trị của từng nguồn lực và chỉ ra được nguyên nhân của nó.

Với các lý giải trên, phương pháp CDRI có thể được tiếp tục cải tiến và phát triển để nhân rộng ra các địa phương khác.

Phương pháp này có thể phát triển để đánh giá nguồn lực cho cấp huyện bằng cách chọn ra các xã điển hình đại diện cho từng tiểu vùng sinh thái - xã hội chính của một huyện (như vùng trong đê, ngoài đê, nội đồng, đô thị và khu công nghiệp,…), và được tổ hợp lại để đánh giá chung cho huyện (như cho 3 xã trên).

Kết quả đánh giá nguồn lực bán định lượng theo ma trận 5*5 sẽ góp phần làm tăng tính khả thi cho các giải pháp trong các kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội/ngành cũng như kế hoạch hành động ứng phó với BĐKH. Đồng thời cũng có thể cải tiến và đơn giản hóa để xây dựng chiến lược sinh kế chống chịu khí hậu theo hướng tăng trưởng xanh (con đường phát triển

bền vững trong bối cảnh biến đổi khí hậu) [6].

Kết luận

Đánh giá nguồn lực một cách toàn diện, đặc biệt là các nguồn lực của cộng đồng và các cơ chế để huy động tối đa các nguồn lực đó là một yếu tố quan trọng để xây dựng các kế hoạch, chương trình, dự án phát triển theo đúng chủ trương đường lối của Đảng và Nhà nước ta hiện nay.

Ma trận 5*5 - phương pháp CDRI đã được phát triển giúp đánh giá một cách tương đối đầy đủ các nguồn lực của cộng đồng, phù hợp với điều kiện của từng địa phương, là cơ sở quan trọng để xây dựng nên các chính sách phát triển KT-XH và ứng phó với BĐKH.

Hướng nghiên cứu này cần được đẩy mạnh và tiếp tục hoàn thiện để có thể nhân rộng và nâng cấp cho định lượng đánh giá nguồn lực ở các cấp cao hơn (huyện, tỉnh/thành phố).

Tài liệu tham khảo

1. ACCCRN - Việt Nam (2010), *Dự án mạng lưới các thành phố châu Á có khả năng chống chịu với Biến đổi khí hậu ACCCRN - Việt Nam*, Hà Nội.
2. Bộ Kế hoạch và Đầu tư và Ngân hàng Thế giới (2016), *Báo cáo Việt Nam 2035*, NXB Hồng Đức, Hà Nội.
3. Hoàng Thị Ngọc Hà và Trương Quang Học (2015), "Triển khai sinh kế thích ứng với biến đổi khí hậu", *Tạp chí Môi trường*, số 3, tr.52-54.
4. Hoàng Thị Ngọc Hà và Trương Quang Học (2016), *"Báo cáo Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và đề xuất các giải pháp thích ứng theo cách tiếp cận EbA cho huyện Tiền Hải, Giao Thủy và Cát Hải", AMDI/MCD/CERD, Dự án READY.*
5. Trương Quang Học (2012), "Cơ sở sinh thái học cho phát triển bền vững và ứng phó với biến đổi khí hậu"*, Kỷ yếu Hội nghị Khoa học Quốc gia về nâng cao sức chống chịu trước biến đổi khí hậu*, Hạ Long.
6. Trương Quang Học, Hoàng Thị Ngọc Hà và Nguyễn Tiến Trường (2015), Đ*ánh giá khả năng chống chịu biến đổi khí hậu của hệ sinh thái - xã hội: Lý thuyết và Nghiên cứu điểm tại Thành phố Hải phòng, Kỷ yếu Hội thảo Khoa học - công nghệ trong lĩnh vực môi trường* (Trong khuôn khổ Hội nghị Môi trường toàn quốc lần thức IV), Hà Nội, 29/9/2015: 85-99.
7. Trương Quang Học (Chủ biên) và nnk (2016), *Sinh kế thích ứng biến đổi khí hậu: Tiêu chí đánh giá và các điển hình*, Bộ Tài nguyên và Môi trường, NXB Hồng Đức.
8. Trương Quang Học (Chủ biên), Hoàng Thị Ngọc Hà, Nguyễn Thị Bích Ngọc và Bùi Phước Chương (2017), *Biến đổi khí hậu và phát triển bền bững: HỎI - ĐÁP,* Luxembourg and ECODE.
9. Huỳnh Thị Lan Hương (2015), *Báo cáo đề tài "Nghiên cứu phát triển bộ tiêu chí thích ứng với biến đổi khí hậu, phục vụ công tác quản lý nhà nước về biến đổi khí hậu. Báo cáo kết quả Khoa học công nghệ.*
10. Phạm Ngọc Long (2015), "Huy động và sử dụng nguồn vốn tư nhân trong phát triển kinh tế - xã hội", *Tạp chí Tài chính,* số 8 kỳ 1-2015.
11. Phạm Hoàng Mai và Nguyễn Thị Diệu Trinh (2014), *Huy động nguyên lực tài chính cho ứng phó với biến đổi khí hậu, Kinh tế và Dự báo.*
12. Ngô Tuấn Nghĩa (2013), "Tái cấu trúc mô hình tăng trưởng gắn với phát triển kinh tế xanh ở Việt Nam", *Tạp chí Lý luận chính trị,* số 5/2013.
13. Viện Chiến lược và Chính sách Tài chính (2016), *Tài chính xanh, ngân hàng xanh trong APEC và những nỗ lực ở Việt Nam.*
14. Adelina Maria Mensah and Luciana Camargo Castro (2004), *Sustainable resource use and sustainale development: A contradiction?,* Center for Development Research University of Bonn.
15. Apollonia Miola, Vania Paccagnan, Eleni Papadimitriou, Andrea Mandrici (2015), *Climate resilient development index: theoretical framework, selection criteria and fit-for-purpose indicators, European Commisstion.*

16. Care (2013), *Action Research on Climate-resilient Livelihoods for Land-poor and Land-less People*.
17. Folke C. J. and Berkes F. (2003), *Synthesis: building resilience and adaptive capacity in social-ecological systems, Pages 352-387 in F. Berkes, J. Colding, and C. Folke, editors, Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change, Cambridge University Press, Cambridge, UK.*
18. Gerald, G. M. (1988), *Building Resilience to Climate Change: Productivity, Stability, Sustainability, Equitability and Autonomy as Properties for Agroecosystem Assessment,* Agricultural Systems 26.
19. Hoang Thi Ngoc Ha and Truong Quang Hoc (2015), "*ECODE and its activities in climate change adaptive livelihoods in Red river delta", Proceedings of the "Vietnam - Japan workshop on estuaries, coascts and rivers 2015*, Hoi An.
20. Joerin, J. Shaw, R. Takeuchi, Y. and Krishnamurthy, R. (2014), *The adoption of a Climte Disaster Resilience Index in Chennai, India. Disasters, 38: 540-561. doi:10.1111/disa.12058.*
21. Kyoto University (2010), *Climate Disaster Resilience Index (CDRI) Questionnaire for Asian Cities*, Kyoto University.
22. Ostrom, E. (2009), *"A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems",* Science 2009, 325, 419-422.
23. Rajib Shaw (2010), *Climate and Disaster Resilience Index of Asian Cities*, Kyoto University.
24. Rajib Shaw (2013), *Climate and diaster resilience index in Asian cities*. http://www.iedm.ges.kyoto-u.ac.jp/.
25. Ramasamy Krishnamurthy, Jonas Joerin, Rajib Shaw, Yukiko Takeuchi (2011), *Applying a Climate Disaster Resilience Index (CDRI) to enhance planning decisions in Chennai*, India, Kyoto University.
26. Resilience Alliance (2007), Assessing resilience in social-ecological systems: A workbook for scientists, 2007.
27. Sumi, A; Mimura, N; Masui, T. (2011), *Climate change and Global Sustainability: A Hoclistic Approach.* UN University Press, Tokyo-New York-Paris.
28. United Nations University (UNU) (2013), *Toolkit for the indicators of resilience in Socio-ecological Production Landscapes and Seascapes*, UNU-IAS Policy Report, 2013.
29. World Bank (2010), *Convenient Solution to an Inconvenient Truth: Ecosystem-Based Approaches to Climate Change,* The World Bank.
30. World Bank (Shah, F. and Ranghieri, F.) (2012), *A workbook on planning for urban resilience in the face of disasters: Adapting experiences from Viet Nam's cities to other cities*, The World Bank.

STUDY ON ASESSMENT OF RESOURCES FOR RESPONSE TO CLIMATE CHANGE OF SOCIAL - ECOLOGICAL SYSTEMS IN THREE COMMUNES OF TIEN HAI DISTRICT, THAI BINH PROVINCE

Hoang Thi Ngoc Ha and Truong Quang Hoc
Center for Eco-community Development (ECODE)

Abstract: *Resources or Assets or Capitals, are generally understood to be the aggregate of geographic location, natural resources, human resources, institutions, policies,... can be exploited to serve for making developmental policies of a given territory. Resources are critical to build solutions in developmental plans, programs and projects in general, and action plans for disaster prevention as well as climate change response in particular. In reality, there are many ways of assessing resources, and often more attention to financial resources and physical/infrastructure resources. This paper presents the initial results of the Center for Eco-community Development, ECODE when applying and developing the Climate Disaster Resilience Index*

(CDRI, Matric 5x5) to assess the development resources and climate - diaster resilience of social - ecological systems, which serves to develop local (district-level) action plans for adaptation to climate change in Tien Hai district, Thai Binh province. Many indicators are in line with new rural development indicators that are easily applied by the community, and hopefully this method will be replicated in other localities.

Keywords: *Resources, climate - disaster resilience index, climate change, social - ecological systems, sustainable development.*

ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN XÂM NHẬP MẶN Ở TỈNH VĨNH LONG

Lê Thị Phụng[(1)], Nguyễn Kỳ Phùng[(2)], Bùi Chí Nam[(3)], Trần Xuân Hoàng[(4)], Lê Ngọc Tuấn[(4)]

[(1)]Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Thành phố Hồ Chí Minh

[(2)]Sở Khoa học và Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh

[(3)]Phân viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi Khí hậu

[(4)]Viện Khí tượng Thủy văn Hải văn và Môi trường

Ngày nhận bài 21/4/2017; ngày chuyển phản biện 25/4/2017; ngày chấp nhận đăng 30/5/2017

Tóm tắt: *Nghiên cứu này đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến xâm nhập mặn trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long. Các kịch bản tính toán bao gồm: Xâm nhập mặn ở điều kiện hiện tại, theo kịch bản phát thải khí nhà kính trung bình (B2), cao (A1FI) cho năm 2020 và năm 2030. Phương pháp mô hình toán kết hợp phương pháp GIS được sử dụng trong tính toán. Kết quả tính toán cho thấy, ở điều kiện hiện tại (năm 2014), độ mặn cao nhất trên sông Cổ Chiên là khoảng 5‰, mặn trên sông Tiền có giá trị cao hơn so với sông Hậu. Trong tương lai, do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, xâm nhập mặn ở Vĩnh Long gia tăng. Độ mặn cao nhất vào năm 2030 trên sông Cổ Chiên có thể đến 8‰, ảnh hưởng đến các xã trên địa bàn huyện Vũng Liêm và huyện Mang Thít.*

Từ khóa: *Biến đổi khí hậu, xâm nhập mặn, nước biển dâng.*

1. Mở đầu

Biến đổi khí hậu (BĐKH) và nước biển dâng (NBD) có tác động mạnh đến các vùng đồng bằng và ven biển của nước ta, đặc biệt là vùng đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) [1], trong đó, tác động mạnh mẽ nhất có thể kể đến là xâm nhập mặn. BĐKH làm thay đổi chế độ mưa, chế độ dòng chảy của các sông gây ngập lụt và xâm nhập mặn (XNM) sâu vào đất liền. BĐKH có thể làm thay đổi chất lượng nước, ảnh hưởng đến hầu hết các hoạt động có liên quan như: Trồng trọt, chăn nuôi, nuôi trồng thủy sản, dịch vụ, sinh hoạt,... của các khu vực ven sông. Gần đây, nhiều nghiên cứu về BĐKH xem XNM là một trong những tác động chính cần quan tâm đánh giá [11,14-16], đặc biệt là các vùng cửa sông và ven biển [3-8,10,13,15].

Hình 1. Phạm vi nghiên cứu

Vĩnh Long là một trong những tỉnh nông nghiệp lớn của vùng ĐBSCL, chuyên về trồng lúa, cây ăn quả và thủy sản nước ngọt. Tính đến năm 2015, diện tích đất sản xuất nông nghiệp của Vĩnh Long là 120.671,4 ha, chiếm đến 79,09% tổng diện tích đất tự nhiên [2]. Trong khi đó, XNM là vấn đề đáng quan tâm tại địa phương khi diễn biến độ mặn cực đại theo không gian trên các con sông chính của Vĩnh Long tăng dần qua các năm (2007-2016) và ngày càng lấn sâu vào nội địa gây tác động nghiêm trọng đến sản xuất nông nghiệp. Việc đánh giá ảnh hưởng của BĐKH đến XNM ở Vĩnh Long có ý nghĩa quan trọng nhằm cung cấp cơ sở khoa học cho hoạch định chính sách và các biện pháp thích ứng phù hợp trong từng điều kiện cụ thể, góp phần giảm thiểu rủi ro, đảm bảo phát triển bền vững của địa phương.

2. Số liệu và phương pháp

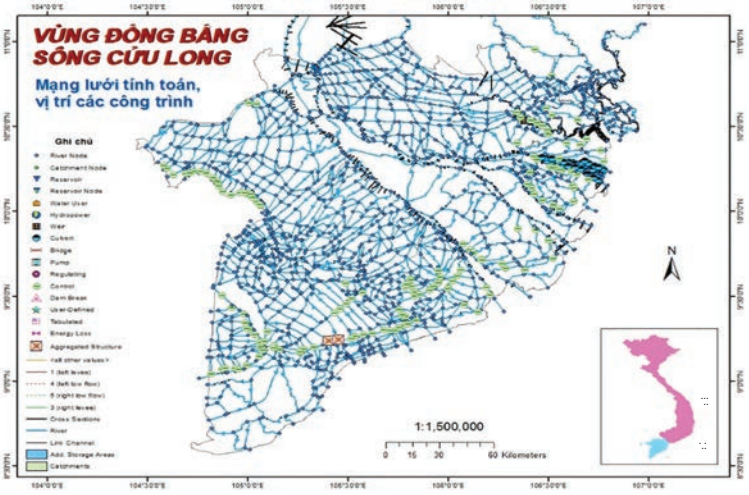
2.1. Số liệu

Số liệu khí tượng thủy văn (KTTV) và XNM trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long đã được thu thập tại các cơ quan hữu quan tại địa phương và Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ. Các số liệu bao gồm: Nhiệt độ (1991-2015) tại trạm Vĩnh Long; lượng mưa (1978-2015) tại trạm Mỹ Thuận, Vĩnh Long, Tam Bình, Trà Ôn; mực nước (1978-2015) tại trạm Chợ Lách, Mỹ Thuận và Cần Thơ.

2.2. Phương pháp

Phần mềm SIMCLIM (Viện Quốc tế về BĐKH Toàn cầu, thuộc Đại học Waikato - Newzealand) được ứng dụng để xây dựng kịch bản biến đổi về nhiệt độ, lượng mưa và mực nước tại tỉnh Vĩnh Long theo không gian và thời gian trên cơ sở số liệu KTTV tại địa phương cập nhật đến năm 2015 và các kịch bản phát thải khí nhà kính của IPCC (Assessment Report-AR4), bao gồm kịch bản phát thải thấp (B1), phát thải trung bình (B2) và phát thải cao (A1FI).

Phương pháp chi tiết hóa thống kê kết quả của các mô hình khí hậu toàn cầu (GCMs) được áp dụng, kết hợp với các phần mềm Sufer, Arcgis để xây dựng bản đồ phân bố nhiệt độ, lượng mưa cũng như diễn biến XNM tại tỉnh Vĩnh Long. Các mô hình CNRM-CM3, GISS-ER và CCCMA_CGCM được lựa chọn để mô phỏng kịch bản biến đổi lượng mưa, nhiệt độ và mực nước dâng bởi sự tương quan cao giữa số liệu thực tế và kết quả mô hình [12].



Hình 2. Hệ thống mạng lưới tính toán thủy lực khu vực đồng bằng sông Cửu Long

Mô hình mưa rào - dòng chảy (NAM) được áp dụng để tính toán dòng chảy do mưa hiện trạng và theo các kịch bản BĐKH trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long và các lưu vực lân cận làm đầu vào trong tính toán thủy lực. Số liệu đầu vào của mô hình bao gồm: (i) Số liệu mưa năm 2014 và năm 1986-1990 của các trạm khí tượng Pakse, Phnom Penh, Chiang Rai, Pleiku, Châu Đốc; (ii) Số liệu bốc hơi năm 2014, năm 2010 và năm 1986-1990 của các trạm Châu Đốc, Pakse và Pleiku, (iii) Số liệu lưu lượng trung bình tháng tại Tân Châu và Châu Đốc năm 1986-1990 và năm 2010.

Mô hình MIKE 11 được áp dụng để tính toán thủy lực trong mạnh lưới sông của ĐBSCL, bao gồm 12.681 điểm tính toán lưu lượng, mực nước; 1.116 nhánh sông lớn nhỏ; 4 đập tràn; 54 cửa cống; 155 công trình điều tiết thủy lợi (Hình 2). Kết quả tính toán được trích xuất cho khu vực thuộc Vĩnh Long để làm đầu vào cho mô hình tính toán XNM.

Điều kiện biên: (i) Số liệu mực nước tại các biên An Thuận, Bến Lức, Bến Trại, Biên Hòa, Bình Đại, Cà Mau, Cần Thơ, Cao Lãnh, Châu Đốc, Chợ Lách, Đại Ngải, Gành Hào, Long Xuyên, Mộc Hóa, Mỹ Tho, Mỹ Thuận, Năm Căn, Rạch Giá, Sông Đốc, Tân Châu, Trà Vinh; (ii) Số liệu lưu lượng năm 2014 tại Tân Châu và Châu Đốc được sử dụng cho biên trên; (iii) Biên dưới là mực nước biển, được trích xuất từ mô hình toàn cầu MIKE 21 Toolbox, tại các trạm An Thuận, Bến Trại, Bình Đại, Gành Hào, Nam Căn, Rạch Giá, Sông Đốc, Trần Đề, Vàm Kênh, Vũng Tàu, Xẻo Rô và sau đó được hiệu chỉnh so với trạm thủy văn Gành Hào.

3. Kết quả

3.1. Kịch bản BĐKH cho tỉnh Vĩnh Long

Kịch bản lượng mưa được trình bày trong Bảng 1. Kết quả cho thấy, lượng mưa trung bình nhiều năm tại Vĩnh Long có xu hướng tăng dần qua các năm và các kịch bản. Đến năm 2020, lượng mưa năm ở Vĩnh Long tăng so với thời kỳ nền (1980-1999) là 1,19% và 1,41% tương ứng theo kịch bản B1 và A1FI. Đến năm 2030, các mức tăng tương ứng là 1,44% và 2,35%. Đến năm 2050, lượng mưa trung bình năm có thể tăng 4,33% theo kịch bản A1FI; Lượng mưa có xu thế tăng vào mùa mưa (+7,14%, A1FI) và giảm vào mùa khô (-9,54%, A1FI) (Bảng 2).

Bảng 1. Kịch bản biến đổi lượng mưa ở Vĩnh Long so với thời kì nền (1980-1999)

Kịch bản	2020		2030		2050	
	Lượng mưa (mm)	% thay đổi	Lượng mưa (mm)	% thay đổi	Lượng mưa (mm)	% thay đổi
B1	1.491,26	1,19	1.497,11	1,44	1.508,81	2,49
B2	1.491,80	1,33	1.501,90	2,02	1.516,79	3,03
A1FI	1.492,86	1,41	1.506,68	2,35	1.535,93	4,33

Bảng 2. Thay đổi (%) của lượng mưa theo mùa so với thời kì nền (1980-1999)

Tháng	2020			2030			2050		
	B1	B2	A1FI	B1	B2	A1FI	B1	B2	A1FI
5-10	2,14	2,20	2,32	2,80	3,33	3,87	4,11	5,00	7,14
11-4	-2,86	-2,94	-3,10	-3,74	-4,45	-5,17	-5,49	-6,68	-9,54

Bảng 3. Kịch bản thay đổi nhiệt độ (^oC) tại tỉnh Vĩnh Long

Kịch bản	2020		2030		2050	
	Nhiệt độ	Thay đổi	Nhiệt độ	Thay đổi	Nhiệt độ	Thay đổi
B1	27,63	0,39	27,76	0,47	28,02	0,81
B2	27,64	0,44	27,87	0,66	28,20	0,99
A1FI	27,67	0,46	27,98	0,77	28,62	1,42

Bảng 3 trình bày các kịch bản thay đổi nhiệt độ tại tỉnh Vĩnh Long đến năm 2050. Giai đoạn 2020-2030, mức tăng nhiệt độ khá đồng đều giữa các kịch bản BĐKH (0,3-0,46^{o}C năm 2020 và 0,47-0,77^{o}C năm 2030). Tuy nhiên, đến năm 2050, nhiệt độ theo kịch bản A1FI tăng nhanh chóng (1,42^{o}C so với thời kỳ nền).

Mức độ thay đổi nhiệt độ của các tháng trong năm so với thời kỳ nền được thể hiện ở Bảng 4. Tương tự xu thế nhiệt độ trung bình năm, nhiệt độ các tháng trong năm gia tăng theo thời gian và các kịch bản KNK: Cao nhất từ tháng 12-2, thấp nhất từ tháng 6 - 8. Đến năm 2050, nhiệt độ các tháng tăng khoảng 0,50-0,98°C, 0,61-1,19°C và 0,87-1,70°C tương ứng với kịch bản B1, B2 và A1FI.

Bảng 4. Thay đổi nhiệt độ (°C) so với thời kỳ nền (1980-1999) tại tỉnh Vĩnh Long

Tháng	2020			2030			2050		
	B1	B2	A1FI	B1	B2	A1FI	B1	B2	A1FI
12-02	0,51	0,52	0,55	0,67	0,79	0,92	0,98	1,19	1,70
03-05	0,49	0,51	0,54	0,65	0,77	0,89	0,95	1,15	1,65
06-08	0,26	0,27	0,28	0,34	0,41	0,47	0,50	0,61	0,87
09-11	0,41	0,42	0,44	0,53	0,63	0,74	0,78	0,95	1,36

Mực nước biển dâng tại khu vực cửa sông tăng theo thời gian cũng như theo các kịch bản BĐKH (B1, B2 và A1FI). Năm 2020, kết quả giữa các kịch bản khá tương đồng (tăng 9 cm so với thời kỳ nền). Càng về sau, mực nước biển ở kịch bản A1FI càng tăng nhanh. Đến năm 2050, mực nước biển dâng 25, 26 và 29 cm tương ứng với kịch bản B1, B2 và A1FI (Bảng 5).

Bảng 5. Mực nước biển dâng (cm) từ SIMCLIM

Kịch bản	2020	2030	2050
B1	9	13	25
B2	9	14	26
A1FI	9	14	29

3.2. Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến xâm nhập mặn

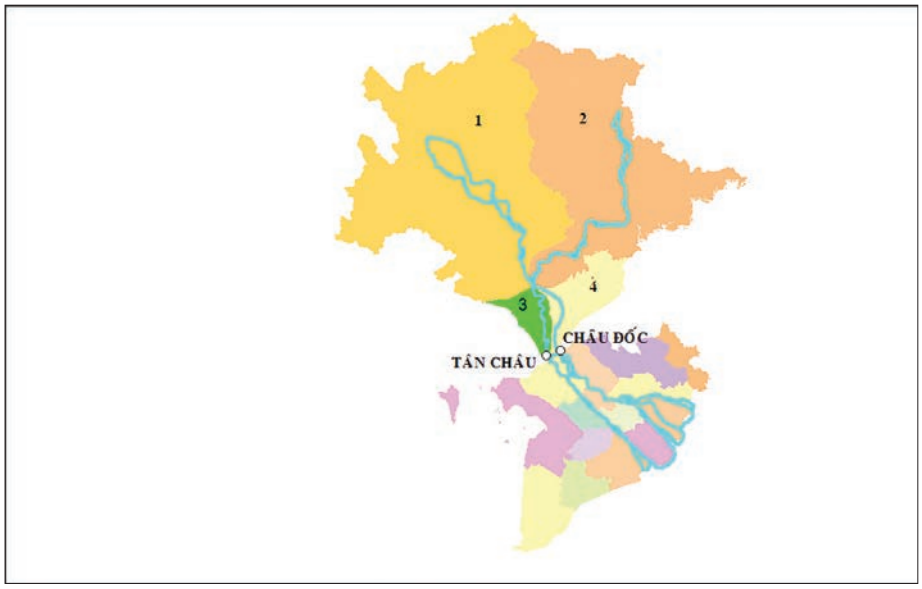
3.2.1. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình Mike NAM

Các thông số hiệu chỉnh mô hình NAM cho khu vực hạ lưu sông Mê Kông bao gồm Umax, Lmax, CQOF, CKIF, CK1,2, TOF và TIF nhằm tìm ra bộ tham số phục vụ tốt nhất việc mô phỏng quá trình dòng chảy của lưu vực nghiên cứu, sơ đồ phân chia các tiểu lưu vực được trình bày như trong Hình 3.

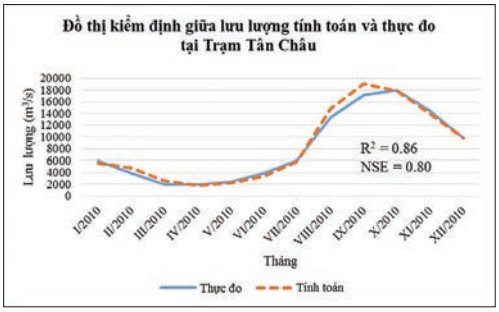
Mô hình được hiệu chỉnh từ năm 1986-1990 và kiểm định là từ tháng 01-12/2010 tại trạm Tân Châu và Châu Đốc, đồ thị kiểm định lưu lượng theo tháng giữa kết quả tính toán và thực đo tại trạm Tân Châu và Châu Đốc được trình bày như Hình 4. Kết quả tính toán cho thấy dòng chảy mưa hiện trạng tăng dần theo mùa mưa (cao nhất vào tháng 10, sau đó giảm dần). Trong giai đoạn 2020-2030, sự thay đổi lượng mưa theo các kịch bản BĐKH dẫn đến sự thay đổi dòng chảy: Tăng nhẹ trong mùa khô, gia tăng dòng chảy ở đầu mùa mưa, suy giảm ở các tháng 6-8, sau đó tiếp tục gia tăng đến hết mùa mưa. Bộ thông số mô hình NAM dùng để mô phỏng được trình bày như Bảng 6.

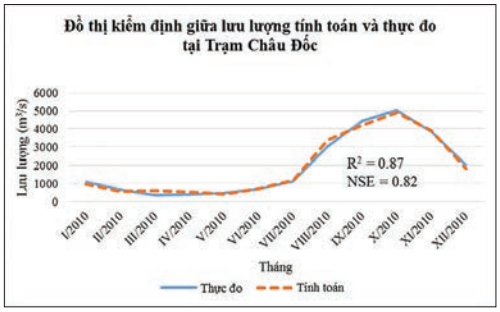
Bảng 6. Các thông số mô hình NAM

TLV	Diện tích (km^2)	Umax	Lmax	CQOF	CKIF	CK1,2	TOF	TIF	TG	CKBF
1	23,420	18,6	146	0,157	325,8	47,7	0,312	0,557	0,12	2.685
2	16,080	19,4	162	0,127	302,4	54,3	0,281	0,623	0,25	2.490
3	1,241	18,7	138	0,139	280,5	46,7	0,347	0,549	0,18	1.865
4	2,432	21,4	125	0,235	278,4	56,2	0,295	0,482	0,16	1.573



Hình 3. Sơ đồ phân chia các tiểu lưu vực





Hình 4. Đồ thị kiểm định lưu lượng theo tháng giữa kết quả tính toán và thực đo tại trạm Tân Châu (trái) và Châu Đốc (phải)

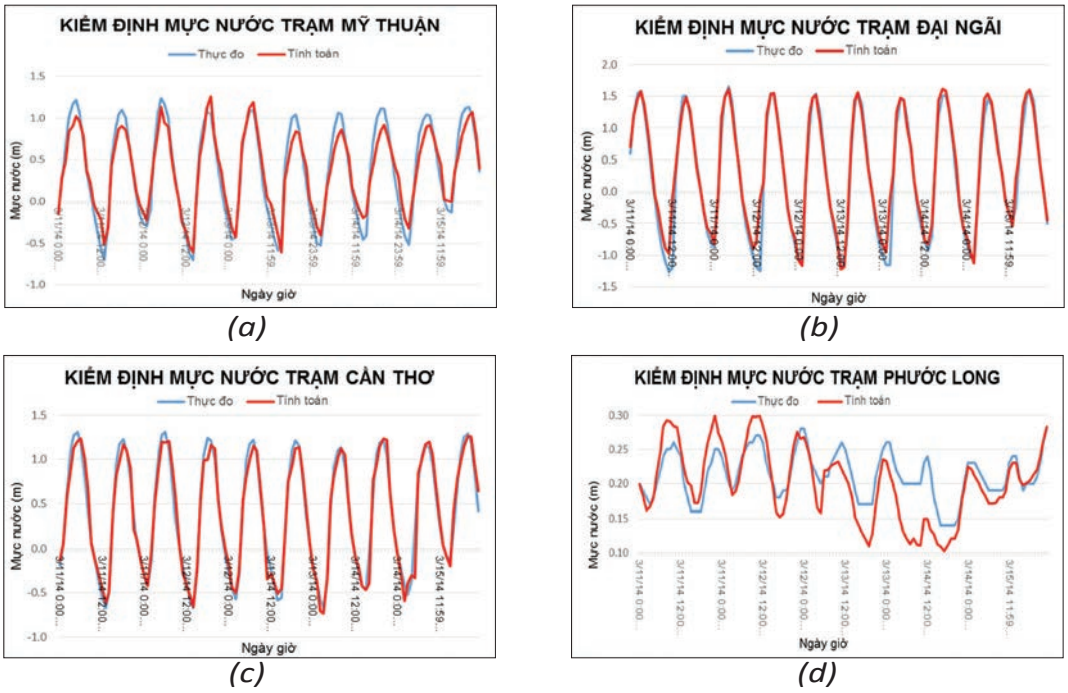
3.2.2. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực (MIKE 11)

Quá trình thiết lập và hiệu chỉnh mô hình đưa ra bộ thông số thủy lực tối ưu như sau: Hệ số nhám Manning từ 30-45 $m^{1/3}/s$; điều kiện ban đầu của mực nước là 0,5 m; điều kiện lưu lượng là 10 m^3/s. Mực nước tính toán có pha biến đổi gần với thực tế. Theo đó, số liệu tính toán mực nước có độ chính xác khá cao (theo kết quả so sánh từ ngày 7-13/4/2009): NSE = 0,82, R^2= 0,887 tại Mỹ Thuận; NSE = 0,84, R^2= 0,928 tại Mỹ Hóa; NSE = 0,82, R^2 = 0,88 tại Năm Căn - Cà Mau; NSE = 0,92, R^2 = 0,96 tại trạm Bến Lức.

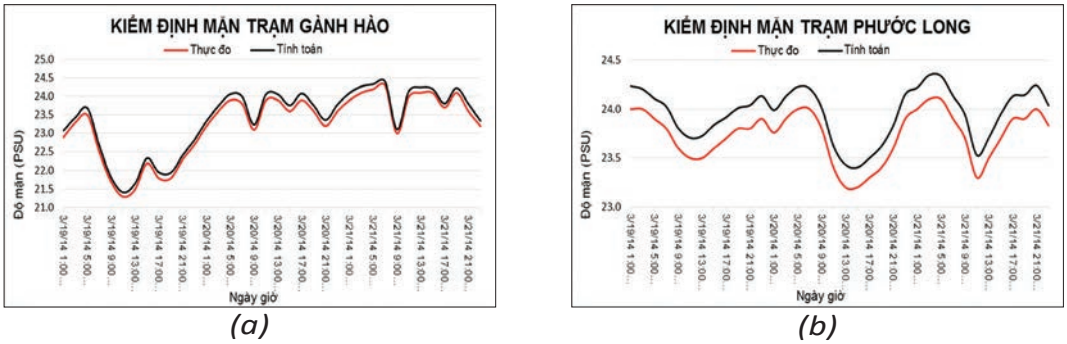
Kết quả kiểm định thủy lực tại trạm Mỹ Thuận, Đại Ngãi, Cần Thơ cho kết quả khá tốt, tương ứng: R^2 = 0,94, NSE = 0,91; R^2 = 0,95, NSE = 0,91; R^2 = 0,96, NSE = 0,93. Trạm Phước Long nằm trong khu vực có hệ thống thủy lợi dày đặc bao gồm các hệ thống kênh đào và các công trình thủy, vì vậy, việc kiểm định gặp khá nhiều khó khăn. Kết quả kiểm định mực nước trạm Phước Long có thể chấp nhận được với R^2 = 0,74 và NSE = 0,81 (Hình 5).

3.2.3. Kiểm định mặn

Trên cơ sở kết quả tính toán thủy lực, nghiên cứu tiến hành mô phỏng hiện trạng các sông chính tại tỉnh Vĩnh Long. Kết quả mô phỏng được so sánh với số liệu mặn thực đo tại trạm thủy văn Gành Hào và Phước Long từ ngày 19-21/3/2014. Hệ số khuếch tán được hiệu chỉnh là 50. Kiểm định mô hình XNM cho kết quả khá hợp lý với tình hình XNM tại tỉnh Vĩnh Long, hệ số tương quan lần lượt đạt 0,99 và 0,92, do đó, có thể dùng các kết quả này phục vụ tính toán XNM dưới tác động của BĐKH (Hình 6).



Hình 5. Kết quả kiểm định mực nước tháng 3/2014: (a) Trạm Mỹ Thuận; (b) Trạm Đại Ngãi; (c) Trạm Cần Thơ; (d) Trạm Phước Long



Hình 6. Kết quả kiểm định mặn tháng 3/2014: (a) Trạm Gành Hào; (b) Trạm Phước Long

3.2.4. Nguy cơ xâm nhập mặn các sông chính tỉnh Vĩnh Long trong bối cảnh biến đổi khí hậu

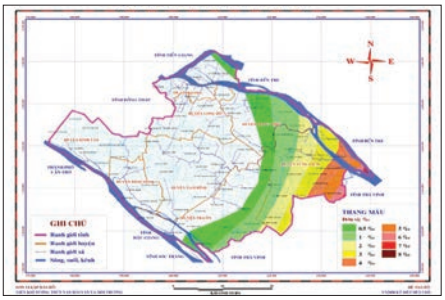
Kết quả mô phỏng hiện trạng cho thấy độ mặn cao nhất tỉnh Vĩnh Long khoảng 5‰ (trên sông Cổ Chiên). Xu hướng độ mặn trên sông Tiền cao hơn sông Hậu. Ranh mặn 1‰ phủ kín gần như toàn bộ huyện Vũng Liêm và một phần nhỏ huyện Mang Thít. Ranh mặn 0,5‰ trên sông Cổ Chiên lên tới xã Mỹ Phước (huyện Mang Thít). Ranh mặn 0,5‰ trên sông Hậu ghi nhận tại ranh giới Vĩnh Long - Trà Vinh (Hình 7).

Hình 6 thể hiện diễn biến XNM tỉnh Vĩnh Long theo kịch bản B2. Nhìn chung, XNM tỉnh Vĩnh Long có xu hướng gia tăng theo thời gian và các kịch bản BĐKH.

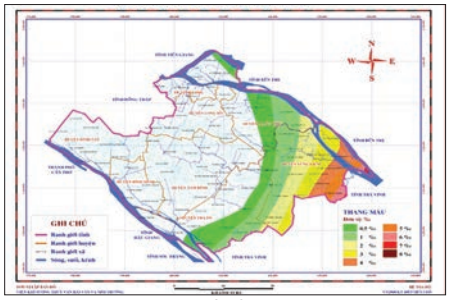
Năm 2020, theo kịch bản B2, trên sông Hậu, ranh mặn 0,5‰ ăn sâu vào khoảng 2 km so với hiện trạng, bắt đầu ảnh hưởng cù lao Lục Sĩ Thành. Trên sông Cổ Chiên, trong khi ranh mặn 0,5‰ không có nhiều biến đổi, các ranh mặn còn lại xâm nhập thêm khoảng 1 km so với hiện trạng; ranh mặn 2‰ có khả năng vượt qua cù lao xã Quới Thiện. Kết quả mô phỏng đối với kịch bản B2 không khác biệt đáng kể so với B1. Đáng chú ý, ranh mặn 1‰ lên tới ranh giới Vĩnh Long - Trà Vinh (trên sông Hậu), đồng thời ghi nhận ranh mặn 6‰ trên sông Cổ Chiên. Theo kịch bản A1FI, độ mặn trên sông Cổ Chiên có thể

xấp xỉ 8‰, ranh mặn 0,5‰ trên sông Hậu tiến thêm khoảng 5 km so với hiện trạng, các ranh mặn khác lấn sâu vào đất liền thêm khoảng 2 km.

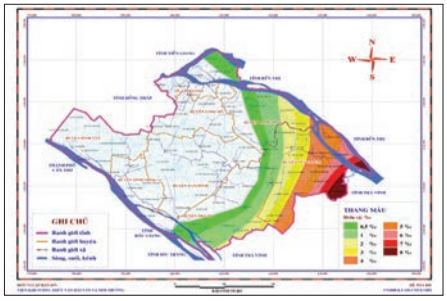
Kết quả mô phỏng XNM năm 2030 theo kịch bản B2 tương đối tương đồng với năm 2020 theo kịch bản A1FI; theo đó, độ mặn cao nhất có nguy cơ lên đến 8‰ (trên sông Cổ Chiên). Theo kịch bản B2, ranh mặn 2‰ lên tới ranh giới Vĩnh Long - Trà Vinh trên sông Hậu. Ranh mặn 8‰ trên sông Cổ Chiên cũng như các ranh mặn khác ở khu vực nội đồng có khả năng tiến sâu thêm khoảng 1 km so với kịch bản B1. Đối với kịch bản A1FI, trên sông Hậu, ranh mặn 0,5‰, 1‰ và 2‰ lần lượt lên tới thị trấn Trà Ôn, xã Thiện Mỹ và vượt qua ranh giới Vĩnh Long - Trà Vinh khoảng 2 km (thuộc xã Tích Thiện). Trên sông Cổ Chiên, ranh mặn 8‰ có khả năng ảnh hưởng các xã Trung Nghĩa, Trung Ngãi, Trung Thành Đông và xã Thanh Bình (huyện Vũng Liêm). Ranh mặn 5‰, 1‰ và 0,5‰ lần lượt vượt qua cù lao xã Quới Thiện, xã Mỹ An (huyện Mang Thít) và xã Đồng Phú, Bình Hòa Phước (huyện Long Hồ).



Hình 7. Mô phỏng hiện trạng xâm nhập mặn tỉnh Vĩnh Long



(a)



(b)

Hình 8. Nguy cơ xâm nhập mặn tỉnh Vĩnh Long theo kịch bản B2: (a) 2020; (b) 2030

4. Kết luận và kiến nghị

Nghiên cứu nhằm mục tiêu đánh giá nguy cơ XNM tỉnh Vĩnh Long trong bối cảnh BĐKH đến năm 2030 với kịch bản B2 và A1FI. Kết quả cho thấy, độ mặn trên sông Tiền cao hơn sông Hậu, độ mặn cao nhất tỉnh Vĩnh Long khoảng 5‰ (trên sông Cổ Chiên) vào năm 2014. Giai đoạn 2020-2030, nhìn chung, XNM có xu hướng gia tăng theo thời gian và các kịch bản BĐKH, có khả năng lên đến 8‰. Trong đó, huyện Vũng Liêm và Mang Thít chịu ảnh hưởng bởi các ranh mặn cao nhất trên toàn tỉnh. Trong bối cảnh XNM ngày càng tăng cường, những nghiên cứu đánh giá tính dễ bị tổn thương do XNM nên tiếp tục được thực hiện, tạo cơ sở hoạch định các giải pháp thích ứng, đảm bảo các hoạt động sinh hoạt và sản xuất tại địa phương.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), *Kịch bản Biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*.
2. Cục Thống kê tỉnh Vĩnh Long (2016), *Niên giám thống kê tỉnh Vĩnh Long năm 2015.*
3. Nguyễn Thanh Bình, Lâm Huôn, và Thạch Sô Phanh (2012), "Đánh giá tổn thương có sự tham gia: Trường hợp xâm nhập mặn ở đồng bằng sông Cửu Long", *Tạp chí Khoa học*, 24b-2012, 229-239.
4. Hoàng Văn Đại, Trần Hồng Thái (2014), "Nghiên cứu mô hình thủy động lực 1-2 chiều để dự báo xâm nhập mặn hạ lưu sông Mã", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 645, tr.1-6.
5. Võ Thành Danh (2014), "Đánh giá tổn thương do xâm nhập mặn đối với sản xuất nông nghiệp tại các vùng ven biển tỉnh Trà Vinh", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ tỉnh Trà Vinh*, số 02, tr.24-33.
6. Trần Quốc Đạt, Nguyễn Hiếu Trung và Kanchit Likitdecharote (2012), "Mô phỏng xâm nhập mặn đồng bằng sông Cửu Long dưới tác động mực nước biển dâng và sự suy giảm lưu lượng từ thượng nguồn", *Tạp chí Khoa học 21b*, tr.141-150.
7. Lưu Đức Dũng, Hoàng Văn Đại, Nguyễn Khánh Linh (2014), "Đánh giá tình trạng xâm nhập mặn khu vực hạ lưu sông Mã, tỉnh Thanh Hóa", *Tạp chí Khí tượng Thủy văn,* số 645, tr.36-40.
8. Nguyễn Tùng Phong, Tô Việt Thắng, Nguyễn Văn Đại (2014), "Nghiên cứu tính toán xâm nhập mặn trên hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn có xét tới ảnh hưởng của biến đổi khí hậu", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ thủy lợi,* số 18, tr.1-8.
9. Phan Văn Tân, Ngô Đức Thành (2013), "Biến đổi khí hậu ở Việt Nam: Một số kết quả nghiên cứu, thách thức và cơ hội trong hội nhập quốc tế", *Tạp chí Khoa học - Đại học Quốc gia Hà Nội, Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, tập 29, số 2, tr.42-55.
10. Phạm Tất Thắng, Nguyễn Thu Hiền (2012), "Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu - nước biển dâng đến tình hình xâm nhập mặn dải ven biển đồng bằng Bắc Bộ", *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường,* số 37, tr.34-39.
11. Lê Ngọc Tuấn, Trần Thị Thúy (2016), "Đánh giá mức độ nhạy cảm với xâm nhập mặn trên địa bàn tỉnh Đồng Nai đến năm 2030", *Tạp chí Phát triển khoa học và công nghệ*, (T5-2016) 256-267.
12. Lương Văn Việt (2010), *Phân tích các kịch bản biến đổi khí hậu cho đồng bằng sông Cửu Long*.
13. Khang, D. N., Kotera, A., Sakamoto, T., and Yokozawa, M. (2008), "Sensitivity of Salinity Intrusion to Sea Level Rise and River Flow Change in Vietnamese Mekong Delta Impacts on Availability of Irrigation Water for Rice Cropping", J*ournal of Agricultural and Meteorological,* 64: 167-176.
14. Ngoc Tuan Le, Thi Ngoc My Vu (2016), *Assessment of adaptive capacity to saltwater intrusion in the context of climate change in Dong Nai province to 2030*, Science and Technology Development Journal. T5-2016, 225-233.
15. Tuan, L. A., Hoanh, C. T., Miller, F., and Sinh, B. T. (2007), *Flood and Salinity Management in the Mekong Delta, Viet Nam. Challenges to sustainable development in the Mekong Delta: Regional and national policy issues and research needs: Literature analysis. Bangkok, Thailand: The Sustainable Mekong Research Network (Sumernet)*: 15-68.
16. Xuan Hoang Tran, Ngoc Tuan Le (2015), "Identifying vulnerability indicators to saltwater intrusion in the context of climate change", *Journal of Science and Technology*. 53 (5A) (2015) 212-219

SALTWATER INTRUSION RISK IN MAIN RIVERS OF VINH LONG PROVINCE IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE AND SEA LEVEL RISE

Le Thi Phung[(1)], Nguyen Ky Phung[(2)], Bui Chi Nam[(3)], Tran Xuan Hoang[(4)], Le Ngoc Tuan[(4)]

[(1)]University of Resources and Environment Ho Chi Minh city

[(2)]Department of Science and Technology Ho Chi Minh city

[(3)]Sub-Institute of Hydro Meteorology and Climate change

[(4)]Institute of Hydrology Meteorology Oceanology and Environment

Abstract: *The study aimed to assess the risk of salt water intrusion in Vinh Long province in the context of climate change via following scenarios: 2014, 2020, 2030 with average (B2) and high (A1FI) level of greenhouse gas emission. By modeling (NAM, MIKE 11), combined with GIS, results showed that the highest salinity in 2014 was about 5‰ (in Co Chien River) and salinity in Tien River was higher than that in Hau River. Saltwater intrusion in Vinh Long province tends to increase with time and climate change scenarios. The highest salinity in 2030 would be up to 8‰ (in Co Chien River), affecting some communes of Vung Liem and Mang Thit district. This work provides an important basis for planning suitable solutions for saltwater intrusion adaptation, contributing to sustainable develoment goals of the province*

Keywords: *Climate change, saltwater intrusion, sea level rise.*

MỐI QUAN HỆ GIỮA NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT NƯỚC BIỂN VÀ CƯỜNG ĐỘ BÃO TIỀM NĂNG CỰC ĐẠI TRÊN KHU VỰC BIỂN ĐÔNG

Nguyễn Thị Thanh[(1)], Hoàng Đức Cường[(2)], Nguyễn Xuân Hiển[(1)], Phạm Tiến Đạt[(1)]

[(1)]Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

[(2)]Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương

Ngày nhận bài 26/5/2017; ngày chuyển phản biện 31/5/2017; ngày chấp nhận đăng 15/6/2017

Tóm tắt: *Nhiệt độ bề mặt nước biển (SST) là một trong những nhân tố nhiệt lực quan trọng ảnh hưởng đến cường độ bão. Bài báo này sử dụng phương pháp hàm phân bố thực nghiệm để nghiên cứu mối quan hệ giữa SST và cường độ bão hoạt động trên khu vực Biển Đông dựa trên tập số liệu 35 năm (1982-2016) của bão và SST. Kết quả cho thấy, tại khu vực Biển Đông, cường độ bão cực đại tăng nhanh tại các nhóm nhiệt độ dưới 26°C, sau đó tăng chậm hơn ở các nhóm từ 27-30°C và giảm ở nhóm nhiệt độ 31°C. Do đó, hàm thực nghiệm logarit tự nhiên (ln) được xây dựng để biểu diễn mối quan hệ thống kê giữa cường độ bão tiềm năng cực đại và nhiệt độ bề mặt nước biển với giới hạn nhiệt độ nhỏ hơn 30,5°C. Kết quả nghiên cứu giúp đưa ra những nhận định nhanh về giới hạn trên của cường độ bão có khả năng đạt được khi có những thông tin về SST trên khu vực Biển Đông.*

Từ khóa: *Nhiệt độ bề mặt nước biển, SST, bão, cường độ bão, Biển Đông.*

1. Đặt vấn đề

Bão được hình thành ở vùng đại dương tương đối ấm (Fisher, 1958), nó trao đổi động lượng, nhiệt và ẩm với lớp xáo trộn đại dương thông qua lớp bề mặt đại dương - khí quyển. Nhiều nghiên cứu cho thấy, nhiệt độ bề mặt nước biển (SST) là một trong những nhân tố đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành và tiến triển của bão (Palmén, 1948; Miller, 1958). Palmén (1948) chỉ ra rằng bão hình thành trong những vùng biển có SST lớn hơn 26°C. Tuy nhiên, chỉ riêng SST không phải là điều kiện đủ để có thể dự báo sự tiến triển của một cơn bão. Còn nhiều những nhân tố khác ảnh hưởng đến sự hình thành và tiến triển của bão như lực Coriolis, xoáy tương đối ở mực thấp, độ ẩm ở tầng giữa đối lưu, độ đứt gió thẳng đứng tại mực thấp,… (Gray, 1975). Miller (1958) đã tìm thấy mối quan hệ giữa SST và áp suất nhỏ nhất tại tâm bão. Emanuel (1978, 1988) cho thấy cường độ bão cực đại là một hàm của SST, nhiệt độ không khí ở khu vực dòng đi ra của bão, độ ẩm không khí ở mực thấp. Những nghiên cứu này chỉ ra rằng cường độ cực đại của bão tăng nhanh chóng khi SST tăng.

Các nghiên cứu (DeMaria và Kaplan, 1994; Whitney và Hobgood, 1997; Zeng và cộng sự, 2007) đã xác định mối quan hệ thống kê giữa cường độ bão tiềm năng cực đại và SST tương ứng. Cường độ bão tiềm năng cực đại của một cơn bão thể hiện giới hạn trên của cường độ bão ở một SST nhất định, hay sự biến thiên của cường độ bão tiềm năng cực đại theo SST.

DeMaria và Kaplan (1994) cho thấy mối quan hệ giữa cường độ bão cực đại đặc trưng bởi vận tốc gió cực đại vùng tâm bão (V) và SST trên khu vực Bắc Đại Tây Dương là một hàm mũ có dạng:

$$V = A + B * e^{C(T-T_0)} \quad (1)$$

Trong đó, *V* là cường độ bão tiềm năng cực đại (m/s), T là nhiệt độ bề mặt nước biển (°C); T_0 là nhiệt độ tham chiếu và chọn T_0 = 30°C; các hằng số A = 28,2; B = 55,8 và C = 0,1813.

Whitney và Hobgood (1997) chỉ ra rằng cường độ bão tiềm năng cực đại là một hàm tuyến tính của SST đối với những cơn bão hoạt động trên khu vực Đông Bắc Thái Bình Dương, cụ thể:

$$EPMPI = C_0 + C_1 * SST \quad (2)$$

Trong đó, *EPMPI* là cường độ bão tiềm năng cực đại đặc trưng bởi vận tốc gió cực đại vùng tâm bão trên khu vực Đông Bắc Thái Bình Dương (m/s); SST là nhiệt độ bề mặt nước biển (°C); các hằng số C_0 = - 79,17262; và C_1 = 5,36181.

Zeng và cộng sự (2007) cũng chỉ rõ cường độ bão tiềm năng cực đại trên khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương là một hàm mũ có dạng:

$$MPI = A + B * e^{C(SST - T_0)} \quad (3)$$

Trong đó, *MPI* là cường độ bão tiềm năng cực đại đặc trưng bởi vận tốc gió cực đại vùng tâm bão trên khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương (m/s); SST là nhiệt độ bề mặt nước biển (°C); T_0 là nhiệt độ tham chiếu và chọn T_0 = 30°C; các hằng số A = 15,69; B = 98,03 và C = 0,1806.

Kotal và cộng sự (2009) đã xây dựng hàm thực nghiệm tuyến tính liên hệ giữa cường độ bão cực đại với nhiệt độ bề mặt nước biển trên khu vực Ấn Độ Dương, cụ thể:

$$MPI = A * SST + B \quad (4)$$

Trong đó, *MPI* là cường độ bão tiềm năng cực đại đặc trưng bởi vận tốc gió cực đại vùng tâm bão trên khu vực Ấn Độ Dương (knot); SST là nhiệt độ bề mặt nước biển (°C); các hằng số: A = 29,33; và B = 718,44.

Các nghiên cứu trên cho thấy thông tin về SST có thể đưa ra giới hạn trên của cường độ bão, nhưng mối quan hệ giữa SST và cường độ bão tiềm năng cực đại tại các khu vực biển khác nhau được thể hiện theo các hàm khác nhau.

Hiện tại, chưa có một nghiên cứu về mối quan hệ giữa SST và cường độ bão tiềm năng cực đại tại khu vực Biển Đông được thực hiện. Do đó, mục đích của nghiên cứu này là tìm ra mối quan hệ giữa giữa SST và cường độ bão tiềm năng cực đại tại khu vực Biển Đông.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

Bão hoạt động trên khu vực Biển Đông được xác định là những cơn bão hình thành ngay trên Biển Đông hoặc di chuyển từ ngoài khơi Tây Bắc Thái Bình Dương vào khu vực được giới hạn bởi dải vĩ độ 0°N đến 23°N, và dải kinh độ 100°E đến 120°E và phía Đông đường phân ranh giới dọc bờ biển Việt Nam.

Trong nghiên cứu này, các dữ liệu về bão bao gồm vận tốc gió cực đại vùng gần tâm, vị trí tọa độ tại tâm được khai thác từ "quĩ đạo phân tích" (Best Track) của cơ quan Dịch vụ thời tiết quốc gia (National Weather Service), NOAA thông qua trang web: http://weather.unisys.com/hurricane/. Để nghiên cứu mối quan hệ giữa cường độ bão và nhiệt độ bề mặt nước biển, bài báo đã sử dụng số liệu bão xảy ra trong 35 năm từ năm 1982-2016. Nghiên cứu này chỉ xem xét các trường hợp bão có cường độ từ cấp 8 trở lên, các trường hợp áp thấp nhiệt đới hoạt động trên khu vực Biển Đông được loại bỏ.

Số liệu nhiệt độ bề mặt nước biển được sử dụng trong nghiên cứu này được cung cấp bởi Phòng Nghiên cứu vật lý thuộc NOAA. Đây là số liệu nhiệt độ bề mặt nước biển trung bình tuần được nội suy tối ưu từ các số liệu vệ tinh và số liệu truyền thống (trạm phao, tàu), có độ phân giải không gian là 1 x 1 độ kinh vĩ (OISST). Số liệu OISST được lưu trữ theo định dạng NetCDF và cung cấp miễn phí tại địa chỉ: https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.noaa.oisst.v2.html.

Với những cơn bão hình thành ở khu vực ngoài khơi Tây Thái Bình Dương di chuyển đi vào Biển Đông, số liệu bão và SST chỉ được tính khi cơn bão hoạt động ở phía Tây của kinh tuyến 120°E và dữ liệu cũng loại bỏ các trường hợp bão đổ bộ vào đất liền (bao gồm cả hải đảo).

Phương pháp nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ bề mặt nước biển đến cường độ bão ở khu vực Biển Đông được dựa trên phương pháp do DeMaria và Kaplan (1994) và Whitney và Hobgood (1997) đề xuất. Cụ thể, bài báo sử dụng phương pháp hàm phân bố thực nghiệm có phân nhóm trị số đại lượng để phân tích hai chuỗi số liệu cường độ bão (đại diện là vận tốc gió cực đại tại vùng gần tâm bão) và SST tại vị trí tương ứng và sử dụng hàm thực nghiệm có phân nhóm giá trị đại lượng nhằm nghiên cứu mối quan hệ giữa cường độ bão và SST. Các bước thực hiện trình bày dưới đây:

+ Bước 1: Trích xuất số liệu SST trung bình tuần ứng với vị trí tâm bão cách nhau khoảng thời gian 6 giờ cho tất cả các cơn bão xảy ra trong 35 năm từ 1982-2016.

+ Bước 2: Lập bảng dữ liệu gồm hai chuỗi dữ liệu: Cường độ bão (ký hiệu là TC) và SST. Vẽ đồ thị phân tán TC tương ứng với SST của chuỗi số liệu 35 năm (1982-2016), từ đó xác định dải nhiệt độ tương ứng với mức độ tập trung của cường độ bão.

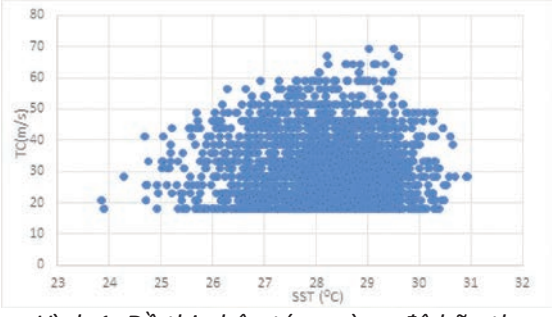
+ Bước 3: Phân nhóm dải nhiệt độ đã xác định ở bước 2 thành các nhóm cách nhau 1°C. Xác định các giá trị cường độ bão ứng với mỗi nhóm, sau đó, xác định giá trị cường độ bão cực đại (ký hiệu là TCmax), bách phân vị thứ 99, 95, 90 và 50 cho từng nhóm.

+ Bước 4: Xây dựng hàm thực nghiệm thích hợp với phân bố cường độ bão cực đại.

3. Kết quả và thảo luận

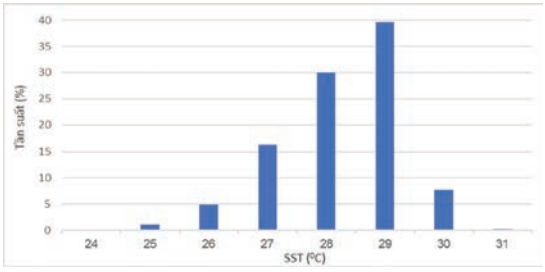
3.1. Phân bố cường độ bão theo SST

Nghiên cứu được thực hiện với 2.876 số liệu vận tốc gió cực đại tại khu vực tâm bão của các cơn bão trong 35 năm (1982-2016) và 2.876 số liệu SST tương ứng.



Hình 1. Đồ thị phân tán cường độ bão theo SST của 2.876 quan trắc

Hình 1 biểu diễn phân tán cường độ bão theo phân bố SST của 2.876 quan trắc. Theo đó, SST nhỏ nhất mà bão hoạt động là 23,86°C và lớn nhất là 30,93°C, tuy nhiên, phần lớn bão hoạt động trong khu vực có nhiệt độ từ 26,5-29,5°C. Trong đó, nhiều quan trắc có cường độ bão nhỏ xảy ra trong khu vực có nhiệt độ bề mặt nước biển cao cho thấy trong giai đoạn đầu, rất nhiều cơn bão hình thành và bắt đầu phát triển từ những vùng biển ấm.



Hình 2. Phân bố tần suất 2.876 quan trắc theo các nhóm SST

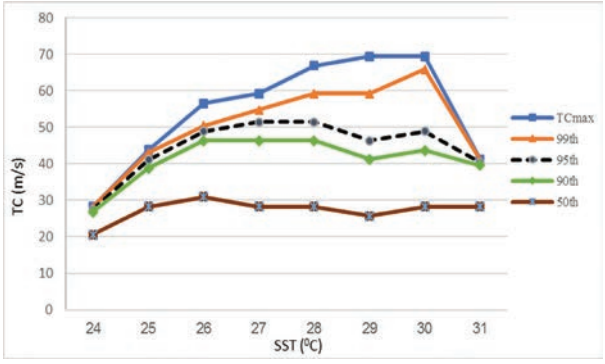
Để nghiên cứu mối quan hệ giữa cường độ bão và SST, số liệu quan trắc SST được phân thành 8 nhóm từ 23,5-31,5°C, mỗi nhóm cách nhau 1°C. Bảng 1 biểu diễn các đặc điểm của cường độ bão theo từng nhóm SST. Theo đó, hầu hết các quan trắc tập trung ở các nhóm từ 27-30°C, chiếm 93,7% tổng số quan trắc, chỉ có 6,05% tổng số quan trắc được phân bố trong các nhóm nhiệt độ từ 24-26°C và 0,25% tổng số quan trắc được phân bố trong nhóm 31°C (Hình 2). Cường độ bão trung bình lớn nhất xảy ra ở nhóm 28°C với giá trị bằng 32,48 m/s. Như vậy, ở vùng Biển Đông, bão có cường độ mạnh thường hoạt động ở khu vực nước tương đối ấm hơn so với kết quả nghiên cứu của Whitney và Hobgood (1997) trên vùng biển Đông Bắc Thái Bình Dương (xảy ra ở nhóm 26°C) và nghiên cứu của DeMaria và Kaplan (1994) trên vùng biển Đại Tây Dương (xảy ra ở nhóm 25°C và nhóm 27°C). Do một số lượng lớn cơn bão trên các khu vực này tăng cường độ khi di chuyển hướng Bắc đến vùng có nhiệt độ tương đối thấp, đặc biệt, các cơn bão hoạt động trên khu vực Đại Tây Dương di chuyển hướng Bắc ngang qua dòng Gulf Stream (DeMaria và Kaplan, 1994).

Bảng 1. Các đặc điểm cường độ bão theo các nhóm SST

SST giữa nhóm	SLQT	SSTtb	TCtb	TCmax
24	3	24,00	22,30	28,30
25	30	25,13	28,72	43,73
26	141	26,11	31,07	56,59
27	471	27,05	30,53	59,16
28	862	28,08	32,48	66,88
29	1140	29,00	30,70	69,45
30	222	29,80	30,00	69,45
31	7	30,70	31,20	41,20

(Chú thích: SST giữa nhóm: Giá trị SST trung tâm của mỗi nhóm; SLQT: Số lượng quan trắc trong mỗi nhóm; SSTtb: Giá trị SST trung bình của mỗi nhóm; TCtb: Giá trị cường độ bão trung bình của mỗi nhóm; TCmax: Giá trị cường độ bão cực đại của mỗi nhóm).

Hình 3 biểu diễn các biến trình cường độ bão cực đại và các phân vị thứ 99, 95, 90 và 50 theo các nhóm SST. Đường cong phân vị thứ 50 biến thiên rất nhỏ theo SST cho thấy khoảng 50% cường độ bão không phụ thuộc vào SST, tuy nhiên, các đường cong phân vị 90, 95, 99 và cường độ bão cực đại là một hàm không tuyến tính của SST, điều này tương đối phù hợp với lý thuyết về cường độ bão cực đại của Emanuel (1986, 1988). Các đường cong cường độ bão cực đại và phân vị thứ 99 có xu thế tăng nhanh tại các nhóm nhiệt độ dưới 26°C, sau đó tăng chậm hơn ở các nhóm từ 27-30°C và giảm ở nhóm nhiệt độ 31°C. Các đường cong phân vị thứ 95 và 90 lại có xu hướng tăng dần đến nhóm nhiệt độ 28°C rồi giảm dần. Kết quả trên tương tự với kết quả được tìm thấy trong nghiên cứu của DeMaria và Kaplan (1994), Whitney và Hobgood (1997), Zeng và cộng sự (2007). Điều đó có thể giải thích rằng cơn bão thường hình thành và phát triển tại khu vực có nhiệt độ cao nhất, sau đó di chuyển đến vùng có nhiệt độ bề mặt nước biển lạnh hơn. Do đó, nhiều cơn bão có cường độ bão lớn nhất không xảy ra ở vùng nước ấm nhất.



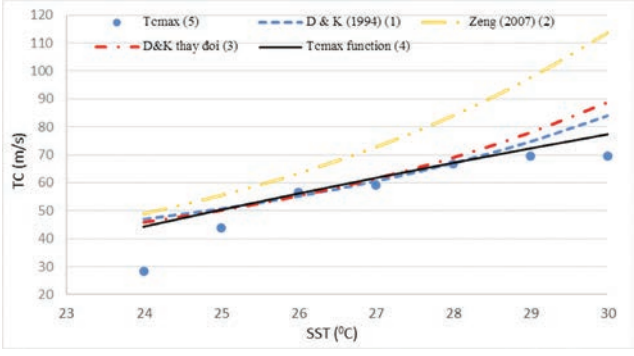
Hình 3. Cường độ bão cực đại và các phân vị thứ 99, 95, 90 và 50

3.2. Xây dựng hàm thực nghiệm liên hệ giữa cường độ bão tiềm năng cực đại và nhiệt độ bề mặt nước biển

Như nhận xét ở phần trên, cường độ bão cực đại có xu thế tăng không tuyến tính theo SST, ngoại trừ nhóm 31°C. Do đó, để biểu diễn mối quan hệ giữa cường độ bão cực đại và SST, các đường cong thực nghiệm được xây dựng theo 4 trường hợp như Hình 4. Trong đó, TH1 đường cong dựa trên công thức (1) của DeMaria và Kaplan (1994); TH2 đường cong thực nghiệm dựa trên công thức (3) của Zeng và cộng sự (2007); TH3 đường cong được xây dựng như TH1, tuy nhiên, các hệ số A, B, C được thay đổi (A = 24,8; B = 63,9 và C =0,185); TH4 đường cong thực nghiệm được xây dựng dựa theo công thức logarit tự nhiên (ln) dưới đây:

$$MPI = A + B * \ln(SST) \quad (5)$$

Trong đó, *MPI l*à cường độ bão tiềm năng cực đại đặc trưng bởi vận tốc gió cực đại vùng tâm bão hoạt động trên khu vực Biển Đông (m/s); SST là nhiệt độ bề mặt nước biển (°C); các hằng số A = - 426,8 và B = 148,2.



Hình 4. Phân bố cường độ bão cực đại theo SST (TCmax) và các đường hàm thực nghiệm

Theo Hình 4, đường cong TH2 có giá trị lớn hơn nhiều so với phân bố cường độ bão cực đại (TCmax), ba đường cong còn lại tương đối bám sát nhau và gần với phân bố TCmax. Theo phân bố TCmax, cường độ bão tăng nhanh theo SST trong các nhóm nhiệt độ dưới 26°C, sau đó tăng chậm hơn ở các nhóm từ 27-30°C. Như vậy, đường cong TH4 xây dựng dựa trên công thức (5) sẽ phù hợp với xu thế tăng của cường độ bão cực đại hơn so với TH1 và TH3.

Để kiểm nghiệm sự phù hợp của phương trình (5) và các hệ số hồi quy với độ tin cậy cho phép, ta đặt, *z=ln(SST)* phương trình (5) được chuyển về phương trình hồi quy tuyến tính 1 biến:

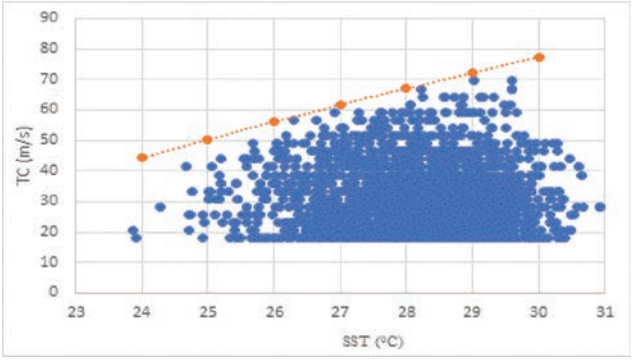
$$MPI = A + B * z \quad (6)$$

Kết quả kiểm nghiệm Fisher (F) và kiểm nghiệm Student (T) với mức ý nghĩa α = 0,05, n = 8 được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả kiểm nghiệm F và T của phương trình hồi quy

Loại kiểm nghiệm	Tiêu chuẩn kiểm định F (hoặc T)	Phân phối F (hoặc T)	Kết luận
Kiểm định F	F = 5186,3	Fα = 5,99	F> Fα, bác bỏ giả thiết H_0, phương trình hồi quy phù hợp
Kiểm định T	T_A = - 39,6 T_B = 72,01	Tα = 2,45	>Tα, bác bỏ giả thiết H_0, các hệ số A = - 426,8; B = 148,2 có ý nghĩa về mặt thống kê

Như vậy, theo kết quả kiểm nghiệm trên, phương trình hồi quy giữa mức cường độ bão cực đại tiềm năng và SST với độ tin cậy 95% là phù hợp và có ý nghĩa thống kê.



Hình 5. Đường hàm thực nghiệm (đường cong có điểm hình tròn) và phân bố cường độ bão theo SST của 2.876 quan trắc

Hình 5 biểu diễn đường cong hàm thực nghiệm được xác định bởi công thức (5), và tất cả các quan trắc bão trong 35 năm (1982-2016). Theo đó, toàn bộ các quan trắc bão nằm dưới đường cong thực nghiệm. Giống như các nghiên cứu của DeMaria và Kaplan (1994), Whitney và Hobgood (1997) Zeng và cộng sự (2007), do phương trình thực nghiệm theo phương trình (5) biểu diễn cường độ bão cực đại luôn tăng theo SST, do đó, phương trình (5) được giới hạn sử dụng là SST không vượt quá 30,5°C.

4. Kết luận và kiến nghị

Kết quả nghiên cứu trên tập số liệu bão 35 năm (1982-2016) cho thấy hầu hết các cơn bão hoạt động trên khu vực Biển Đông xảy ra ở khu vực nước tương đối ấm, có nhiệt độ từ 26,5 đến 30,5°C, trong đó, bão có cường độ mạnh thường hoạt động ở khu vực nước có nhiệt độ từ 28°C trở lên. Nhiều quan trắc có giá trị cường độ bão nhỏ được phân bố tại những khu vực có SST cao, điều này phù hợp với thực tế, trong giai đoạn đầu, bão thường hình thành và bắt đầu tăng cường trên khu vực nước rất ấm, sau đó di chuyển vào vùng nước lạnh hơn nên tốc độ gió lớn nhất không xảy ra ở vùng nước ấm nhất.

Mặc dù 50% cường độ bão hoạt động không phụ thuộc vào SST nhưng cường độ bão cực đại tiềm năng của bão là một hàm không tuyến tính của SST. Hàm thực nghiệm logarit tự nhiên

(ln) đã được xây dựng để biểu diễn mối quan hệ thống kê giữa cường độ bão tiềm năng cực đại và nhiệt độ bề mặt nước biển với giới hạn sử dụng là SST không vượt quá 30,5°C. Theo đó, có thể sử dụng hàm thực nghiệm ở trên để nhận định sơ bộ về cường độ bão cực đại hoạt động trên Biển Đông thông qua nhiệt độ bề mặt nước biển.

Tài liệu tham khảo

1. Demaria M. and Kaplan J. (1994), "Sea Surface Temperature and the Maximum Intensity of Atlantic Tropical Cyclones", *Journal of Climate*, (7), 1324-1334.
2. Emanuel K.A. (1986), *An air-sea interaction theory for tropical cyclones, Part I: steady-state maintenace, J. Atmosphere Sciences*, (43), 585-604.
3. Emanuel K.A. (1988), *The maximum intensity of hurricanes, J. Atmos. Sci.,* (45), 1143-1155.
4. Gray, M. W. (1975), T*ropical cyclone genesis, Atmos.Sci.*, Colo. State Univ., Ft. Collins, CO, (234), 121pp.
5. Fisher E. L. (1958), *Hurricane and the sea surface temperature field,* J. Meteor., (15), 328-333.
6. Kotal S. D., Kundu P. K., Roy Bhowmik S. K. (2009), *An analysis of sea surface temperature and maximum potential intensity of tropical cyclones over the Bay of Bengal between 1981 and 2000*, Meteorol. Appl., (16) 169-177.
7. Miller B.I. (1958), "On the maximum intensity of hurricane", *Journal of Meteorology*, (15), 184-185.
8. Palmén E.N. (1948), *On the formation and structure of the tropical hurricane*, Geophysical, (3), 26-38.
9. Whitney L. D. and Hobgood J. S. (1997), "The relationship between sea surface temperatures and maximum intensities of tropical cyclones in the Eastern North Pacific", *Journal of Climate*, (10), 2921-2930.
10. Zeng Z., Wang Y. and Wu C.C. (2007), *Environmental dynamical control of tropical cyclone intensity - an observational study,* Monthly Weather Review, (135), 38-59.
11. http://weather.unisys.com/hurricane/
12. https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.noaa.oisst.v2.html

RELATIONSHIP BETWEEN SEA SURFACE TEMPERATURE AND MAXIMUM POTENTIAL INTENSITY OF TROPICAL CYCLONES OVER THE EAST SEA

Nguyen Thi Thanh[(1)], Hoang Duc Cuong[(2)], Nguyen Xuan Hien[(1)], Pham Tien Đat[(1)]

[(1)]Viet Nam Institute of Meteorology Hydrology and Climate Change

[(2)]The National Centre for Hydro-Meteorological Forecastings

Abstract: *Sea surface temperature (SST) is one of the most important thermal factors affecting tropical cyclones intensity. This paper develops an empirical distribution function to study relationship between SST and intensity of tropical cyclones over the Viet Nam East Sea based on a 35-year dataset (1982-2016). The results show that the maximum intensity of tropical cyclones rapidly increase below the 25°C-group, then slowly increases to the highest value in the 30°C-group and finally, significantly reduces in the 31°C-groups. The natural logarithm function (ln) is constructed to represent the statistical relationship between the maximum potential intensity tropical cyclone and the surface water temperature with a temperature limit of less than 30.5°C. This results could provide a quick identification of the upper limit of tropical cyclone potential intensity when having information about SST in the Viet Nam East Sea.*

Keywords: *Sea surface temperature, SST, tropical cyclone, the intensity of a tropical cyclone, the Viet Nam East Sea.*

PHÂN TÍCH CHI PHÍ LỢI ÍCH PHƯƠNG ÁN XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN ĐÔ THỊ BẰNG CHÔN LẤP: NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH KHU XỬ LÝ RÁC THẢI KIÊU KỴ VÀ NAM SƠN, HÀ NỘI

Trần Phương[(1)], Nguyễn Viết Thành[(2)], Đỗ Tiến Anh[(3)], Huỳnh Thị Lan Hương[(3)], Nguyễn Văn Thắng[(3)]

[(1)]Tổng cục Địa chất Khoáng sản

[(2)]Đại học Kinh tế, Đại học quốc gia Hà Nội

[(3)]Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài 15/52017; ngày chuyển phản biện 22/5/2017; ngày chấp nhận đăng 9/6/2017

Tóm tắt: *Những năm gần đây, cùng với sự phát triển mạnh mẽ của nền kinh tế và quá trình đô thị hóa nhanh chóng, xử lý chất thải rắn (CTR) đã và đang trở thành một vấn đề nóng cần được quan tâm, nhất là tại các đô thị lớn. Thông qua phân tích chi phí lợi ích hai dự án Kiêu Kỵ và Nam Sơn, nghiên cứu này cho thấy rằng trong tương lai gần chôn lấp vẫn sẽ là phương pháp xử lý CTR tương đối hữu hiệu nhằm giải quyết nhu cầu quản lý CTR của Thành phố Hà Nội nói riêng và Việt Nam nói chung nhờ các ưu điểm như chi phí xây dựng và vận hành rẻ hay công nghệ sử dụng đơn giản, không yêu cầu lao động tay nghề cao. Kết quả tính toán cho thấy dự án với quy mô nhỏ[(1)] như Kiêu Kỵ có tính khả thi và hiệu quả kinh tế và môi trường (giảm phát thải khí nhà kính) cao hơn các dự án với quy mô lớn[(2)] như Nam Sơn. Như vậy, khi áp dụng phương pháp chôn lấp CTR, nên ưu tiên các dự án với quy mô nhỏ nhằm kiểm soát hiệu quả các tác động tới môi trường. Ngoài ra, cũng cần yêu cầu các dự án chôn lấp CTR có phương án đền bù thỏa đáng cho người dân các khu vực lân cận nhằm giảm nhẹ thiệt hại đối với sức khỏe và sản xuất của họ.*

Từ khóa: *Phân tích chi phí - lợi ích, xử lý chất thải rắn bằng phương pháp chôn lấp, Kiêu Kỵ, Nam Sơn, Hà Nội.*

1. Giới thiệu

Những năm gần đây, cùng với sự phát triển mạnh mẽ của nền kinh tế và quá trình đô thị hóa nhanh chóng, xử lý CTR đã và đang trở thành một vấn đề nóng cần được quan tâm, nhất là tại các đô thị lớn. Theo Báo cáo Môi trường quốc gia về chất thải rắn (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2011), từ năm 2003-2008, lượng CTR phát sinh trung bình tăng từ 150-200%, riêng CTR đô thị tăng trên 200% và dự báo còn tăng mạnh hơn trong thời gian tới. Đặc biệt, nếu chỉ tính riêng ba thành phố lớn là Hà Nội, Hồ Chí Minh và Đà Nẵng, lượng CTR đô thị được dự báo có thể lên tới khoảng trên 3 triệu tấn/năm vào năm 2020. Hiện nay, các bãi xử lý ở các đô thị lớn kể trên hầu hết đều đang rơi vào tình trạng quá tải, do đó nhu cầu mở rộng, nâng cấp hay xây mới là vô cùng cấp thiết. Trong những năm trở lại đây, trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng, do những vấn đề về môi trường, chúng ta đang dần thay đổi cách nhìn về quản lý CTR đô thị. Quan điểm mới này cho rằng CTR cần được xử lý bằng các phương pháp không tác động hoặc tác động tối thiểu tới môi trường đất, nước và không khí cũng như sức khỏe người dân. Cùng với đó, do sự cạn kiệt có thể nhìn thấy trước của các nguồn năng lượng truyền thống, thu hồi năng lượng cũng đã và đang được coi như một mục tiêu và thành phần quan trọng của các phương pháp xử lý CTR.

Hiện nay trên toàn thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng, chôn lấp vẫn đang là phương pháp xử lý CTR phổ biến nhất. Khu xử lý rác thải bằng phương pháp chôn lấp được chỉ được coi là hợp vệ sinh khi chất thải được san lấp, phun chế phẩm EM và vôi để khử mùi và khử trùng rồi được chôn từng lớp theo thiết kế. Khi ô chôn lấp

[(1)] đang xử lý khoảng dưới 100.000 tấn CTR/năm.

[(2)] đang xử lý khoảng dưới 200.000 tấn CTR/năm.

đầy sẽ được phủ bằng lớp phủ trên cùng. Ô chôn lấp có lớp lót cạnh, lót đáy để nước rác không thấm ra môi trường. Nước thải, khí thải được thu gom xử lý trước khi thải ra môi trường. Theo Báo cáo Môi trường quốc gia 2011, tỷ lệ CTR được chôn lấp tại Việt Nam chiếm khoảng 76-82% tổng lượng thu gom, tuy nhiên chỉ khoảng 50% được chôn lấp hợp vệ sinh theo tiêu chuẩn trên. Xét trên số lượng các khu xử lý rác thải, chỉ có 16/98 bãi chôn lấp tại các thành phố lớn đảm bảo yêu cầu vệ sinh. Phương pháp chôn lấp CTR dù có ưu điểm nổi trội về chi phí xây dựng và vận hành nhưng tồn tại rất nhiều vấn đề. Tuy rất nhiều nỗ lực nghiên cứu đã được thực hiện nhằm thu hồi xử lý nước rỉ rác từ các khu chôn lấp nhưng vẫn chưa mang lại hiệu quả đáng kể, do đó nước ngầm và đất xung quanh đứng trước nguy cơ nhiễm độc rất cao. Trong quá trình phân hủy CTR trong bãi chôn lấp, lượng lớn khí CH_4 và CO_2 được tạo ra, gây hiệu ứng nhà kính và ô nhiễm không khí. Ngoài ra, nếu các tiêu chuẩn vệ sinh được áp dụng không đồng bộ và nghiêm túc, các khu xử lý rác thải còn có thể là tác nhân gây ra các bệnh truyền nhiễm, phá hủy cảnh quan, tạo ra mùi hôi và tiếng ồn, ảnh hưởng tới đời sống của người dân xung quanh.

Khu liên hợp xử lý chất thải Nam Sơn nằm trên địa bàn 3 xã Nam Sơn, Bắc Sơn, Hồng Kỳ thuộc huyện Sóc Sơn, có tổng diện tích khoảng 83,5 ha, trong đó có 53,49 ha được sử dụng vào việc chôn lấp rác thải. Khu phục vụ chôn lấp CTR được đi vào hoạt động từ năm 2000 với công suất xử lý khoảng 2.000 tấn CTR/ngày[1], là nơi tập kết CTR của rất nhiều quận, huyện như Ba Đình, Nam - Bắc Từ Liêm, Cầu Giấy, Đống Đa, Hà Đông, Hai Bà Trưng, Hoàn Kiếm, Hoàng Mai, Long Biên, Tây Hồ, Thanh Xuân, các huyện Sóc Sơn, Mê Linh, Đông Anh. Thời gian hoạt động dự kiến là khoảng 21 năm. Công nghệ xử lý CTR tại bãi chôn lấp Nam Sơn vẫn là chôn lấp lộ thiên. Do đó, những tác động tới môi trường sống của người dân 3 xã lân cận là rất khó tránh khỏi.

Bãi rác Kiêu Kỵ là nơi chứa đựng rác thải của huyện Gia Lâm và một phần của quận Long Biên với diện tích giai đoạn 1 là 6,1 ha, đi vào hoạt động tháng 9/1999 và có vòng đời dự kiến là 20 năm; công suất xử lý là 150 tấn rác thải sinh hoạt/ngày[2]. Dự án này nằm tại khu vực hai xã Đa Tốn và Kiêu Kỵ với tổng dân số là 19.000 người (ước tính năm 2004). Mặc dù khá được quan tâm nhưng công nghệ xử lý rác vẫn chỉ dừng ở mức đơn giản nhất, đó là phân loại sơ bộ và chôn lấp lộ thiên. Ngoài ra, công nghệ xử lý nước rác chưa hoàn thiện dẫn tới ảnh hưởng của dự án tới môi trường xung quanh là rất đáng kể. Một điểm đáng lưu ý là do tiếp nhận và xử lý lượng CTR vượt gấp nhiều lần công suất thiết kế kể từ năm 2011 cho tới nay, dự án có nguy cơ sẽ ngừng hoạt động sớm hơn vòng đời dự kiến.

Mục tiêu của nghiên cứu này nhằm phân tích chi phí và lợi ích phương án xử lý CTR đô thị bằng chôn lấp. Phạm vi nghiên cứu là địa bàn Hà Nội, cụ thể là bãi chôn lấp Kiêu Kỵ và Nam Sơn. Trong nghiên cứu này các tác động môi trường xã hội của các khu xử lý rác thải bằng phương pháp chôn lấp sẽ được xem xét và tính toán nhằm áp dụng phân tích lợi ích và chi phí lợi ích đối với việc xử lý rác thải tại Kiêu Kỵ và Nam Sơn (Hà Nội).

2. Phương pháp nghiên cứu và số liệu

Nghiên cứu này sẽ sử dụng khung phân tích chi phí lợi ích mở rộng (Cost Benefit Analysis - CBA) nhằm đánh giá hiệu quả của phương pháp chôn lấp dựa trên tác động về xã hội và môi trường mà các khu xử lý áp dụng phương pháp này tạo ra. Khung phân tích CBA chung sẽ được áp dụng từ tài liệu "Cost Benefit Analysis for Investment Decisions" (Jenkins và Harberger, 1995) và "Cost Benefit Analysis using Spreadsheet" (Campbell và Brown, 2003). Đối với phân tích CBA trong lĩnh vực xử lý CTR, các chỉ dẫn và lưu ý trong tài liệu "Guidelines for the Cost-Benefit Analysis of Waste management projects" của Ủy ban châu Âu (2008) đã được áp dụng. Chi phí và lợi ích của các khu chôn lấp CTR có thể được thể hiện ngắn gọn trong Bảng 1. Tùy vào đối tượng gánh chịu/thụ hưởng, thị trường trao đổi và tính chất đặc trưng, các lợi ích và chi phí này sẽ được lượng hóa giá trị bằng tiền sử dụng các phương pháp khác nhau.

Đối với chi phí cố định, dữ liệu sẽ được thu thập thông qua bảng hỏi đối với các khu xử lý

(1) Khoảng 700.000 tấn/năm.

(2) 55.000 tấn/năm.

Bảng 1. Tổng hợp chi phí và lợi ích của xử lý CTR bằng phương pháp chôn lấp

Lợi ích	**Chi phí**
Lợi ích từ xử lý CTR (B_1)	Chi phí cố định (C_1)
	Chi phí vận hành (C_2)
	Chi phí môi trường đối với khu vực lân cận (C_3)
	Chi phí phát thải khí nhà kính (C_4)

CTR. Chi phí cố định (C_1) bao gồm chi phí xây dựng, mua sắm trang thiết bị ban đầu và các khoản phát sinh khác, được trả một lần vào thời điểm trước khi dự án đi vào hoạt động. Chi phí vận hành (C_2) là những khoản chi nhằm đảm bảo hoạt động hiệu quả của dự án, được chi trả hàng năm trong suốt vòng đời. Chi phí vận hành (C_2) bao gồm tiền lương và bảo hiểm cho người lao động; tiền điện, nước, gas; chi phí bảo dưỡng, bảo trì thiết bị; chi phí nguyên vật liệu (phụ gia, men, vi sinh); chi phí liên quan tới đất (thuê, mua đất); và các khoản phát sinh. Trong phân tích chi phí lợi ích, thuế doanh nghiệp được coi là một khoản thanh toán chuyển giao giữa doanh nghiệp và chính phủ, và không được tính vào lợi ích hoặc chi phí ròng của xã hội.

Chi phí môi trường (C_3) được tính toán sử dụng phương pháp chi phí sức khỏe. Thông qua khảo sát tại các trạm y tế, các bệnh thường gặp ở khu dân cư sau khi các dự án xử lý CTR được đưa vào hoạt động gồm: Bệnh đường tiêu hóa, bệnh đường hô hấp, bệnh ngoài da, đau mắt đỏ,… Chi phí tăng thêm hàng năm do các loại bệnh này gây ra cho với người dân sẽ được coi như thiệt hại tối thiểu mà dự án mang lại cho môi trường. Công thức tổng quát để tính toán C_3 dựa trên phương pháp chi phí sức khỏe là:

$$C_3 = \sum c_i x q_i + \frac{1}{365} * d_i$$

Trong đó, c_i, q_i và d_i lần lượt là chi phí trung bình cho một lần mắc bệnh, số lượt mắc bệnh là số ngày nghỉ trung bình đối với từng loại bệnh trong danh mục. I là GDP/người/năm của khu vực xung quanh dự án xử lý CTR.

Thành phần chính của khí thải sinh ra từ các bãi chôn lấp CTR là CO_2 và CH_4, hai loại khí nhà kính tiêu biểu. Trong đó, tiềm năng gây ra hiệu ứng nhà kính và sự nóng lên toàn cầu của khí CH_4 gấp 25 lần khí CO_2. Chi phí phát thải khí nhà kính (CH_4) được tính toán dựa vào tổng lượng phát thải CO_2 tương đương của các khu chôn lấp và giá trị xã hội của CO_2 là $75/tấn (theo Marten và Newbold, 2011).

Theo Nguyễn Văn Song và cộng sự (2011), mức giá sẵn lòng chi trả cho dịch vụ thu gom, quản lý và xử lý CTR của người dân quận Gia Lâm là khoảng 6.000 VNĐ/người/tháng. Nói cách khác, mức giá sẵn lòng chấp nhận của người dân cho môi trường ô nhiễm từ tác hại của bãi xử lý Kiêu Kỵ sẽ vào khoảng 72.000 VNĐ/người/năm. Từ dữ liệu về dân số hai xã Đa Tốn và Kiêu Kỵ tính được tổng chi phí môi trường (C_3) theo công thức:

$$C_3 = \frac{\sum WTP_i}{n} \times N$$

Trong đó WTP_i là mức giá sẵn lòng trả của người được phỏng vấn i, n là số người được phỏng vấn hay kích thước mẫu, N là tổng dân số các vùng lân cận chịu ngoại ứng tiêu cực về môi trường từ dự án xử lý CTR.

Nếu không được xử lý đúng quy trình, CTR từ sinh hoạt của người dân và từ hoạt động sản xuất công nghiệp sẽ gây rất nhiều tác động tiêu cực tới đời sống của người dân. Đối tượng thụ hưởng lợi ích trực tiếp từ quá trình chôn lấp CTR tại dự án là người dân sống ở xung quanh khu vực chôn lấp CTR. Tổng lợi ích đạt được từ việc xử lý rác thải (B_1) được tính thông qua công thức:

$$B_1 = P \times Q$$

Trong đó, P là chi phí xử lý trung bình của CTR sinh hoạt và CTR công nghiệp vào năm t và Q là tổng lượng CTR mà dự án xử lý trong năm t.

Toàn bộ các giá trị chi phí và lợi ích tính toán là các giá trị danh nghĩa. Để có thể đưa vào tính toán theo phương pháp chi phí lợi ích mở rộng, các giá trị này cần đưa về giá trị thực thông qua kĩ thuật xử lý loại bỏ tác động của lạm phát. Cụ thể, giá trị thực được tính từ giá trị danh nghĩa theo công thức:

$$\text{Giá trị hiện thực} = \frac{\text{Giá trị danh nghĩa năm t}}{\text{Chỉ số giá tiêu dùng năm t}} \times 100$$

Nhằm xem xét tính khả thi và hiệu quả hoạt động của dự án, chỉ số NPV (giá trị hiện tại ròng) và BCR (tỷ số lợi ích - chi phí) được từ bảng ngân lưu theo các công thức sau:

$$NPV = (B_0 - C_0) + \frac{B_1 - C_1}{(1+r)^1} + \ldots + \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

$$BCR = \frac{B_0 + B_1(1+r)^{-1} + \ldots + B_t(1+r)^{-t}}{C_0 + C_1(1+r)^{-1} + \ldots + C_t(1+r)^{-t}}$$

Trong đó, B_t và C_t lần lượt là lợi ích và chi phí năm t; r là tỷ suất chiết khấu. Các dự án có NPV>0 và BCR>1 được coi là khả thi và nên thực hiện.

Đối với quá trình xử lý CTR, phương pháp giá thị trường sẽ được sử dụng nhằm ước lượng lợi ích thông qua phí xử lý CTR. Về cơ bản, đây là một khoản thanh toán từ phía người dân sang bãi xử lý CTR. Lợi ích ròng mà xã hội nhận được trong giao dịch này đó là việc CTR được xử lý tập trung, đảm bảo môi trường sống. Theo Campbell và Brown (2003), phí xử lý hoàn toàn có thể đại diện cho lợi ích này.

Dự án bãi chôn lấp chất thải rắn khi đi vào hoạt động sẽ tạo ra các tác động tới môi trường xung quanh như ô nhiễm không khí, ô nhiễm nguồn nước ngầm và ô nhiễm đất trồng trọt. Những tác động này được coi là ngoại ứng tiêu cực vì đối tượng gánh chịu thiệt hại là người dân khu vực lân cận thường không nhận được đền bù thỏa đáng. Tác động ngoại ứng này được coi là chi phí không có giá trên thị trường trao đổi và cần được ước lượng sử dụng các kỹ thuật lượng giá. Nghiên cứu này sử dụng hai kỹ thuật chính, phụ thuộc vào sự sẵn có của dữ liệu đối với từng dự án. Phương pháp đánh giá ngẫu nhiên là phương pháp lượng giá thuộc nhóm phát biểu sở thích, dựa trên kết quả từ bảng hỏi, nhằm ước lượng giá trị của tài nguyên không có thị trường trao đổi như tác động của ô nhiễm môi trường. Trong trường hợp của các bãi xử lý CTR, người dân khu vực lân cận sẽ được phỏng vấn về mức giá sẵn lòng chi trả cho việc cải thiện chất lượng môi trường bị ô nhiễm do hoạt động của các bãi xử lý (hoặc mức giá họ chấp nhận được đền bù thiệt hại). Từ mẫu khảo sát nhỏ, kết quả về tổng thiệt hại môi trường do bãi xử lý CTR sẽ được tổng quát hóa cho toàn khu vực.

Ngoài ra, tổng chi phí môi trường cũng có thể được ước lượng thông qua phương pháp chi phí sức khỏe. Phương pháp chi phí sức khỏe là phương pháp lượng giá thuộc nhóm bộc lộ sở thích, dựa trên giả định rằng ngoại ứng tiêu cực từ dự án xử lý CTR tới môi trường không khí, đất và nước làm tăng tỷ lệ mắc các bệnh liên quan của người dân khu vực lân cận.

Đa phần các phương pháp xử lý CTR phổ biến hiện nay tại Việt Nam như chôn lấp hay đốt đều gây phát thải khí nhà kính, tiêu biểu là khí CO_2, CH_4 và N_2O. Theo Marten và Newbold (2011), khí CH_4 và khí N_2O gây hiệu ứng nhà kính và đóng góp cho sự nóng lên của trái đất gấp ít nhất là 25 và 298 lần khí CO_2. Để ước lượng chi phí do phát thải khí nhà kính của từng phương pháp xử lý CTR, phương pháp giá thị trường sẽ được áp dụng. Trên thế giới thị trường buôn bán chứng chỉ phát thải CO_2 (CER) đã chính thức được công nhận. Ngoài ra, lượng phát thải khí nhà kính từ từng dự án xử lý chất thải được coi là rất nhỏ so với tổng lượng phát thải trên thị trường nên mức giá không bị ảnh hưởng bởi lượng khí nhà kính tăng thêm. Do đó, hoàn toàn có thể sử dụng giá thị trường của CO_2 nhằm ước lượng đóng góp cho sự nóng lên toàn cầu của ba loại khí CO_2, CH_4 và N_2O tạo ra từ các dự án xử lý CTR. Theo Marten và Newbold (2011), chi phí xã hội của CO_2, CH_4 và N_2O lần lượt là \$75, \$2.000 và \$29.000.

Trong nghiên cứu sử dụng giả định lạm phát trung bình của Việt Nam là 6%. Số liệu này được tính toán dựa vào lạm phát của Việt Nam từ năm 1993 đến nay, từ cơ sở dữ liệu Tổng cục Thống kê và tham khảo các nước (Indonesia, Thái Lan, Malaysia) có mức phát triển tương tự với Việt Nam trong 20 năm tới[(1)]. Các loại chi phí danh nghĩa sẽ tăng bằng lạm phát hằng năm.

Tỷ suất chiết khấu xã hội sử dụng là 5% theo hướng dẫn về khung phân tích chi phí lợi ích cho các dự án xử lý CTR của Ủy ban châu Âu (2008). Đây là tỷ suất chiết khấu thấp nhằm đánh giá chính xác giá trị của môi trường trong tương lai xa theo quan điểm về phát triển bền vững. Trong phần phân tích độ nhạy ở cuối bài nghiên cứu, một số tỷ suất chiết khấu xã hội khác cũng sẽ được sử dụng nhằm kiểm định độ tin cậy của kết quả.

Tốc độ tăng trưởng kinh tế của Việt Nam là 7%, tốc độ tăng dân số giữ ở mức trung bình

(1) Số liệu của Ngân hàng thế giới và Tổng cục Thống kê.

2,6% ở các đô thị. Như vậy, GDP bình quân đầu người sẽ tăng ở mức 4,4%.

Tổng lượng CTR xử lý trung bình tại các dự án sẽ tăng cùng với tốc độ gia tăng dân số. Chi phí vận hành mỗi năm theo danh nghĩa là giống nhau trong suốt vòng đời dự án.

Phân tích chi phí lợi ích mở rộng không tính đến các khoản chuyển giao như thuế, lãi suất. Bởi vì thực chất trong trường hợp này thì chi phí của người này đồng thời cũng là lợi ích của người kia. Do những đối tượng này đều ở trong cùng một nền kinh tế, lợi ích ròng của các khoản này bằng không.

Thời gian phân tích cho mỗi dự án sẽ kéo dài từ khi dự án bắt đầu đi vào hoạt động cho tới hết vòng đời dự kiến. Chi phí xây dựng và mua sắm thiết bị ban đầu được giả định là chi trả toàn bộ trong năm đầu tiên của vòng đời. Các chi phí và lợi ích hàng năm sẽ được thụ hưởng/gánh chịu vào cuối năm. Chi phí môi trường được coi là kéo dãi mãi mãi về sau nếu không có tác động cải tạo và nâng cao chất lượng.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Phân tích chi phí lợi ích dự án chôn lấp chất thải rắn Nam Sơn

Kết quả tính toán lợi ích và chi phí từ quá trình xử lý CTR tại khu chôn lấp Nam Sơn được trình bày tại Bảng 2.

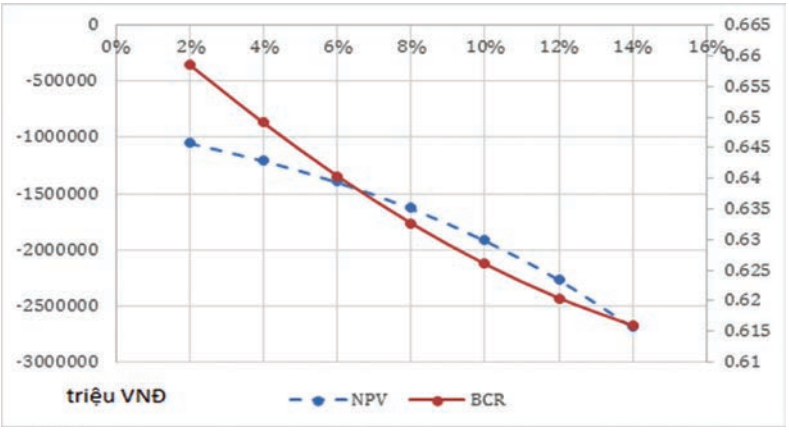
Bảng 2. Chi phí cố định và chi phí vận hành khu chôn lấp Nam Sơn

	Loại chi phí	Tiền (triệu VNĐ)
Chi phí cố định	Chi phí xây dựng	52,9
	Chi phí đầu tư thiết bị	17,4
	Các chi phí ngoài dự tính	35,5
Chi phí vận hành bãi chôn lấp	Lương (trung bình 1 năm)	816
	Tiền bảo hiểm cho công nhân, nhân viên (trung bình 1 năm)	154,9
	Tiền điện, nước, gas,... (trung bình 1 năm)	90,3
	Chi phí bảo dưỡng, bảo trì thiết bị (trung bình 1 năm)	154,9
	Thuế doanh nghiệp (Coporation tax) (trung bình 1 năm)	-
	Chi phí nguyên vật liệu (phụ gia, men vi sinh) (trung bình 1 năm)	254
	Chi phí liên quan tới đất đai (thuê đất, mua đất,…) (trung bình 1 năm)	340,6
	Các chi phí khác (trung bình 1 năm)	36,55

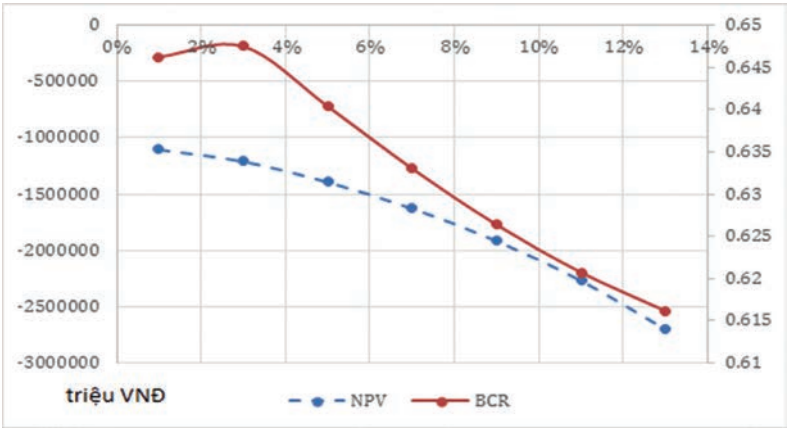
Chi phí cố định của bãi chôn lấp CTR Nam Sơn (C_1) được giả định chi trả một lần vào năm 2000 và chi phí vận hành (C_2) được chi trả hàng năm lần lượt là 108,8 triệu VNĐ và 1.847 tỉ VNĐ. Kết quả tính toán cho thấy giá trị hiện tại ròng (NPV) của dự án chôn lấp Nam Sơn là âm ở mức 1.400 tỉ VNĐ. Cùng với đó, tỷ số lợi ích chi phí (BCR) chỉ đạt 0,64 . Điều này cho thấy đây là một dự án không khả thi và gây ra thiệt hại về mặt kinh tế cho xã hội.

Hình 1 cho thấy khi tỷ lệ lạm phát tăng cao, NPV và BCR đều có xu hướng giảm. Như vậy, hiệu quả dự án chịu ảnh hưởng khá tiêu cực từ sự bất ổn vĩ mô của nền kinh tế. Với tỷ lệ lạm phát giả định rất cao 16% hay rất thấp 2%, dự án chôn lấp CTR Nam Sơn luôn có NPV<0 và BCR<1. Do đó ta có thể kết luận rằng sự không khả thi của dự án luôn chắc chắn ở mức cao.

Lựa chọn tỷ suất chiết khấu thấp thường đồng nghĩa với coi trọng các chi phí kéo dài trong tương lai đối với môi trường. Cụ thể, những dự án gây tổn hại tới môi trường thường dễ trở nên không khả thi nếu sử dụng tỷ suất chiết khấu thấp. Trong trường hợp dự án Nam Sơn, tỷ suất chiết khấu càng tăng thì NPV và BCR đều có xu hướng giảm. Với tỷ suất chiết khấu rất cao ở mức 14% hay rất thấp ở mức 2%, dự án luôn có NPV<0 và BCR<1. Như vậy, dù với quan điểm phân tích hướng tới phát triển bền vững và bảo vệ môi trường hay hướng tới các lợi ích trong ngắn hạn, tính không khả thi của dự án chôn lấp CTR Nam Sơn luôn chắc chắn ở mức cao



Hình 1. Sự thay đổi NPV (triệu đồng) và BCR dự án Nam Sơn đối với chỉ số lạm phát



Hình 2. Sự thay đổi NPV (triệu đồng) và BCR dự án Nam Sơn đối với tỷ suất chiết khấu

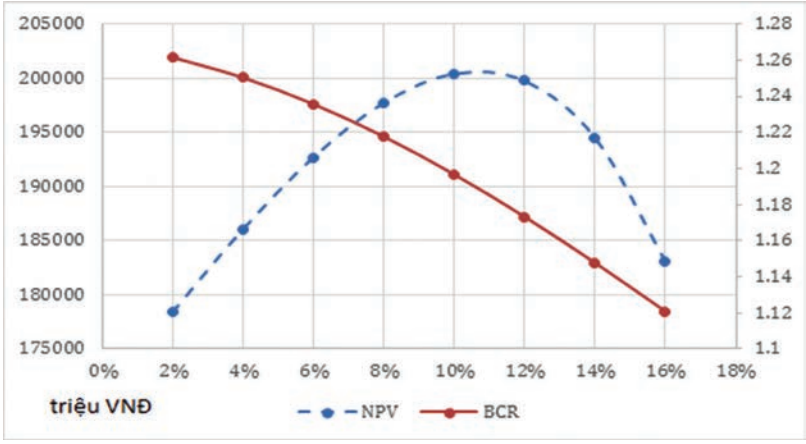
3.2. Phân tích chi phí lợi ích dự án chôn lấp chất thải rắn Kiêu Kỵ

Kết quả tính toán lợi ích và chi phí từ quá trình xử lý CTR tại khu chôn lấp Kiêu Kỵ được trình bày tại Bảng 3.

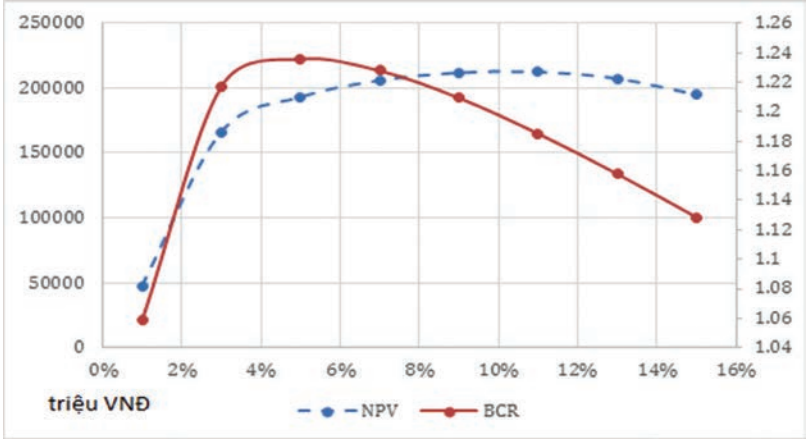
Bảng 3. Chi phí cố định và chi phí vận hành bãi chôn lấp Kiêu Kỵ

	Loại chi phí	Tiền (triệu VNĐ)
Chi phí cố định	Chi phí xây dựng	20,75
	Chi phí đầu tư thiết bị	81,532
	Các chi phí ngoài dự tính	5,114
Chi phí vận hành bãi chôn lấp	Lương (trung bình 1 năm)	240
	Tiền bảo hiểm cho công nhân, nhân viên (trung bình 1 năm)	52,8
	Tiền điện, nước, gas,... (trung bình 1 năm)	932,15
	Chi phí bảo dưỡng, bảo trì thiết bị (trung bình 1 năm)	213
	Thuế doanh nghiệp (Coporation tax) (trung bình 1 năm)	20,54
	Chi phí nguyên vật liệu (phụ gia, men vi sinh) (trung bình 1 năm)	159,23
	Chi phí liên quan tới đất đai (thuê đất, mua đất,...) (trung bình 1 năm)	9,75
	Các chi phí khác (trung bình 1 năm)	81,37

Chi phí cố định (C_1) và chi phí vận hành (C_2) của bãi xử lý CTR Kiêu Kỵ lần lượt là 107,4 triệu VNĐ và 1.688,3 triệu VNĐ, trong đó chi phí cố định được giả định chi trả một lần vào năm 1999 và chi phí vận hành được chi trả hàng năm. Kết quả tính toán cho thấy giá trị hiện tại ròng (NPV) của dự án chôn lấp Kiêu Kỵ là dương ở mức 190 tỉ đồng. Cùng với đó, tỷ số lợi ích chi phí (BCR) đạt 1,2. Điều này cho thấy đây là một dự án khả thi và hiệu quả về mặt kinh tế.



Hình 3. Sự thay đổi NPV và BCR dự án Kiêu Kỵ đối với chỉ số lạm phát

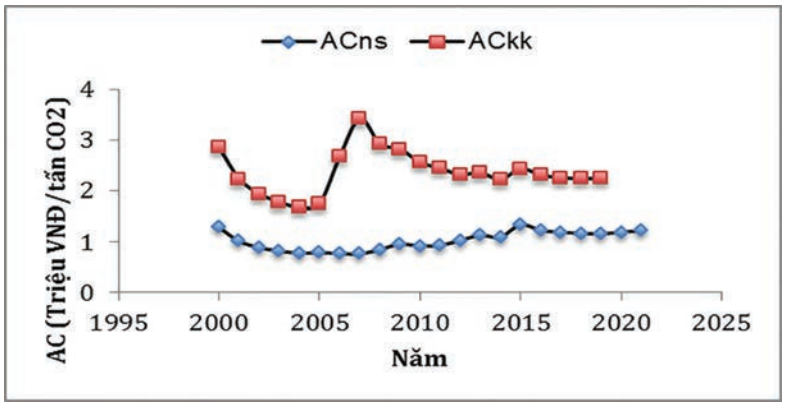


Hình 4. Sự thay đổi NPV và BCR dự án Kiêu Kỵ đối với tỷ suất chiết khấu

Hình 3 cho thấy khi tỷ lệ lạm phát cao hoặc thấp dự án chôn lấp CTR Kiêu Kỵ luôn có NPV>0 và BCR>1. Do đó ta có thể kết luận rằng tính khả thi và hiệu quả hoạt động của dự án luôn chắc chắn ở mức cao. Dự án sẽ đạt được lợi ích ròng lớn nhất khi tỷ lệ lạm phát đạt 10%. Trong trường hợp dự án Kiêu Kỵ, với tỷ suất chiết khấu rất cao ở mức 14% hay rất thấp ở mức 2%, dự án luôn có NPV>0 và BCR>1. NPV sẽ chỉ chuyển thành âm khi sử dụng tỷ suất chiết khấu là 25%. Như vậy, dù với quan điểm phân tích hướng tới phát triển bền vững và bảo vệ môi trường hay hướng tới các lợi ích trong ngắn hạn, tính khả thi và hiệu quả hoạt động của dự án Kiêu Kỵ luôn chắc chắn ở mức cao.

3.3. Phân tích chi phí lợi ích giảm phát thải khí nhà kính

Để xem xét hai dự án xử lý chôn lấp chất thải rắn dưới góc độ giảm phát thải khí nhà kính, nhóm tiến hành ước lượng chi phí trung bình (AC) giảm phát thải KNK của hai dự án chôn lấp chất thải rắn Nam Sơn và Kiêu Kỵ theo thời gian. Giả định rằng để giảm lượng phát thải nhà kính, các dự án sẽ phải đánh đổi lợi ích có được từ xử lý chất thải rắn. Dựa vào dữ liệu đã thu thập, có thể ước lượng được đường AC của hai dự án như Hình 5.



Hình 5. Chi phí trung bình giảm phát thải KNK của hai dự án chôn lấp chất thải rắn Nam Sơn và Kiêu Kỵ theo thời gian (ACns: Nam Sơn, ACkk: Kiêu Kỵ)

Hình 5 cho thấy việc cắt giảm KNK ở dự án chôn lấp chất thải rắn Nam Sơn có hiệu quả chi phí cao hơn so với dự án Kiêu Kỵ. Hay nói cách khác, cơ quan quản lý nên đầu tư nguồn lực để cắt giảm KNK ở các dự án chôn lấp chất thải rắn quy mô lớn như Nam Sơn.

4. Kết luận

Thông qua phân tích chi phí lợi ích hai dự án Kiêu Kỵ và Nam Sơn, ta thấy rằng trong tương lai gần chôn lấp vẫn sẽ là phương pháp tương đối hữu hiệu nhằm giải quyết vấn đề xử lý CTR của Thành phố Hà Nội nói riêng và Việt Nam nói chung nhờ các ưu điểm như chi phí xây dựng và vận hành rẻ hay công nghệ sử dụng đơn giản, không yêu cầu lao động tay nghề cao. Tuy nhiên, kết quả tính toán cũng cho thấy dự án với quy mô nhỏ như Kiêu Kỵ có giá trị hiện tại ròng (NPV) dương và tỷ số lợi ích chi phí (BCR) lớn hơn 1, cho thấy tính khả thi và hiệu quả kinh tế và môi trường (giảm KNK) trong khi các dự án với quy mô lớn hơn như Nam Sơn lại cho kết quả ngược lại. Kết quả tính toán có độ tin cậy tương đối cao đối với sự biến động của nền kinh tế hay các quan điểm phân tích chi phí lợi ích khác nhau như coi trọng tác động môi trường trong tương lai hoặc coi trọng lợi ích đạt được trong hiện tại. Xem xét bảng ngân lưu của 2 dự án, có thể thấy rằng đối với các dự án quy mô lớn, thiệt hại đối với môi trường sống của người dân khu vực lân cận và chi phí phát thải CO_2 đối với xã hội thường tăng rất cao. Do ngoại ứng tiêu cực từ môi trường được cho là sẽ có ảnh hưởng trong tương lai xa, những lợi ích từ xử lý CTR thường không thể bù đắp nổi. Như vậy, khi áp dụng phương pháp chôn lấp CTR, nên ưu tiên các dự án với quy mô nhỏ nhằm kiểm soát hiệu quả các tác động tới môi trường. Ngoài ra, cũng cần yêu cầu các dự án chôn lấp CTR có phương án đền bù thoả đáng cho người dân các khu vực lân cận nhằm giảm nhẹ thiệt hại đối với sức khỏe và sản xuất của họ.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2011), *Báo cáo môi trường quốc gia 2011: Chất thải rắn*.
2. Nguyễn Văn Song và cộng sự (2011), "Xác định mức sẵn lòng chi trả của các hộ nông dân về dịch vụ thu gom, quản lý và xử lý chất thải rắn sinh hoạt trên địa bàn huyện Gia Lâm, Hà Nội", *Tạp chí Khoa học và Phát triển,* tập 9, số 5. tr.853-60
3. Campbell, H. F., & Brown, R. P. (2003), *Benefit-cost analysis: financial and economic appraisal using spreadsheets,* Cambridge University Press.
4. European Commission (2008), *Guidelines for the Cost-Benefit Analysis of Waste management projects.*
5. Jenkins, G. P., & Harberger, A. C. (1997), *Cost-Benefit Analysis of Investment Decisions,* Boston, MA: Harvard Institute for International Development.

6. Marten, A. L., & Newbold, S. C. (2012), *Estimating the social cost of non-CO 2 GHG emissions: Methane and nitrous oxide*, Energy Policy, 51, 957-972.
7. Prechthai, T., Visvanathan, C., & Cheimchaisri, C. (2006, November), *RDF production potential of municipal solid waste. In Proceedings of 2nd Joint International Conference on Sustainable Energy and Environment (SEE 2006) Bangkok, Thailand*. See http://www. faculty. ait. ac. th/visu/Prof% 20Visu% 27s% 20CV/Conferance/17/Tawach. visu. chart (Vol. 202006).
8. Reza, B., Soltani, A., Ruparathna, R., Sadiq, R., & Hewage, K. (2013), *Environmental and economic aspects of production and utilization of RDF as alternative fuel in cement plants: a case study of Metro Vancouver Waste Management.* Resources, Conservation and Recycling, 81, 105-114.

COST BENEFIT ANALYSIS OF MUNICIPAL SOLID WASTE DISPOSAL: CASE STUDY IN KIEU KY AND NAM SON LANDFILLS IN HA NOI

Tran Phuong[(1)], Nguyen Viet Thanh[(2)], Do Tien Anh[(3)], Huynh Thi Lan Huong[(3)], Nguyen Van Thang[(3)]

[(1)]Department of Geology and Minerals of Viet Nam

[(2)]University of Economics and Business, Viet Nam National University

[(3)]Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

Abstract: *In recent years, along with the rapid development of the economy and the rapid urbanization process, municipal solid waste (MSW) treatment has become anurgent issue that needs to be addressed, especially in big cities. By analyzing cost-benefit of Kieu Ky and Nam Son landfills, this study shows that in the near future MSW disposal will remainto be one of themost effective treatment measures due to low cost of construction and operation and simple technology without requiring highly skilled labor. Results show that small scale landfills like Kieu Ky (handling less than 100,000 tons of MSW per year) is more cost - effective and environmentally friendly (in term of greenhouse gas emission reduction) than large scale landfills like Nam Son (handling less than 200,000 tons of MSW per year). Thus, small-scale MSW disposal projects should be prioritized rather than large scale MSW disposal projects in order to limit the impacts on the environment. In addition, it is also required that MSW disposal projects provide adequate compensation to nearby residents to mitigate the damage to their health and production.*

Keywords: *Cost benefit analysis, solid waste disposal, Kieu Ky, Nam Son, Ha Noi.*

NĂNG LƯỢNG GIÓ BIỂN THẾ GIỚI VÀ ĐỀ XUẤT NGHIÊN CỨU, PHÁT TRIỂN ĐIỆN GIÓ BIỂN VIỆT NAM HƯỚNG TỚI MỤC TIÊU GIẢM THIỂU TÁC ĐỘNG BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Dư Văn Toán, Nguyễn Khắc Đoàn, Nghiêm Thanh Hải, Nguyễn Thế Thịnh
Viện Nghiên cứu Biển và Hải đảo

Ngày nhận bài 16/5/2017; ngày chuyển phản biện 19/5/2017; ngày chấp nhận đăng 9/6/2017

Tóm tắt: *Bài báo giới thiệu sơ bộ hiện trạng khai thác tài nguyên năng lượng gió trên thế giới nói chung và gió trên biển (offshore wind) nói riêng. Trong bài cũng giới thiệu cách tính toán mật độ năng lượng gió trên các tầng cao khí quyển, phương thức phân vùng tài nguyên năng lượng gió biển Việt Nam và đề xuất giải pháp nghiên cứu và phát triển năng lượng gió trên biển, ứng phó với biến đổi khí hậu. Vùng biển Việt Nam có tiềm năng tài nguyên năng lượng gió biển rất lớn, với vùng biển 0-30 m nước có 111.000 km^2 với công suất là 64.000 GW, 30-60 m nước có diện tích là 142.000 km^2 với công suất tiềm năng đạt 106.000 GW. Vùng có tiềm năng nhất là vùng ven bờ Bình Thuận - Cà Mau với mật độ đạt gần 1.000 w/m^2 đạt cao nhất Việt Nam và ngang tầm thế giới, và hiện đã được triển khai trang trại gió tại Bạc Liêu, Cà Mau công suất tổng là 1 GW, và cả khu vực đến năm 2030 sẽ là 8 GW. Bài báo đề xuất nghiên cứu và phát triển điện gió biển sẽ góp phần giảm nhẹ khí nhà kính, hướng tới giảm tác động của biến đổi khí hậu.*

Từ khóa: *Năng lượng gió, Biển Đông, biến đổi khí hậu, giảm thiểu các-bon, trang trại gió.*

1. Mở đầu

Hiện trạng biến đổi khí hậu, ô nhiễm môi trường, suy thoái đa dạng sinh học và hệ sinh thái diễn ra mạnh mẽ và đang đe dọa cuộc sống toàn cầu và đặc biệt là than đá, dầu mỏ, khí đốt còn vài thập niên nữa sẽ cạn kiệt, loài người sẽ lâm vào nguy cơ khủng hoảng năng lượng nghiêm trọng, nên nhiều nước đua nhau phát triển năng lượng gió. Hiện nay giá của điện khai thác từ năng lượng gió đã xấp xỉ với giá điện từ các nguồn nhiên liệu hóa thạch truyền thống. Tài nguyên năng lượng gió là nguồn năng lượng mới và phát triển mạnh nhất trên thế giới trong thời đại ngày nay. Năng lượng gió trên biển được chuyển đổi thành điện năng nhờ các tuốc-bin. Các loại tuốc-bin này cũng giống như các tuốc-bin năng lượng gió trên đất liền nhưng đã được "biển hóa" và được chế tạo với tuổi thọ cao hơn để phù hợp với điều kiện khắc nghiệt trên biển. Các tuốc-bin này nói chung có kích thước to hơn cùng loại trên đất liền và có công suất lớn hơn. Công suất của các tuốc-bin gió tăng rất nhanh trong những năm gần đây. Các nước có sự gia tăng rất mạnh công suất các tuốc-bin gió là Đan Mạch, Đức, Hà Lan, Na Uy, Thụy Điển và Anh.

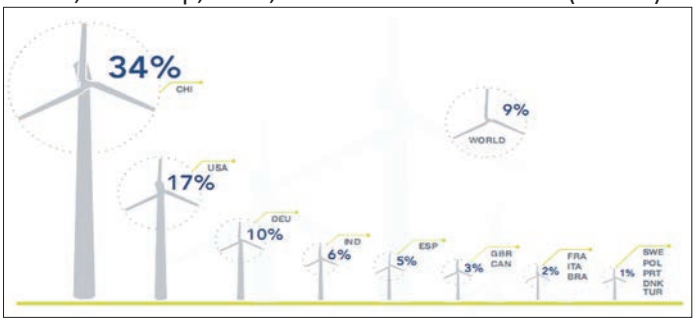
Gần đây, Mỹ và các quốc gia, tổ chức thế giới phát triển năng lượng gió đã có định nghĩa tài nguyên năng lượng gió trung bình 10 năm liên tục. Bản đồ mật độ gió và mật độ năng lượng gió trung bình nhiều năm đã được nhiều quốc gia xây dựng để làm tiền đề cho việc quy hoạch khai thác, sử dụng tài nguyên mới này. Hiện nay danh sách các trang trại gió biển đang được khai thác, quy hoạch là những nơi có tốc độ gió đạt hơn 6 m/s.

Hiện nay tổng số các dự án điện gió đã và đang thực hiện trên biển vào khoảng 1.500 dự án [8] từ độ sâu 0 m đến 100 m nước các vùng biển trên thế giới, có diện tích từ vài km^2 cho đến hàng trăm km^2 với tổng công suất lên đến 3.000 GW, và khu vực biển Việt Nam cũng nằm trong vùng nhiều tiềm năng phát triển điện gió biển nếu chúng ta có chính sách khai thác sử dụng tài nguyên năng lượng gió biển phù hợp.

2. Hiện trạng phát triển năng lượng điện gió biển trên thế giới

Theo báo cáo thống kê [9] của Hiệp hội Năng lượng tái tạo toàn cầu (IREN) năm 2016, thì tỷ trọng công suất điện gió mới nhất toàn cầu hiện đang chiếm 9% của tổng các nguồn điện hiện có: Đứng đầu là Trung Quốc chiếm 34%, Mỹ là 17%,

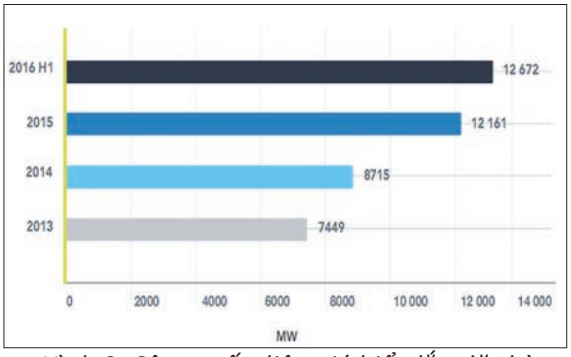
Đức là 10%, sau đó đến Ấn Độ 6%, Tây Ban Nha 5%, Anh, Canada đều 3%, còn Pháp, Italia, Brazil đều 2%, Thụy Điển, Đan Mạch, Thổ Nhĩ Kỳ, Ba Lan đều 1% (Hình 1).



Hình 1. Tỷ trọng công suất điện gió toàn cầu tính đến hết năm 2015 [11]

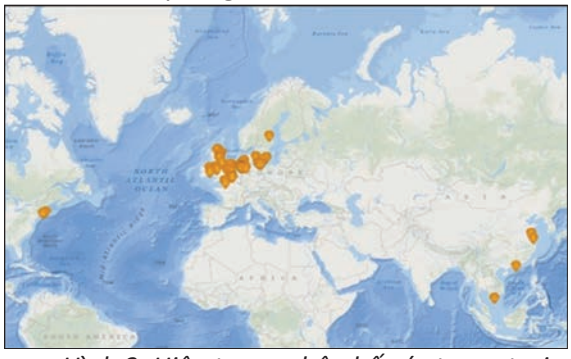
Các dự án điện gió biển ngoài khơi đầu tiên được lắp đặt ngoài khơi bờ biển của Đan Mạch vào năm 1991. Kể từ đó, quy mô thương mại các trang trại gió ngoài khơi đã được hoạt động trong vùng nước nông trên toàn thế giới, chủ yếu là ở châu Âu. Gần đây, sự tiến bộ về công nghệ và giá thành đầu tư giảm đã tạo ra sự phát triển mạnh mẽ thị trường điện gió biển toàn cầu, làm cho tài nguyên năng lượng gió biển trở nên quý giá hơn rất nhiều, đặc biệt từ năm 2013 trở lại đây khi nguồn lực toàn cầu dành ưu tiên cho khai thác tài nguyên năng lượng gió biển nhiều quốc gia, với độ sâu đã lan ra từ 0 m nước đến hàng trăm mét nước biển sâu [13].

Hiệp hội Năng lượng gió thế giới [11] đã thống kê năng lượng gió biển toàn cầu (Hình 2) trong 6 tháng đầu năm 2016 đạt hơn 12,7 GW, năm 2015 gần 12,1 GW, năm 2014 là 8,7 GW, năm 2013 là 7,45 GW.



Hình 2. Công suất điện gió biển lắp đặt hàng năm 2013-2016 [11]

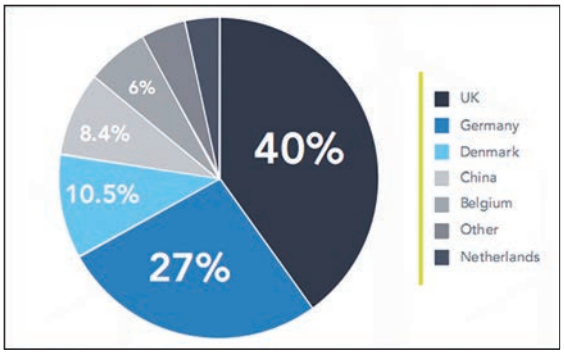
Hình 3 cho thấy các trang trại gió tập trung chủ yếu tại các nước Tây Âu, kế đến là khu vực biển Đông và châu Mỹ. Tại biển Đông có khu vực phía Bắc xung quanh eo Đài Loan có dự án đã triển khai và nhiều dự án đang được triển khai. Phía Nam biển Đông có dự án điện gió biển của Việt Nam. Với tiềm năng tài nguyên năng lượng gió biển tốt, Việt Nam có thể sớm trở thành quốc gia điện gió biển. Theo số liệu thiết kế trang trại gió lớn [11] của gần 1.500 trang trại gió đã và đang xây dựng thì tốc độ gió trung bình năm trong 10 năm liên tục tầng 100 m cho thấy khoảng từ 7-12,5 m/s có tính hữu ích và thương mại cao. Sự phát triển tài nguyên năng lượng gió cũng phụ thuộc vào chính sách giá mua điện, đấu nối lưới điện quốc gia, và đặc biệt chính sách thuê mặt biển, chính sách thuế các-bon của quốc gia.



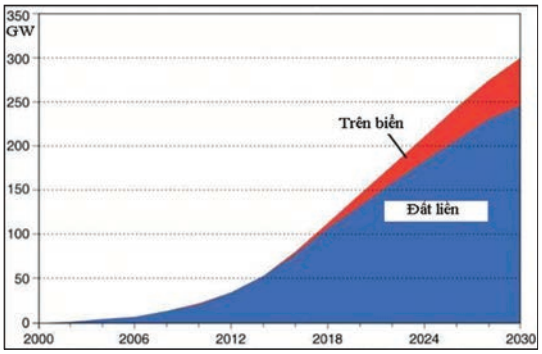
Hình 3. Hiện trạng phân bố các trang trại gió biển toàn cầu [11]

Hiện nay theo Hình 4 Vương quốc Anh đứng đầu về phát triển điện gió biển và chiếm 40% toàn cầu, sau đó là Đức với 27%, Đan Mạch với 10,5%, Trung Quốc 8,4%, Bỉ 6%. Theo dự tính (Hình 5) của các chuyên gia điện gió thì tới năm 2030 điện gió biển sẽ liên tục gia tăng mạnh cùng với gió trên đất liền, có thể đạt tới hơn 100 GW và có xu hướng tăng mạnh.

Theo Hiệp hội Năng lượng gió châu Âu (EWEA), thêm 3 GW công suất điện gió ngoài khơi đã được đưa trực tiếp biến đổi thành điện năng trong năm 2015, nâng tổng công suất gió



Hình 4. Hiện trạng tỷ trọng công suất điện gió biển toàn cầu [9]



Hình 5. Dự báo tăng trưởng điện gió trên biển và đất liền 2030 [9]

Hình 6. Phân bố các trang trại gió một khu vực biển Yorkshire (Anh) với công suất 1,8 GW và xa bờ đến 89 km [9]

ngoài khơi của châu Âu được sử dụng trực tiếp làm điện năng là hơn 11 GW. Châu Âu sẽ lắp đặt xong 20 GW công suất điện gió ngoài khơi ở châu Âu vào năm 2020. Tại châu Mỹ và châu Á cũng đang phát triển mạnh điện gió biển, tạo nên sự phát triển mạnh mẽ điện gió biển trên toàn cầu (Hình 6) cho thấy thời kỳ phát triển bùng nổ điện gió trên biển bắt đầu từ 2015/2016 và đạt đỉnh cao vào năm 2030 với tổng công suất lên tới 60 GW.

Danh sách 25 trang trại gió ngoài khơi (Bảng 1) đầu tiên đang hoạt động theo mức độ công suất thiết kế. Tính đến nay London Array ở Anh (UK) là trang trại gió ngoài khơi lớn nhất thế giới đang hoạt động với công suất thiết kế 630 MW, thứ 2 là Gwynt y Mor (576 MW), thứ 3 là Greater Gabbard (504 W), thứ 4 gồm Anholt (400 W) (Đan Mạch) và Global Tech I (400 MW), Bard (400 W) tại Đức. Các nhà sản xuất lớn nhất hàng năm (2012) của năng lượng gió là trang trại gió Greater Gabbard (Anh) sản xuất 1.195 TWh (GWh), lớn thứ hai là Horns Rev 2 (Đan Mạch) với 956 GWh. Xét về tổng sản lượng kể từ khi bắt đầu hoạt động thì trang trại Horns Rev 1 (Đan Mạch) vẫn là lớn nhất với 5.877 GWh sản xuất, Nysted 1 (Đan Mạch) là trang trại gió lớn thứ hai trên thế giới về tổng số năng lượng được sản xuất 5.097 GWh, thứ ba là Horns Rev 2 với 2.959 GWh. Anh còn lập kỷ lục xây dựng trang trại gió lên đến 1,8 GW và xa bờ 89 km (Hình 6).

Bảng 2 cho thấy các dự án điện gió biển Việt Nam cũng thuộc các trang trại gió lớn được xếp hạng, với tổng 2 đại dự án (nhiều pha) là 1.000 MW với thời gian hoàn thành dự kiến, năm 2020 trang trại gió Bạc Liêu và năm 2020 trang trại gió Khai Long, Cà Mau năm 2025.

Hiện nay các dự án trang trại gió công suất hơn 1,2-3,5 GW đang được thiết kế tương đối nhiều (Bảng 3) tại Hà Lan, Thụy Điển, Hàn Quốc, Anh.

Theo số liệu của các nhà khoa học Đức [13] (Hình 7) cho thấy bức tranh giá thành từng kWh từ các nguồn tài nguyên hiện tại thì điện gió biển còn khá cao từ 0,12-18 cent. Theo nghiên cứu đánh giá của các nhà khoa học Mỹ [13] Bảng 5 cho thấy tiềm năng năm 2030 giá điện gió biển xuống còn 7 cent/kWh với tốc độ gió trung bình năm lớn hơn 7 m/s, cho thấy cơ hội sản xuất

hàng loạt trang trại điện gió biển rất khả quan.

Mới đây nhất 1 dự án điện gió biển của Hà Lan ngày 16/9/2016 đưa tin Chính phủ Hà Lan tổ chức đấu thầu dự án điện gió biển công suất 400 MW và Công ty Dầu khí Đan Mạch DONG [12] đã thắng thầu với giá thành là 8 cent/kWh.

Bảng 1. Danh sách 25 trang trại gió toàn cầu đang vận hành [11]

Trang trại gió	Công suất (MW)	Quốc gia	Tọa độ	Loại tuốc-bin, Hãng sản xuất	Năm hoạt động
London Array	630	Anh	51°38′38″N; 01°33′13″E	175 × Siemens SWT-3.6-120	2012
Gwynt y Mor	576	Anh	53°27′00″N; 03°35′00″W	160 × Siemens SWT-3.6-107	2015
Greater Gabbard	504	Anh	51°52′48″N; 1°56′24″E	140 × Siemens SWT-3.6-107	2012
Anholt	400	Đan Mạch	56°36′00″N; 11°12′36″E	111 × Siemens SWT-3.6-120	2013
BARD Offshore 1	400	Đức	54°22′0″N; 5°59′0″E	80 × BARD 5.0MW	2013
Global Tech I	400	Đức	54°30′00″N; 6°21′30″E	80 × Areva Multibrid M5000 5.0MW	2015
West of Duddon Sands	389	Anh	53°59′02″N; 3°27′50″W	108 × Siemens SWT-3.6-120	2014
Walney (phases 1&2)	367,2	Anh	54°02′38″N; 3°31′19″W	102 × Siemens SWT-3.6-107	2011 (pha 1) 2012 (pha 2)
Thorntonbank (phases 1-3)	325	Bỉ	51°33′00″N; 2°56′00″E	6 × Senvion 5MW, 48 × Senvion 6.15MW	2009 (pha 1) 2012 (pha 2) 2013 (pha 3)
Sheringham Shoal	315	Anh	53°7′0″N; 1°8′0″E	88 × Siemens SWT-3.6-107	2012
Borkum Riffgrund 1	312	Đức	53°58′0″N; 06°33′00″E	78 × Siemens SWT-4.0-120	2015
Thanet	300	Anh	51°26′0″N; 01°38′0″E	100 × Vestas V90-3.0MW	2010
Nordsee Ost	295	Đức	54°26′00″N; 7°41′00″E	48 × Senvion 6.15MW	2015
Amrumbank West	288	Đức	54°30′0″N; 07°48′00″E	80 × Siemens SWT-3.6-120	2015
Butendiek	288	Đức	54°54′0″N; 07°45′00″E	80 × Siemens SWT-3.6-120	2015
DanTysk	288	Đức	55°9′00″N; 7°10′30″E	80 × Siemens SWT-3.6-120	2015
EnBW Baltic 2	288	Đức	54°58′24″N; 13°10′40″E	80 × Siemens SWT-3.6-120	2015
Meerwind Süd /Ost	288	Đức	54°23′00″N; 7°42′00″E	80 × Siemens SWT-3.6-120	2015
Lincs	270	Anh	53°11′00″N; 00°29′00″E	75 × Siemens SWT-3.6-120	2013

Trang trại gió	Công suất (MW)	Quốc gia	Tọa độ	Loại tuốc-bin, Hãng sản xuất	Năm hoạt động
Humber Gateway	219	Anh	53°38′38″N; 0°17′35″E	73 × Vestas V112-3.0MW	2015
Northwind	216	Bỉ	51°37′08″N; 02°54′03″E	72 × Vestas V112-3.0MW	2014
Westermost Rough	210	Anh	53°48′0″N; 00°9′0″E	35 × Siemens SWT-6.0-154	2015
Horns Rev 2	209,3	Đan Mạch	55°36′00″N; 7°35′24″E	91 × Siemens SWT-2.3-93	2009
Rodsand II	207	Đan Mạch	54°33′0″N; 11°42′36″E	90 × Siemens SWT-2.3-93	2010
Chenjiagang (Jiang-su) Xiangshui	201	Trung Quốc	34°29′00″N; 119°52′00″E	134 × 1.5MW	2010

Bảng 2. Danh sách các trang trại gió biển lớn đang xây dựng sắp hoàn thành [11]

Trang trại gió	Công suất (MW)	Quốc gia	Tọa độ	Loại tuốc-bin, Hãng sản xuất	Năm hoàn thành	Ghi chú
Gemini	600	Hà Lan	54°11′N; 5°53′E	150 x Siemens SWT- 4.0-130	2017	
Gode Wind (pha 1+2)	582	Đức	54°04′N; 7°02′E	97 x Siemens SWT-6.0-154	2016	
Race Bank	580	Anh	53°16′N; 0°50′E	91 x Siemens SWT-6.0-154	2018	
Dudgeon	402	Anh	53°16′N; 1°23′W	67 x Siemens SWT-6.0-154	2017	
Veja Mate	402	Đức	54°19′1″N; 5°52′15″E	67 × Siemens SWT-6.0-154	2017	
Rampion	400	Anh	50°40′N; 0°06′W	116 x MHI Vestas V112-3.45MW	2018	
Wikinger	350	Đức	54°50′2″N; 14°4′5″E	70 × Adwen AD 5M-135	2017	
Nordsee One	332	Đức	53°58′0″N; 06°48′00″E	54 × Senvion 6.2M126	2017	
Sandbank (Pha 1)	288	Đức	55°11′0″N; 06°51′00″E	72 × Siemens SWT-4.0-130	2017	
Bạc Liêu (pha 1, 2, 3, 4)	700	Việt Nam	9,236°N; 105,823°E	10 GE 1,6 M-82,5, 50 GE 1,6 M-82,5, 100GWE 2M-107; 200GWE 2M-107	2020	1122/1461 8,19 m/s (100 m)
Cà Mau (pha 1, 2)	300	Việt Nam	8,768°N; 105,288°E	50GE-2M-107 100GE-2M-107	2025	1170/1461 7,82 m/s

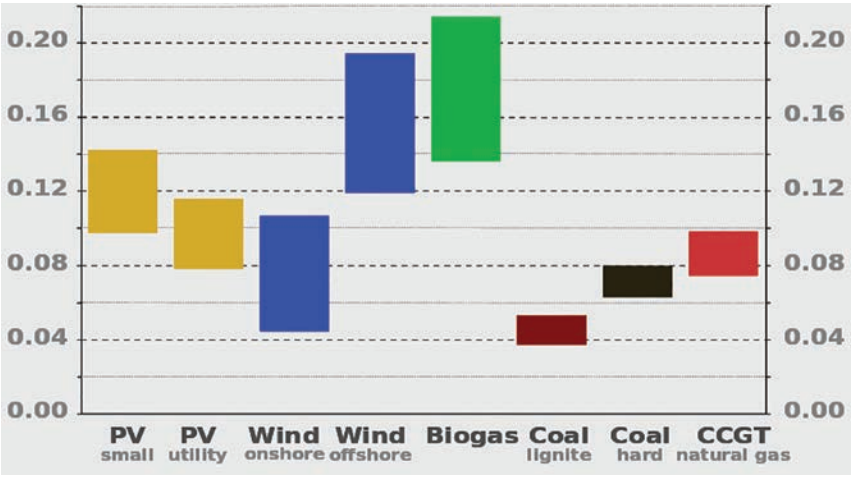
Bảng 3. Danh sách các trang trại gió biển đang thiết kế với công suất lớn hơn GW [11]

Trang trại gió	Công suất (MW)	Quốc gia	Tọa độ
Borselle Offshore	3.500	Hà Lan	
Blekinge Offshore	2.500	Thụy Điển	55°56’15”N, 14°59’37.3”E
Korea Offshore	2.500	Hàn Quốc	
Moray Firth	1.300	Anh	
Creyke Beck A	1.200	Anh	54°43’28.63”N, 2°46’06.80”E
Creyke Beck B	1.200	Anh	
East Anglia (Norfolk Bank)	1.200	Anh	
Irish Sea	1.200	Anh	
Teesside A	1.200	Anh	
Teesside B	1.200	Anh	
Triton Knoll	1.200	Anh	

Xu hướng giá điện gió biển

Bảng 4. Sơ đồ xu thế giá thành điện gió biển của Mỹ (USD giá 2009) [13]

Thành phần	2010	2020	2030	2010 - Đất
Chi phí lắp đặt ($/kW)	4.259	2.900	2.600	2.120
Chiết khấu lãi suất (DRF)[6]	20%	14%	8%	12%
Công suất Tuabin (MW)	3,6	8,0	10,0	1,5
Đường kính cánh quạt (m)	107	156	175	77
Điện năng sản xuất /Tuabin (MWh)	12.276	31.040	39.381	4.684
Công suất thực tế	39%	44%	45%	36%
Thất thoát	10%	7%	7%	15%
Sẵn có	95%	97%	97%	98%
Công xuất cánh quạt	0,45	0,49	0,49	0,47
Hệ thống truyền lực	0,9	0,95	0,95	0,9
Tốc độ gió (m/s)	12,03	12,03	12,03	10,97
Tốc độ gió trung bình ở độ cao trung tâm (m/s)	8,8	9,09	9,17	7,75
Lực cắt của gió	0,1	0,1	0,1	0,143
Chiều cao cột gió (m)	80	110	120	80
Giá điện ($/kWh)	0,27	0,10	0,07	0,09
Giá điện ($/kWh) cố định 7% DR	0,12	0,08	0,07	0,08



Hình 7. Giá thành (Euro) đầu tư điện trên 1 kWh các dạng tài nguyên khác nhau [13]

3. Phương pháp tính toán và phân vùng tiềm năng năng lượng gió lý thuyết

3.1. Công thức tính mật độ năng lượng gió tầng cao

Theo tài liệu cho thấy [1, 6], sử dụng hàm phân bố loga vừa tiện lợi vừa phù hợp khá tốt đối với tốc độ gió trong lớp khí quyển từ mặt đất đến độ cao khoảng 100 m.

Quy luật loga nhằm mô phỏng sự biến đổi theo chiều thẳng đứng của tốc độ gió ngang trong lớp biên, chủ yếu là lớp bề mặt (từ mặt đất đến độ cao khoảng 100 m). Ở những lớp cao thuộc khí quyển tự do thì phân bố gió lại tuân theo luật gió địa chuyển. Nếu biết tốc độ gió V_1 ở độ cao z_1 có thể tính được tốc độ gió V_z ở độ cao z_z theo công thức sau [4, 10]:

$$\frac{V_z}{V_1} = \frac{\ln(z_z / z_0)}{\ln(z_1 / z_0)} \quad (3.1)$$

Suy ra:

$$V_z = V_1 . \frac{\ln(z_z / z_0)}{\ln(z_1 / z_0)} \quad (3.2)$$

Trong đó, V_z là tốc độ gió ở độ cao cần tính z_z, V_1 là tốc độ gió quan trắc mặt đất, z_0 là độ gồ ghề của mặt đệm, mức z_1 là độ cao của máy đo gió mặt đất (z_1 = 10 m).

Do độ cao cần tính thường lớn hơn độ cao đo gió mặt đất ($z_z > z_1$) nên $V_z > V_1$ hay tốc độ gió tăng theo độ cao của địa hình. Ngoài ra, mức độ tăng lên của tốc độ gió theo độ cao phụ thuộc vào độ gồ ghề của mặt đệm (z_0). Khi độ gồ ghề của mặt đệm càng lớn thì tốc độ gió ở độ cao cần tính (V_z) càng tăng nhanh.

Để tính toán tốc độ gió ở các độ cao khác nhau chúng ta cần xác định độ gồ ghề của khu vực đặt trạm đo gió. Độ gồ ghề của khu vực đặt trạm phụ thuộc vào dạng địa hình của khu vực xung quanh và tình trạng của mặt đệm. Độ gồ ghề càng lớn khi địa hình có nhiều vật cản, do đó càng lên cao tốc độ gió càng tăng.

Năng lượng tức thời của luồng gió có vận tốc V trên diện tích S được đặt thẳng góc với luồng gió chính là động năng của khối không khí và được tính bằng công thức sau:

$$E = \frac{1}{2} m V^2 \quad (3.3)$$

Trong đó:

- E: Năng lượng tức thời của khối không khí trên diện tích S, (đơn vị: J/m^2/s)
- V: Vận tốc của luồng gió (đơn vị: m/s)
- m: Khối lượng các phân tử không khí qua diện tích S trong 1 đơn vị thời gian (đơn vị: kg/m^2/s).

Nếu S là đơn vị diện tích thì khối lượng các phân tử không khí đập trên S trong một giây sẽ là: $m = \rho V$ (3.4)

Với: ρ (kg/m^3) là khối lượng riêng (mật độ) của khối khí

Như vậy:

$$E = \frac{1}{2} \rho V^3 \quad (3.5)$$

Đại lượng E được gọi là mật độ năng lượng gió tức thời tương ứng với vận tốc gió V và mật độ không khí ρ.

Gió là một yếu tố biến thiên liên tục. Trong khoảng thời gian nào đó gió có phân bố theo hàm f(V) thì giá trị trung bình của V^3 trong khoảng thời gian đó là V^3 được xác định bởi biểu thức:

$$\overline{V^3} = \int_0^\infty V^3 f(V)\ dV \quad (3.6)$$

Do đó, mật độ năng lượng trung bình $\bar{E}$ trong khoảng thời gian đó là:

$$\bar{E} = \frac{1}{2}\int_0^\infty \rho . V^3 f(V)\ dV \quad (3.7)$$

Như vậy để tính $\bar{E}$ phải xác định 2 đại lượng ρ và f(V).

Mật độ không khí ρ tăng hoặc giảm làm cho mật độ năng lượng gió E thay đổi theo với tỷ lệ tương ứng. Tuy nhiên, tại cùng một điểm mức biến thiên của ρ nhỏ hơn nhiều mức biến thiên của V^3. Để đơn giản trong việc tính toán, với độ chính xác cho phép có thể coi ρ là một hằng số và lấy giá trị bằng 1,2 kg/m^3. Do đó biểu thức (3.7) có thể viết thành:

$$\bar{E} = 0{,}6 . \int_0^\infty V^3 f(V)\ dV \quad (3.8)$$

Công thức tính mật độ năng lượng gió trung bình như sau [4]:

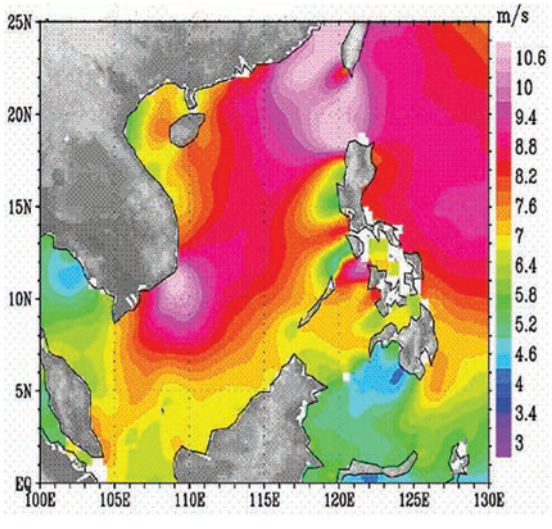
$$\bar{E} = 0{,}6 \overline{V}^3 . K \quad (3.9)$$

K là hằng số Von Karman thường bằng khoảng ≈ 0,4.

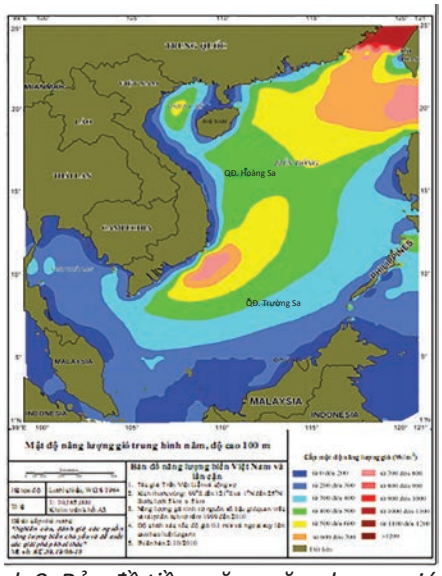
3.2. Tiềm năng năng lượng gió vùng biển Việt Nam

Theo phân bố tốc độ gió trung bình nhiều năm trên toàn Biển Đông, 2 khu vực có tốc độ gió rất mạnh là khu vực Đông Bắc rộng lớn gồm cả eo Đài Loan và Luzon và khu vực phía Tây giáp ranh với Nam Bộ của Việt Nam có tốc độ gió đạt tới 10-11 m/s, đây cũng chính là những vùng có tiềm năng công suất điện gió biển lớn. Tại vùng biển Việt Nam, khu vực từ Bình Thuận đến Cà Mau, khoảng cách từ bờ ra đến 300 km là nơi có tốc độ gió đạt từ 7-11 m/s, cũng là nơi tiềm năng công suất năng lượng gió lớn nhất trên thế giới (Hình 8). Khu vực ven bờ vịnh Bắc Bộ phía Bắc từ Quảng Ninh đến Quảng Trị có tốc độ gió chủ yếu thấp hơn 6 m/s.

Trên bản đồ phân bố tiềm năng gió trung bình ở độ cao 100 m (Hình 9) [1] cho thấy trên Biển Đông, vùng kéo dài dọc theo hướng Đông Bắc - Tây Nam từ eo biển Đài Loan tới vùng biển khu vực Đông Nam Bộ nước ta có tiềm năng năng lượng khá cao, đạt 600-800 W/m^2/năm (MW/km^2/năm). Trong đó, khu vực ven biển cực Nam Trung Bộ là một trung tâm có mật độ năng lượng 400-700 W/m^2. Ngoài ra, trên khu vực Vịnh Bắc Bộ cũng hình thành một trung tâm có mật độ năng lượng đạt 400-500 W/m^2.



Hình 8. Bản đồ phân bố gió trung bình 10 năm tầng 100 m ở Biển Đông từ 2000-2009 [13]



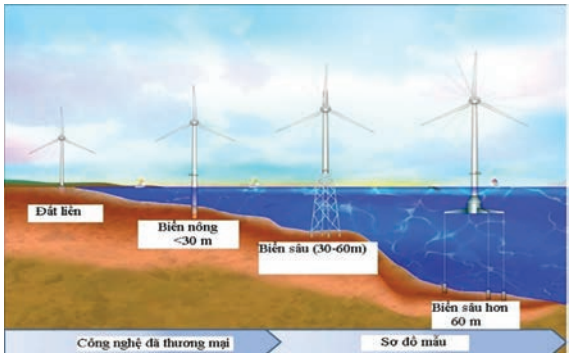
Hình 9. Bản đồ tiềm năng năng lượng gió trên Biển Đông và biển ven bờ Việt Nam, độ cao 100 m [1]

3.3. Phân vùng tài nguyên năng lượng gió biển ven bờ Việt Nam

Phương pháp phân vùng điện gió biển

Trong các quốc gia đã phát triển tài nguyên năng lượng gió biển thì phương pháp phân vùng của Mỹ là rõ nhất. Nhằm quản lý, quy hoạch năng lượng biển, Mỹ có Cục quản lý năng lượng biển (BOEM - Bureau of Ocean Energy Management), trong đó có năng lượng gió biển. Mỹ, năm 2011 đã phê duyệt Chiến lược quốc gia về gió biển [8]. Bộ Nội vụ (DOI) Mỹ đã sáng kiến thiết lập dự án điện gió được xây dựng ngoài khơi biển nước Mỹ. Tuốc-bin và trụ, móng cột gió biển mới đang được phát triển để các dự án điện gió có thể được xây dựng ở các vùng nước biển sâu và xa bờ.

Phương pháp phân loại khu vực điện gió biển của Mỹ chia làm 3 đới khu vực theo độ sâu (Hình 10): (1) 0-30 m; (2) 30-60 m; (3)>60 m.



Hình 10. Tiêu chí phân chia khu vực điện gió theo trụ cột trên các khu vực biển [13]

Phân vùng gió biển Việt Nam

Theo độ sâu, địa hình và tốc độ gió trung bình năm (3 mức cao, vừa, thấp) dựa theo chuỗi 10 năm (đo đạc gió vệ tinh NOAA), được thực tiễn áp dụng và xây dựng trang trại gió Bạc Liêu và có độ chính xác, hiệu quả tốt, đồng thời khá tương xứng với hàng trăm dự án khác được dự kiến triển khai khu vực ven bờ đồng bằng sông Cửu Long (Hình 11). Số liệu đo đạc để kiểm chứng thực tế của Việt Nam thì đến nay hầu như chưa có, nhưng với khả năng ứng dụng của các dự án với tổng công suất dự kiến là gần 8 GW thì có thể tin cậy được nguồn số liệu của NOAA.

Hình 11. Các dự án điện gió biển dự kiến tại ven biển đồng bằng sông Cửu Long giai đoạn 2015-2030 với tổng công suất dự kiến 7.667 MW

Dựa theo số liệu gió trên cao NOAA, khu vực biển ven bờ Việt Nam được chia thành 5 khu vực như sau (theo đường bờ):

1. Vịnh Bắc Bộ (biển thoải, nông, mật độ năng lượng gió vừa);
2. Quảng Bình - Quảng Ngãi (biển thoải, hẹp, mật độ năng lượng gió thấp);
3. Bình Định - Ninh Thuận (biển nông hẹp, mật độ năng lượng gió thấp);
4. Bình Thuận - Mũi Cà Mau (biển thoải, nông, mật độ năng lượng gió cao);
5. Mũi Cà Mau - Kiên Giang (biển nông, mật độ năng lượng gió vừa).

Vùng ven biển nước ta, đặc biệt vùng phía Nam có diện tích rộng khoảng 112.000 km^2, khu vực có độ sâu từ 30-60 m có diện tích rộng khoảng 142.000 km^2 có tiềm năng phát triển điện gió biển rất tốt. Đặc biệt khu vực biển có độ sâu 0-30 m từ Bình Thuận đến Cà Mau rộng khoảng 44.000 km^2, vì theo số liệu gió Phú Quý, Côn Đảo thì vùng này đạt tốc độ gió trung bình ở độ cao 100 m đạt hơn 5-8 m/s. Hiện nay trang trại gió biển đầu tiên với công suất gần 100 MW (Hình 15) đã hoạt động và đang nghiên cứu triển khai các giai đoạn tới năm 2025 lên tới 1.000 MW, tức gấp 10 lần.

Kết quả tính toán

Mật độ năng lượng gió biển (NLGTB) tầng 100 m được tính theo từng ô lưới, và điểm trung tâm sẽ là giá trị mật độ trung bình. Công suất tiềm năng (CSTN) gió biển tầng 100 m sẽ được tính bằng mặt độ trung bình nhân với diện tích của từng khu vực biển (DTKVB).

$$CSTN=NLGTBxDTKVB \quad (3.10)$$

Bảng 5. Công suất tiềm năng tài nguyên năng lượng gió biển khu vực độ sâu 0-30 m

Khu vực	DTKVB (km²)	NLGTB MW/km²	CSTN (GW)
Vịnh Bắc Bộ	30.770	400	12.308
Quảng Bình - Quảng Ngãi	4.660	500	2.330
Bình Định - Ninh Thuận	2.483	500	1.242
Bình Thuận - Mũi Cà Mau	43.770	850	37.205
Mũi Cà Mau - Kiên Giang	29.390	400	11.756
Tổng	**111.073**		**64.841**

Bảng 6. Công suất tiềm năng tài nguyên năng lượng gió biển khu vực độ sâu 30-60 m

Khu vực	Diện tích (km²)	Mật độ NLG MW/km²	Công suất tiềm năng (GW)
Vịnh Bắc Bộ	29.240	550	16.082
Quảng Bình - Quảng Ngãi	7.100	500	3.550
Bình Định - Ninh Thuận	2.111	500	1.056
Bình Thuận - Mũi Cà Mau	67.980	1.000	67.980
Mũi Cà Mau - Kiên Giang	35.980	500	17.990
Tổng	**142.411**		**106.658**

Tổng công suất tiềm năng tầng 100 m toàn thể 5 khu vực biển Việt Nam với độ sâu 0-30 m đạt 64.841 GW, khu vực 30-60 m là 106.658 GW. Tổng diện tích biển Việt Nam từ 0-60 m là 111.072+142.411=253.483 km² và công suất là 151.509 GW. Đặc biệt khu vực Bình Thuận - Cà Mau (0-30 m, 30-60 m) tầng 100 m có công suất lần lượt là 26.262 GW và 67.980 GW (tổng bằng 94.242 GW) là vùng có tiềm năng gió cao nhất và thực tế các tuốc-bin gió tại đảo Phú Quý và Bạc Liêu đã hoạt động tốt, mang lại hiệu quả kinh tế cao .

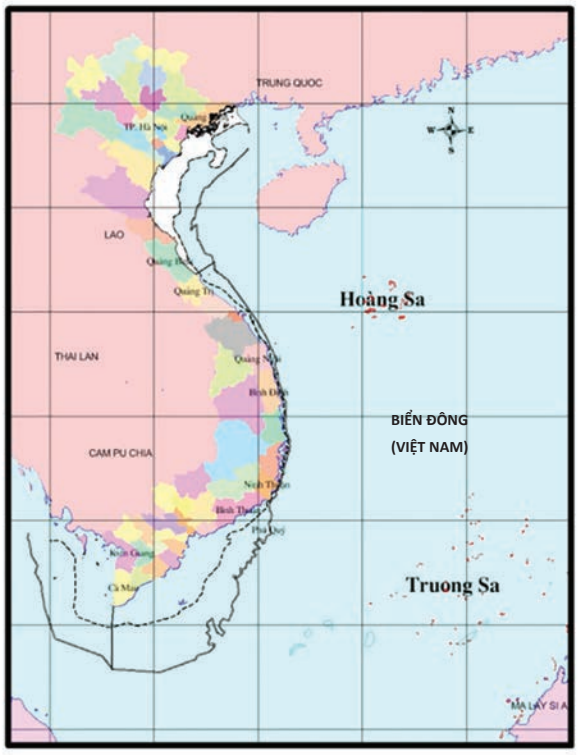
Hình 12 cho thấy các dự án điện gió biển ven bờ đồng bằng sông Cửu Long [13] đang chiếm hầu hết không gian ven bờ từ 0 m ra đến 6 m nước với diện tỉnh khoảng 3.000 km², với kế hoạch xây dựng đến năm 2030 và đạt 7.667 GW gần gấp đôi công suất thủy điện Hòa Bình [13]. Điều này cho thấy phân vùng khai thác tài nguyên gió biển theo 5 vùng và vùng Bình Thuận Cà Mau có tiềm năng lớn nhất là khá đúng với thực tiễn.

Các ngành kinh tế như điện gió sẽ chiếm không gian 3 chiều gồm khí quyển, mặt nước và đáy biển (Hình 13) với diện tích khá lớn. Đồng thời như Hình 14 cùng trên khu vực biển các ngành nghề truyền thống như nuôi, đánh bắt thủy sản, hàng hải, quân sự diễn ra thường xuyên, nay xuất hiện các ngành chiếm cố định diện tích, không gian biển như điện gió, điện sóng, dầu khí thì cơ quan quản lý không gian biển phải có giải pháp ứng dụng hệ thống kiểm soát và định vị không gian cố định, di động để các ngành có thể hoạt động chung 1 không gian hoặc phân tách cố định ranh giới để áp dụng giải pháp cho thuê giao mặt biển - không gian biển thu tiền cho ngân sách nhà nước.

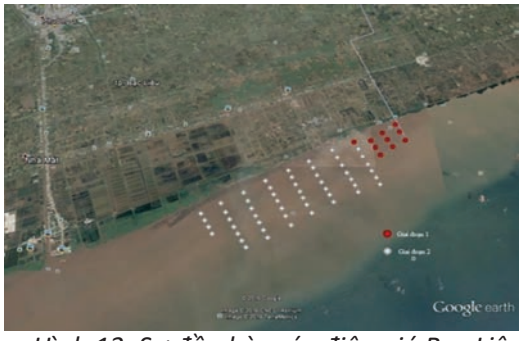
4. Kết quả và thảo luận

Lần đầu tiên áp dụng phương pháp tính toán và phân loại gió biển tầng cao dựa theo số liệu gió trung bình 10 năm của Cục Khí quyển và Đại dương Mỹ. Kết quả cho thấy vùng biển Việt Nam có tiềm năng năng lượng gió trên biển tầng cao 100 m và hơn 100 m đạt rất cao, ngang tầm với các khu vực có trang trại gió thế giới (tốc độ gió đạt trên 7 m/s) và có sự phân bố khác nhau theo các khu vực địa lý.

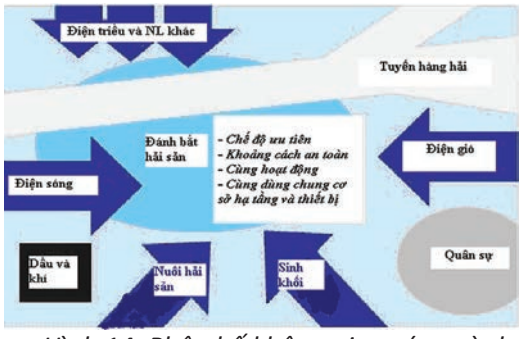
Các kết quả nghiên cứu, ứng dụng công nghệ và triển khai phát triển điện gió biển (điện gió ngoài khơi) hiện nay trên thế giới là rất khả quan, tạo cho các nước nghèo, trong đó có Việt Nam, những điều kiện thuận lợi đi tắt đón đầu để phát triển nhanh việc khai thác sử dụng các nguồn



Hình 12. Bản đồ phân vùng tiềm năng năng lượng gió trên Biển Đông và biển ven bờ Việt Nam (các đường đẳng sâu 30 m (đường chấm) và 60 m (đường liền))



Hình 13. Sơ đồ nhà máy điện gió Bạc Liêu



Hình 14. Phân bố không gian các ngành khai thác biển

năng lượng gió trên biển, góp phần đa dạng hóa và đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia.

Năng lượng gió biển được phân vùng địa lý theo tốc độ gió thành 5 khu vực biển Việt Nam. Vịnh Bắc Bộ, Quảng Bình - Quảng Ngãi, Bình Định - Ninh Thuận, Bình Thuận - Mũi Cà Mau, Mũi Cà Mau - Kiên Giang. Về chiều ngang tính từ bờ ra theo các đới sâu đáy biển (do tính chất công nghệ trụ gió) với các khoảng độ sâu (0-30 m, 30-60 m và hơn 60 m).

Tổng công suất tiềm năng lý thuyết công suất là 151.509 GW (với độ sâu 0-30 m đạt 64.841 GW, khu vực 30-60 m là 106.658 GW)

Đặc biệt khu vực Bình Thuận - Cà Mau (0-30 m, 30-60 m) tầng 100 m có công suất lần lượt là 26.262 GW và 67.980 GW (tổng bằng 94.242 GW) là vùng có tiềm năng gió lý thuyết cao nhất và khoảng 10.000 GW tiềm năng kỹ thuật và hầu như không có bão biển với tốc độ gió lớn.

Tổng công suất tiềm năng kỹ thuật điện gió biển đạt khoảng 10-15% cho thấy toàn Việt Nam (độ sâu 0-60 m) có thể đạt hơn 15.000 GW, riêng

khu vực 4 từ biển Bình Thuận - Cà Mau đạt gần 10.000 GW, chiếm đến 2/3 tiềm năng kỹ thuật điện gió biển Việt Nam.

Các trang trại tuốc-bin gió tại đảo Phú Quý và Bạc Liêu đã hoạt động tốt với hiệu suất đạt 33-35% công suất thiết kế và mang lại hiệu quả kinh tế cao, cơ hội thu hồi vốn khoảng hơn 13 năm, so với tuổi thọ tuốc-bin 25 năm. Trang trại gió biển Khai Long, Cà Mau đang bắt đầu xây dựng từ tháng 1/2016 với công suất giai đoạn 1 là 100 MW.

Hiệu quả kinh tế và môi trường do trang trại gió biển đóng góp ngân sách cho các địa phương nguồn thu mới ổn định, như nguồn thu từ điện gió của tỉnh Bạc Liêu hiện đạt tới 76 tỷ đồng năm, khi hoàn thành trang trại gió 400 MW thì số tiền sẽ lên tới gần 300 tỷ/năm; tỉnh Cà Mau với 300 MW cũng sẽ thu được cho ngân sách hơn 200 tỷ/năm.

Đề xuất các giải pháp:

Cần có một chiến lược dài hạn nghiên cứu, xây dựng cơ sở dữ liệu năng lượng gió biển và phát triển, ứng dụng gió biển vào thực tiễn sản xuất kinh doanh, kêu gọi đầu tư và hợp tác quốc tế.

Đa dạng hình thức phát triển nguồn năng lượng gió trên biển Việt Nam nếu được sử dụng đồng thời các phương án giải pháp kết hợp với các nguồn khác như mặt trời, sóng biển, OTEC, năng lượng sinh khối, nuôi trồng thủy sản, bảo tồn thủy sinh sẽ mang lại hiệu quả kinh tế hơn. Đồng thời, các trang trại gió biển cũng giúp ngăn ngừa xói sạt lở bờ biển và là những điểm thăm quan, du lịch học tập tuyệt vời.

Các trang trại gió góp phần tạo nên các mắt thần quan sát biển giúp tăng cường bảo vệ an ninh chủ quyền trên biển.

Việc phát triển điện gió sẽ có thể có xung đột lợi ích với không gian biển của các ngành nghề khác, bởi vậy cần nghiên cứu về chính sách hợp lý trong quy hoạch và phát triển điện gió trên biển.

Cần sớm xây dựng Chiến lược chính sách phát triển điện gió biển Việt Nam, nhằm thích ứng với BĐKH như kết hợp điện gió biển với lấn đất ra biển, nhằm chống lại xói sạt lở và xâm nhập mặn. Đồng thời có thể chung hạ tầng cơ sở để sản xuất điện từ sóng, dòng chảy và nuôi trồng thủy sản, kết hợp với các dịch vụ du lịch, nghiên cứu, bảo tồn thiên nhiên. Đặc biệt cần xem xét đánh giá tiềm năng kinh tế - kỹ thuật đối với khu vực 0-60 m nước, đặc biệt khu vực đồng bằng sông Cửu Long. Đồng thời cũng nên xem xét đánh giá đối với độ sâu hơn 60 m nước, với triển vọng công nghệ cột gió nổi trên phao đang được nghiên cứu và phát triển.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Mạnh Hùng và nnk (2010), *Đề tài KC.09/2006-2010, Năng lượng biển.*
2. Kiều Nga (2011), *Điện gió Bạc Liêu: Những bước đi tích cực,* http://conglycm.vn/tech/vn/
3. Bùi Huy Phùng (2013), "Phát triển năng lượng và chiến lược tăng trưởng xanh ở Việt Nam", *Tạp chí Khoa học năng lượng*, số 01/2013, 67tr.
4. Bùi Huy Phùng (2009), "Tiềm năng, khả năng khai thác năng lượng tái tạo ở Việt Nam", *Báo cáo Hội thảo khoa học - Bộ Kế hoạch và Đầu tư*, 245tr.
5. Phạm Sỹ Thành (2017), *Chiến lược của Trung Quốc và hàm ý chính sách đối với Việt Nam*, NXB thế giới, 564tr.
6. Phan Mỹ Tiên (1994), *Phân bố tiềm năng năng lượng gió trên lãnh thổ Việt Nam*, Viện Khí tượng Thủy văn, 160tr.
7. Dư Văn Toán (2011), "Kịch bản phát triển năng lượng tái tạo trên thế giới và Việt Nam", *Tuyển tập Hội nghị khoa học quốc tế "Phát triển Năng lượng bền vững",* Viện Khoa học Công nghệ Việt Nam.
8. DOE (2011), *A National Offshore Wind Strategy: Creating an Offshore Wind Energy Industry in the United States*. 52 pp.
9. IRENA (2016), Renewable Capacity Statistics 2016.
10. Ocean ES 2011-2015 annual report.http://www.ocean-energy-systems.org/
11. Offshore Wind Energy 2016 Market Report. Planeta OS, 44 pp.
12. Susan Kraemer, 14/9/2016, How DONG Energy Bid Offshore Wind at Just 8 Cents.http://

www.renewableenergyworld.com/articles/2016/09/how-dong-energy-bid-offshore-wind-at-just-8-cents.html.
13. Viet Nam Offshore wind farm, 2016. Global Offshore wind farm database. http://www.4coffshore.com/offshorewind/

OFFSHORE WIND ENERGY IN THE WORLD AND PROPOSALS FOR RESEARCH AND DEVELOPMENT IN THE VIETNAMESE SEA TOWARDS THE GOAL OF MITIGATING THE IMPACTS OF CLIMATE CHANGE

Du Van Toan, Nguyen Khac Doan, Nghiem Thanh Hai, Nguyen The Thinh
Viet Nam Institute of Seas and Islands

Abstract: *This paper presents the status of wind resources exploitation in the world in general and offshore wind in particular. This paper introduces the calculation of wind energy density in the high 100 m of air, the method for zoning of ofshore wind resources in Viet Nam and proposing solutions to research and development of offshore wind energy, responding to climate change. The sea area of Viet nam has the potential of huge sea wind energy resources, with 0-30 m of sea area of 111,000 km^2 with a capacity of 64,000 GW, 30-60 m water with an area of 142,000 km^2. Summary potential yield is 106 thousand GW. The most promising area is the coastal area of Binh Thuan - Ca Mau with a density of nearly 1000 w/m^2 reached the highest in Viet Nam and world-class, and has been deployed wind farms in Bac Lieu, Ca Mau The total capacity is 1 GW, and the area up to 2030 will be 8 GW. The paper proposes to research and develop wind energy to contribute to reducing greenhouse gas emissions, aiming to reduce the impacts of climate change.*

Keyword: *Wind energy, Viet Nam sea, climate change, cacbon mitigation, windfarm.*

ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG VÀ KHẢ NĂNG KHAI THÁC SỐ LIỆU MƯA PHỤC VỤ DỰ BÁO LŨ, ÁP DỤNG THỬ NGHIỆM CHO LƯU VỰC SÔNG CHU

Đặng Đình Đức, Trần Ngọc Anh, Nguyễn Kim Ngọc Anh, Trần Thị Bảo Ngọc
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Ngày nhận bài 17/5/2017; ngày chuyển phản biện 19/5/2017; ngày chấp nhận đăng 14/6/2017

Tóm tắt: *Phòng chống lũ là các biện pháp được lựa chọn nhằm hạn chế mức độ tác động hoặc những thiệt hại do lũ gây ra. Trong đó, quan trọng nhất vẫn là vấn đề cảnh báo, dự báo sớm để xác định được các phương án phòng tránh nhằm giảm thiểu tối đa tổn thất. Kéo dài được thời gian cảnh báo/dự báo lũ trên các lưu vực sông luôn là một vấn đề quan trọng và có ý nghĩa thực tiễn cao. Chất lượng dự báo lũ hiện nay phụ thuộc lớn vào chất lượng dự báo mưa và hiện trạng mạng lưới quan trắc khí tượng, thủy văn trên lưu vực. Vấn đề nâng cao độ chính xác của dự báo mưa là một bài toán cơ bản của ngành Khí tượng thu hút được rất nhiều nhà nghiên cứu trong và ngoài nước, trong nghiên cứu sẽ không đi sâu phân tích vấn đề này. Nghiên cứu sẽ tập trung đánh giá hiện trạng và khả năng khai thác các nguồn số liệu mưa phục vụ công tác dự báo lũ tại Việt Nam cũng như áp dụng thử nghiệm dự báo cho lưu vực sông Chu (Thanh Hóa).*

Từ khóa: *Dự báo lũ, mưa, dòng chảy.*

1. Đặt vấn đề

Các phương pháp dự báo lũ truyền thống như: Phương pháp lưu lượng, mực nước tương ứng [7], phương pháp mô hình hóa (sử dụng mô hình tương quan, mô hình thông số tập trung, thông số phân bố) [2-5] đã mang lại hiệu quả tích cực. Tuy nhiên, thực tế vẫn tồn tại những khó khăn, thách thức cho công tác dự báo lũ khiến thời gian dự kiến ngắn: Thiếu số liệu đầu vào (đặc biệt số liệu mưa thực đo, điện báo, mưa thời gian thực từ các nguồn vệ tinh và mưa dự báo từ các mô hình số trị), sự ảnh hưởng của các công trình trên sông: Hồ, đập, ngoài ra còn có một số vấn đề khác như thiếu tài liệu cập nhật về các số liệu: Địa hình (mặt cắt sông, địa hình khu vực ngập lụt), thảm phủ, loại đất, việc sử dụng công cụ tính toán chưa hợp lý hoặc sự hạn chế về thiết bị,... Nghiên cứu này sẽ tập trung đánh giá về khả năng khai thác một số nguồn số liệu mưa phục vụ dự báo lũ. Hiện nay, trong dự báo lũ đang sử dụng đồng thời các nguồn số liệu mưa, có thể tạm phân thành 4 nhóm: (1) Nguồn số liệu đo đạc từ mạng lưới trạm truyền thống, (2) Nguồn số liệu mưa ra-đa, (3) Nguồn số liệu mưa vệ tinh và (4) Nguồn số liệu mưa dự báo từ mô hình số trị. Nghiên cứu sẽ phân tích, đánh giá về hiện trạng các nguồn số liệu mưa này, đồng thời cũng chỉ ra khả năng khai thác phục vụ dự báo lũ thông qua việc áp dụng thử nghiệm mô phỏng dòng chảy lũ cho lưu vực sông Chu tại trạm thủy văn Cửa Đạt.

2. Hiện trạng và khả năng khai thác các nguồn số liệu mưa phục vụ dự báo lũ

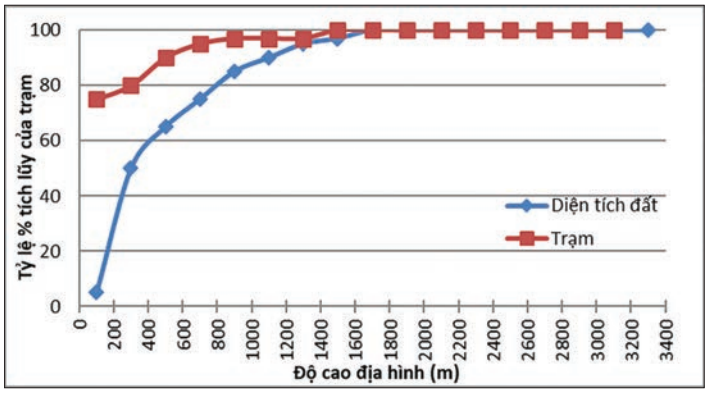
2.1. Nguồn số liệu đo đạc truyền thống

Dữ liệu lượng mưa được thu thập từ ba nguồn: Các trạm khí tượng, trạm thủy văn và trạm đo mưa. Tính đến tháng 3/2015, Trung tâm Khí tượng thủy văn Quốc gia (NHMS) vận hành tất cả 189 trạm khí tượng, 232 trạm thủy văn và 756 trạm đo mưa (trong đó có 389 trạm đo thủ công và 367 trạm đo tự động) [1]. Diện tích tự nhiên trên một trạm khí tượng là 1.730 km^2/trạm, nếu tính tổng cộng các trạm có số liệu đo mưa là 278 km^2/trạm (Bảng 1). Đối chiếu với kiến nghị của WMO thì đạt tiêu chuẩn. Nhìn chung, nếu chỉ xét về mật độ trạm theo phương ngang thì mạng lưới trạm khí tượng của NHMS khá là đạt yêu cầu. Tuy nhiên xét về sự phân bố trạm theo địa hình có thể thấy khoảng 48% diện tích đất của Việt Nam có cao độ dưới +200 m, trong khi đó 75% số trạm nằm ở khu vực này (Hình 1) [1]. Mặt khác, do tính chất phi địa đới, lượng mưa thường tập trung ở nơi có địa hình cao, trong khi đó, mạng lưới quan trắc mưa truyền thống chưa thể bổ cập được các khu vực này, điều đó dẫn tới sự chưa đáp ứng được của các trạm mưa truyền thống trong công tác dự báo hiện nay.

Bảng 1. Hiện trạng các trạm đo mưa tại Việt Nam

TT	Khu vực	Số trạm khí tượng	Diện tích đất tự nhiên trên 1 trạm đo (km²)	Tổng số trạm có đo mưa*	Diện tích đất tự nhiên trên 1 trạm đo (km²)
1	Đồng bằng sông Hồng	14	794	112	99
2	Đông Bắc	25	1.033	149	173
3	Tây Bắc	22	1.698	111	337
4	Việt Bắc	27	1.494	121	333
5	Bắc Trung Bộ	21	1.597	131	256
6	Trung Trung Bộ	18	2.020	107	321
7	Nam Trung Bộ	14	1.940	90	302
8	Tây Nguyên	18	3.033	137	399
9	Nam Bộ	30	2.091	219	286
Tổng		**189**	**1.730**	**1.177**	**278**

**Gồm các trạm khí tượng, thủy văn và đo mưa*



Hình 1. Biểu đồ biểu diễn quan hệ giữa tỉ lệ phần trăm tích lũy của các trạm và diện tích đất phân bố theo các độ trên toàn quốc [6]

2.2. Nguồn số liệu mưa ra-đa

Ra-đa thời tiết mặt đất ước lượng lượng mưa có nhiều lợi thế về độ phân giải không gian và thời gian của dữ liệu phản hồi ra-đa. Hiện tại có 7 trạm ra-đa đang được vận hành tại Việt Nam, được lắp đặt tại Phủ Liễn, Việt Trì, Vinh (từ năm 1990), Đông Hà (2010), Tam Kỳ (2009), Nhà Bè (2004), Nha Trang (2000),... Các ra-đa này có băng thông C với bán kính quan trắc khoảng 200 km [1]. Về độ phủ không gian của các ra-đa thì miền Bắc và Bắc Trung Bộ có độ phủ tốt hơn khu vực Nam Trung Bộ và Nam Bộ, tuy nhiên vẫn tồn tại một số khu vực không phủ được như các khu vực dọc miền núi biên giới phía Bắc và phía Tây. Khu vực phía Nam, ra-đa tại Nha Trang bị che khuất, do đó cản trở việc giám sát về phía Bắc và Tây của ra-đa (khu vực Tây Nguyên), khu vực phía Nam của Nam Bộ cũng tồn tại nhiều khoảng trống về độ phủ [1]. Tuy nhiên, tồn tại lớn nhất của hệ thống này nằm ở sự không tương thích giữa các ra-đa, trong việc trích xuất số liệu. Trong 7 ra-đa đang hoạt động thì 3 ra-đa (tại Việt Trì, Phủ Liễn, Vinh) thuộc loại ra-đa thời tiết số hóa thông thường (TRS-2730) của Pháp, các dòng ra-đa này đã cũ, 4 trạm ra-đa còn lại là DWSR-2501 của Mỹ, các tín hiệu thu nhận không đồng đều dẫn đến việc xử lý đồng bộ số liệu từ các trạm ra-đa đang tồn tại nhiều hạn chế cả về phương tiện thiết bị cũng như đội ngũ kỹ thuật vận hành, chính vì vậy việc sử dụng tài liệu mưa ra-đa cho dự báo còn nhiều hạn chế. Vấn đề này

cần được sớm khắc phục để nâng cao tính hiệu quả của các trạm ra-đa trong việc dự báo mưa.

2.3. Nguồn số liệu mưa vệ tinh

Hiện nay trên thế giới có khá nhiều vệ tinh cung cấp số liệu mưa ước tính thời gian thực như các vệ tinh địa tĩnh: MTSAT, TRMM, vệ tinh Phong Vân,... các vệ tinh quỹ đạo cực: FY-1D của chuỗi vệ tinh NOAA (NOAA-14, NOAA-15, NOAA-19),... [8-10]. Một số nguồn khai thác tài liệu mưa vệ tinh có thể kể đến như: Số liệu ước lượng mưa thu thập từ vệ tinh cho vùng nhiệt đới Tropical Rainfall Mesurement Mission (TRMM - Chương trình đo mưa nhiệt đới) được cung cấp bởi Cơ quan vũ trụ Mỹ (NASA) và Cơ quan thám hiểm không gian Nhật Bản (JAXA), số liệu có từ tháng 12/1997, cho ước lượng mưa 3 giờ, với độ phân giải 0,25° và thời gian trễ sau khoảng 10 giờ; số liệu GSMaP (Global Satellite Mapping of Precipitation - Bản đồ hóa giáng thủy vệ tinh toàn cầu) được phát triển bởi Cơ quan khoa học và công nghệ Nhật Bản (JST) và JAXA. Các số liệu lượng mưa cung cấp vào các mốc thời gian 00, 06, 12, 18 giờ quốc tế, với độ phân giải 0,1°, thời gian trễ 4 giờ. Số liệu QMORPH, CMORPH, là các số liệu mưa ước tính dựa trên nhiều vệ tinh quỹ đạo thấp như DMSP 13,14, 15, NOAA 15,16,17&18, AM-SR-E và TMI, sử dụng các thuật toán của Ferraro (1997), Ferraro và cộng sự (2000), Kummerow và cộng sự (2001). Số liệu mưa này cho ước lượng mưa 30 phút một số liệu với độ phân giải 0,25° và 8 km, với độ trễ số liệu 2,5 giờ [8].

Số liệu này có ưu điểm nổi trội về tính liên tục theo không gian và thời gian. Nhiều nghiên cứu đã sử dụng số liệu này để dự báo lũ. Các nghiên cứu này đều có điểm chung là sử dụng số liệu mưa từ vệ tinh quá khứ so sánh với số liệu mưa thực đo tại trạm khí tượng trong vùng sau đó hoặc sử dụng trực tiếp hoặc xây dựng hàm tương quan rồi đưa vào mô hình thủy văn (thông số phân bố hoặc tập trung) để nhận được giá trị lưu lượng tại điểm cần dự báo [2-5]. Phương pháp này áp dụng tốt đối với các khu vực có mạng lưới trạm khí tượng/đo mưa đủ dày. Đối với các khu vực không có trạm đo, việc xác định quan hệ tương quan theo phương pháp này sẽ không thực hiện được. Bản chất dự báo lượng mưa đối với mỗi loại vệ tinh là khác nhau, sai số cũng khác nhau, việc tìm ra quan hệ giữa mưa dự báo và mưa thực đo tại trạm trong một số trường hợp là không khả thi. Đối với khu vực thiếu số liệu, ta cần coi lượng mưa vệ tinh là một giá trị biến số đầu vào, sử dụng biến số này làm đầu vào cho mô hình thủy văn, điều chỉnh thông số mô hình sao cho các kết quả lưu lượng của mô hình phù hợp với thực đo tại trạm khống chế, bộ thông số thu được sẽ sử dụng cho việc dự báo.

2.4. Nguồn số liệu mưa số trị

Với sự phát triển về tốc độ tính toán của các thế hệ máy tính hiện đại cùng với sự chia sẻ rộng rãi của nguồn số liệu toàn cầu, mô hình dự báo thời tiết số trị đã và đang được nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi trong thực tiễn trên thế giới và Việt Nam, một số mô hình đang được sử dụng trong nghiên cứu và dự báo nghiệp vụ có thể kể đến: Mô hình NWP (Numerical Weather Prediction) của NOAA, mô hình WRF (Weather Research and Forecasting), MM5 (Mesoscale Model Version 5) [6]. Hiện nay Trung tâm Dự báo KTTV TƯ đang sử dụng đồng thời 4 mô hình dự báo mưa số trị: HRM, BOLAM, ETA và GEM với số liệu đầu vào là kết quả của mô hình phổ toàn cầu GFS chạy dự báo mưa 120 giờ (5 ngày). Từ đầu năm 2012, Trung tâm dự báo KTTV TƯ đã được đầu tư và đưa vào khai thác các sản phẩm dự báo khí tượng dạng số của Trung tâm Dự báo thời tiết hạn vừa châu Âu (ECMWF) để phục vụ công tác dự báo.

Các sản phẩm mưa dự báo mưa số trị được hiển thị dưới dạng bản đồ giúp dự báo viên tham khảo khi ra các bản tin thời tiết hàng ngày và đồng thời được dùng làm đầu vào cho một số phương pháp, mô hình tính toán dự báo khí tượng và thủy văn. Số liệu mưa từ các mô hình số trị có ưu điểm là phạm vi bao phủ rộng về không gian, cung cấp đầu vào phù hợp và tăng độ chính xác cho các mô phỏng quá trình hình thành dòng chảy trên các lưu vực. Ngày nay, độ phân giải theo không gian của các mô hình số trị có thể đạt đến 15 km x 15 km, thậm chí 5 km x 5 km trong một số nghiên cứu cụ thể. Với độ phân giải này nếu bộ số liệu có độ chính xác cao hoàn toàn đáp ứng được các yêu cầu ứng dụng cho các phân

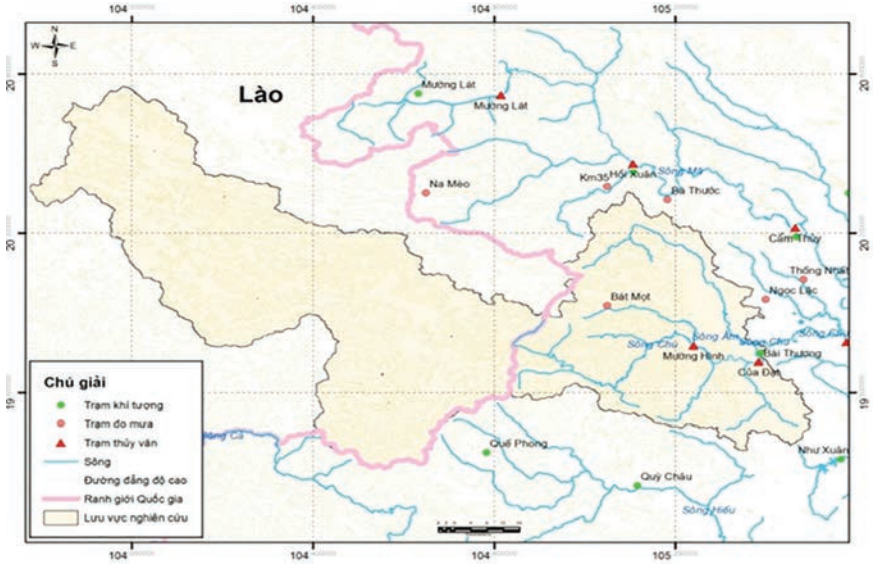
tích và dự báo thủy văn.

Gần đây, một bộ số liệu mưa số trị với độ phân giải 0,25° đã được đồng hóa với số liệu thực đo tại trạm thuộc dự án APHRODITE [12], đây là dự án của Nhật, xây dựng lượng mưa ngày giai đoạn 1961-2007 cho toàn bộ khu vực gió mùa châu Á, với độ phân giải 0,25°, trong đó sử dụng khoảng 6.000 trạm quan trắc toàn cầu [12]. Năm 2016, một bộ số liệu mưa tương tự với độ phân giải 0,1° đã được xây dựng cho toàn bộ Việt Nam (VnGP). Bộ số liệu này xây dựng dựa trên việc sử dụng 614 trạm quan trắc cho giai đoạn 1980-2010 [11]. Đây là những nguồn số liệu tốt có thể sử dụng cho việc mô phỏng lũ giai đoạn này nhằm tìm ra được bộ thông số mô hình tốt, đáp ứng công tác dự báo.

3. Áp dụng thử nghiệm mô phỏng dòng chảy lũ lưu vực sông Chu

3.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Sông Chu là nhánh lớn nhất trong hệ thống sông Mã, bắt nguồn từ Sầm Nưa ở độ cao khoảng 1.100 m, chảy qua các huyện Thường Xuân, Thọ Xuân, Thiệu Hóa rồi nhập vào sông Mã ở ngã ba Giàng, cách biển 26 km. Sông dài 325 km, trong đó phần trên lãnh thổ Việt Nam là 145 km. Diện tích lưu vực là 7.587 km^2, diện tích lưu vực tính đến trạm thủy văn cửa Đạt là 6.170 km^2, phần lớn diện tích sông Chu nằm trên lãnh thổ Lào, do đó việc tiếp cận số liệu đo đạc về mưa tương đối khó khăn. Do đó, nghiên cứu này lựa chọn sông Chu làm thử nghiệm về khả năng sử dùng các nguồn số liệu mưa đã đề cập.



Hình 2. Sơ đồ lưu vực sông Chu

3.2. Số liệu phục vụ tính toán

Nghiên cứu sử dụng thử nghiệm 4 bộ số liệu mô phỏng dòng chảy lũ đến trạm thủy văn Cửa Đạt trận lũ từ năm 2001-2005 (trước khi chặn dòng tại Cửa Đạt và bắt đầu có số liệu TRMM.V7):

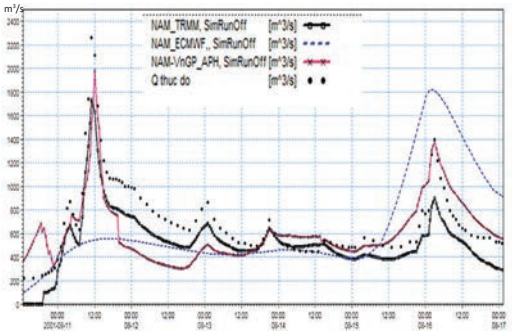
- Trường hợp 1: Sử dụng số liệu mưa VnGP (cho phần diện tích thuộc Việt Nam) kết hợp APHRODITE (cho phần diện tích nằm ngoài Việt Nam);
- Trường hợp 2: Sử dụng số liệu mưa vệ tinh TRMM.V7;
- Trường hợp 3: Sử dụng số liệu mưa số trị (ECMWF).

3.3. Phương pháp thực hiện và kết quả tính toán

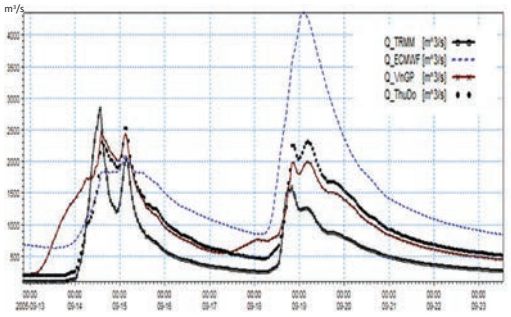
Nghiên cứu sử dụng mô hình mưa dòng chảy NAM, một mô hình mưa dòng chảy tương đối quen thuộc, đã được kiểm chứng trong nhiều nghiên cứu [3] để mô phỏng dòng chảy lũ lưu vực sông Chu đến trạm Cửa Đạt các trận lũ từ năm 2001-2005. Tổng số trận lũ được lựa chọn mô phỏng gồm 02 trận (có Q đỉnh lớn hơn 2.000 m^3/s): 10/8-17/8/2001, 12/9-23/9/2005. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình trong 3 trường hợp lần lượt được trình bày trong các Hình 3, Hình 4 và Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả tính toán thử nghiệm

TT	Trường hợp	Thời kỳ hiệu chỉnh (8/2001)			Thời kỳ kiểm định (9/2005)		
		NASH	SS đỉnh (m^3/s)	Lệch đỉnh (h)	NASH	SS đỉnh (m^3/s)	Lệch đỉnh (h)
1	Trường hợp 1	0,96	250	±1h	0,80	48	±1h
2	Trường hợp 2	0,90	520	0h	0,72	500	±3h
3	Trường hợp 3	0,10	Không bắt được đỉnh lũ lớn	Không bắt được đỉnh lũ lớn	0,31	480	±1h



Hình 3. Quá trình lũ tính toán và thực đo tại Cửa Đạt thời kỳ hiệu chỉnh



Hình 4. Quá trình lũ tính toán và thực đo tại Cửa Đạt thời kỳ kiểm định

4. Kết luận

Từ áp dụng thử nghiệm trên, một số kinh nghiệm cho việc sử dụng tài liệu mưa trong dự báo lũ được rút ra như sau:

- Đối với các lưu vực lớn có khả năng khai thác số liệu quan trắc, thời gian chảy truyền và thời gian tập trung nước trong sông lớn hơn nhiều so với thời gian dự kiến, thì các tài liệu về quan trắc mưa, dòng chảy ở các trạm thượng nguồn là quan trọng. Trong trường hợp này, dự báo viên chỉ cần sử dụng hoặc/và số liệu mưa kết hợp số liệu dòng chảy sẵn có trên lưu vực để dự báo cho vị trí cần dự báo. Đối với lưu vực nhỏ hoặc dốc, thời gian chảy truyền lớn và tập trung nước nhỏ hơn thời gian dự kiến hoặc các lưu vực lớn không có hoặc thiếu số liệu quan trắc, trong đó thời gian dự kiến nhỏ hơn thời gian chảy truyền và tập trung nước thì tài liệu mưa dựa báo hoặc ước lượng mưa từ xa là rất cần thiết.

- Số liệu VnGP kết hợp APHRODITE là một nguồn số liệu mưa gần quan trắc, cho phép mô tả tốt về lượng và phân bố theo không gian trong các trận mưa, khuyến nghị sử dụng trong các nghiên cứu khác. Số liệu mưa từ ECMWF có giá trị thiên lớn (trong điều kiện tại sông Chu) do đó các kết quả tính toán không tốt, khuyến nghị kiểm tra trước khi sử dụng tại các khu vực khác. Các nguồn dự báo mưa từ mô hình số trị khác cũng cần được phân tích, đánh giá thêm. Số liệu mưa vệ tinh TRMM là một nguồn tương đối tốt, đặc biệt số liệu này có thể được khai thác sử dụng cho dự báo do tính cập nhật liên tục.

Lời cám ơn: *Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Khoa học Tự nhiên trong đề tài mã số TN.16.29*

Tài liệu tham khảo

1. Arnejan van Loenen & nnk (2015), *Báo cáo Hiện trạng xử lý dữ liệu và các đề xuất cải tiến. Báo cáo thuộc dự án tích hợp hệ thống và hỗ trợ kỹ thuật tăng cường hệ thống dự báo thời tiết và cảnh báo sớm ở Việt Nam (C2-DV1).*
2. Nguyễn Lan Châu (2000), "Khả năng ứng dụng mô hình mưa rào dòng chảy trong dự báo hạn vừa quá trình lũ các sông chính ở Bắc Bộ", *Tuyển tập các báo cáo tại hội nghị "Khoa học, công nghệ dự báo và phục vụ dự báo khí tượng thủy văn* , tập 2, Dự báo thủy văn, Hà Nội.
3. Đặng Đình Đức, Đặng Đình Khá, Trần Ngọc Anh, Nguyễn Thanh Sơn, Nguyễn Phương Nhung (2012), "Khôi phục số liệu dòng chảy tỉnh Khánh Hòa bằng mô hình NAM", *Tạp chí Khoa học - Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ,* tập 28, số 3S, tr.16-22;
4. Nguyễn Tiền Giang, Nguyễn Thị Thủy (2009), "Khai thác mô hình WetSpa phục vụ dự báo lũ các lưu vực sông quốc tế: Tính bất định số liệu, tham số, cấu trúc mô hình và đề xuất các giải pháp", *Tạp chí Khoa học - Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ 25*, số 1S (2009), tr.35-45.
5. Nguyễn Thanh Sơn, Nguyễn Quốc Anh (2015), "Khai thác sử dụng số liệu mưa vệ tinh trong dự báo lũ lưu vực sông Mê Kông (từ Chiang Saen đến Strung Streng)", *Tạp chí Khoa học: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, tập 31, số 3S, tr.222-230.
6. Đặng Ngọc Tĩnh (2012), "Nghiên cứu ứng dụng số liệu mưa vệ tinh mưa dự báo số trị kết hợp số liệu bề mặt trong dự báo lũ hệ thống sông Hồng - Thái Bình"*, Báo cáo kết quả Đề tài Nghiên cứu Khoa học và Phát triển công nghệ, Bộ Tài nguyên và Môi trường.*
7. Nguyễn Văn Tuần, Đoàn Quyết Trung, Bùi Văn Đức (2001), *Giáo trình Dự báo thủy văn,* NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.
8. Gijs Simon (2016), *Integrating Global Satellite-Derived Data Products as a Pre-Analysis for Hydrological Modelling Studies: A Case Study for the Red River Basin*, Remote Sens. 2016, 8, 279; doi:10.3390/rs8040279.
9. Kaushik Gopalan, Nai-Yu Wang, *Status of the TRMM 2A12 Land Precipitation Algorithm, Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, Volume 27 p.1343-1353.*
10. Timothy L., Wolvovsky, E., Begkhuntod, P. (2006), *Satellite-Based Rainfall Estimation Technology Transfer Between The Mekong River Commission and The NOAA Climate Prediction Center, Proceeding,* the 4th Annual Mekong Flood Forum, 18-19 May 2006, Siem Reap, Cambodia.
11. Thanh Nguyen-Xuan, Thanh Ngo-Duc, Hideyuki Kamimera, Long Trinh-Tuan, Jun Matsumoto, Tomoshige Inoue, Tan Phan-Van (2016), *The Vietnam Gridded Precipitation (VnGP) Dataset: Construction and Validation*, SOLA, 2016, Vol. 12, 291−296, doi:10.2151/sola.2016-057.
12. Yatagai, A. O. Arakawa, K. Kamiguchi, H. Kawamoto, M. I. Nodzu and A. Hamada (2009), *A 44-year daily gridded precipitation dataset for Asia based on a dense network of rain gauges,* SOLA, 5, 137-140, doi:10.2151/sola.2009-035.

ASESSMENT OF CURRENT STATUS & CAPACITY OF RAINFALL DATA EXPLOITATION FOR FLOOD FORECASTING, AN APPLIED PILOT STUDY IN CHU RIVER BASIN

Dang Dinh Duc, Tran Ngoc Anh, Nguyen Kim Ngoc Anh, Tran Thi Bao Ngoc
Ha Noi University of Sience, Viet Nam National University

Abstract: *The most important matter of flood prevention is forecasting and early warning to identify optimal or best practical prevention solutions to minimize damages and losses. Therefore, the requirement of increasing the lead time of flood forecasting and early warning at river-basins is highly significant and practical. The present flood forecasting quality mostly depends on the quality of rainfall forecasts and hydro-met monitoring and observation networks in the basins. Improvement of the accuracy of rainfall forecasts is a fundamental problem of the hydro-met sector included in many international and national studies, which is also not expected to be repeated in this report. The study will be focused in an assessment of current status and capacity of rainfall data exploitation for professional flood forecasting in Viet Nam, in which a pilot application study will be carried out to provide forecast bulletins for Chu river in Thanh Hoa province.*

Keywords: *Forecast, rain, flow.*

NĂNG LƯỢNG SÓNG BIỂN TRÊN THẾ GIỚI VÀ ĐỀ XUẤT NGHIÊN CỨU, PHÁT TRIỂN ĐỐI VỚI CÁC VÙNG BIỂN VIỆT NAM

Lê Đức Đạt, Dư Văn Toán, Nguyễn Cao Văn, Đỗ Tá Hòa
Viện Nghiên cứu Biển và Hải đảo

Ngày nhận bài 16/5/2017; ngày chuyển phản biện 17/5/2017 ; ngày chấp nhận đăng 15/6/2017

Tóm tắt: *Bài báo giới thiệu sơ bộ hiện trạng tài nguyên năng lượng sóng biển trên thế giới và đề xuất về năng lượng sóng biển đối với các vùng biển Việt Nam. Tiềm năng năng lượng sóng có thể khai thác được trên thế giới là 29.500 TWh/năm. Các trạm điện bằng sóng biển có công suất phổ biến từ 50 kW, 100 kW, 300 kW đến 500 kW đã được xây dựng ở một số nước như Ấn Độ, Scotland, Na Uy, Bồ Đào Nha, Anh. Theo kết quả tính toán năng lượng sóng trung bình năm dựa trên các nguyên lý tạo ra năng lượng sóng biển, cách tính toán mật độ năng lượng sóng, phương thức phân vùng tài nguyên năng lượng sóng biển Việt Nam cho thấy khu vực có tiềm năng năng lượng sóng 10 kW/m trải rộng toàn bộ vùng giữa Biển Đông, áp sát vào khu vực ven bờ biển Nam Trung Bộ và đây là khu vực khai thác năng lượng sóng thuận lợi nhất.*

Từ khóa: *Biển Đông, điện sóng biển, tính toán, tài nguyên sóng.*

1. Mở đầu

Theo báo cáo đánh giá Đại dương thế giới "World Ocean Review" lần thứ nhất năm 2010 của Hiệp hội các nhà Nghiên cứu biển châu Âu, tổng năng lượng sóng biển toàn cầu vào khoảng 11.400 TWh mỗi năm và có thể chuyển 1.700 TWh trong đó thành điện năng, đáp ứng khoảng 10% nhu cầu dùng điện của thế giới.

Hiện nay các quốc gia ven biển trên thế giới như Mỹ, Đức, Nhật Bản, Thụy Điển, Đan Mạch, Scotland, Bồ Đào Nha, Nga, Trung Quốc,... có nhiều nghiên cứu ứng dụng tài nguyên năng lượng sóng để phát điện năng phục vụ chiếu sáng và hoạt động kinh tế ở các hải đảo và vùng ven biển. Năng lượng sóng biển có ưu điểm là nó có chu kỳ và dự đoán được. Hiện có khá nhiều công nghệ phát điện từ sóng biển thành công và đã được thương mại hóa. Nhà máy điện thương mại từ sóng biển đầu tiên với công suất 30 MW được xây dựng ở Bồ Đào Nha bằng công nghệ hình rắn biển Pelamis và 1 nhà máy 100 MW đang được xây dựng tại vương quốc Anh.

Việt Nam là nước có đường bờ biển dài trên 3.260 km có nhiều tiềm năng về năng lượng sóng biển nhưng cho đến hiện nay chúng ta mới chỉ có một số nghiên cứu đề cập đến tài nguyên năng lượng sóng, mật độ năng lượng sóng biển tại Việt Nam, do đó việc *"Nghiên cứu tài nguyên năng lượng sóng biển trên thế giới và đề xuất đối với các vùng biển Việt Nam"* là rất cần thiết.

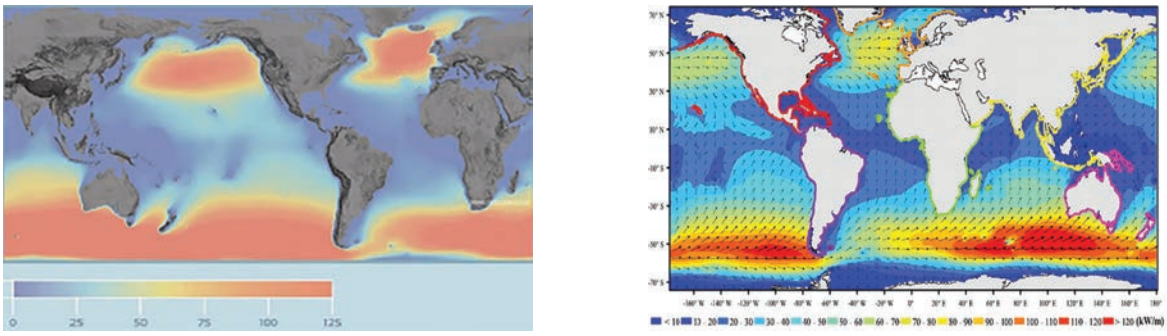
2. Hiện trạng năng lượng sóng biển trên thế giới

Nhiều nước trên thế giới đã đưa vào ứng dụng trong thực tế nhiều trạm phát điện bằng năng lượng sóng biển có công suất từ vài chục, vài trăm kW đến vài MW cung cấp điện cho các khu dân cư, đặc biệt cho các hải đảo xa bờ.

Năng lượng sóng biển có tiềm năng rất phong phú và có thể khai thác khắp mọi nơi để làm nguồn phát điện. Theo kết quả điều tra, tiềm năng năng lượng sóng có thể khai thác được trên thế giới là 29.500 TWh/năm [5]. Tiềm năng năng lượng sóng biển trên thế giới là rất khác nhau, dưới đây là hình ảnh thể hiện nguồn tài nguyên năng lượng sóng biển và mật độ năng lượng sóng biển trên thế giới (Hình 1).

Cho đến nay đã có trên 30 nước đầu tư hơn 20 năm nghiên cứu công nghệ khai thác nguồn năng lượng này. Năng lượng sóng biển rất thích hợp cho việc cung cấp điện cho các hải đảo. Các trạm điện bằng sóng biển có công suất phổ biến từ 50 kW, 100 kW, 300 kW đến 500 kW đã được xây dựng ở một số nước như Ấn Độ, Scotland, Na Uy, Bồ Đào Nha, Anh.

Châu Âu là khu vực đứng đầu trong việc áp dụng năng lượng sóng, hiện đã có 4 dự án khai thác thương mại năng lượng sóng. Giá thành



Hình 1. Tài nguyên và mật độ năng lượng sóng biển trên thế giới [5]

điện năng từ sóng hiện nay đã giảm 80% trong vòng 20 năm vừa qua nhờ có các tiến bộ về thiết bị và tối ưu hóa trong kết cấu. Với chi phí đầu tư ban đầu khoảng 1/2 chi phí đầu tư ban đầu của năng lượng gió và 1/4 chi phí đầu tư ban đầu của năng lượng pin mặt trời, năng lượng sóng có một tiềm năng rất lớn để trở thành một nguồn năng lượng có giá rẻ nhất trong tương lai [4].

Khai thác năng lượng sóng biển để cung cấp điện ngày càng được nhiều nước đặc biệt quan tâm. Các chương trình nghiên cứu quốc gia đã thành lập từ những năm 80 của thế kỷ trước, hiệu quả của các nguồn điện từ sóng biển ngày càng cao, công suất các tổ máy ngày càng lớn (750 kW tổ máy), các sản phẩm đã bắt đầu thương mại hóa.

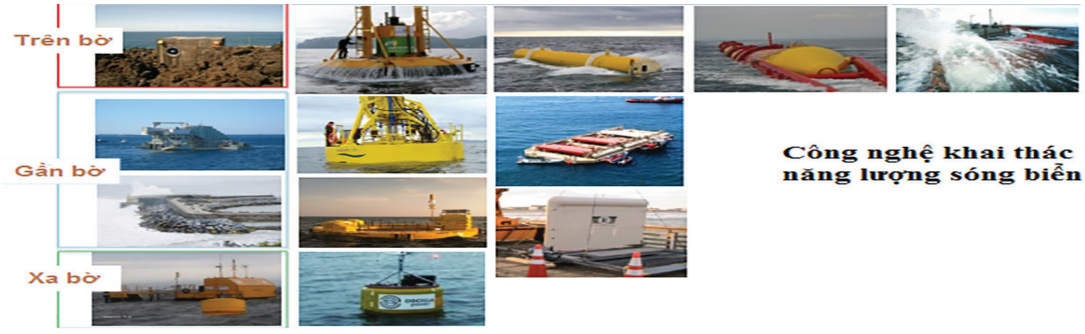
3. Công nghệ chuyển đổi năng lượng sóng

Hiện nay, công nghệ phát điện bằng chuyển đổi năng lượng sóng biển rất đa dạng, có loại được lắp trên bờ (onshore), có loại gần bờ (nearshore), có loại xa bờ (offshore).

Thiết bị trên bờ (onshore): Những thiết bị chuyển đổi này nằm ở bờ và có thể được đặt trên mặt biển (nước cạn), trong đập, hoặc cố định vào một vách đá. Ưu điểm của những bộ chuyển đổi này là dễ dàng bảo trì và cài đặt. Hơn nữa, họ không cần hệ thống neo đậu hoặc cáp dài để kết nối WEC với lưới điện. Tuy nhiên, tại bờ biển, sóng có ít năng lượng hơn do sự tương tác của chúng với đáy biển, và việc thiếu đất đai phù hợp cũng gây khó khăn cho việc triển khai các hệ thống này.

Thiết bị gần bờ (nearshore): Những thiết bị chuyển đổi này được lắp đặt cách bờ khoảng độ sâu trung bình khoảng 10 m đến vài trăm mét. Chúng thường nằm trên đáy biển (tránh những chỗ neo đậu) nhưng cấu trúc phải chịu đựng được áp lực phát sinh khi sóng vượt qua nó; trong các trường hợp khác, chúng cũng là cấu trúc nổi.

Thiết bị ngoài khơi (offshore): Những thiết bị chuyển đổi này nằm trong vùng nước sâu (hơn 40 m), cách bờ và được xây dựng trong các cấu trúc nổi hoặc ngập nước được gắn ở đáy biển để khai thác sức mạnh sóng to lớn của vùng biển mở. Tuy nhiên, độ tin cậy và khả năng tồn tại của thiết bị là một vấn đề lớn, và cấu trúc của chúng phải chịu tải rất cao. Hơn nữa, bảo trì thiết bị là một quá trình phức tạp và tốn kém. Các loại cáp biển dài được sử dụng để vận chuyển năng lượng cho lưới điện.



Hình 2. Công nghệ khai thác năng lượng sóng biển [6]

4. Phương pháp tính toán và phân vùng tiềm năng năng lượng sóng biển

4.1. Nguyên lý tạo ra năng lượng sóng biển

Có 7 nguyên lý chính tạo ra tài nguyên năng lượng sóng biển:

- Nguyên lý sử dụng dao động của sóng biển để tạo ra dao động của hệ phao nổi, biến chuyển động sóng thành sự thay đổi của áp suất không khí trong phao nổi.
- Phương pháp biến đổi dòng điện cảm ứng để tạo ra điện năng.
- Nguyên lý sử dụng phương pháp dao động thủy lực để biến đổi điện năng bằng cách tạo áp suất không khí.
- Nguyên lý sử dụng phương pháp lắc có công suất lớn để biến đổi năng lượng sóng sang cơ - điện năng.
- Nguyên lý tạo điện năng từ sóng với công suất nhỏ thông qua tuốc bin thủy lực.
- Nguyên lý tạo điện năng bằng guồng quay.
- Phương pháp tích tụ năng lượng sóng biển để chuyển sang điện năng với công suất lớn.

4.2. Công thức tính năng lượng sóng và thông lượng năng lượng sóng

a. Năng lượng sóng: Bao gồm động năng và thế năng

- Động năng được gây ra bởi tốc độ quỹ đạo của hạt nước trong chuyển động sóng.
- Thế năng thể hiện ở độ cao của phần nước phía trên bụng sóng.

Theo lý thuyết sóng tuyến tính, thế năng tương ứng với mực nước trung bình khi lặng sóng. Các sóng chuyển động theo một hướng thì các thành phần thế năng và động năng bằng nhau. Năng lượng cho mỗi bước sóng (độ dài sóng) trên một đơn vị bề rộng của đỉnh sóng là:

$$E = E_k + E_P = \frac{\rho g H^2 L}{16} + \frac{\rho g H^2 L}{16} = \frac{\rho g H^2 L}{8} \quad (4.1)$$

Tổng năng lượng trung bình cho một đơn vị bề mặt biển - mật độ năng lượng sóng là:

$$\overline{E} = \frac{E}{L} = \frac{\rho g H^2}{8} \quad (4.2)$$

b. Thông lượng năng lượng sóng

Thông lượng năng lượng sóng là năng lượng sóng truyền theo hướng truyền sóng qua một mặt phẳng vuông góc với hướng truyền sóng tính từ mặt biển đến đáy biển. Thông lượng năng lượng trung bình cho một đơn vị đỉnh sóng, truyền qua một mặt phẳng vuông góc với hướng truyền sóng sẽ được biểu diễn như sau:

$$\overline{P} = \overline{E}n\overline{C} = \overline{E}C_g \quad (4.3)$$

Trong đó: $\overline{P}$ là thông lượng năng lượng sóng, mà còn được gọi là lực sóng

- Tại vùng nước sâu:

$$\overline{P} = \frac{1}{2}\overline{E_0}C_0 \quad (4.4)$$

- Tại vùng nước nông:

$$\overline{P} = \overline{E}C_g = \overline{E}C \quad (4.5)$$

Khi đỉnh sóng song song với các đường đẳng sâu, phương trình cân bằng năng lượng sóng sẽ là:

$$\overline{E_0}n_0C_0 = \overline{E}C \quad (4.6)$$

Với $n_0 = \frac{1}{2}$, suy ra

$$\frac{1}{2}\overline{E_0}C_0 = \overline{E}C \quad (4.7)$$

Khi đỉnh sóng không song song với đường đẳng sâu, (4.6) sẽ không đứng vì các sóng sẽ truyền với các tốc độ khác nhau mà thông thường được gọi là hiện tượng khúc xạ.

Tốc độ của nhóm sóng hay tốc độ truyền năng lượng sóng C_g được xác định bởi:

$$C_g = \frac{1}{2}\frac{L}{T}\left[1 + \frac{4\pi d / L}{\sinh(4\pi d / L)}\right] = nC \quad (4.8)$$

Trong đó: C là tốc độ pha của sóng

$$C_g = \frac{gL}{2\pi}\tanh\left[\frac{2\pi d}{L}\right] = \frac{gL}{2\pi}\tanh[kd] \quad (4.9)$$

Trong đó: k là số sóng.

4.3. Tiềm năng năng lượng sóng Việt Nam

Theo kết quả nghiên cứu khoa học về khai thác sử dụng năng lượng sóng biển ở nước ta trong những năm gần đây đã xây dựng được tập bản đồ năng lượng sóng khu vực Biển Đông. Tập bản đồ năng lượng sóng được xây dựng dựa trên các tham số sóng tính toán từ mô hình tính sóng toàn cầu SWAN cho khu vực Biển Đông với số liệu đầu vào là trường gió phân tích từ vệ tinh của JMA. Dưới đây là một số là bản đồ về độ cao sóng và năng lượng sóng trong tập bản đồ mà đề tài đã nghiên cứu được:

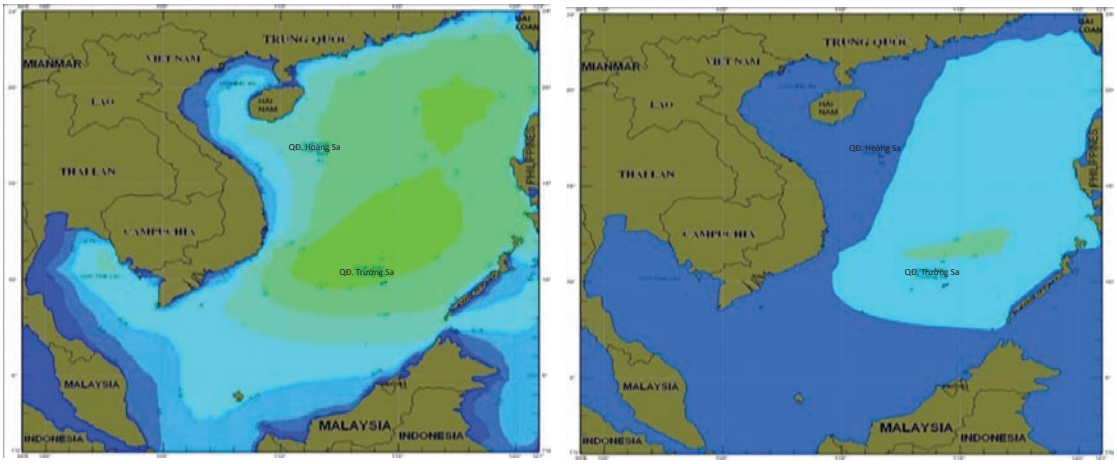
Các bản đồ năng lượng sóng theo tháng, mùa và năm chỉ ra rằng tiềm năng năng lượng sóng vùng Biển Đông và ven bờ biển Việt Nam phụ thuộc trực tiếp vào chế độ gió, trong đó chế độ gió mùa đóng vai trò quyết định.

- Gió mùa Đông Bắc tạo ra vùng năng lượng

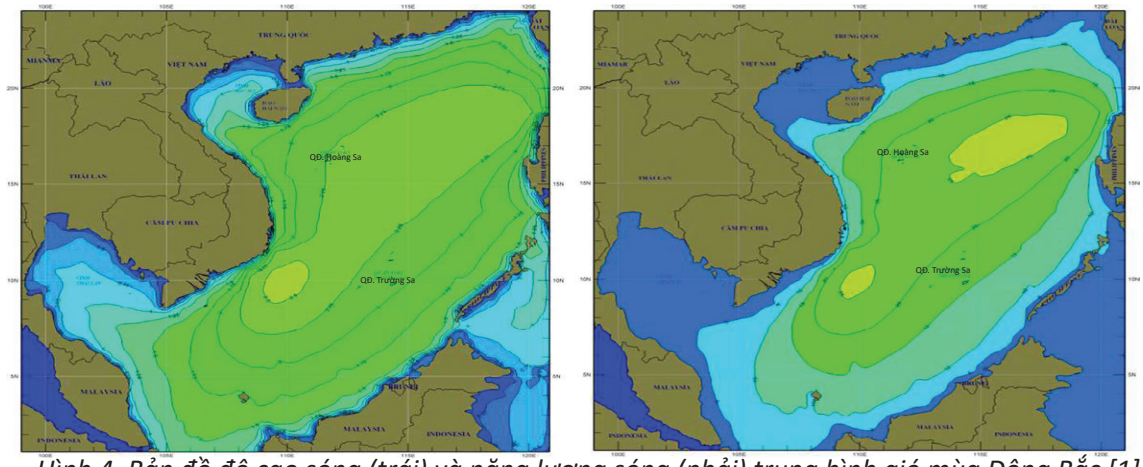
sóng khá mạnh trên vùng Bắc và giữa Biển Đông. Vào thời kỳ các tháng 11 năm trước đến tháng 1 năm sau trường sóng trên Biển Đông trong gió mùa Đông Bắc rất mạnh tạo ra các vùng có tiềm năng năng lượng sóng cực đại khoảng 40 kW/m. Vào tháng 12, khu vực với năng lượng sóng đạt 30 kW/m bao phủ toàn bộ vùng giữa Biển Đông và ép sát vào vùng bờ biển miền Trung Việt Nam từ Đà Nẵng đến Ninh Thuận. Đây là thời gian khai thác năng lượng sóng thuận lợi nhất trong năm. Năng lượng sóng trung bình trong mùa gió mùa Đông Bắc có độ lớn cực đại đạt 25 kW/m tập trung tại hai khu vực phía ngoài khơi Đông Bắc Biển Đông và phía ngoài khơi Nam Trung Bộ.

- Mùa gió mùa Tây Nam, do tốc độ gió không mạnh bằng gió mùa Đông Bắc và khu vực ảnh hưởng cũng hạn chế ở vùng phía Nam Biển Đông nên tiềm năng năng lượng sóng về cơ bản không lớn. Năng lượng sóng cực đại trong mùa này chỉ đạt khoảng 20 kW/m xảy ra vào các tháng 7, tháng 8 và tập trung tại khu vực ngoài khơi phía Đông Nam Biển Đông. Tại khu vực quần đảo Trường Sa có thể tận dụng nguồn năng lượng sóng trong mùa gió mùa Tây Nam để khai thác năng lượng sóng. Năng lượng sóng trung bình trong mùa này có khu vực cực đại tại vùng biển Đông Nam Biển Đông và độ lớn của năng lượng sóng cực đại tại vùng này chỉ đạt khoảng 10 kW/m.

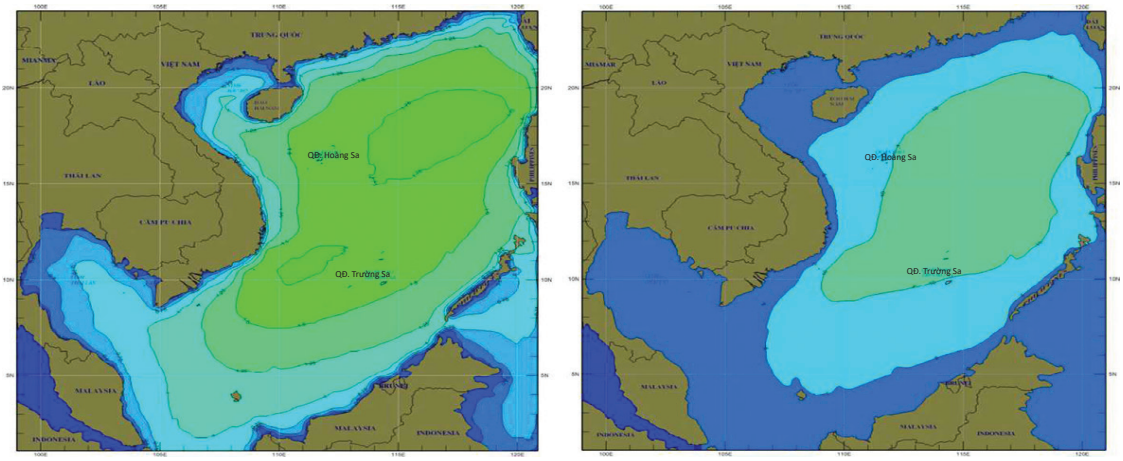
Theo kết quả tính toán năng lượng sóng trung bình năm cho thấy khu vực có tiềm năng năng lượng sóng 10 kW/m trải rộng toàn bộ vùng giữa Biển Đông và áp sát vào khu vực ven bờ biển Nam Trung Bộ. Xét trung bình mùa gió Đông Bắc và trung bình năm cho thấy đây là khu vực khai thác năng lượng sóng thuận lợi nhất trong tất cả các vùng ven bờ biển Việt Nam.



Hình 3. Bản đồ độ cao sóng (trái) và năng lượng sóng (phải) trung bình gió mùa Tây Nam [1]



Hình 4. Bản đồ độ cao sóng (trái) và năng lượng sóng (phải) trung bình gió mùa Đông Bắc [1]



Hình 5. Bản đồ độ cao sóng (trái) và năng lượng sóng (phải) trung bình năm [1]

4.4. Phân vùng năng lượng sóng biển [3]

- Vùng 1: Bắc Vịnh Bắc Bộ từ Móng Cái đến Thanh Hóa: Tại vùng này, do đặc điểm rất thoáng đối với sóng từ phía Nam - là trường sóng chiếm ưu thế trong gió mùa Tây Nam tại khu vực Vịnh Bắc Bộ nên năng lượng sóng chiếm ưu thế vào các tháng 6, 7, 8 với giá trị từ 16 kW/m trở lên vào thời gian này. Vào mùa gió mùa Đông Bắc, trường sóng tại khu vực này bị giới hạn bởi đà sóng ngắn nên năng lượng sóng không lớn. Tại các trạm phía Nam của vùng này (từ trạm 7-11) năng lượng sóng khá đều quanh năm đạt từ 15 kW/m trở lên. Dòng năng lượng sóng trung bình năm của vùng này đạt khoảng 15 kW/m.

- Vùng 2: Từ Thanh Hóa - Quảng Bình là vùng phía Nam Vịnh Bắc Bộ với đặc điểm là dòng năng lượng sóng trong gió mùa Đông Bắc chiếm ưu thế. Tại vùng này, từ tháng 10 năm trước đến tháng 2 năm sau, dòng năng lượng sóng đạt giá trị 30 kW/m trở lên trong mùa gió mùa Tây Nam, vào các tháng mùa hè, năng lượng sóng tại khu vực này nhỏ hơn 20 kW/m. Dòng năng lượng sóng trung bình của khu vực này đạt khoảng 25 kW/m.

- Vùng 3: Quảng Bình đến Quảng Nam là khu vực Bắc miền Trung. Đây là khu vực có dòng năng lượng khá nhỏ quanh năm vì nguồn gió mùa Đông Bắc trường sóng bị đảo Hải Nam che chắn trong khi đó trong mùa gió Tây Nam thì gió thường thổi từ trong bờ ra. Tuy nhiên, vào mùa đông, dòng năng lượng sóng tại vùng biển này khá mạnh. Dòng năng lượng sóng trung bình năm của vùng này đạt khoảng 10 kW/m.

- Vùng 4: Từ Quảng Ngãi đến Ninh Thuận - khu vực Nam Trung Bộ. Đây là vùng có dòng năng lượng sóng mạnh nhất trên toàn dải ven bờ Việt Nam vì là vùng tiếp xúc trực tiếp với biển thoáng và có đà sóng gần như không bị giới hạn, trong cả hai mùa gió thịnh hành. Trong gió mùa Đông Bắc, năng lượng sóng tại vùng này đạt khoảng 30 kW/m trở lên. Đặc biệt, tại các vùng ven bờ Phú Yên, Ninh Thuận, dòng năng lượng sóng đạt xấp xỉ 100 kW/m. Dòng năng lượng sóng trung bình năm của vùng này đạt khoảng 18 kW/m.

- Vùng 5: Từ Bình Thuận đến Mũi Cà Mau - khu vực đồng bằng Nam Bộ. Dòng năng lượng sóng tại vùng này không lớn. Vì ở đây tác động của trường sóng trong gió mùa Đông Bắc đã bị yếu đi. Dòng năng lượng sóng trung bình năm của vùng này đạt khoảng 18 kW/m.

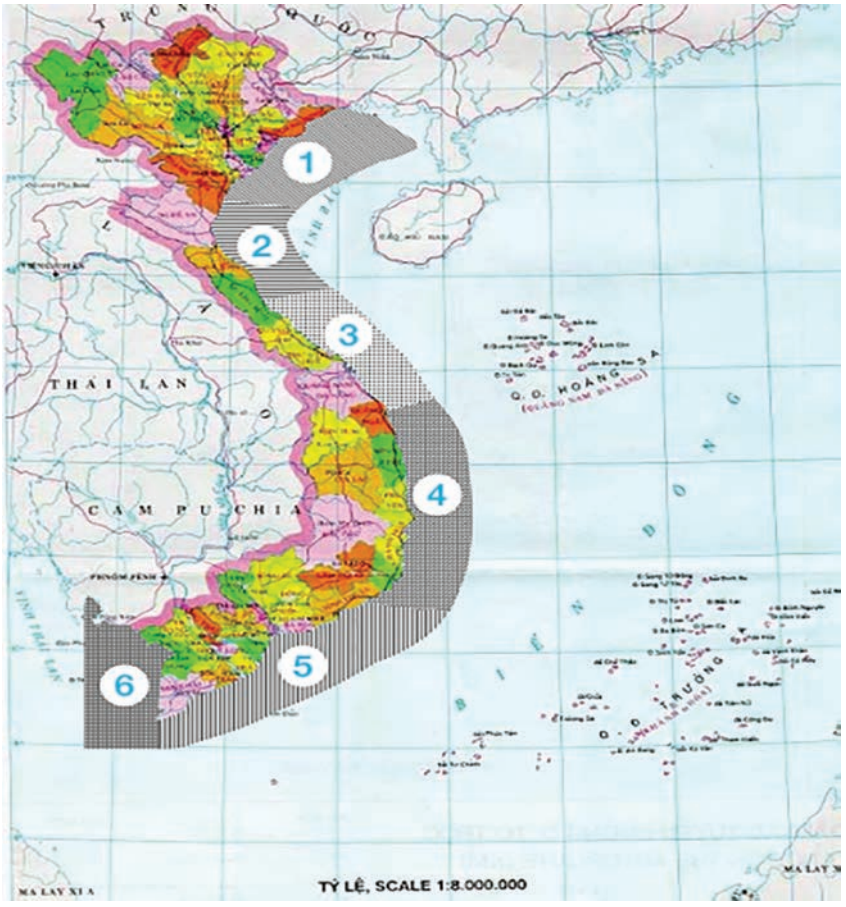
- Vùng 6: Ven bờ phía Tây từ Cà Mau đến Kiên Giang - khu vực biển phía Tây Nam là vùng có dòng năng lượng sóng yếu nhất trong toàn dải ven biển Việt Nam có những trạm quanh năm độ cao sóng nhỏ hơn 0,5 m và chu kỳ sóng nhỏ hơn 5 s. Do đó, không tính năng lượng sóng. Dòng năng lượng sóng lớn nhất phía Tây đảo Phú Quốc với khoảng 15 kW/m và xảy ra vào thời gian tháng 8, thời gian hoạt động mạnh của gió mùa Tây Nam. Dòng năng lượng sóng trung bình của vùng này là khoảng 5-6 kW/m.

5. Kết quả và thảo luận

Kết quả nghiên cứu ứng dụng công nghệ khai thác sử dụng năng lượng sóng biển hiện nay

trên thế giới là rất khả quan, đạt được nhiều thành tựu, nhất là các công nghệ sản xuất điện năng từ sóng biển. Tạo điều kiện cho cho các nước có tiềm năng về năng lượng sóng biển, trong đó có Việt Nam có thể khai thác và sử dụng, góp phần đa dạng hóa nguồn năng lượng và bảo đảm an ninh năng lượng quốc gia.

Theo kết quả tính toán năng lượng sóng trung bình năm cho thấy khu vực có tiềm năng năng lượng sóng 10 kW/m trải rộng toàn bộ vùng giữa Biển Đông và áp sát vào khu vực ven bờ biển Nam Trung Bộ. Xét trung bình gió mùa Đông Bắc và trung bình năm cho thấy đây là khu vực khai thác năng lượng sóng thuận lợi nhất trong tất cả các vùng ven bờ Việt Nam. Vào thời kỳ các tháng 11 năm trước đến tháng 1 năm sau trường sóng trên Biển Đông trong gió mùa Đông Bắc rất mạnh tạo ra các vùng có tiềm năng năng lượng sóng cực đại khoảng 40 kW/m. Vào tháng 12, khu vực với năng lượng sóng đạt 30 kW/m bao phủ toàn bộ vùng giữa Biển Đông và ép sát vào vùng bờ biển miền Trung Việt Nam từ Đà Nẵng đến Ninh Thuận. Đây là thời gian khai thác năng lượng sóng thuận lợi nhất trong năm. Năng lượng sóng trung bình trong mùa gió mùa Đông Bắc có độ lớn cực đại đạt 25 kW/m tập trung tại hai khu vực phía ngoài khơi Đông Bắc Biển Đông và phía ngoài khơi Nam Trung Bộ.



Hình 6. Sơ đồ các điểm tính dòng và phân vùng năng lượng sóng biển dải ven biển Việt Nam [3]

Tài liệu tham khảo

1. Báo cáo tổng hợp đề tài cấp Nhà nước, *Nghiên cứu đánh giá tiềm năng các nguồn năng lượng biển chủ yếu và đề xuất các giải pháp khai thác*, Viện Cơ học, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 2010.
2. Nguyễn Mạnh Hùng, Dương Công Điển (2007), "Khai thác năng lượng sóng trên thế giới và sơ bộ đánh giá tiềm năng nguồn năng lượng này ở Việt Nam", *Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học toàn quốc "Năng lượng biển Việt Nam - Tiềm năng, Công nghệ và Chính sách"*, Hạ Long, 22 - 24/10/2007.
3. Đỗ Ngọc Quỳnh (2004), "Đánh giá tiềm năng năng lượng biển Việt Nam"*, Báo cáo tổng kết đề tài cấp Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam,* 2002-2003, Hà Nội.
4. Dư Văn Toán (2014), "Năng lượng tái tạo trên biển và định hướng phát triển tại Việt Nam", *Tập san Tài nguyên và Môi trường biển*, Tổng cục Biển và Hải đảo Việt Nam.
5. Annual Report (2016), *Ocean Energy Systems*.
6. Iraide López (2013), *Review of wave energy technologies and the necessary power-equipment,* Universidad del País Vasco, Spain, 50pp.

OCEAN WAVE ENERGY IN THE WORLD AND PROPOSALS FOR RESEARCH AND DEVELOPMENT IN THE VIETNAMESE SEA

Le Duc Dat, Du Van Toan, Nguyen Cao Van, Do Ta Hoa
Viet Nam Institute of Seas and Islands

Abstract: *This paper presents the current situation of marine wave energy resources in the world and suggestions on wave energy in Vietnam's sea areas. The wave energy potential that can be exploited in the world is 29,500 TWh per year. Wave power stations with a common capacity of 50 kW, 100 kW, 300 kW and 500 kW have been built in some countries such as India, Scotland, Norway, Portugal and England. According to calculations of annual average wave energy based on the principles of generating wave energy, the calculation of wave energy density, the method of partitioning wave energy resources in Viet Nam shows that the area has potential 10 kW/m wave energy extends across the entire East Sea to the South Central Coast and is the most advantageous area for wave energy.*

Keywords: *East Sea, wave energy, calculation, wave resources.*

XÁC ĐỊNH LƯỢNG BỔ CẬP NƯỚC NGẦM TỪ MƯA TRÊN LƯU VỰC SÔNG ĐỒNG NAI

Hoàng Minh Tuyển[(1)], Lê Tuấn Nghĩa[(1)], Lương Hữu Dũng[(1)], Châu Trần Vĩnh[(2)], Trần Đức Thiện[(1)], Lê Hữu Hoàng[(1)], Võ Đình Sức[(1)]

[(1)]Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

[(2)]Cục Quản lý tài nguyên nước

Ngày nhận bài 11/6/2017; ngày chuyển phản biện 12/6/2017; ngày chấp nhận đăng 24/6/2017

Tóm tắt: *Việc phân tích, đánh giá lượng bổ cập nước ngầm có một vai trò cần thiết phục vụ quản lý bền vững tài nguyên nước dưới đất. Nghiên cứu này trình bày các kết quả đánh giá lượng bổ cập nước ngầm trên lưu vực sông Đồng Nai bằng mô hình SWAT. Kết quả đánh giá cho thấy lượng bổ cập trung bình năm trên các phụ lưu chính lưu vực sông Đồng Nai biến động từ 100-500 mm/năm. Các sông nhánh La Ngà, sông Bé có thể lên đến trên 500-600 mm/năm. Tỷ lệ lượng bổ cập nước ngầm so với mưa không đồng nhất do ảnh hưởng của điều kiện mặt đệm, biến đổi từ 2-30%. Nghiên cứu cho thấy khả năng ứng dụng mô hình toán đánh giá lượng bổ cập nước ngầm hiện trạng cũng như xu thế biến động của lượng bổ cập. Bản đồ phân vùng lượng bổ cập có thể được sử dụng làm tài liệu hỗ trợ phân vùng và lập quy hoạch khai thác tài nguyên nước ngầm hợp lý.*

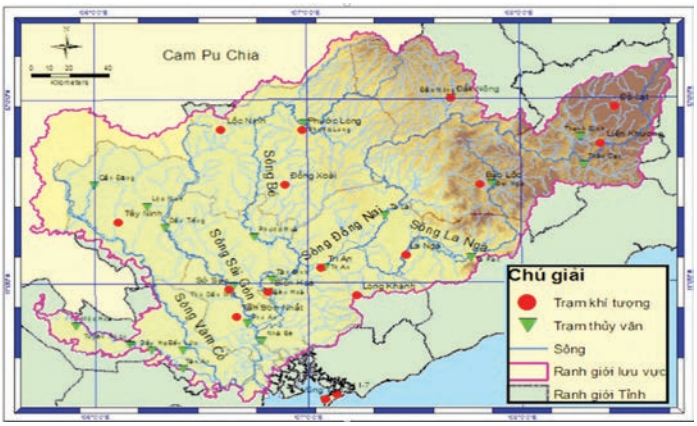
Từ khóa: *Bổ cập nước ngầm, mô hình toán, nước ngầm.*

1. Mở đầu

Nước ngầm là một trong những nguồn tài nguyên quan trọng của lưu vực sông Đồng Nai cũng như khu vực Thành phố Hồ Chí Minh. Việc khai thác nước ngầm chưa được quy hoạch dựa trên các cơ sở khoa học tin cậy đã gây ra sự suy giảm mực nước trong các tầng chứa nước ở Thành phố Hồ Chí Minh. Cụ thể so với 10 năm trước, mực nước ngầm trong tầng chứa nước Pleistocene trên (qp_3), giảm từ 0,07 m đến 3,73 m; trong tầng chứa nước Pleistocen giữa trên (qp2-3) giảm từ 0,81 m đến 20,69 m; trong tầng chứa nước Pleistocene dưới (qp1) giảm từ 0,95 m đến 16,25 m; trong tầng chứa nước Pliocene giữa (n_2^2) giảm từ 2,42 m đến 12,99 m; trong tầng chứa nước Pliocene dưới giảm 3,4 m đến 3,7 m. Do vậy việc phân tích đánh giá lượng bổ cập nước ngầm đóng một vai trò quan trọng đối với tài nguyên nước ngầm, đặc biệt đối những vùng mà lượng bổ cập đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành trữ lượng nước ngầm như ở Tây Nguyên và Đông Nam Bộ. Đánh giá lượng bổ cập nước ngầm rất cần thiết cho công tác đánh giá và quản lý khai thác nguồn nước ngầm hiệu quả không làm suy thoái, cạn kiệt và biến đổi môi trường nước dưới đất. Hiện nay có nhiều phương pháp để đánh giá lượng bổ cập khác nhau. Bên cạnh các phương pháp truyền thống thì phương pháp ứng dụng mô hình toán kết hợp với GIS được sử dụng ngày càng phổ biến để tính toán lượng bổ cập nước ngầm. Ưu điểm của phương pháp mô hình toán là cho phép nhà nghiên cứu phân tích các thay đổi bổ cập nước ngầm theo các kịch bản khác nhau, từ đó định hướng được các giải pháp khai thác bền vững nguồn nước ngầm.

2. Phạm vi nghiên cứu

Phạm vi nghiên cứu chính là lưu vực sông Sài Gòn - Đồng Nai nằm ở miền Nam Việt Nam với tổng diện tích lưu vực vào khoảng 13.822 km^2. Chiều dài sông chính tính đến cửa Soài Rạp dài 628 km. Các nhánh phụ lưu lớn của sông bao gồm: Sông Bé, sông La Ngà, sông Sài Gòn và sông Vàm Cỏ. Sông Bé là phụ lưu lớn nhất bên bờ phải dòng chính với tổng chiều dài 350 km và diện tích lưu vực 7.650 km^2. Sông La Ngà là phụ lưu lớn nhất bên



Hình 1. Bản đồ lưu vực sông Đồng Nai

bờ trái dòng chính với tổng chiều dài 290 km và diện tích 4.100 km^2. Sông Sài Gòn được hợp thành từ 2 nhánh Sài Gòn và Sanh Đôi bắt nguồn từ vùng đồi núi Lộc Ninh có chiều dài 280 km và diện tích lưu vực là 4.935 km^2. Sông Vàm Cỏ gồm 2 nhánh Vàm Cỏ Đông và Vàm Cỏ Tây với chiều dài lần lượt là 283 km và 235 km. Tổng diện tích sông Vàm Cỏ vào khoảng 13.139 km^2.

3. Số liệu và phương pháp thực hiện

3.1. Phương pháp tính toán lượng bổ cập nước ngầm

Có nhiều phương pháp để xác định lượng bổ cập nước ngầm tùy theo điều kiện địa chất thủy văn của vùng đánh giá, tình hình thông tin số liệu, phạm vi và mức mức độ đánh giá, bao gồm nhóm các phương pháp chủ yếu sau đây: (1) Nhóm phương pháp thủy động lực; (1) Nhóm phương pháp cân bằng; (3) Nhóm phương pháp thủy văn; (4) Nhóm phương pháp thực nghiệm; (4) Nhóm phương pháp tương tự địa chất thủy văn [1].

Nền tảng của phương pháp mô hình toán (thuộc nhóm (1)) là các phương trình, công thức mô phỏng quá trình thủy văn cân bằng nước cho từng thành phần khác nhau trên lưu vực. Mô hình SWAT cho phép mô phỏng quá trình hình thành dòng chảy mặt cũng như quá trình bổ cập nước ngầm từ mưa. Quá trình hình thành dòng chảy mặt được chia thành 4 thành phần chính: dòng chảy mặt (Surface flow - Qsf), dòng chảy sát mặt từ tầng đất không bão hòa (lateral flow - Qlt), dòng tiêu thoát nước qua hệ thống tiêu thoát nước (tile drainage flow - Qtl) và dòng chảy ngầm từ tầng nước ngầm (baseflow - Qbs). Các quá trình mô phỏng dòng chảy sát mặt, dòng chảy mặt và dòng chảy tiêu thoát nước được mô tả chi tiết trong tài liệu hướng dẫn SWAT model (Neitsch, 2009) [2]. Đối với mô hình nước ngầm, SWAT chia tầng nước ngầm 2 tầng chính: Tầng nước ngầm nông và tầng nước ngầm sâu. Tầng nước ngầm tầng nông nhận trực tiếp lượng bổ cập từ tầng đất không bão hòa sát mặt. Lượng bổ cập này một phần sẽ tiếp tục được thấm xuống tầng nước ngầm sâu và một phần quay trở lại bốc hơi theo do quá trình mao dẫn, hô hấp của cây trồng. Công thức tính lượng bổ cập tầng nông như sau:

$$W_{rchrg,i}=(1-\exp[-1/\delta_{gw}].w_{seep}+\exp[-1/\delta_{gw}].\ w_{rchrg,i-1}$$

Trong đó: δ_{gw} là thời gian trễ (ngày); $W_{rchrg,i-1}$ là lượng nước bổ cập tầng nước ngầm nông ngày trước đó (mm); W_{seep} là tổng lượng nước ở đáy tầng nước đất sát mặt (mm). W_{seep} được xác định theo công thức sau:

$$W_{seep} = W_{perc,ly=n} + W_{crk,btm}$$

Trong đó: $W_{perc,ly=n}$ là lượng nước thấm qua tầng đất thấp nhất (n) của tầng đất sát mặt (mm); ly là tầng đất thứ y (SWAT cho phép phân chia lớp đất bề mặt thành nhiều tầng khác nhau tùy theo đặc tính cấu trúc đất); $W_{crk,btm}$ là tổng lượng dòng chảy bên thấm từ kẽ nứt của tầng đất sát mặt (mm). Thành phần $W_{crk,btm}$ thường không phổ biến và được lựa chọn bằng 0 đối với hầu hết các lưu vực trên thế giới. Công thức tính W_{perc} như sau:

$$W_{perc,ly} = SW_{ly,excess} \cdot \left(1 - \exp\left[\frac{-\Delta t}{TT_{perc}}\right]\right)$$

Trong đó: $W_{perc,ly}$ là lượng nước thẩm thấu xuống từ tầng dưới trong một ngày (mm), $SW_{ly,excess}$ là lượng mưa có khả năng thấm xuống trong một ngày (mm) bằng hiệu số giữa thông số độ ẩm tầng đất với độ ẩm đồng ruộng (bằng 0 nếu độ ẩm tầng đất nhỏ hơn độ ẩm đồng ruộng); Δt là độ dài bước thời gian tính toán (giờ), TT_{perc} là thời gian thấm (giờ). Thời gian thấm xem như là đồng nhất trong toàn lớp đất và được tính toán theo công thức:

$$TT_{perc} = \frac{SAT_{ly} - FC_{ly}}{K_{sat}}$$

Trong đó: SAT_{ly} là lượng nước trữ trong đất ở trạng thái bão hòa (mm), FC_{ly} là khả năng trữ lớn nhất của đất (mm), K_{sat} hệ số dẫn thủy lực ở trạng thái bão hòa (mm/giờ). Các hệ số này phụ thuộc vào đặc tính của từng loại đất.

3.2. Chuẩn bị số liệu và thiết lập mô hình

3.2.1. Thông tin thiết lập mô hình chung

Các số liệu đầu vào sử dụng để thiết lập mô hình bao gồm: Mô hình số hóa độ cao DEM 30 m dữ liệu thảm phủ và đất được thu thập từ đề tài *"Nghiên cứu vai trò của điều kiện khí tượng thủy văn, mặt đệm và sử dụng nước trên lưu vực sông Sài Gòn - Đồng Nai trong sự hình thành tài nguyên nước ngầm vùng hạ lưu và đề xuất định hướng giải pháp khai thác sử dụng hợp lý tài nguyên nước dưới đất"*. Số liệu khí tượng thủy văn bao gồm chuỗi số liệu mưa của 15 trạm khí tượng (Bảng 1) và chuỗi số liệu dòng chảy thực đo tại 7 trạm thủy văn (Bảng 2) trên dòng chính và các phụ lưu. Toàn bộ lưu vực được chia thành 42 tiểu lưu vực với 256 đơn vị thủy văn (Hydrological Response Units- HRUs).

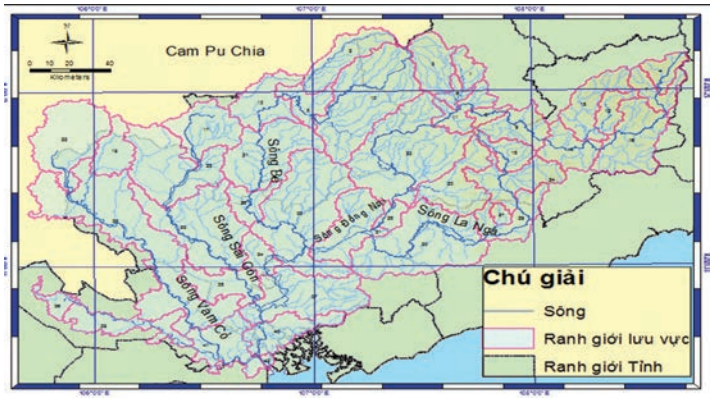
Bảng 1. Danh sách các trạm khí tượng sử dụng trong mô hình

TT	Trạm	Xã /phường/thị trấn	Quận/huyện	Tỉnh/Thành phố	Kinh độ	Vĩ độ
1	Bảo Lộc	Phường 2	Bảo Lộc	Lâm Đồng	107,82	11,53
2	Đắk Nông	Quảng Thành	Đák Nông	Đắk Nông	107,68	12,00
3	Đà Lạt	Đồi Cù	Đà Lạt	Lâm Đồng	108,45	11,95
4	Đồng Phú	Đồng Xoài	Đồng Phú	Bình Phước	106,90	11,53
5	Liên Khương	Liên Khương	Đức Trọng	Lâm Đồng	108,38	11,75
6	Phước Long	Sơn Giang	Phước Long	Bình Phước	106,98	11,83
7	Tân Sơn Nhất	Phường 1	Tân Bình	Hồ Chí Minh	106,67	10,82
8	Tây Ninh	Phường 2	Tây Ninh	Tây Ninh	106,12	11,33
9	Cần Đăng	Thạch Tây	Tân Biên	Tây Ninh	106,00	11,53
10	Đại Nga	Lộc An	Bảo Lộc	Lâm Đồng	107,90	11,53
11	Di Linh	Di Linh	Di Linh	Lâm Đồng	108,07	11,57
12	Mộc Hóa	Mộc Hóa	Mộc Hóa	Long An	105,90	10,77
13	Tà Lài	Phú Lạp	Tân Phú	Đồng Nai	107,37	11,38
14	Tân Uyên	Uyên Hưng	Tân Uyên	Bình Dương	106,80	11,05
15	Tà Pao	Đồng Kho	Tánh Linh	Bình Thuận	107,70	11,10

3.2.2. Địa hình, thảm phủ và đất

Địa hình lưu vực sông Đồng Nai biến đổi trong khoảng từ 0 đến 2.285 m. Độ cao trung bình của 42 lưu vực dao động từ 2-1.529 m. Các lưu vực đồi núi có mức chênh lệch độ cao trong cùng 1 lưu vực có thể lên trên 1.000 m đối với vùng thượng và trung du. Độ dốc bình lưu vực dao động từ 15-25% ở vùng thượng nguồn sông Đồng Nai, sông Bé và sông La Ngà. Các sông Sài Gòn, Vàm Cỏ độ dốc tương đối thấp, phổ biến dưới 5%. Diện tích đất có rừng toàn lưu vực vào khoảng 30%, diện tích đất trồng xen lẫn khu dân cư là 42%, đất trống cây bụi là 22%, ao hồ chiếm 3% và khu dân cư tập trung chiếm 3%. Thổ nhưỡng trên lưu vực khá đa dạng, thay đổi tùy theo địa hình và nham thạch gốc. Nhóm đất đỏ vàng có diện tích lớn nhất gần

1,5 triệu ha, chiếm trên 40% diện tích tự nhiên, kế đến là nhóm đất xám khoảng 1,2 triệu ha, chiếm gần 32% diện tích tự nhiên, còn lại đất khác chiếm khoảng 23%.



Hình 2. Phân chia lưu vực sông Đồng Nai

3.3.3. Số liệu dòng chảy thủy văn

Nghiên cứu sử dụng số liệu lưu lượng trung bình ngày của 8 trạm thủy văn trên lưu vực sông Đồng Nai (Bảng 1, Hình 1). Trong đó trên nhánh chính sông Đồng Nai có 3 trạm Thanh Bình, Đắk Nông và Tà Lài; trên sông La Ngà có 2 trạm Đại Nga và Tà Pao; trên sông Bé có 2 trạm Phước Long và Phước Hòa; trên sông Sài Gòn có trạm Cần Đăng. Diện tích lưu vực khống chế bởi các trạm thay đổi từ 292-1.0170 km^2. Phân phối dòng chảy trong năm cho thấy mùa lũ bắt đầu từ tháng 6 và kết thúc vào tháng 11. Phân tích module dòng chảy cho thấy lưu vực Vàm Cỏ Đông, hạ lưu Đồng Nai - Sài Gòn là nơi cho module dòng chảy nhỏ nhất trên lưu vực, khoảng 15-20 l/s.km^2. Khu vực hạ Đa Nhim cũng có module từ 44,4 l/s.km^2. Trung lưu sông Đồng Nai, thượng lưu sông La Ngà và thượng lưu sông Bé là các khu vực cho module dòng chảy cao, từ 38-50 l/s.km^2. Hạ lưu vực La Ngà, thượng Đa Nhim - Đa Dung có module dòng chảy 28-35 l/s.km^2. Hạ lưu sông Bé, các sông suối nhỏ ven hạ lưu dòng chính Đồng Nai, thượng lưu sông Sài Gòn, có module dòng chảy thuộc loại trung bình, từ 22-28 l/s.km^2.

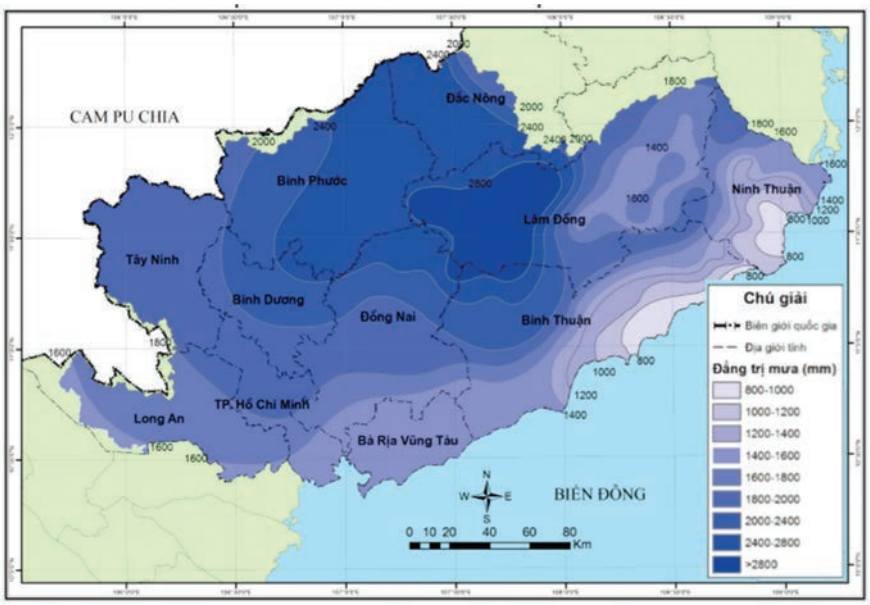
Bảng 2: Lưu lượng và dòng chảy bình quân tại các trạm sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định

Trạm	Sông	F (km^2)	Kinh độ	Vĩ độ	Qbq (m^3/s)	M (l/s.km^2)
Cần Đăng	Suối Mây	617	106°00'00"	11°32'00"	12,2	19,7
Phước Long	Bé	2215	106°59'24"	11°52'48"	103,1	46,5
Phước Hòa	Bé	5765	106°45'17"	11°15'38"	223,0	38,7
Đại Nga	La Ngà	361	107°52'24"	11°32'00"	18,6	49,8
Tà Pao	La Ngà	2000	107°45'50"	11°08'10"	77,6	38,8
Thanh Bình	Cẩm Ly	286	108°17'00"	11°47'30"	8,94	30,4
Đăk Nông	Đăk Nung	292	107°41'16"	12°00'03"	14,9	50,1
Tà Lài	Đồng Nai	8850	107°00'00"	11°32'00"	347,2	39,2

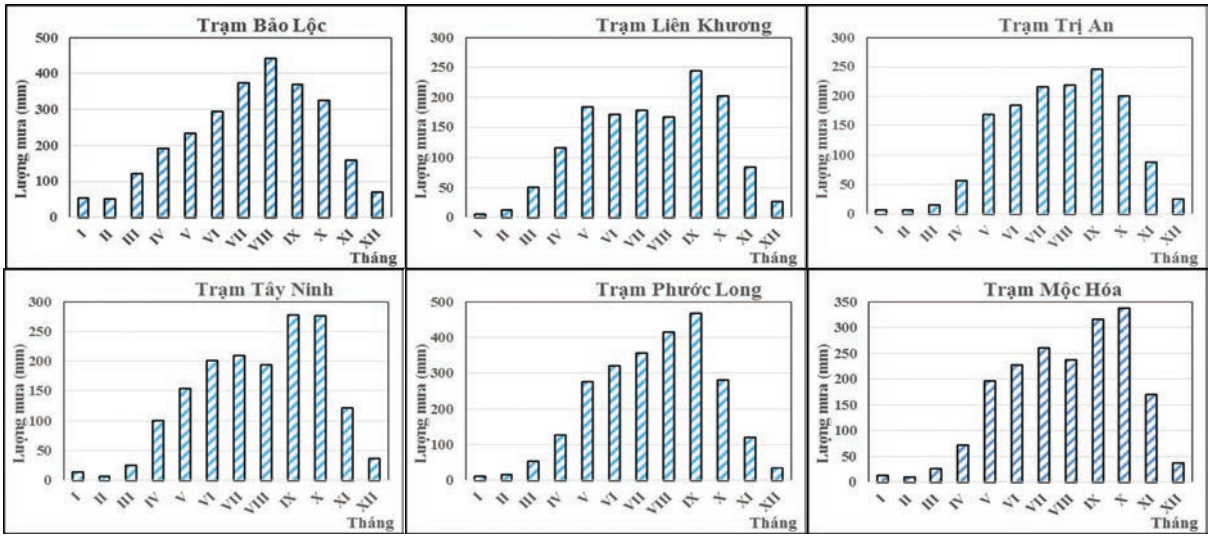
3.3.4. Số liệu khí tượng

Lượng mưa năm trung bình thời kỳ 1985-2015 phân bố không đều trên lưu vực, dao động từ 1.400-2.700 mm. Ở những nơi có lượng mưa trên 2.000 mm chủ yếu tập trung ở vùng núi hữu ngạn trung lưu dòng chính sông Đồng Nai, biên giới Việt Nam - Campuchia, thượng nguồn sông Bé và một số sông nhánh, như Đắk Nông, Đắk Rlốp, bắt nguồn từ cao nguyên Xna Ro. Cao nhất là 2.700 mm ở vùng núi hữu ngạn trung lưu sông La Ngà ở cao nguyên Bảo

Lộc. Phân bố lượng mưa trong mùa lũ thường chiếm từ 76-86% lượng mưa năm, 3 tháng có mưa lớn nhất thường rơi vào từ tháng 7-9. Lượng mưa mùa khô chỉ chiếm từ 13,9-24% lượng mưa năm, 3 tháng mưa nhỏ nhất rơi vào các tháng 1-3.



Hình 3. Phân bố mưa năm lưu vực sông Đồng Nai



Hình 4. Phân phối mưa tại một số trạm mưa trên lưu vực

4. Kết quả

4.1. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Mô hình sử dụng số liệu thực đo của 8 trạm thủy văn để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Lựa chọn thời kỳ hiệu chỉnh kiểm định chưa ảnh hưởng điều tiết của hồ chứa. Hệ số Nash được sử dụng để đánh giá kết quả mô phỏng được đưa ra trong Bảng 3. Hệ số Nash được sử dụng để đánh giá kết quả mô phỏng. Các kết quả mô phỏng cho thấy hầu hết các trạm đều có hệ số Nash đạt trên 0,7. Các trạm lớn khu vực hạ lưu

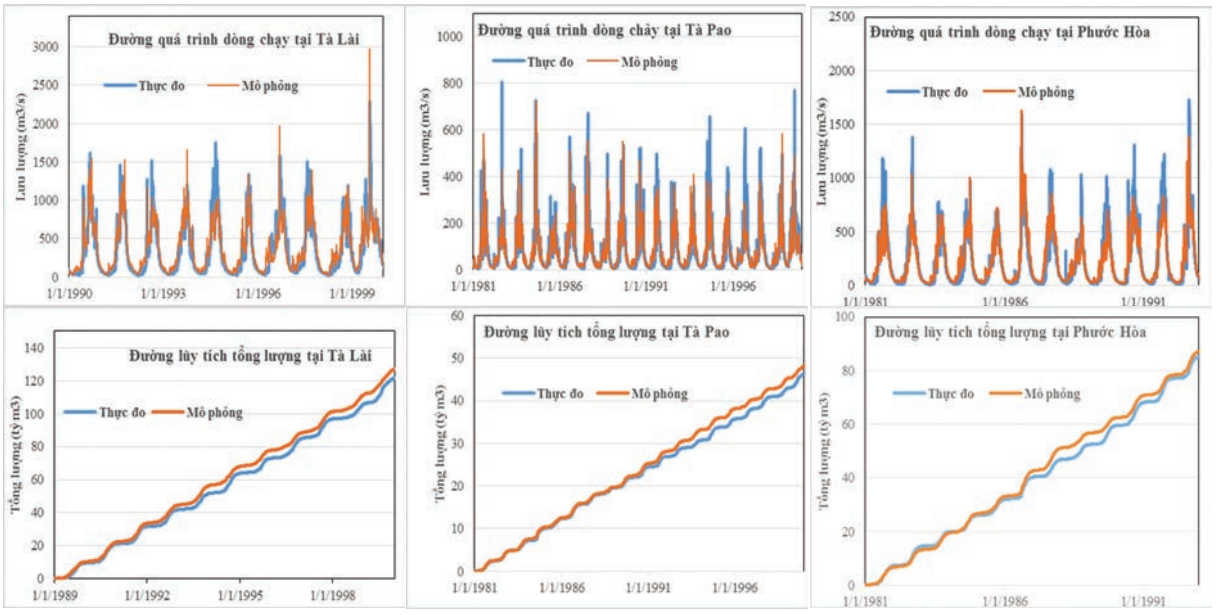
như trạm Phước Hòa trên sông Bé, trạm Tà Pao trên sông La Ngà, trạm Tà Lài trên sông Đồng Nai có hệ số Nash trong khoảng 0,78-0,88. Sai số tổng lượng tại các trạm thủy văn lớn vào khoảng 3-4%, có thể lên đến trên 10% ở các trạm thủy văn nhỏ vùng thượng lưu.

Bảng 3. Kết quả hiệu chỉnh kiểm định tại các trạm thủy văn trên lưu vực

Trạm	Sông	Thời gian hiệu chỉnh			Thời gian kiểm định		
		Bắt đầu	Kết thúc	Nash	Bắt đầu	Kết thúc	Nash
Đắk Nông	Đắk Nông	1/1/1981	12/31/1990	0,70	1/1/1991	12/31/1999	0,69
Thanh Bình	Cẩm Ly	1/1/1981	12/31/1990	0,65	1/1/1991	12/31/1996	0,67
Tà Lài	Đồng Nai	1/1/1989	12/31/1994	0,88	1/1/1995	12/31/2000	0,81
Đại Nga	La Ngà	1/1/1981	12/31/1990	0,82	1/1/1991	12/31/1999	0,75
Tà Pao	La Ngà	1/1/1981	12/31/1990	0,84	1/1/1991	12/31/1999	0,78
Phước Long	Sơn Giang	1/1/1981	12/31/1986	0,85	1/1/1987	12/31/1993	0,74
Phước Hòa	Phước Hòa	1/1/1981	12/31/1986	0,88	1/1/1987	12/31/1993	0,84
Cần Đăng	Bến Đá	1/1/1981	12/31/1985	0,78	12/31/1986	12/31/1990	0,72

Bảng 4. Các thông số chính của mô hình và giá trị cập nhật sau hiệu chỉnh cho 42 tiểu lưu vực

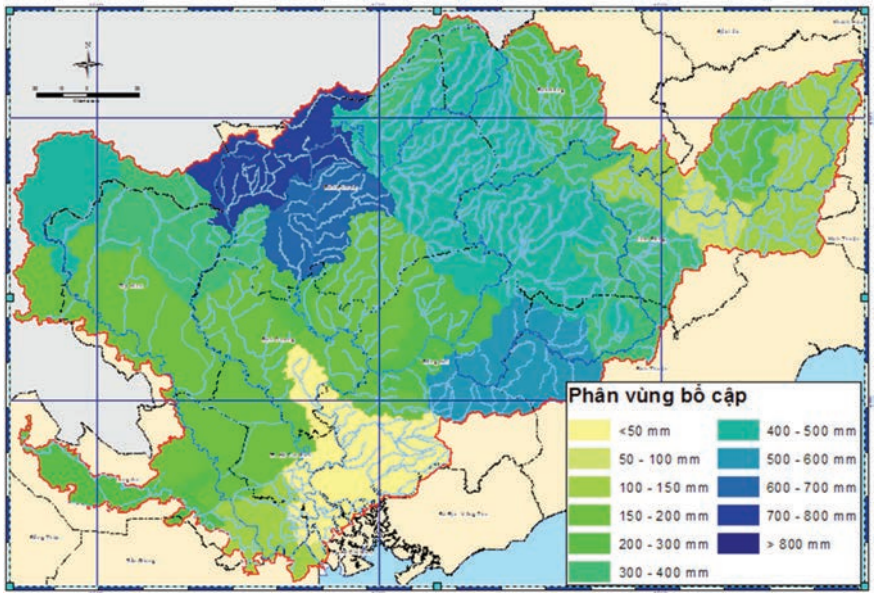
Thông số	Giá trị	EPCO	1	Thông số	Giá trị
CN_2	27,48 - 57	SURLAG	2-4	Alpha_BF	0,048 - 0,57
SOL_AWC	0,07 - 0,45	GWQMN	1000 - 3000	GROWN_delay	31 - 70
ESCO	0,65 - 0,95	RCHRG_DP	0,37 - 0,65	GW_REVAP	0,01 - 0,15



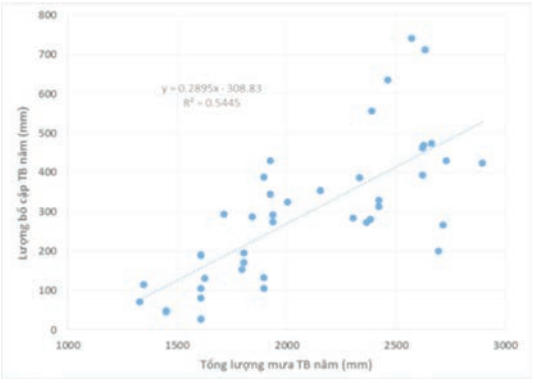
Hình 5. So sánh đường quá trình tổng lượng dòng chảy mô phỏng và thực đo tại một số trạm thủy văn chính trên hệ thống sông Đồng Nai

4.2. Phân tích lượng bổ cập nước ngầm hàng năm

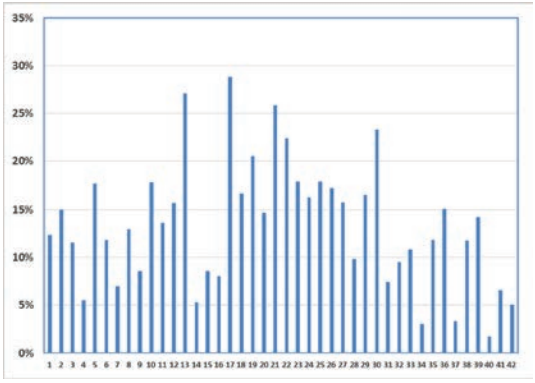
Từ kết quả mô phỏng dòng chảy thời kỳ 2015-2005, xác định lượng bổ cập nước ngầm trên lưu vực. Phân tích kết quả cho thấy lượng bổ cập nước ngầm bình quân toàn lưu vực vào khoảng 317 mm/năm. Lượng bổ cập trung bình lưu vực trên các nhánh sông dao động từ 255-459 mm/năm (Bảng 5). Một số khu vực thượng lưu sông Bé có lượng bổ cập có lượng bổ cập trên 500 mm/năm (Hình 6). Tỉ lệ bổ cập nước ngầm trong mùa lũ chiếm từ 70-85%. Nhánh sông Vàm Cỏ có lượng bổ cập thấp nhất (255 mm/năm) trong khi nhánh sông La Ngà có lượng bổ cập trung bình cao nhất (459 mm/năm). Trong các năm nước lớn, tổng lượng bổ cập trên các nhánh sông chính, sông Bé và sông La Ngà có thể lên đến 500-600 mm/năm. Vùng thượng lưu sông Bé lên đến trên 1.000 mm/năm. Khu vực Thành phố Hồ Chí Minh có lượng bổ cập thấp với lượng bổ cập trung bình nhiều năm vào khoảng 133 mm/năm. Biến động lượng bổ cập giữa các nhánh sông có thể rất khác nhau do sự không đồng bộ về chế độ mưa dòng chảy giữa các nhánh sông cũng như phân bố lượng mưa năm cũng như đặc tính bề mặt lưu vực. Tương quan giữa tổng lượng mưa năm và lượng bổ cập hàng năm khá thấp với hệ số tương quan vào khoảng 0,5 (Hình 7). So sánh tỉ lệ lượng bổ cập nước ngầm với với lượng mưa năm từng tiểu lưu vực cho thấy tỷ lệ lượng bổ cập hàng năm biến đổi mạnh theo không gian từ 2% ở khu vực hạ lưu đến 30% tổng lượng mưa năm ở vùng thượng lưu. Lưu vực sông Bé và hạ lưu sông La Ngà là khu vực có tỷ lệ nước ngầm bổ cập từ mưa lớn với nhiều khu vực trên 20%. Khu vực thượng sông La Ngà, sông Đồng Nai tỷ lệ lượng bổ cập so với mưa khoảng 10-15%. Vùng hạ lưu ven biển có tỷ lệ bổ cập nước ngầm đặc biệt thấp với nhiều nơi dưới 10%. Việc tỷ lệ bổ cập nước ngầm có thể liên quan trực tiếp đến điều kiện mặt đệm bao gồm đặc tính đất cũng như điều kiện thảm phủ bề mặt lưu vực. Như vậy, các kết quả chỉ ra rằng các khu vực thượng lưu vực sông Bé, và các phụ lưu thuộc phía hữa sông Đồng Nai là những khu vực còn nguồn bổ cập nước ngầm lớn. Đây có thể dùng như một căn cứ để định hướng khoanh vùng bảo vệ và đề xuất khai thác sử dụng nước ngầm hợp lý cho lưu vực sông Đồng Nai.



Hình 6. Bổ cập nước ngầm TBNN lưu vực Sài Gòn Đồng Nai



Hình 7. Tương quan lượng bổ cập nước ngầm với lượng mưa năm



Hình 8. Tỷ lệ lượng bổ cập nước ngầm so với lượng mưa năm của 42 tiểu lưu vực - Lưu vực Sài Gòn Đồng Nai

Bảng 5: Phân bố lượng bổ cập nước ngầm

Vị trí/lưu vực	Lượng bổ cập nước ngầm hàng tháng (mm)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	năm	mùa lũ	mùa cạn
Tà Lài	17	11	9	7	7	11	20	36	47	54	39	26	283	207	76
Trị An	19	11	9	7	7	11	25	45	56	62	45	30	326	244	82
La Ngà	25	14	10	8	7	14	38	69	83	87	61	41	459	353	106
Sông Bé	16	8	6	4	6	14	36	66	82	93	57	31	418	348	71
Sông Sài Gòn	14	7	4	2	4	16	34	48	58	74	52	28	340	281	60
Sông Vàm Cỏ	14	7	5	3	3	8	20	31	40	56	43	26	255	197	59
Hồ Chí Minh	9	6	4	3	2	4	9	12	18	28	23	16	133	94	40
Sông Đồng Nai	15	9	6	5	5	11	26	44	56	66	46	27	317	249	68

5. Kết luận

Nghiên cứu này hướng tới việc sử dụng phương pháp mô hình toán để mô phỏng và đánh giá lượng bổ cập nước ngầm cho toàn bộ lưu vực sông Đồng Nai cũng như khu vực hạ lưu Thành Phố Hồ Chí Minh. Các kết quả chỉ ra lượng bộ cập nước ngầm lưu vực phân bố không đồng đều theo không gian. Khu vực thượng lưu sông Bé dọc biên giới Việt Nam - Campuchia thuộc tỉnh Bình Dương có lượng bổ cập một số khu vực trên 1.000 mm/năm trong khi vùng hạ lưu ven biển và khu vực Thành phố Hồ Chí Minh có lượng bổ cập trung bình 133 mm/năm. Tỷ lệ lượng bổ cập cũng có sự biến động mạnh từ 2% đến 30%. Các kết quả tính toán chỉ ra bên cạnh yếu tố lượng mưa thì lượng bổ cập còn bị ảnh hưởng lớn bởi điều kiện mặt đệm. Tuy nhiên các giả thiết về ảnh hưởng của điều kiện mặt đệm đòi hỏi một nghiên cứu sâu hơn. Nghiên cứu cho thấy khả năng ứng dụng mô hình toán đánh giá lượng bổ cập nước ngầm. Sự linh động của mô hình toán có thể cho phép xây dựng các kịch bản khác nhau để đánh giá xu thế thay đổi của lượng bổ cập nước ngầm đặc biệt cho các vùng thiếu tài liệu thực nghiệm điều tra nước ngầm. Các kết quả cũng có thể sử dụng như tài liệu định hướng cho các đề xuất khoanh vùng và bảo vệ nguồn bổ cập nước ngầm hiệu quả trên cơ sở bản đồ phân vùng bổ cập.

Lời cảm ơn: *Các kết quả phân tích trong bài báo này là một phần của đề tài "Nghiên cứu vai trò của điều kiện khí tượng thủy văn, mặt đệm và sử dụng nước trên lưu vực sông Sài Gòn - Đồng Nai trong sự hình thành tài nguyên nước dưới đất vùng hạ lưu và đề xuất định hướng giải pháp khai thác sử dụng hợp lý tài nguyên nước dưới đất" do Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu thực hiện.*

Tài liệu tham khảo

1. Hoàng Minh Tuyển (2017), *Nghiên cứu vai trò của điều kiện khí tượng thủy văn mặt đệm và sử dụng nước trên lưu vực sông Sài Gòn - Đồng Nai trong sự hình thành tài nguyên nước dưới đất vùng hạ lưu và đề xuất định hướng và giải pháp khai thác hợp lý*, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu.
2. Neitsch, S. L., Arnold, J. G., Kiniry, J. R., Williams, J. R., and King, K. W.: *Soil water assessment tool theoretical document, version 2009, Grassland, Soil and Water Research*. Laboratory, http://www.brc.tamus.edu/swat/doc.html, last access: May 2016, Agricultural Research Service, 808 East Blackland Road, Temple, Texas, 76502, 2009.

ESTIMATE GROUND WATER RECHARGE FROM RAINFALL IN DONG NAI RIVER BASIN

Hoang Minh Tuyen[(1)], Le Tuan Nghia[(1)], Luong Huu Dung[(1)], Chau Tran Vinh[(2)], Tran Duc Thien[(1)], Le Huu Hoang[(1)], Vo Dinh Suc[(1)]

[(1)]Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change

[(2)]Department of Water resources management

Abstract: *Ground water recharge estimation is very important for sustainable ground water management. This research shows the results of ground water recharge estimation for Dong Nai River using SWAT model. The results shows ground water recharge in main tributaries of Dong Nai basin varies from 100-500 mm/year. It can be over 700 mm/year at upstream sub basins. Ground water recharge rate compare with total annual rainfall is not uniform due to terrain characteristics, varies from 2-30%. The research indicates the potential of mathematic model application to estimate current stage as well as the changing trend of ground water recharge. Classification map of ground water recharge can be used as basis for identifying and developing ground water exploitation plan.*

Keywords: *Groundwater recharge, mathematic model, ground water.*

No. 2 - June 2017

In this issue

1 **Nguyen Dang Mau, Nguyen Van Thang, Nguyen Trong Hieu:** What causes heat wave from 1st June to 6th June 2017 in the North Viet Nam

7 **Ta Dinh Thi, Phan Thi Kim Oanh, Ta Van Trung, Bui Duc Hieu:** Ensuring environmental security in Viet Nam: An urgent issue to be addressed

16 **Nguyen Ky Phung, Le Thi Phung, Huynh Luu Trung Phung, Tran Xuan Hoang, Le Ngoc Tuan**: Trends of some hydrometeorology factors in Dong Nai Province

25 **Vu Van Cuong, Tran Thuc:** Indigenous knowledge in adaptation to climate change

31 **Nguyen Trong Hieu, Nguyen Duc Ngu, Nguyen Van Thang, Mai Van Khiem, Nguyen Dang Mau, Truong Thi Thanh Thuy, Le Duy Diep, Tran Thi Thao, Pham Thi Hai Yen:** Developing the climatic sub-zones from the climate zones of Viet Nam

43 **Vu Van Thang, Vu The Anh, Tran Duy Thuc, Truong Ba Kien, Nguyen Van Hiep:** Verification of WRF summer rainfall forecasts over the south and central highland of Viet Nam in associated with typhoons in the East Sea

52 **Hoang Thi Ngoc Ha and Truong Quang Hoc:** Study on assessment of resources for response to climate change of social - ecological systems in three communes of Tien Hai district, Thai Binh province

61 **Le Thi Phung, Nguyen Ky Phung, Bui Chi Nam, Tran Xuan Hoang, Le Ngoc Tuan:** Saltwater intrusion risk in main rivers of Vinh Long province in the context of climate change and sea level rise

70 **Nguyen Thi Thanh, Hoang Duc Cuong, Nguyen Xuan Hien, Pham Tien Đat:** Relationship between sea surface temperature and maximum potential intensity of tropical cyclones over the East Sea

76 **Tran Phuong, Nguyen Viet Thanh, Do Tien Anh, Huynh Thi Lan Huong, Nguyen Van Thang:** Cost benefit analysis of municipal solid waste disposal: Case study in Kieu Ky and Nam Son landfills in Ha Noi

85 **Du Van Toan, Nguyen Khac Doan, Nghiem Thanh Hai, Nguyen The Thinh**: Offshore wind energy in the world and proposals for research and development in Vietnamese Sea towards the goal of mitigating the impacts of climate change

98 **Dang Dinh Duc, Tran Ngoc Anh, Nguyen Kim Ngoc Anh, Tran Thi Bao Ngoc:** Assessment of current status and capacity of rainfall data exploitation for flood forecasting: An applied pilot study in Chu river basin

105 **Le Duc Dat, Du Van Toan, Nguyen Cao Van, Do Ta Hoa:** Ocean wave energy in the world and proposals for research and development in Vietnamese Sea

112 **Hoang Minh Tuyen, Le Tuan Nghia, Luong Huu Dung, Tran Tran Vinh, Tran Duc Thien, Le Huu Hoang, Vo Dinh Suc:** Estimate ground water recharge from rainfall in Dong Nai river basin

VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU
Số 23 ngõ 62 Nguyễn Chí Thanh, Đống Đa, Hà Nội
Điện thoại: 024.37731410; Fax: 024.38355993
Email: imhen@imh.ac.vn
Website: www.imh.ac.vn