

ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP CHI TIẾT HÓA THỐNG KÊ VÀ “MÁY” TẠO THỜI TIẾT LARS-WG ĐỂ ĐÁNH GIÁ CÁC ĐẠI LƯỢNG MƯA CỰC TRỊ THEO CÁC KỊCH BẢN KHÍ HẬU CHO VÙNG ĐỒNG BẰNG VEN BIỂN HUYỆN GIO LINH TỈNH QUẢNG TRỊ

VŨ THANH TÂM¹, OKKE BATELAAN², TRẦN THÀNH LÊ¹

Email: vttam@monre.gov.vn

¹Trung tâm Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước Quốc gia,
Bộ Tài nguyên và Môi trường

²Trường Đại học Flinder, Úc

Ngày nhận bài: 14 - 12 - 2012

1. Mở đầu

Biến đổi khí hậu (BĐKH) và nước biển dâng (NBD) đã và đang tác động đến nhiều lĩnh vực, trong đó có tài nguyên nước (TNN). Đã và đang có nhiều công trình, đề tài nghiên cứu và các dự án, đề án đánh giá tác động của BĐKH&NBD đến TNN. Một trong những khó khăn khi tiếp cận vấn đề này là phân tích và đánh giá diễn biến lượng mưa theo các kịch bản phát thải khí. Phương pháp phổ biến là ứng dụng phương pháp chi tiết hóa thống kê (Downscaling) để khai thác và hiệu chỉnh kết quả tính toán của các mô hình hoàn lưu toàn cầu (General Circulation Model - GCM) và khu vực (Regional Circulation Model - RCM) cho khu vực nghiên cứu. Năm 2012, Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố “Kịch bản Biến đổi Khí hậu, Nước biển dâng cho Việt Nam” [3] trên cơ sở cập nhật các kịch bản được công bố vào năm 2009. Theo đó, phân tích và đánh giá một số đặc trưng khí hậu cơ bản như biến động lượng mưa, nhiệt độ trung bình năm theo 3 kịch bản biến đổi khí hậu (phát thải cao, trung bình và thấp) đã được làm chi tiết đến từng tỉnh.

Lượng mưa là một trong các yếu tố khí hậu có ảnh hưởng rất lớn đến biến động TNN. Trong các báo cáo kịch bản BĐKH cho một vùng lãnh thổ, người ta thường chú trọng đến phân tích diễn biến tổng lượng mưa theo thời gian theo các kịch bản phát thải khí nhà kính mà ít khi phân tích chi tiết

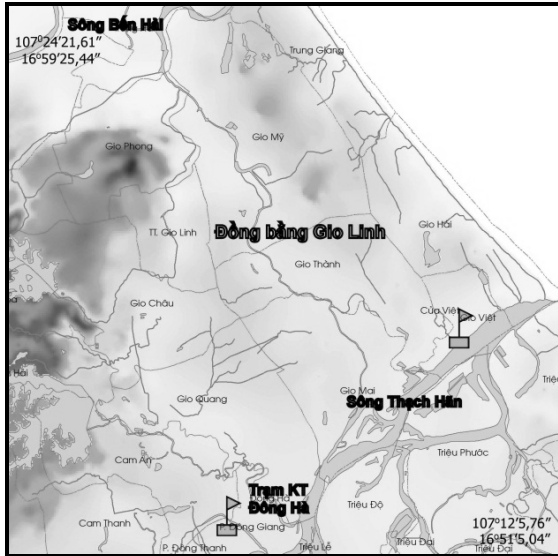
các đặc trưng thống kê khác, ví dụ biến động về thời gian mưa, khô hạn và đặc biệt là lượng mưa cực trị. Tuy nhiên, trong một số trường hợp các đặc trưng thống kê này lại có vai trò lớn hơn đến biến động TNN so với tổng lượng mưa tùy thuộc vào đặc điểm tự nhiên của từng vùng. Ngoài ra, việc phân tích các đặc trưng thống kê này còn mang đến những thông tin hữu ích có thể giúp đánh giá sơ bộ ảnh hưởng của BĐKH đến tài nguyên nước trong vùng nghiên cứu.

Bài báo này nhằm chia sẻ kinh nghiệm áp dụng phương pháp chi tiết hóa thống kê kết hợp với “máy” tạo thời tiết (Weather Generator) LARS-WG để phân tích và đánh giá một số đặc trưng khí hậu cực trị (thời gian mưa/khô hạn, lượng mưa cực trị) cho vùng đồng bằng Gio Linh theo 3 kịch bản BĐKH dựa trên số liệu tính toán từ mô hình hoàn lưu chung toàn cầu GFDL-CM2.1. Để kiểm chứng độ tin cậy, kết quả phân tích sẽ được so sánh đối chiếu với Báo cáo Kịch bản BĐKH, NBD cho Việt Nam năm 2012. Dựa trên kết quả phân tích các đặc trưng thống kê nói trên, bài báo này cũng đưa ra một số nhận định ban đầu về ảnh hưởng của BĐKH đến tài nguyên nước trong vùng nghiên cứu.

2. Vùng nghiên cứu và số liệu sử dụng

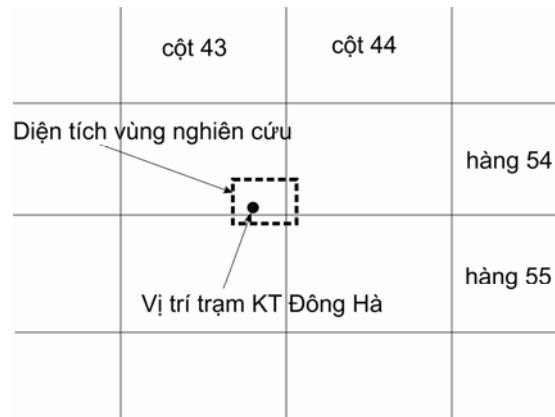
Nghiên cứu này đã thu thập và sử dụng chuỗi số liệu quan trắc (lượng mưa, nhiệt độ trung bình, lớn nhất và nhỏ nhất, và tổng số giờ nắng ngày) từ năm 1976 đến năm 2000 của trạm khí tượng Đông Hà (có kinh độ 107,083° Đông, vĩ độ 16,8333°

Bắc, cao độ 9,46m). Trạm này có vị trí cạnh sông Thạch Hãn và số liệu quan trắc từ trạm này được xem như đại diện cho khí hậu giai đoạn cuối thế kỷ XX của toàn bộ vùng đồng bằng ven biển Gio Linh tỉnh Quảng Trị (hình 1). Chuỗi số liệu này được chúng tôi sử dụng để tính các đặc trưng thống kê của khí hậu vùng nghiên cứu làm cơ sở để tạo ra các chuỗi dữ liệu cho các giai đoạn 2046 - 2065 và 2081 - 2100.



Hình 1. Vùng nghiên cứu đồng bằng Gio Linh thuộc tỉnh Quảng Trị

Ngoài ra, để sử dụng phương pháp chi tiết hóa thống kê kết hợp với tạo chuỗi số liệu bằng “máy” tạo thời tiết LARS-WG trong nghiên cứu này chúng tôi còn sử dụng số liệu lượng mưa, tổng lượng bức xạ, nhiệt độ trung bình, lớn nhất và nhỏ nhất ngày tính toán từ mô hình hoàn lưu chung toàn cầu GFDL-CM2.1 cho cả ba kịch bản phát thải thấp (B2), trung bình (A1B) và cao (A2) của ba giai đoạn: cơ sở 1961 - 2000 và tương lai 2046 - 2065, 2081 - 2100. Những số liệu này được tải về từ trang Web của Chương trình Đối sánh và Chuẩn đoán mô hình khí hậu (Program for Climate Model Diagnosis and Inter-comparison - PCMDI) tại địa chỉ <https://esg.llnl.gov:8443/>. Trong lưới ô vuông kết quả tính toán của mô hình GFDL-CM2.1, trạm khí tượng Đông Hà nằm ở vị trí gần góc dưới - phải của ô vuông có chỉ số cột 43 hàng 54 (hình 2) nên trong nghiên cứu này số liệu trích xuất từ 4 ô vuông có chỉ số cột - hàng 43-54, 44-54, 43-55 và 44-55 được tính trung bình cộng để đảm bảo tính đại diện cho vị trí trạm quan trắc và toàn bộ vùng nghiên cứu.

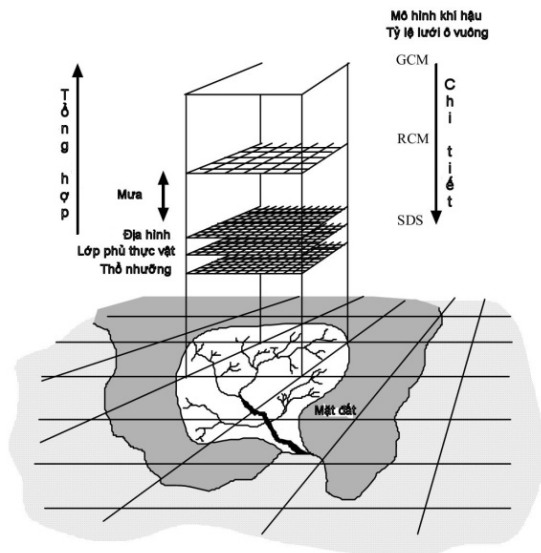


Hình 2. Vị trí trạm khí tượng Đông Hà và vùng nghiên cứu trong lưới ô vuông kết quả tính toán của mô hình GFDL-CM2.1

3. Phương pháp nghiên cứu và trình tự tiến hành

Lưới ô vuông (cell grid) tính toán của các mô hình GCM thường có độ phân giải rất thô, mỗi ô vuông (cell) thường có kích thước mỗi chiều không nhỏ hơn 1° tương đương khoảng 110,9km. Do vậy, cần phải làm chi tiết và chính xác hóa số liệu tính toán cho ô vuông đó sao cho phù hợp với đặc trưng khí hậu của vị trí nghiên cứu (hình 3). Trên thế giới hiện nay có hai hướng tiếp cận chủ đạo về vấn đề này: (i) chi tiết hóa thống kê (statistical downscaling), tức là hiệu chỉnh lại số liệu của các mô hình GCM tính toán cho một (hoặc một số) ô vuông nào đó sao cho phù hợp với các đặc trưng thống kê của chuỗi số liệu quan trắc được tại một vị trí nghiên cứu nằm trong ô vuông này; (ii) chi tiết hóa động (dynamic downscaling), nghĩa là chạy mô phỏng lại mô hình hoàn lưu cho một vùng (Regional Circulation Model - RCM) nhưng ở độ phân giải mịn hơn khi sử dụng các chuỗi số liệu khí tượng đã được các mô hình GCM tính toán, tuân theo các điều kiện biên riêng biệt và dựa trên các phương trình mô phỏng toán lý đặc trưng cho vùng đó. Do đặc điểm dễ áp dụng và ít tốn kém hơn nên phương pháp chi tiết hóa thống kê thường hay được ứng dụng trong thực tiễn. Các phương pháp chi tiết hóa thống kê thường áp dụng nguyên lý “xáo trộn” (perturbation), theo đó tùy theo từng loại yếu tố khí tượng người ta tính hệ số thay đổi tương đối (tính bằng tỷ số) hay tuyệt đối (tính bằng hiệu số) của yếu tố đó trong giai đoạn hiện tại và giai đoạn tương lai dựa trên kết quả tính toán của mô hình GCM rồi nhân (trong trường hợp hệ số thay đổi tương đối) hay cộng (trong trường hợp hệ

số thay đổi tuyệt đối) giá trị này với yếu tố khí tượng do các bộ “máy” tạo thời tiết tạo ra để diễn toán cho giai đoạn tương lai.



Hình 3. Sơ đồ minh họa phương pháp làm chi tiết hóa kết quả tính toán từ các mô hình GCM

Các “máy” tạo thời tiết về bản chất là sử dụng các mô hình toán xác suất - thống kê để mô phỏng và tạo chuỗi số liệu khí tượng tổng hợp (synthetic time series) có độ dài không giới hạn dựa trên các đặc trưng thống kê của chuỗi số liệu quan trắc. Ví dụ “máy” WGEN (Cục Nông nghiệp Liên Bang Hoa Kỳ, [2]) mô phỏng sự xuất hiện của mưa khi sử dụng xích Markov (Markov Chain) bậc 1 hai trạng thái: tổng lượng mưa trong thời kỳ mưa mô phỏng theo quy luật phân bố gamma; nhiệt độ và lượng bức xạ được mô phỏng theo mô hình tự hồi quy AR (Autoregression) ba biến bậc 1 có điều kiện phụ thuộc vào sự xuất hiện của mưa. Trong khi đó, “máy” LARS-WG lại sử dụng công cụ tạo chuỗi số liệu ngẫu nhiên (với nhân ngẫu nhiên được chỉ định) để mô phỏng sự xuất hiện chuỗi các ngày mưa và không mưa theo các đặc trưng thống kê của hàm phân bố thực nghiệm ($E_m = \{a_0, a_i, h_i; i = 1, 2, \dots, 10\}$ với $a_{i-1} < a_i$ và h_i là số lượng quan trắc rơi vào khoảng giá trị thứ i) chứ không theo xích Markov. Nghiên cứu này đã lựa chọn “máy” tạo thời tiết LARS-WG để áp dụng vì: (i) LARS-WG dường như mô phỏng các cực trị tốt hơn WGEN do bản chất phương pháp tính khác nhau như đã trình bày ở trên; (ii) LARS-WG cũng đã được sử dụng trong việc xây dựng “Kịch bản Biến đổi Khí hậu, Nước biển dâng cho Việt Nam” và kết

quả nghiên cứu của bài báo này cũng sẽ được đối sánh với kết quả cuốn sách nêu trên.

Phiên bản hiện tại LARS-WG 5.5 cập nhật ngày 3/5/2012 đã tích hợp nguyên lý “xáo trộn” của phương pháp chi tiết hóa thống kê và kết quả tính toán của 15 mô hình GCM được công bố trong Báo cáo Đánh giá lần thứ tư (AR4) năm 2007 của Ủy ban Liên Chính phủ về BĐKH (IPCC). Tuy nhiên, sự tích hợp này chỉ dựa trên kết quả tính toán của GCM đã được làm trung bình tháng nên khi áp dụng để phân tích các cực trị của yếu tố khí tượng sẽ bị hạn chế; Thay vì chỉ dựa trên giá trị được làm trung bình tháng mặc định nói trên (trong khuôn khổ bài báo này gọi là phương án “xáo trộn mặc định - XTMĐ”), nghiên cứu này sử dụng kết quả tính toán theo ngày của GCM để tính các hệ số thay đổi và áp dụng nguyên lý “xáo trộn” tích hợp trong LARS-WG để tạo chuỗi số liệu. Chúng tôi gọi phương án này là “xáo trộn chỉ định - XTCĐ”. Trình tự thực hiện XTCĐ được mô tả bằng 3 bước như sau:

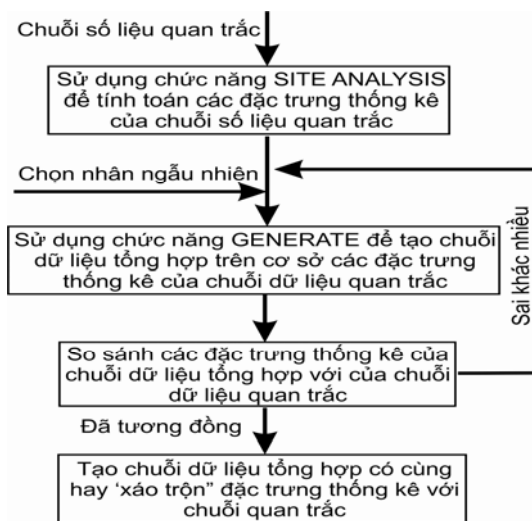
- Bước 1: Tải về và trích xuất số liệu kết quả tính toán của mô hình GFDL-CM2.1 cho 4 ô vuông xung quanh trạm Đông Hà. Có thể sử dụng phần mềm Panoly 3.1.4 và MatLab R2012a (sử dụng các hàm ncdisp, ncread, dlmwrite và save hay gói công cụ NcBrowser) để hỗ trợ hiển thị thông tin, đọc và ghi dữ liệu cần trích xuất từ các file số liệu tải về.

- Bước 2: Chạy và căn chỉnh LARS-WG để lựa chọn nhân ngẫu nhiên thích hợp (hình 4). Số liệu quan trắc được sử dụng làm đầu vào cho LARS-WG để tính các đặc trưng thống kê (bằng chức năng SITE ANALYSIS) như tổng lượng mưa tháng, độ lệch chuẩn, độ dài của các đợt mưa và không mưa. Sau đó, chức năng GENERATE của LARS-WG được sử dụng để tạo chuỗi dữ liệu tổng hợp lượng mưa ngày (synthetic daily rainfall data) có độ dài 500 năm có cùng các đặc trưng thống kê như chuỗi số liệu quan trắc. Các đặc trưng thống kê của hai chuỗi số liệu quan trắc và tổng hợp sau đó sẽ được so sánh với nhau. Nếu các đặc trưng này quá khác biệt nhau, LARS-WG lại được sử dụng để tạo chuỗi dữ liệu tổng hợp lượng mưa ngày khác bằng cách thay đổi giá trị nhân ngẫu nhiên; quá trình này được lặp lại cho đến khi lựa chọn được giá trị nhân ngẫu nhiên phù hợp đảm bảo các đặc trưng thống kê của số liệu quan trắc và tổng hợp tương đồng nhau. Giá trị nhân ngẫu nhiên

được lựa chọn sẽ được dùng cho các bước tạo chuỗi số liệu tiếp theo.

- Bước 3: tạo chuỗi dữ liệu tổng hợp theo nhân ngẫu nhiên đã được lựa chọn.

Nghiên cứu này chủ yếu sử dụng phương án XTCD để tạo chuỗi số liệu mưa cho vùng nghiên cứu. Cụ thể: dựa trên chuỗi số liệu kết quả tính toán theo ngày của mô hình GFDL-CM2.1 đã tải về, chúng tôi tính toán các hệ số thay đổi cho từng yếu tố khí tượng tương ứng với từng kịch bản BĐKH của hai giai đoạn 2046 - 2065 và 2081 - 2100 so với giai đoạn cơ sở 1961 - 2000; và LARS-WG sẽ sử dụng các hệ số thay đổi này để tạo chuỗi số liệu tổng hợp 30 năm cho từng kịch bản BĐKH của hai giai đoạn 2046 - 2065 và 2081 - 2100 theo nguyên lý “xáo trộn” dựa trên các đặc trưng thống kê khí tượng của trạm Đông Hà, giá trị nhân ngẫu nhiên đã được lựa chọn và file dữ liệu đầu vào tương ứng. Chuỗi số liệu sau khi được tạo ra sẽ được phân tích và đánh giá theo một số đặc trưng thống kê trung bình và cực trị của lượng mưa.



Hình 4. Sơ đồ khối quy trình tính toán với “máy” tạo thời tiết LARS-WG

Một đặc điểm chung của các kết quả tính toán của các mô hình GCM là có tính không chắc chắn rất cao do sự không đầy đủ của số liệu đầu vào, tính chất phức tạp của biến đổi khí hậu, sự chưa hoàn thiện của các phương trình toán lý sử dụng trong mô hình mô phỏng và các điều kiện biên áp dụng khi chạy các mô hình. Đó là lý do tại sao các nhà nghiên cứu thủy văn không bao giờ tham chiếu đến một thời điểm cụ thể, ví dụ ngày xx tháng yy năm 2050 sẽ có lượng mưa là I mm, khi sử dụng kết quả của các mô hình GCM và các phương pháp chi

tiết hóa thống kê vào các ứng dụng cụ thể; thay vào đó, kết quả tính toán nói trên phải được hiểu là tháng yy trong giai đoạn 2046 - 2065 sẽ có một ngày có lượng mưa I mm. Chính vì vậy, trong các ứng dụng cụ thể kết quả tính toán từ các phương pháp chi tiết hóa thống kê thường được thể hiện ở bước thời gian ngắn nhất là tháng trong một giai đoạn tham chiếu; ví dụ theo kịch bản A1B, lượng mưa trung bình tháng I trong giai đoạn 2046 - 2065 là 100 mm và trong giai đoạn 2081 - 2100 là 110mm.

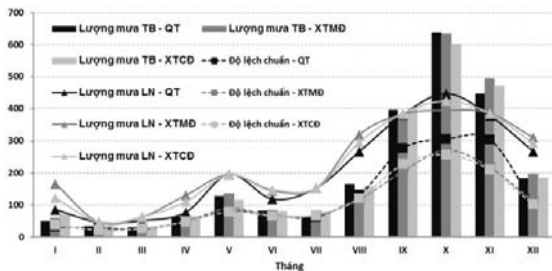
Kết quả áp dụng phương pháp chi tiết hóa thống kê để đánh giá các đại lượng mưa cực trị theo các kịch bản khí hậu dựa trên “máy” tạo thời tiết LARS-WG đối với vùng đồng bằng Gio Linh được trình bày cụ thể dưới đây.

4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

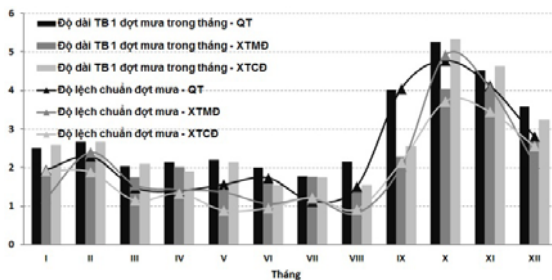
4.1. Giai đoạn cơ sở (baseline) 1961-2000

Để có thể đánh giá mức độ tin cậy của phương pháp chi tiết hóa thống kê đánh giá các đại lượng mưa cực trị dựa trên “máy” tạo thời tiết LARS-WG, trước hết chúng tôi xem xét kết quả tính toán cho giai đoạn cơ sở 1961 - 2000. Hình 5 cho thấy lượng mưa trung bình tháng của chuỗi dữ liệu do LARS-WG tái tạo theo cả hai phương án XTMD và XTCD khá phù hợp với số liệu quan trắc. Cả XTTH và XTCD đều mô phỏng tương đối tốt lượng mưa ngày lớn nhất trong các tháng II - III, V, VII, IX và XI. Tuy nhiên, cả hai lại “phóng đại” lượng mưa ngày lớn nhất trong các tháng I, IV, VI, VIII và XII, trong khi đó lại “giảm nhẹ” lượng mưa ngày lớn nhất 447.5 mm quan trắc được trong ngày 2/10/1985. Giá trị độ lệch chuẩn của số liệu do XTMD và XTCD tạo ra trong các tháng mưa bão IX - XI nhỏ hơn so với số liệu quan trắc cho thấy rằng giá trị lượng mưa ngày lớn nhất do XTMD và XTCD tính được cũng nhỏ hơn so với số liệu quan trắc. Với các đại lượng khác cũng có thể thấy sai số nhất định giữa kết quả tính toán của XTMD và XTCD so với số liệu quan trắc: độ dài trung bình của một đợt mưa trong tháng (hình 6) do XTMD và XTCD có sự khác biệt đáng kể so với số liệu quan trắc trong các tháng VIII và IX (là các tháng bắt đầu mùa mưa ở Gio Linh); trong khi đó sự khác biệt rõ rệt nhất đối với đại lượng độ dài trung bình của một thời kỳ không mưa trong tháng (hình 7) lại xảy ra vào tháng VIII. Sự khác biệt trong kết quả tính toán của XTMD và XTCD (mặc dù chúng chỉ là các biến thể tính toán khác nhau của LARS-WG) là do cách tính nguồn dữ liệu đầu vào: XTMD chỉ lấy dữ liệu từ 1 ô vuông phủ trùm trạm Đông Hà, trong khi đó XTCD lại lấy giá trị trung bình của 4 ô vuông phủ trùm diện tích nghiên cứu; Ngoài ra,

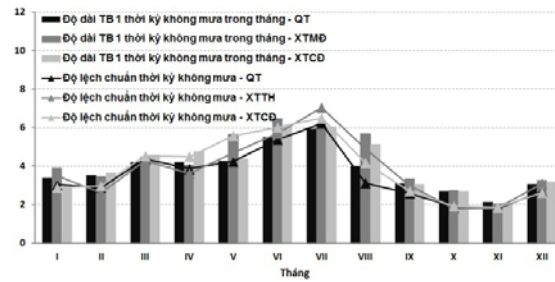
XTMĐ được tính trên cơ sở số liệu đã được tính trung bình theo tháng, còn XTCD được tính trên cơ sở dữ liệu ngày. Chính vì sự khác biệt trong tính toán này nên độ dài trung bình của một đợt mưa và độ dài trung bình của một thời kỳ không mưa trong tháng do XTCD tính được gần sát giá trị quan trắc hơn so với XTMĐ.



Hình 5. So sánh lượng mưa (tính bằng mm) ngày lớn nhất, lượng mưa trung bình tháng và độ lệch chuẩn của chuỗi dữ liệu quan trắc (QT), chuỗi dữ liệu tính theo 2 phương án XTMĐ và XTCD cho giai đoạn cơ sở 1961 - 2000



Hình 6. So sánh độ dài trung bình (tính bằng ngày) của một đợt mưa trong tháng và độ lệch chuẩn của đợt mưa của chuỗi dữ liệu quan trắc (QT), chuỗi dữ liệu tính theo 2 phương án XTMĐ và XTCD cho giai đoạn cơ sở 1961 - 2000



Hình 7. So sánh độ dài trung bình (ngày) của một thời kỳ không mưa trong tháng và độ lệch chuẩn của thời kỳ không mưa của chuỗi dữ liệu quan trắc (QT), chuỗi dữ liệu tính theo 2 phương án XTMĐ và XTCD cho giai đoạn cơ sở 1961 - 2000

Như vậy có thể kết luận: về cơ bản có thể áp dụng phương pháp chi tiết hóa thông kê dựa trên “máy” tạo thời tiết LARS-WG để đánh giá các đại lượng mưa cực trị theo các kịch bản khí hậu. Tuy nhiên, cần thận trọng khi phân tích và sử dụng kết quả tính toán trong các tháng thường xuất hiện các cực trị (ví dụ tháng III cao điểm mùa khô hay các tháng VIII - XI là các tháng mưa bão). Kết quả so sánh nói trên cũng cho phép chúng tôi sử dụng phương án XTCD trong việc phân tích các đại lượng mưa cực trị của các giai đoạn trong thế kỷ XXI ở các phần tiếp sau.

4.2. Giai đoạn những năm giữa thế kỷ XXI (2046-2065)

Trong giai đoạn này, lượng mưa trung bình tháng và độ dài trung bình 1 đợt mưa trong tháng nhìn chung giảm nhẹ đều khi đi từ kịch bản thái thấp (B1) → trung bình (A1B) → cao (A2) (bảng 1),

Bảng 1. Các đại lượng mưa cực trị theo các kịch bản BĐKH trong giai đoạn 2046 - 2065 tính theo phương án XTCD

Tháng	Lượng mưa ngày lớn nhất (mm)			Độ dài lớn nhất 1 đợt mưa trong tháng (ngày) [*]			Độ dài lớn nhất 1 thời kỳ không mưa trong tháng (ngày) [*]		
	B1	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1	A1B	A2
I	196,7	148,1	155,4	9	9	9	20	20	20
II	52,9	42,1	38,1	14	14	14	17	13	13
III	35,8	32,6	31,9	11	12	12	30	30	30
IV	82,8	99,4	89,6	7	7	7	21	21	21
V	168,1	151,2	134,8	8	8	6	30	41	41
VI	136,9	112,0	109,3	8	10	10	27	28	28
VII	167,2	163,3	194,1	6	7	7	34	33	38
VIII	335,6	297,7	291,7	8	5	5	33	33	34
IX	364,3	367,7	371,9	19	19	19	14	16	16
X	396,6	345,3	411,6	22	22	22	11	9	9
XI	387,6	327,1	376,5	22	20	20	10	10	10
XII	366,9	233,3	288,2	12	12	12	19	19	19

Ghi chú: ^{*} được tính cho tháng có khoảng thời gian dài nhất nằm trong tháng đó

rõ rệt nhất là vào các tháng mưa bão X - XII. Có sự khác biệt rõ rệt giữa 3 kịch bản về lượng mưa ngày lớn nhất trong các tháng V - VI, VIII và đặc biệt các tháng X - XII (bảng 1). Sự khác biệt giữa các kịch bản này cũng được nhận biết đối với độ dài lớn nhất 1 đợt mưa trong các tháng V - VII và VIII và đối với độ dài lớn nhất 1 thời kỳ không mưa trong các tháng II, V và tháng VII. Tất cả điều này dường như nói lên, theo kịch bản phát thải cao, vùng nghiên cứu có thể phải trải qua các đợt khô hạn khốc liệt hơn trong các tháng mùa khô và mưa lũ dữ dội hơn trong các tháng mùa mưa bão.

4.3. Giai đoạn những năm cuối thế kỷ XXI (2080 - 2099)

Trong giai đoạn này, lượng mưa trung bình

tháng (bảng 2) nhìn chung không có sự khác biệt đáng kể theo cả 3 kịch bản BĐKH, ngoại trừ vào các tháng V và IX - XII, trong đó theo kịch bản A2 dường như mưa nhiều hơn trong tháng V và mưa ít hơn trong các tháng IX - XII so với các kịch bản khác. Độ dài trung bình 1 đợt mưa trong tháng (bảng 3) cũng không có sự khác biệt giữa các kịch bản BĐKH, ngoại trừ trong tháng V theo kịch bản A2 dường như ngắn hơn so với các kịch bản khác. Đối với các đặc trưng cực trị khác (bảng 4) thì kịch bản A1B cho thấy rõ sự khác biệt so với các kịch bản B1 và A2, theo đó, vùng nghiên cứu trong tháng VII có thể xuất hiện các đợt khô hạn dài hơn và trong tháng IX - X có thể xuất hiện các trận lũ lụt mạnh mẽ hơn.

Bảng 2. Lượng mưa trung bình tháng (mm/tháng) ở vùng Gio Linh theo các kịch bản và giai đoạn

Tháng	Giai đoạn 2010 - 2030			Giai đoạn 2046 - 2065			Giai đoạn 2080 - 2099		
	Kịch bản B1	Kịch bản A1B	Kịch bản A2	Kịch bản B1	Kịch bản A1B	Kịch bản A2	Kịch bản B1	Kịch bản A1B	Kịch bản A2
I	53,97	63,34	63,19	72,31	56,90	54,55	64,25	55,78	61,46
II	23,30	26,85	26,45	28,39	25,39	22,78	27,55	22,07	26,25
III	20,82	24,80	23,69	23,41	19,82	20,43	21,88	20,58	22,72
IV	49,26	45,20	48,42	48,02	47,06	42,29	52,08	41,44	55,16
V	108,29	100,95	119,61	104,80	101,52	92,27	126,14	98,20	131,00
VI	77,40	77,82	81,796	82,13	78,79	72,33	84,80	82,86	83,76
VII	82,49	78,37	77,83	69,46	85,18	90,85	85,53	92,69	82,52
VIII	127,16	136,39	130,15	176,44	135,50	131,96	142,54	148,93	137,28
IX	351,94	372,05	360,93	385,65	359,96	373,23	403,68	393,26	348,28
X	583,82	592,58	587,01	652,75	536,56	620,93	665,57	629,71	569,44
XI	465,45	485,28	452,94	594,21	402,24	495,06	530,08	483,00	516,96
XII	202,37	200,11	189,33	268,59	186,11	225,49	237,03	187,12	247,21

Bảng 3. Độ dài (tính bằng ngày) trung bình một đợt mưa trong tháng ở vùng Gio Linh theo các kịch bản và giai đoạn

Tháng	Giai đoạn 2010 - 2030			Giai đoạn 2046 - 2065			Giai đoạn 2080 - 2099		
	Kịch bản B1	Kịch bản A1B	Kịch bản A2	Kịch bản B1	Kịch bản A1B	Kịch bản A2	Kịch bản B1	Kịch bản A1B	Kịch bản A2
I	1,81	1,81	1,81	1,85	1,81	1,78	1,81	1,81	1,75
II	2,41	2,45	2,45	2,41	2,41	2,42	2,41	2,45	2,45
III	2,05	2,07	2,07	2,01	2,05	2,04	2,05	2,07	2,06
IV	1,96	1,95	1,95	1,97	1,96	1,95	1,96	1,95	1,96
V	2,13	2,04	2,11	2,15	2,05	2,02	2,13	2,04	2,11
VI	1,64	1,54	1,60	1,63	1,60	1,61	1,64	1,60	1,63
VII	1,75	1,68	1,68	1,65	1,76	1,60	1,75	1,53	1,76
VIII	1,44	1,40	1,40	1,47	1,44	1,43	1,44	1,41	1,44
IX	2,34	2,19	2,19	2,2	2,33	2,33	2,31	2,18	2,35
X	5,20	5,24	5,24	5,23	5,2	5,12	5,12	5,24	5,23
XI	4,62	4,62	4,62	4,71	4,62	4,63	4,56	4,62	4,57
XII	2,63	2,59	2,58	2,61	2,61	2,64	2,62	2,60	2,57

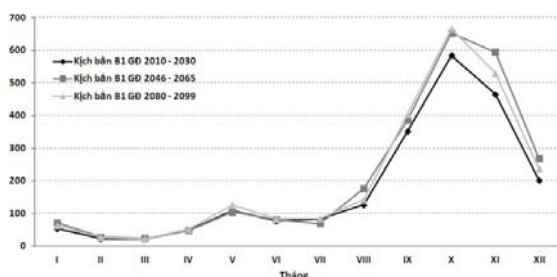
Bảng 4. Các đại lượng mưa cực trị theo các kịch bản BĐKH trong giai đoạn 2080-2099 tính theo phương án XTCD

Tháng	Lượng mưa ngày lớn nhất (mm)			Độ dài lớn nhất 1 đợt mưa trong tháng (ngày)			Độ dài lớn nhất 1 thời kỳ không mưa trong tháng (ngày)		
	B1	A1B	A2	B1	A1B	A2	B1	A1B	A2
I	175,6	146,7	171,4	9	9	9	20	20	20
II	45,6	39,6	43,2	14	14	14	13	13	13
III	36	31,3	36,6	12	12	12	30	30	30
IV	112	94,1	116,1	7	7	7	21	21	21
V	177,1	143,4	182,6	8	8	8	41	41	41
VI	41	123	125,1	10	8	10	28	28	28
VII	164	217,1	158,1	7	7	7	33	38	34
VIII	317	325,2	296,7	5	7	5	33	34	33
IX	373,3	398,8	398,8	19	14	19	16	16	16
X	394,9	397	364,6	22	22	22	9	9	9
XI	385,1	379,7	399,3	20	20	20	10	10	10
XII	294,3	248,5	311,3	12	12	12	19	19	19

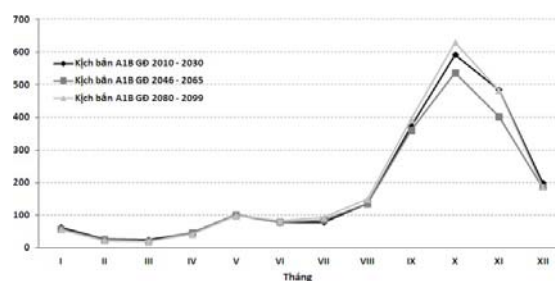
Ghi chú: * được tính cho tháng có khoảng thời gian dài nhất nằm trong tháng đó

4.4. Xu hướng biến động lượng mưa trong thế kỷ XXI theo từng kịch bản

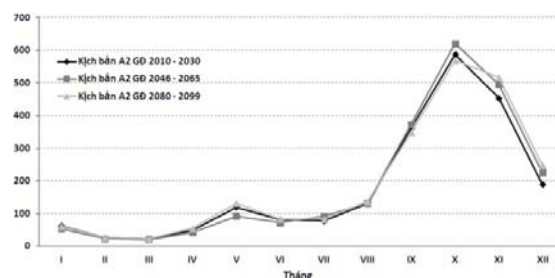
Theo kịch bản phát thải thấp (B1), trong các tháng I - IX lượng mưa trung bình tháng hầu như không biến động nhiều từ đầu thế kỷ (hình 11); Tuy nhiên vào các tháng mùa mưa (VIII - XII) lượng mưa trung bình tháng vào giữa và cuối thế kỷ có xu hướng lớn hơn đầu thế kỷ (hình 8). Theo kịch bản phát thải trung bình (A1B) lượng mưa trung bình tháng vào các tháng mùa mưa ở thời kỳ đầu và cuối thế kỷ dường như lớn hơn thời đoạn giữa thế kỷ (hình 9). Theo kịch bản phát thải cao (A2), lượng mưa trung bình tháng thể hiện sự khác biệt rõ giữa thời kỳ đầu và cuối so với giữa thế kỷ vào tháng V (tháng cuối mùa khô) và các tháng X - XII (mùa mưa bão) (hình 10) mặc dù độ dài trung bình một đợt mưa trong tháng hầu như không có sự khác biệt xuyên suốt toàn bộ thế kỷ (hình 11). Điều này chỉ có thể giải thích bằng tính bất thường của thời tiết dưới tác động của phát thải khí: lượng khí thải càng cao, khô hạn càng khắc nghiệt (tháng V) và mưa bão càng lớn (tháng X - XII).



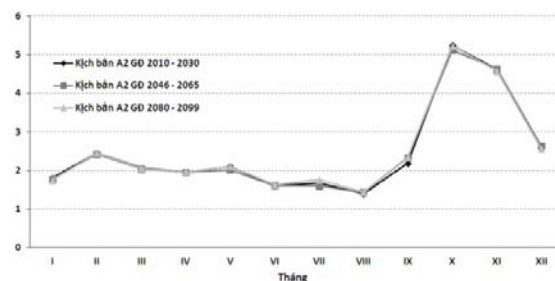
Hình 8. Lượng mưa trung bình tháng (mm/tháng) theo kịch bản B1 trong các giai đoạn của thế kỷ XXI



Hình 9. Lượng mưa trung bình tháng (mm/tháng) theo kịch bản A1B trong các giai đoạn của thế kỷ XXI



Hình 10. Lượng mưa trung bình tháng (mm/tháng) theo kịch bản A2 trong các giai đoạn của thế kỷ XXI



Hình 11. Độ dài trung bình một đợt mưa trong tháng (ngày) theo kịch bản A2 trong các giai đoạn của thế kỷ XXI

Theo kịch bản BĐKH, NBD cho Việt Nam đã công bố đối với vùng Quảng Bình - Quảng Trị - Thừa Thiên Huế:

- Theo kịch bản phát thải thấp: vào giữa và cuối thế kỷ XXI lượng mưa có xu hướng tăng nhiều nhất đến 6%. Kết luận này hoàn toàn tương đồng với kết quả của nghiên cứu này (hình 8);

- Theo kịch bản phát thải trung bình: vào giữa thế kỷ XXI lượng mưa có xu hướng giảm khoảng 2 - 4% và sau đó tăng chút ít (khoảng 1 - 2%) vào cuối thế kỷ. Kết luận này tương đối tương đồng với kết quả của nghiên cứu này (hình 9);

- Theo kịch bản phát thải cao: đến giữa thế kỷ XXI lượng mưa giảm và đến cuối thế kỷ XXI lượng mưa tăng ở mức 4 - 6%. Kết luận này cũng khá phù hợp với kết quả của nghiên cứu này (hình 10).

Lưu ý rằng kịch bản BĐKH, NBD cho Việt Nam sử dụng kết quả tính toán từ 10 mô hình GCM khác nhau và sử dụng một tổ hợp nhiều mô hình tính toán khác nhau trong đó bao gồm cả LARS-WG. Tuy chỉ sử dụng kết quả tính toán của mô hình GFDL-CM2.1 và chỉ sử dụng phương pháp chi tiết hóa thống kê dựa trên “máy” tạo thời tiết LARS-WG với phương án XTCD, kết quả của nghiên cứu này cho thấy sự tương đồng cao với các kết luận trong kịch bản BĐKH, NBD cho Việt Nam đã công bố năm 2012.

Với giả thiết lượng bổ cập cho nước dưới đất tỷ lệ thuận với lượng mưa, dựa trên kết quả phân tích nêu trên có thể tạm thời suy luận như sau: nếu biến đổi khí hậu toàn cầu xảy ra theo kịch bản phát thải khí cao (A2), trong tháng khô hạn nhất (tháng V) trữ lượng nước dưới đất trong vùng đồng bằng Gio Linh sẽ giảm đi ở khoảng giữa thế kỷ XXI. Tuy nhiên, để có được các kết luận tin cậy và mang tính định lượng hơn còn cần phải tiến hành thêm các nghiên cứu về lượng bổ cập nước dưới đất theo kịch bản và lượng mưa đã phân tích trong bài báo này.

5. Kết luận

Trong các nghiên cứu, đánh giá tác động của BĐKH đến tài nguyên nước, một số thông tin cần quan tâm như diễn biến lượng mưa cực đại, diễn biến thời gian đợt mưa (hay không mưa) trung bình và cực đại theo các kịch bản và giai đoạn khác nhau ở một vùng nghiên cứu cụ thể có thể không được báo cáo chi tiết trong kịch bản BĐKH, NBD

cho Việt Nam đã được công bố. Bài báo này đã cung cấp một cái nhìn cận cảnh về phương pháp và quy trình thực hiện giúp cho việc triết xuất các thông tin này từ các kết quả tính toán của các mô hình hoàn lưu toàn cầu GCM. Qua ứng dụng cụ thể vào vùng đồng bằng Gio Linh có thể thấy việc phân tích giải đoán các thông tin này có thể trợ giúp công tác đánh giá tác động của BĐKH đến tài nguyên nước nói chung và nước dưới đất nói riêng.

Kinh nghiệm áp dụng phương pháp chi tiết hóa thống kê đánh giá các đại lượng mưa cực trị theo các kịch bản khí hậu dựa trên “máy” tạo thời tiết LARS-WG đối với vùng đồng bằng Gio Linh cho thấy:

- Mặc dù phương án “Xáo trộn chỉ định” phức tạp và tốn công sức, thời gian hơn rất nhiều so với phương án “Xáo trộn mặc định” của “máy” tạo thời tiết LARS-WG, nó rất nên được áp dụng ở những vùng có khí hậu khác biệt nhiều so với các vùng xung quanh. Đối với vùng Gio Linh, kết quả tính toán của mô hình GFDL-CM2.1 cho 2 ô vuông ven biển (cột 44 hàng 54 và cột 44 hàng 55 trong hình 2) có đặc trưng khí hậu biển - đại dương (nóng ẩm mưa nhiều và bão nhiệt đới) trong khi 2 ô vuông còn lại có đặc trưng khí hậu trên đất liền (nóng, khô và mưa gió mùa đông bắc). Việc sử dụng kết quả trung bình của cả bốn ô vuông này thay vì chỉ một ô vuông sẽ cho kết quả “đại diện” hơn cho vùng nghiên cứu.

- Trong phân tích đánh giá các cực trị của các yếu tố khí hậu nên sử dụng các kết quả tính toán theo ngày của các mô hình GCM thay vì chỉ sử dụng giá trị đã được làm trung bình tháng theo phương án “Xáo trộn mặc định” của “máy” tạo thời tiết LARS-WG.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tiến hành trong khuôn khổ các hoạt động của đề tài “Nghiên cứu xây dựng bộ công cụ đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến tài nguyên nước dưới đất và khả năng đáp ứng nhu cầu sử dụng nước cho người dân ở các vùng ven biển Việt Nam” (mã số FWO.2011.38) thuộc chương trình hợp tác song phương Việt - Bỉ do Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia Việt Nam (NAFOSTED) và Quỹ khoa học Flanders - Vương quốc Bỉ (FWO) đồng tài trợ. Tập thể tác giả trân trọng cảm ơn sự cộng tác và giúp đỡ nhiệt tình của Ban Quản lý các Quỹ nêu trên. Ngoài ra, tập thể tác giả cũng cảm ơn TS. Mikhail A. Semenov thuộc Trung tâm Nghiên cứu Rothamsted (Vương

quốc Anh) đã hướng dẫn và có các trao đổi hữu ích trong quá trình thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU DẪN

[1] *Mikhail A. Semenov and Elaine M. Barrow*, 2002: LARS-WG - A Stochastic Weather Generator for Use in Climate Impact Studies. Rothamsted Research, Harpenden, Hertfordshire, AL5 2JQ, UK. 27pages.

[2] *Richardson CW, Wright DA*, 1984: WGEN: A model for generating daily weather variables. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, ARS-8. USDA, Washington, DC.

[3] *Trần Thục, Nguyễn Văn Thắng*, 2012: Kịch bản Biến đổi Khí hậu, Nước biển dâng cho Việt Nam. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, Bộ Tài nguyên và Môi trường. Số đăng ký KHXB: 09-2012/CXB/16-249/BĐ. 97 trang.

SUMMARY

Application of downscaling method based on the LARS-WG weather generator to assess extreme rainfall features: a case study in the coastal plain of Gio Linh District, Quang Tri Province

The National Climate Change and Sea Water Rise Scenarios for Vietnam (NCCASWRS) updated in 2012 has been recently published by the Ministry of Natural Resources & Environment of Vietnam, which analyzes and assesses rainfall variation in accordance with three gas emission scenarios for every province of Vietnam. However, this book as targeted at national scale provides only information and data represented large areas and regions, and therefore does not provide sufficiently detailed informations that can be used as input data for hydrological modeling to assess the impact of global climate change on water resources in the area under study.

This paper shares experience of the application of the downscaling method based on the LARS-WG weather generator to assesses the rainfall variation in the Gio Linh coastal plain in correspondence with three gas emission scenarios and with simulated result of the general circulation model GFDL-CM2.1. In this study, the time series data observed at Dong Ha Gauge is used as the site baseline data, and output from the GFDL-CM2.1 model calculated for four cells surrounding Dong Ha Gauge is averaged to represent the entire Gio Linh Coastal Plain. Necessary parameters for "perturbation" principle of the downscaling method is calculated and subsequently used in the LARS-WG weather generator to generate time series data of precipitation in accordance with the three GCC scenarios. On the basis of the generated time series data of precipitation, this study focuses on analysis and interpretation of important statistical features such as variation in time of wet/dry spell length and rainfall extreme events in correspondence with the GCC scenarios. Research result for Gio Linh Plain is also compared with relevant information addressed in the NCCASWRS book. Also based on the analysis of these statistical features this study gives preliminary assessments on the impact of GCC on water resources in the area under study.