

XÂY DỰNG KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU CHO LƯU VỰC SÔNG SÊRÊPÔK BẰNG CÔNG CỤ SDSM

TS.Đào Nguyên Khôi, CN.Phạm Thị Thảo Nhi và TS.Châu Nguyễn Xuân Quang

Trung tâm Quản lý nước và Biến đổi khí hậu, Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh

Mục tiêu của nghiên cứu là ứng dụng công cụ chi tiết hóa thống kê SDSM xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu (BĐKH) cho lưu vực sông Srêpôk ở Tây Nguyên. Đầu tiên, mô hình SDSM được hiệu chỉnh (1980-1990) và kiểm định (1991-2001) với số liệu lượng mưa và nhiệt độ tại các trạm quan trắc, và kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình SDSM cho thấy công cụ này có thể mô phỏng tốt dữ liệu mưa và nhiệt độ cho khu vực nghiên cứu. Dựa vào mô hình SDSM được hiệu chỉnh tốt này, kịch bản BĐKH cho khu vực nghiên cứu được xây dựng cho ba giai đoạn: 2020 (2010-2039), 2050 (2040-2069), và 2080 (2070-2099). Kịch bản cho thấy nhiệt độ năm và lượng mưa năm sẽ tăng trong tương lai. Tuy nhiên có sự giảm lượng mưa vào mùa khô, điều này cho thấy trong tương lai có thể xảy ra tình trạng khan hiếm nước vào mùa khô. Các kết quả của nghiên cứu này có thể giúp các nhà quản lý có những hoạch định, khung chương trình thích hợp để ứng phó với BĐKH trong tương lai cho lưu vực.

1. Mở đầu

BĐKH hiện gây ra những tác động không nhỏ trên toàn Thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng. Theo báo cáo của Ủy ban Liên chính phủ về BĐKH (IPCC) thì nước ta cũng là một trong những quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề từ các tác động này (IPCC, 2007). Sông Srêpôk là một trong các chi lưu lớn của sông Mê Kông trên lãnh thổ Việt Nam, lưu vực sông Srêpôk chịu ảnh hưởng rõ nét của BĐKH mà những biểu hiện trong những năm gần đây là tình trạng thiếu nước nghiêm trọng trong mùa khô. Vấn đề về thích ứng và giảm thiểu các tác động của BĐKH đã được nhắc đến trong Báo cáo đánh giá lần thứ 4 của IPCC, do đó việc xây dựng kịch bản BĐKH là cần thiết để có những cái nhìn rõ nét hơn diễn biến khí hậu trong tương lai, giúp các nhà quản lý trong việc hoạch định chính sách và quản lý tài nguyên nước ở khu vực này.

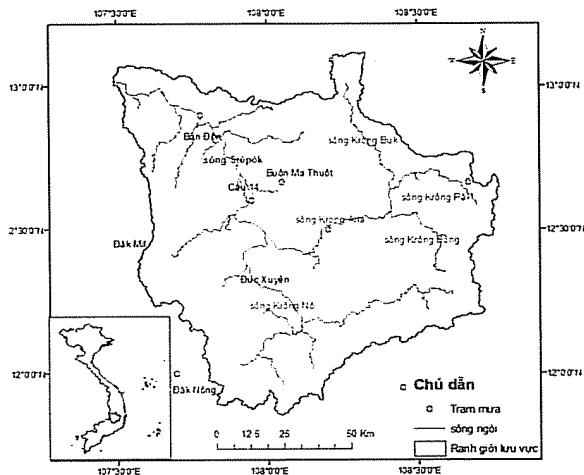
Để ước tính sự thay đổi khí hậu trong tương lai từ kết quả của việc tăng lượng khí nhà kính trong khí quyển, các mô hình hoàn lưu chung (GCM – General Circulation Model) thường được dùng. Tuy nhiên, các kết quả của mô hình GCM thể hiện kết quả khí hậu ở qui mô toàn cầu và không dùng được trực tiếp cho các nghiên cứu tác động của BĐKH ở qui mô địa phương do sự khác biệt về độ phân giải không gian. Như chúng ta được biết, kết quả mô phỏng khí hậu của mô hình GCM thường được thể hiện ở qui mô toàn cầu với độ phân giải không

gian khoảng 200 - 500 km, trong khi đó các nghiên cứu tác động thường được tiến hành trong quy mô nhỏ. Do đó, các kết quả mô phỏng ở quy mô toàn cầu không thể hiện được đặc trưng cho quy mô địa phương. Để giải quyết vấn đề này, các phương pháp chi tiết hóa thường được dùng để chuyển đổi thông tin từ mô hình GCM với độ phân giải không gian lớn sang độ phân giải không gian nhỏ hơn để sử dụng trong các đánh giá tác động của BĐKH ở quy mô vùng hoặc địa phương (Hassan và cộng sự, 2014). Phương pháp chi tiết hóa được phân thành hai loại: chi tiết hóa thống kê và chi tiết hóa động lực (Maraun và cộng sự, 2010). Chi tiết hóa động lực là phương pháp trích xuất các thông tin khí hậu ở tỷ lệ nhỏ (lưới tinh mịn từ vài chục km hoặc nhỏ hơn) bằng cách sử dụng các mô hình khí hậu vùng (RCM – Regional Climate Model) với điều kiện biên là số liệu từ các mô hình toàn cầu GCM. Phương pháp chi tiết hóa thống kê dựa vào mối quan hệ định lượng giữa các biến khí quyển ở qui mô lớn (thường gọi là predictor) và các biến địa phương (thường gọi là predictant). Từ quan điểm này, đầu tiên các mô hình thống kê được dùng để xác định mối quan hệ giữa các biến toàn cầu và các biến địa phương (predictant là một hàm số của các predictor). Sau đó các kết quả mô phỏng của mô hình toàn cầu được đưa vào để ước lượng các đặc điểm khí hậu địa phương. Mỗi phương pháp có những ưu điểm và nhược điểm riêng, tuy nhiên phương pháp chi tiết hóa

thống kê thường được dùng vì nó đơn giản hơn, tốn ít tài nguyên máy tính và thời gian hơn (Wilby và Dawson, 2007). Hiện nay cộng đồng các nhà nghiên cứu về BĐKH yêu cầu các phương pháp đánh giá nhanh, tốn ít chi phí và tài nguyên tính toán thì công cụ SDSM là một giải pháp hữu hiệu. Công cụ này được sử dụng rộng rãi trong các nghiên cứu tác động của BĐKH trên Thế giới (Has-san và cộng sự, 2014) cũng như ở Việt Nam (Vũ Ngọc Dương và cộng sự, 2014) và cho các kết quả nghiên cứu tốt.

2. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Lưu vực sông Sêrêpôk có tổng diện tích 16,420 km², nằm trên khu vực 2 tỉnh Tây Nguyên: Đăk Lăk, Đăk Nông có tọa độ địa lý từ 11.860° - 12.940° vĩ độ Bắc và 107.560° - 108.780° kinh độ Đông. Sêrêpôk là một phụ lưu quan trọng của sông Mê Kông, bắt nguồn từ các vùng núi phía Bắc, Đông Bắc và Đông của tỉnh Đăk Lăk (có độ cao từ 800 m - 2.000 m) và nhập lưu với sông Mê Kông ở Stung Treng - Campuchia. Lưu vực sông Sêrêpôk có chiều dài là 406 km, trong đó đoạn chảy trong lãnh thổ Việt Nam dài khoảng 126 km, đoạn chảy qua Campuchia dài khoảng 281 km và phần diện tích thuộc lãnh thổ Việt Nam có khoảng 18000 km², bao gồm các phụ lưu của sông Sêrêpôk như Prek-Drang, Ya Hleo và Sêrêpôk thượng (hình 1).



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu

Địa hình lưu vực khá phức tạp và chia cắt lớn, chuyển tiếp từ vùng cao nguyên ở phía Bắc và Đông Bắc dạng đồi núi và thấp dần xuống vùng tương đối bằng phẳng về phía Tây và Tây Nam. Đặc điểm địa hình và vị trí địa lý của vùng thuộc Tây Nguyên nên khí hậu của lưu vực mang tính chất

nhiệt đới gió mùa, một năm có hai mùa: mùa mưa và mùa khô với tổng lượng mưa năm khoảng 1800-2400 mm. Mùa mưa thường kéo dài 6 tháng từ tháng 5-10 trùng với mùa gió mùa Tây Nam hoạt động với lượng mưa chiếm trên 85% lượng mưa cả năm. Mùa khô kéo dài 6 tháng từ tháng 11 - 4 năm sau với lượng mưa chiếm khoảng 15% lượng mưa cả năm. Đất đai của lưu vực khá màu mỡ (chủ yếu là đất bazan), phù hợp với phát triển nông nghiệp.

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Cơ sở lý thuyết của SDSM

SDSM (Statistical Downscaling Model) là một công cụ phát sinh dữ liệu thời tiết để dự tính khí hậu cho một khu vực cụ thể. Mô hình SDSM ước lượng mối quan hệ thống kê dựa trên các kỹ thuật hồi quy tuyến tính giữa biến khí hậu quy mô toàn cầu (nhân tố dự báo) với các biến khí hậu địa phương. Mỗi quan hệ này được thể hiện bằng phương trình như sau:

$$R = F(L)$$

Trong đó: R là đối tượng được dự báo (biến khí hậu địa phương như lượng mưa hoặc nhiệt độ); L là đối tượng dùng để dự báo (các biến khí hậu ở quy mô lớn như quy mô toàn cầu); F là hàm tất định hoặc hàm ngẫu nhiên.

Phương pháp luận chi tiết trong công cụ SDSM được mô tả trong hướng dẫn sử dụng mô hình của Wilby và Dawson (2007).

Dữ liệu khí tượng sử dụng trong nghiên cứu này thu thập tại Trung tâm Khí tượng Thủy văn khu vực Tây Nguyên cho giai đoạn 1980-2009 tại 2 trạm khí tượng (Buôn Ma Thuột và Đăk Nông) và 6 trạm mưa (Bản Đôn, Cầu 14, Đà Lạt, Giang Sơn, Ma Đrăk và Đức Xuyên). Dữ liệu mô hình toàn cầu dùng trong nghiên cứu này là mô hình HadCM3 cho 2 kịch bản phát thải A2 (phát thải cao) và B2 (phát thải trung bình), với độ phân giải không gian là $2,5^\circ \times 2,5^\circ$. Dữ liệu này được tải từ Website các kịch bản tác động của BĐKH của Canada (<http://www.cics.uvic.ca/scenarios/sdsm/select.cgi>). Các biến dùng để dự báo được trích xuất cho 3 giai đoạn: 2020 (2011-2040), 2050 (2041-2070), và 2080 (2071-2099).

3.2. Thiết lập mô hình

Trong nghiên cứu này, mô hình SDSM 5.1 được sử dụng. Quá trình phát sinh dữ liệu thời tiết được phân thành các bước chính như sau (hình 2):

Sàn lọc các biến (Screen of predictors): Đây là

NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI

bước quan trọng trong công cụ SDSM. Bước này nhằm mục đích xác định mối tương quan của các biến dùng để dự báo với các biến khí hậu địa phương để lựa chọn các biến dung để dự báo có mối tương quan lớn dùng để xây dựng mô hình hồi qui tuyến tính. Bước này thực hiện dựa vào công cụ phân tích tương quan (correlation analysis) và đồ thị phân tán (scatter plots).

Hiệu chỉnh mô hình (Calibrate model): Công cụ Calibrate model dùng để các hệ số của các phương trình hồi quy bằng thuật toán tối ưu (thuật toán dual simplex và ordinary least squares). Người dùng sẽ xác định kiểu mô hình (theo tháng, mùa, hay năm) và kiểu xử lý là không điều kiện (thường dùng cho mô phỏng yếu tố nhiệt độ) hay có điều kiện (thường dùng cho mô phỏng yếu tố lượng mưa).

Phát sinh số liệu khí tượng (Weather generator): Công cụ này dùng để phát sinh chuỗi số liệu dựa vào các biến khí quyển trong giai đoạn quá khứ (thường dùng dữ liệu tái phân tích). Bước này

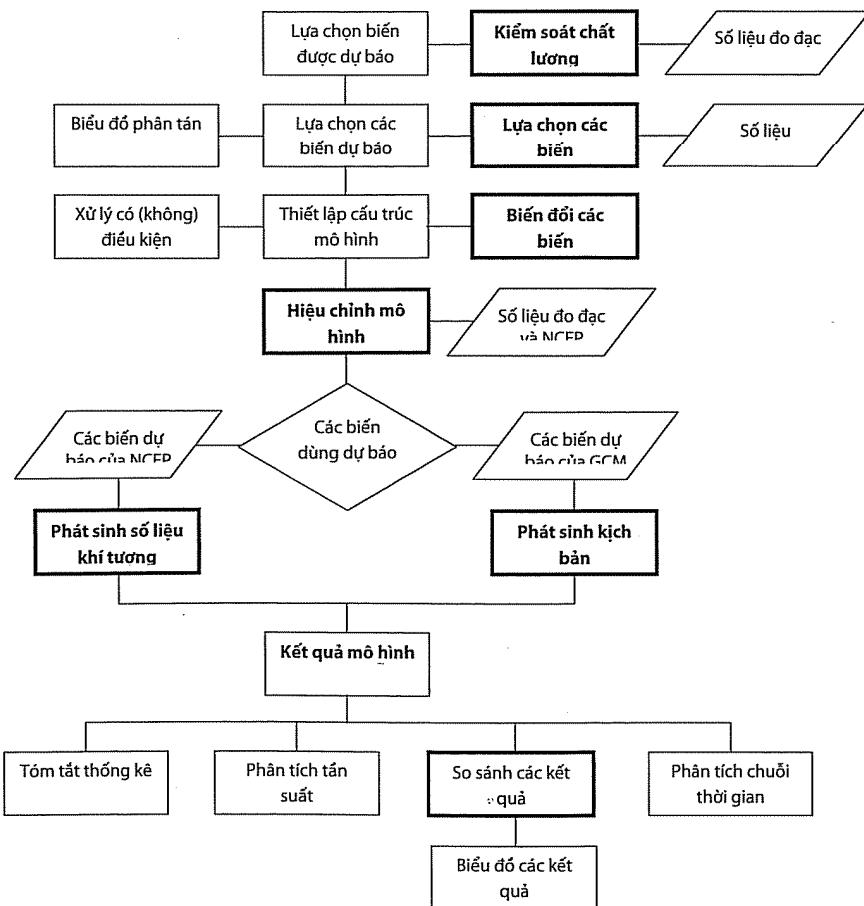
thường được tiến hành để kiểm định các mô hình đã được hiệu chỉnh.

Phát sinh các kịch bản (sử dụng các biến dự báo của mô hình toàn cầu): Bước này được tiến hành để tạo ra các chuỗi dữ liệu khí tượng dựa vào các biến các biến khí hậu toàn cầu được cung cấp bởi mô hình GCM (cả giai đoạn hiện trạng và tương lai).

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Hiệu chỉnh mô hình SDSM

Trước khi thực hiện các quá trình hiệu chỉnh kiểm định mô hình, đầu tiên cần thực hiện thao tác lựa chọn các biến dự báo, công cụ SDSM sử dụng nhiệt độ trung bình, khí áp, độ ẩm tương đối, độ ẩm tuyệt đối và tốc độ gió ở các mức 850 hPa, 500 hPa làm nhân tố đầu vào. Việc lựa chọn các biến dự báo đóng vai trò tiên quyết, ảnh hưởng trực tiếp đến kết quả của mô hình. Trong 26 biến khí quyển trong mô hình HadCM3, các biến được chọn có mối tương quan mạnh với các yếu tố khí tượng địa phương của các trạm quan trắc được trình bày như trong bảng 1 và 2.



Hình 2. Các bước phát sinh kịch bản BĐKH của SDSM (Wilby và Dawson, 2007)

Bảng 1. Kết quả chọn biến cho các trạm mưa

BMT	Bản Đôn	Cầu 14	Đà Lạt	Đăk Nông	Giang Sơn	Ma Drăk	Đức Xuyên
mslpas	p_vas	p_uas	mslpas	p_fas	p_fas	p_uas	p_fas
p_fas	p5_uas	p_vas	p5_uas	p5_fas	p5_uas	p5_fas	p_vas
p_uas	p8_zas	p_zas	p8_uas	p5_uas	p8_fas	p5_uas	p_zas
p_vas	shumas	r500as	rhumas	p500as	p8thas	p8_fas	p5zhas
p_zas		rhumas	shumas	p8_fas		r500as	p8_uas
p_thas				r500as		rhumas	r500as
				shumas			

Bảng 2. Kết quả chọn biến cho các trạm nhiệt

Buôn Ma Thuột		Đăk Nông	
Tmax	Tmin	Tmax	Tmin
p_fas	p500as	p_uas	p_uas
p_uas	r500as	p500as	p8_uas
p_zhas	rhumas	p8_fas	rhumas
p5_uas	shumas	p8_uas	shumas
p500as	tempas	p8zhas	tempas
r500as		shumas	
shumas		tempas	
tempas			

Quá trình hiệu chỉnh của mô hình sử dụng dữ liệu khí tượng ngày trong giai đoạn 1980-1990 bao gồm lượng mưa, nhiệt độ lớn nhất, nhỏ nhất, và các số liệu NCEP của giai đoạn tương ứng để phát sinh hệ số của các phương trình hồi quy và lưu dưới dạng file *.PAR. Hiệu quả mô phỏng dữ liệu lượng

mưa và nhiệt độ so với số liệu quan trắc tại các trạm mưa và khí tượng trong giai đoạn này được đánh giá bằng hệ số tương quan R2 và sai số chuẩn SE. Kết quả đánh giá trong giai đoạn hiệu chỉnh được trình bày trong bảng 3 và 4.

Bảng 3. Kết quả đánh giá thống kê giữa lượng mưa ngày đo đạc và mô phỏng từ NCEP trong giai đoạn hiệu chỉnh (1980-1990)

	BMT	Bản Đôn	Cầu 14	Đà Lạt	Đăk Nông	Giang Sơn	Ma Drăk	Đức Xuyên
R ²	0.10	0.19	0.13	0.07	0.10	0.12	0.09	0.11
SE (mm)	0.55	0.49	0.51	0.53	0.54	0.50	0.51	0.55

Từ kết quả ở bảng 3 và 4 cho thấy giá trị R2 của các trạm quan trắc nằm trong khoảng từ 0,09 – 0,19 đối với mô phỏng yếu tố lượng mưa và nằm trong khoảng 0,20 – 0,43 đối với mô phỏng yếu tố Tmax

và Tmin. Kết quả này cho thấy mức độ phù hợp giữa số liệu khí tượng mô phỏng và quan trắc dựa theo nghiên cứu của Meenu và cộng sự (2013).

Bảng 4. Kết quả đánh giá thống kê giữa nhiệt độ đo đạc và mô phỏng từ NCEP trong giai đoạn hiệu chỉnh (1980-1990)

	BMT		Đăk Nông	
	Tmax	Tmin	Tmax	Tmin
R ²	0.38	0.29	0.43	0.20
SE (mm)	1.45	0.94	1.54	1.60

NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI

4.2. Kiểm định mô hình SDSM

Sau quá trình hiệu chỉnh tác giả tiến hành thực hiện kiểm định mô hình SDSM cho giai đoạn 1991-

2001 với số liệu đầu vào là dữ liệu thực đo, các biến dự báo NCEP giai đoạn tương ứng.

Bảng 5. Kết quả đánh giá thống kê giữa số liệu quan trắc và số liệu mô phỏng của NCEP cho yếu tố lượng mưa trong giai đoạn kiểm định (1991-2001)

Trạm	Mưa trung bình (mm/ngày)			Độ lệch chuẩn (mm ²)			% ngày mưa			Độ dài ngày nắng (số ngày)		
	Đo đạc	NCEP	Bias	Đo đạc	NCEP	Bias	Đo đạc	NCEP	Bias	Đo đạc	NCEP	Bias
BMT	12,1	12,0	0,1	352	326	-26	0,43	0,43	0,00	4,7	4,0	0,7
Bản Đôn	13,0	13,0	0,0	271	272	1	0,34	0,33	0,01	5,0	5,0	0,0
Cầu 14	13,3	13,6	0,3	311	287	-24	0,36	0,36	0,00	5,2	4,5	0,7
Đà Lạt	10,0	10,0	0,0	183	185	2	0,50	0,48	0,09	4,2	3,3	0,9
Đăk Nông	13,6	13,2	0,4	347	327	-20	0,53	0,50	0,03	4,3	3,5	0,8
Giang Sơn	15,0	15,0	0,0	419	405	-14	0,34	0,35	0,01	5,0	4,7	0,3
Ma Đăk	13,0	12,9	0,1	643	637	-6	0,48	0,47	0,01	3,6	3,1	0,5
Đức Xuyên	13,9	14,0	0,1	312	294	-18	0,40	0,38	0,02	5,2	4,3	0,9

Bảng 6. Kết quả đánh giá thống kê giữa số liệu quan trắc và số liệu mô phỏng của NCEP cho yếu tố nhiệt độ trong giai đoạn kiểm định (1991-2001)

Trạm	Giá trị trung bình (°C)			Độ lệch chuẩn (mm ²)			
	Đo đạc	NCEP	Bias	Đo đạc	NCEP	Bias	
BMT	Tmax	29,6	29,5	0,1	9,1	7,2	1,9
	Tmin	20,5	20,6	0,1	3,5	2,9	0,6
Đăk Nông	Tmax	29,0	29,1	0,1	6,4	6,4	0,0
	Tmin	18,9	18,6	-0,3	6,2	6,8	0,6

Bảng 5 trình bày kết quả so sánh thống kê của kết quả mô phỏng lượng mưa dựa vào các phương trình hồi quy được xây dựng trong giai đoạn hiệu chỉnh với số liệu lượng mưa đo đạc cho giai đoạn 1991-2001. Các phân tích thống kê bao gồm: giá trị mưa trung bình, độ lệch, phần trăm ngày mưa, và độ dài ngày nắng. Kết quả thể hiện sự khác biệt không đáng kể giữa hai giá trị lượng mưa đo đạc và mô phỏng là giá trị mưa trung bình và phần trăm ngày mưa. Kết quả cho thấy sự tương đồng giữa hai giá trị này là chấp nhận được.

Bảng 6 thể hiện kết quả kiểm định nhiệt độ cao nhất và nhỏ nhất tại hai trạm: Buôn Ma Thuột và Đăk Nông cho giai đoạn 1991-2001. Kết quả đánh giá thống kê ở bảng 6 cho thấy mức độ tương quan

cao giữa nhiệt độ của trạm quan trắc với giá trị mô phỏng của NCEP. Kết quả cho thấy nhiệt độ trung bình tháng giữa đo đạc và mô phỏng là khá tương đồng.

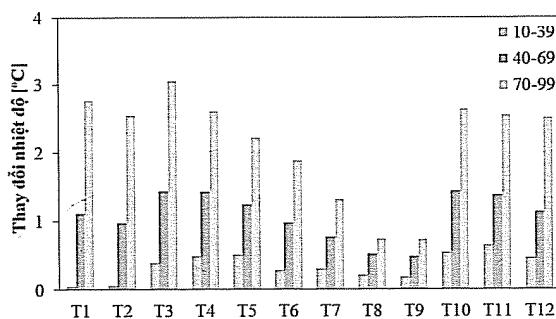
Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho thấy sự phù hợp của kết quả mô phỏng (lượng mưa và nhiệt độ) cho các trạm quan trắc trên lưu vực sông Sêrêpôk, và các phương trình hồi qui được hiệu chỉnh và kiểm định tốt này có thể được dùng để dự báo các điều kiện khí hậu trong tương lai của lưu vực dựa vào kết quả mô phỏng của mô hình toàn cầu HadCM3.

4.3. Xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu

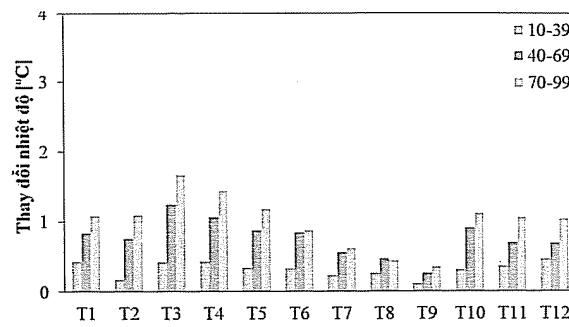
Các kịch bản biến đổi khí hậu cho lưu vực sông

Sêrêpôk được xây dựng từ giá trị kết quả mô phỏng của mô hình HadCM3 cho 2 kịch bản phát thải A2 và B2 trong 3 giai đoạn: giai đoạn 2020 (2010-2039), giai đoạn 2050 (2040-2069), và giai đoạn 2080 (2070-2099). Nhìn chung, trong các kịch bản đều thể hiện sự tăng nhiệt độ trong tương lai. Cụ thể trong kịch bản A2 nhiệt độ trung bình năm lần lượt

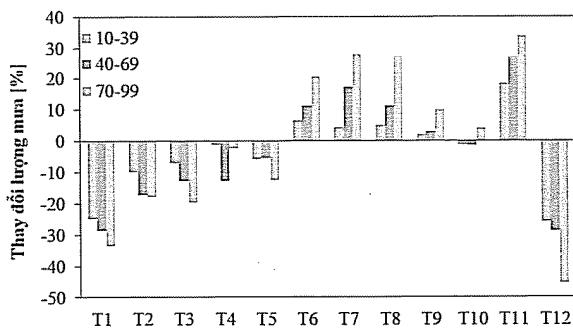
tăng 0,3, 1,1 và 2,1 °C cho các giai đoạn những năm 2020, 2050 và 2080, trong khi đó ở kịch bản B2 nhiệt độ trung bình năm tăng khoảng 0,3, 0,8 và 1,0°C. Chi tiết về sự thay đổi nhiệt trung bình tháng trong các kịch bản A2 và B2 được thể hiện trong hình 2 và 3.



Hình 2. Sự thay đổi nhiệt độ trung bình tháng theo kịch bản A2

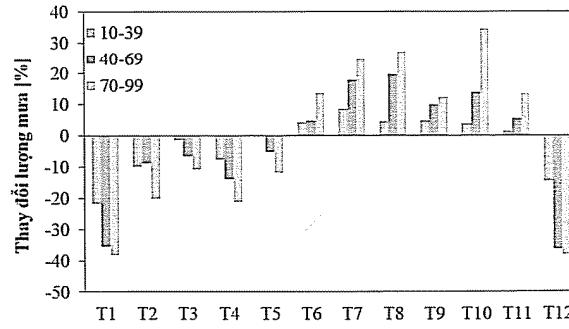


Hình 3. Sự thay đổi nhiệt độ trung bình tháng theo kịch bản B2



Hình 4. Phần trăm thay đổi lượng mưa tháng theo kịch bản A2

Các hình 4 và 5 thể hiện phần trăm thay đổi lượng mưa của các giai đoạn tương lai so với giai đoạn hiện trạng (1980-2009) cho hai kịch bản phát thải A2 và B2. Kết quả cho thấy ở kịch bản A2, lượng mưa tăng nhẹ cho giai đoạn 2020 khoảng 0,6% sau đó tăng mạnh hơn ở hai giai đoạn tiếp theo là 2050 (2,6%) và 2080 (8,2%). Trong khi đó ở kịch bản B2, lượng mưa được dự báo tăng mạnh hơn kịch bản A2 lần lượt là 1,8%, 4,9%, và 9,3% cho các giai đoạn 2020, 2050, và 2080 tương ứng. Xét về sự thay đổi



Hình 5. Phần trăm thay đổi lượng mưa tháng theo kịch bản B2

lượng mưa theo mùa, ta nhận thấy lượng mưa có xu hướng tăng trong các tháng mưa (tháng 5-10) cho cả hai kịch bản A2 và B2. Trong mùa khô (tháng 11 đến tháng 4 năm sau), lượng mưa giảm cho cả hai kịch bản A2 và B2. Điều này nhấn mạnh có thể xảy ra sự khan hiếm nước có thể xảy ra cho các tháng mùa khô trong tương lai.

5. Kết luận

Từ kết quả chi tiết hóa thống kê các yếu tố khí

tượng trên lưu vực sông Sêrêpôk, ta có thể kết luận rằng trong tương lai lưu vực sông Sêrêpôk sẽ phải đổi mới với những chiều hướng thay đổi của các yếu tố khí tượng, nhiệt độ sẽ tăng dần và lượng mưa năm tăng dần nhưng phân bố không đều cho các tháng trong năm, cụ thể lượng mưa sẽ tăng dần trong các tháng mùa mưa và giảm dần trong các tháng mùa khô. Điều này dẫn đến khả năng xảy ra lũ vào mùa mưa và khô hạn vào mùa khô sẽ gây ảnh hưởng nghiêm trọng cho hoạt động sản xuất nông nghiệp của khu vực. Các kết quả nghiên cứu này có thể hỗ trợ các nhà quản lý trong hoạch định

chính sách quản lý tài nguyên nước lưu vực Sêrêpôk nói riêng và khu vực Tây Nguyên nói chung nhằm xây dựng kế hoạch dài hạn để ứng phó với BĐKH trong tương lai.

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình SDSM cũng đã chứng minh độ tin cậy và sự hữu dụng của công cụ SDSM trong xây dựng các kịch bản BĐKH cho khu vực nghiên cứu, và công cụ này cũng có thể được áp dụng trong xây dựng các kịch bản BĐKH cho các khu vực khác.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ đề tài mã số "C2014-18-18".

Tài liệu tham khảo

1. Hassan Z., Shamsudin S. and Harun S. (2014). Application of SDSM and LARS-WG for simulating and downscaling of rainfall and temperature. *Theoretical and Applied Climatology*, 116 (1-2), 243-257;
2. IPCC (2007), - *The Physical Science Basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on climate change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA;
3. Maraun D., Wetterhall F. and Ireson, A. M. (2010), *Precipitation downscaling under climate change: recent developments to bridge the gap between dynamical models and the end user*. *Review of Geophysics*, 48, RG3003;
4. Meenu R., Rehana S., Mujumdar P.P. (2013), Assessment of hydrologic impacts of climate change in Tunga-Bhadra river basin, India with HEC-HMS and SDSM. *Hydrological Processes*, 27(11), 1572-1589;
5. Vũ Ngọc Dương, Nguyễn Mai Đăng, Hà Văn Khối. (2014), Đánh giá ảnh hưởng của BĐKH đến nhu cầu nước tưới cho nông nghiệp thuộc khu tưới hồ cửa Đạt. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, 45(6), 102-108;
6. Wang W., Shao Q., Yang T., Peng S., Xing W., Sun F. and Luo Y. (2013), Quantitative assessment of the impact of climate variability and human activities on runoff changes: a case study in four catchments of Haihe River basin, China. *Hydrological Processes*, 27, 1158-1174;
7. Wilby, R.L. and Dawson, C.W. (2007), *SDSM 4.2 – A decision support tool for the assessment of regional climate change impacts, User Manual*.