

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN TÀI NGUYÊN NƯỚC LƯU VỰC SÔNG LÔ

ThS. Nguyễn Hoàng Minh và ThS. Trần Thị Vân - Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu
ThS. Lại Tiến Vinh - Ban quản lý Trung ương các dự án thủy lợi, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn
PGS. TS. Trần Hồng Thái - Trung tâm Khí tượng Thủy văn quốc gia

Nghiên cứu này xem xét đến sự thay đổi của dòng chảy, nhu cầu sử dụng nước và cân bằng nước hệ thống trên lưu vực sông Lô trong điều kiện biến đổi khí hậu (BĐKH). Số liệu khí tượng, thủy văn, số liệu điều tra về hiện trạng và báo cáo về quy hoạch phát triển kinh tế-xã hội, các kịch bản BĐKH đã được sử dụng để tính toán và dự báo thay đổi của dòng chảy, nhu cầu sử dụng nước và cân bằng nước hệ thống trên lưu vực sông Lô. Kết quả tính toán cho thấy, dòng chảy năm trên lưu vực sông Lô trong tương lai có xu hướng tăng lên, phân phối dòng chảy trong năm không đều mà tăng mạnh vào mùa lũ và giảm vào mùa cạn. Lượng nước thiếu hụt trên lưu vực sông Lô tăng dần từ giai đoạn hiện tại tới các giai đoạn trong tương lai theo kịch bản BĐKH.

1. Mở đầu

BĐKH là một trong những thách thức lớn nhất đối với con người trong thế kỷ 21. BĐKH dẫn tới nhiệt độ trung bình tăng và một trong những hệ quả của nó là nước biển dâng và những thay đổi khó đoán trước trong chế độ dòng chảy sông ngòi [1, 3, 5, 6, 7, 8]. Điều này sẽ có tác động tiêu cực tới đời sống của con người.



Hình 1. Bản đồ lưu vực sông Lô

Trên lưu vực sông Lô, trong 40 năm qua, nhiệt độ trung bình năm tăng lên khoảng $0,95^{\circ}\text{C}$. Nhiệt độ tăng không đồng đều giữa các mùa trong năm, có xu hướng tăng nhanh vào mùa khô và tăng chậm hơn vào mùa mưa. Trong thời kỳ 1970-2010, lượng mưa năm trên lưu vực sông Lô có xu hướng giảm, khoảng 18,46%. Lượng mưa phân bố không đều giữa các mùa trong năm, thường tập trung vào 6 tháng mưa (đạt khoảng 80-85% lượng mưa năm). Trong

khi đó, lượng mưa các tháng mùa khô chỉ chiếm khoảng 15-20% lượng mưa năm [5].

Theo Bộ Tài nguyên và Môi trường (TNMT), đến cuối thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình năm lưu vực sông Lô sẽ tăng từ $1,7\text{-}2,8^{\circ}\text{C}$ và lượng mưa trung bình năm tăng từ 2,9-4,9% so với giai đoạn 1980-1999 [1]. Tuy nhiên, lượng mưa tăng không đều ở các tháng mà có xu hướng tăng lên vào mùa mưa và giảm vào mùa khô. Do vậy, việc phân tích xu thế thay đổi của dòng chảy theo các kịch bản BĐKH là rất cần thiết và có ý nghĩa khoa học trong việc xác định biến động sử dụng nước và lượng nước thiếu trên lưu vực dưới tác động của BĐKH. Nghiên cứu này sẽ phân tích sự thay đổi của dòng chảy, nhu cầu sử dụng nước và cân bằng nước hệ thống trên lưu vực sông Lô dưới tác động của BĐKH theo 3 kịch bản B1 (thấp), B2 (trung bình) và A2 (cao).

2. Phạm vi và phương pháp nghiên cứu

2.1. Phạm vi nghiên cứu

Lưu vực sông Lô (hình 1) thuộc lãnh thổ hai quốc gia: Việt Nam và Trung Quốc. Hệ thống sông Lô được hình thành từ 4 sông chính đó là dòng chính sông Lô, sông Chảy, sông Gâm và sông Phó Đáy với tổng diện tích lưu vực là 37.878 km^2 , trong đó diện tích nằm trong địa phận Trung Quốc là 15.249 km^2 chiếm 40,26% diện tích của toàn lưu vực. Phạm vi của nghiên cứu này là lưu vực sông Lô nằm trên lãnh thổ Việt Nam rộng khoảng 22.629 km^2 bao gồm toàn bộ các tỉnh Hà Giang và Tuyên Quang và một phần các tỉnh Lào Cai, Yên Bái, Cao Bằng, Bắc Kạn, Phú Thọ và Vĩnh Phúc.

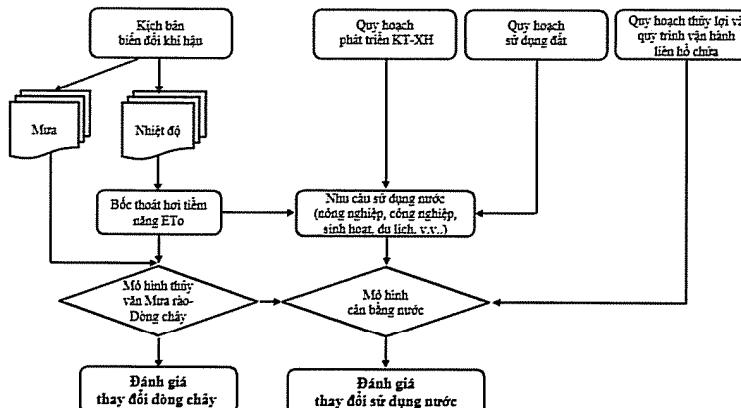
2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nội dung thực hiện đánh giá tác động của BĐKH đến tài nguyên nước (TNN) lưu vực sông Lô được mô tả trong hình 2. Nghiên cứu đã sử dụng mô hình MIKE NAM [4] và MIKE BASIN [2] lần lượt để tính toán dòng chảy và cân bằng nước hệ thống trên lưu vực sông Lô. Số liệu mưa và bốc hơi của 16 trạm khí tượng (bảng 1), lưu lượng của 6 trạm thủy văn (Bảo

Yên, Chiêm Hóa, Đạo Đức, Hàm Yên, Ghềnh Gà và Vụ Quang) và số liệu nhu cầu nước của các ngành (trồng trọt, chăn nuôi, thủy sản, công nghiệp, dịch vụ du lịch và sinh hoạt) trên lưu vực từ năm 1995-2000 đã được sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Hai hồ chứa lớn (Tuyên Quang và Thác Bà) được đưa vào để mô phỏng. Độ tin cậy của các kết quả tính toán được đánh giá dựa trên chỉ số NASH.

Bảng 1. Danh sách các trạm khí tượng trên lưu vực sông Lô

TT	Trạm	Thời kì quan trắc	TT	Trạm	Thời kì quan trắc	TT	Trạm	Thời kì quan trắc
1	Bảo Lạc	1961-2012	7	Chợ Rã	1961-2012	12	Phú Hộ	1962-2012
2	Hà Giang	1957-2012	8	Chiêm Hoá	1961-2012	13	Việt Trì	1961-2012
3	Hoàng Su Phì	1961-2012	9	Lục Yên	1961-2012	14	Lào Cai	1955-2012
4	Bắc Mê	1964-2012	10	Hàm Yên	1961-2012	15	Sa Pa	1957-2012
5	Bắc Hà	1961-2012	11	Tuyên Quang	1960-2012	16	Yên Bái	1956-2012
6	Bắc Quang	1961-2012						



Hình 2. Sơ đồ đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước lưu vực sông Lô

Căn cứ vào mạng lưới trạm thủy văn, bản đồ sử dụng nước và bản đồ địa hình DEM, toàn bộ lưu vực sông Lô được chia làm 7 tiểu lưu vực (hình 1) để tính toán dòng chảy và 16 phân khu sử dụng nước (hình 3) để tính toán cân bằng nước hệ thống lưu vực sông Lô.



Hình 3. Bản đồ phân khu sử dụng nước lưu vực sông Lô

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE NAM

Đối với các trạm thủy văn trên sông chính, số liệu khí tượng và thủy văn được chia thành 2 chuỗi: chuỗi từ năm 1980 -1990 lấy làm thời đoạn hiệu chỉnh thông số của mô hình và từ 1991-2000 lấy làm số liệu kiểm định mô hình. Trạm Bảo Yên trên sông Chảy sử dụng chuỗi số liệu từ năm 1982 - 1990 để hiệu chỉnh và từ năm 1991-2000 để kiểm định thông số mô hình.

Các thông số mô hình được xác định theo phương pháp thử sai. Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE NAM tại một số trạm thủy văn trên lưu vực sông Lô

TT	Trạm	Hiệu chỉnh		Kiểm định	
		Thời kì	NASH	Thời kì	NASH
1	Bảo Yên	1982-1990	0,76	1991-2000	0,70
2	Chiêm Hóa	1980-1990	0,85	1991-2000	0,83
3	Đạo Đức	1980-1990	0,82	1991-2000	0,90
4	Hàm Yên	1980-1990	0,74	1991-2000	0,93
5	Ghênh Gà	1980-1990	0,86	1991-2000	0,84
6	Vụ Quang	1980-1990	0,90	1991-2000	0,85

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho thấy, chỉ số NASH ở giai đoạn hiệu chỉnh và kiểm định đều có kết quả lớn, dao động từ 0,7-0,9. Như vậy có thể kết luận rằng bộ thông số của mô hình MIKE NAM tìm được có thể mô phỏng khá tốt quá trình hình thành dòng chảy từ mưa trên lưu vực sông Lô. Vì vậy, có thể sử dụng bộ thông số tìm được từ quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình để mô phỏng dòng chảy từ mưa theo các kịch bản BĐKH.

3.2. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE BASIN

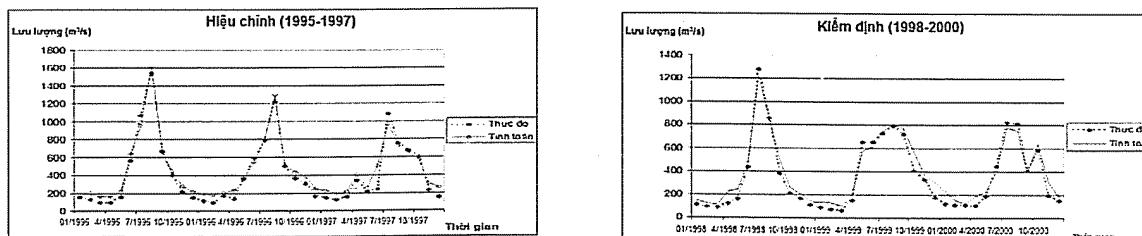
Với đầu vào là dòng chảy được tính toán từ mưa thông qua mô hình MIKE NAM và số liệu nhu cầu dùng nước của các ngành năm từ 1995-2000,

nghiên cứu đã sử dụng số liệu từ năm 1995-1997 để hiệu chỉnh mô hình MIKE BASIN và số liệu từ năm 1998-2000 để kiểm định mô hình.

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thể hiện qua đường quá trình lưu lượng tính toán và lưu lượng thực đo tại một số nút kiểm tra có trạm đo đặc. Qua kết quả tính toán cho thấy quá trình hiệu chỉnh kiểm định mô hình tương đối tốt và được thể hiện như trong hình 4. Liệt dòng chảy mô phỏng và liệt dòng chảy thực đo tại các nút kiểm tra tương đối trùng khớp. Kết quả so sánh giữa thực đo và mô phỏng thông qua chỉ số NASH ở bảng 3 cho thấy trên 90% kết quả mô phỏng phù hợp với số liệu thực đo tại tất cả các trạm thủy văn được lựa chọn trên lưu vực.

Bảng 3. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE BASIN tại một số trạm thủy văn trên lưu vực sông Lô

TT	Trạm	NASH	
		Hiệu chỉnh	Kiểm định
1	Hàm Yên	0,98	0,95
2	Chiêm Hóa	0,95	0,92
3	Ghênh Gà	0,90	0,93
4	Vụ Quang	0,94	0,91



Hình 4. Lưu lượng thực đo và tính toán (mô hình MIKE BASIN) tại trạm Hàm Yên

3.3. Tác động của BĐKH đến dòng chảy lưu vực sông Lô

Dòng chảy trên các lưu vực bộ phận thuộc sông Lô trong các thời kì: 2020-2039, 2040-2059, 2060-2079, 2080-2099 được mô phỏng dưới tác động của

BĐKH theo 3 kịch bản BĐKH B1 (thấp), B2 (trung bình), A2 (cao) (hình 5).

3.3.1. Dòng chảy năm

Tổng dòng chảy năm trên toàn hệ thống sông Lô có xu hướng tăng ở cả 3 kịch bản BĐKH. Tuy

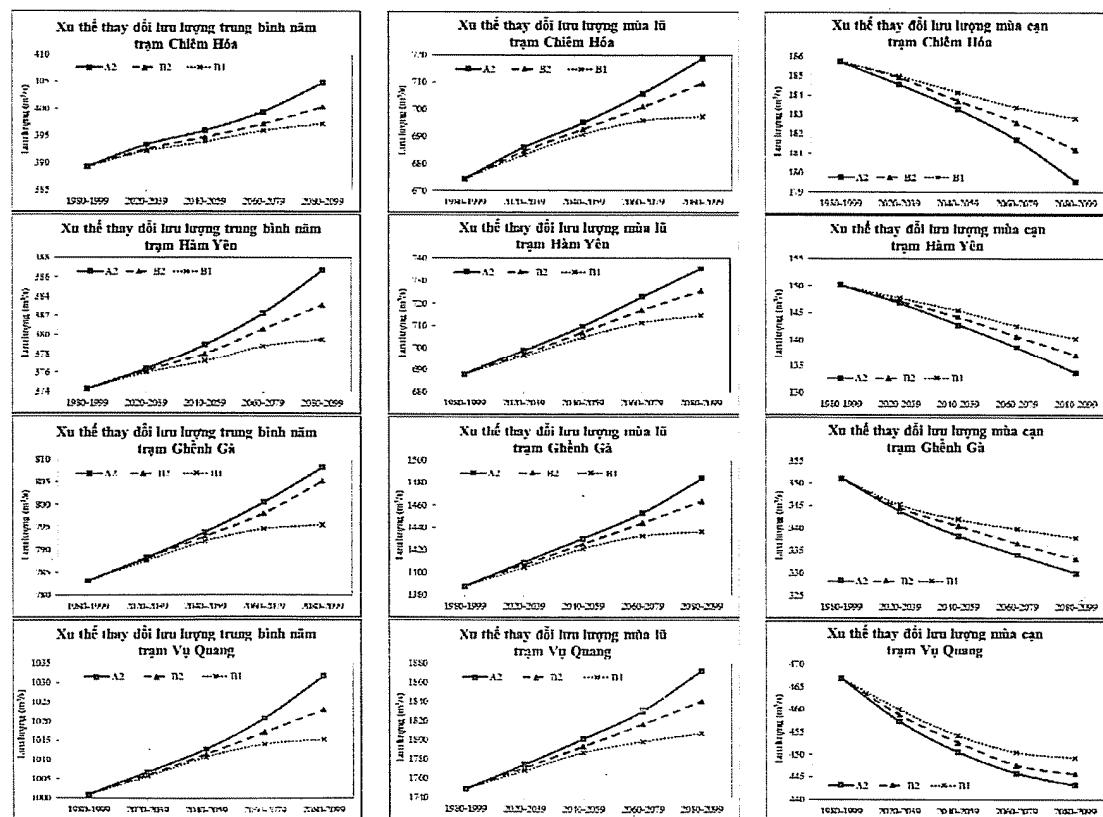
NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI

nhiên, sự biến đổi dòng chảy năm trên từng nhánh sông có sự khác biệt theo từng kịch bản BĐKH (hình 5). Nhưng có thể nhận thấy rằng, xu thế của dòng chảy trung bình năm tăng lên so với thời kì nền và thời kì sau lớn hơn thời kì trước, phù hợp với sự thay đổi của lượng mưa và bốc hơi trên lưu vực theo các kịch bản BĐKH khác nhau. Sự khác biệt đó thể hiện rõ nhất trong giai đoạn 2080-2099. Cụ thể, so với gian đoạn 1980-1999, lưu lượng trung bình thời kì 2080-2099 tại Chiêm Hóa tăng từ 7,9-15,5 m³/s (3-4%); tại Hàm Yên tăng từ 5,3-12,4 m³/s (1,4-2,9%); tại Ghềnh Gà tăng từ 12,5-25,3 m³/s (khoảng 1,6-3,2%); tại Vụ Quang tăng từ 14,1-30,5 m³/s (1,41-3%). Sự gia

tăng dòng chảy năm dưới tác động của BĐKH giảm dần theo các kịch bản A2, B2 và B1.

3.3.2. Dòng chảy mùa lũ

Theo các kịch bản BĐKH, dòng chảy mùa lũ trên lưu vực sông Lô có xu hướng tăng lên (hình 5). Nhìn chung, dòng chảy lũ theo kịch bản A2 có mức độ gia tăng lớn nhất so với thời kì nền. Trong khi đó, dòng chảy lũ được tính toán cho kịch bản B1 cho thấy mức độ tăng thấp nhất trong 3 kịch bản BĐKH. Xét về phân phối dòng chảy trong năm, dòng chảy mùa lũ có xu hướng giảm vào tháng đầu mùa (tháng 6), nhưng sau đó gia tăng mạnh vào các tháng giữa mùa lũ (tháng 7, 8, 9).



Hình 5. Xu thế thay đổi lưu lượng trung bình tại một số trạm thủy văn trên sông Lô ứng với các kịch bản BĐKH

Thời kì 2020-2039: So với thời kì nền, dòng chảy mùa lũ tính toán tại các trạm tăng lên từ 1,1 đến 1,7%. Mức tăng của dòng chảy lũ theo các kịch bản BĐKH không có sự chênh lệch lớn. Kịch bản A2 đưa ra kết quả dòng chảy lũ tăng mạnh nhất; trung bình tại Hàm Yên là 698 m³/s, tăng 1,5%; tại Chiêm Hóa là 686 m³/s, tăng 1,7%; tại Ghềnh Gà là 1409 m³/s,

tăng 1,5%; tại Vụ Quang là 1769 m³/s, tăng 1,5%.

Thời kì 2080-2099: Lưu lượng dòng chảy lũ tăng khá rõ rệt so với thời kì nền cũng như sự khác biệt lớn trong kết quả tính toán theo các kịch bản BĐKH. Theo đó, kịch bản A2 thể hiện dòng chảy lũ tăng lớn nhất. Lưu lượng mùa lũ tại các trạm Hàm Yên,

Chiêm Hóa, Ghềnh Gà và Vụ Quang lần lượt là 735 m³/s (tăng 6,9%), 719 m³/s (tăng 6,6%), 1484 m³/s (tăng 6,9%) và 1872 m³/s (tăng 7,1%). Kịch bản B2 cho kết quả tính toán dòng chảy lũ thấp hơn, với mức tăng so với thời kì nền là 5,4% tại Hàm Yên, 5,2% tại Chiêm Hóa, 5,4% tại Ghềnh Gà và 5,2% tại Vụ Quang. Với kịch bản B1, mức tăng tương ứng là 3,9%, 3,4%, 3,5% và 3,3%.

3.3.3. Dòng chảy mùa cạn

Nhìn chung, tổng lưu lượng trung bình mùa cạn trên toàn bộ hệ thống đều giảm dần qua từng thời kì dưới sự tác động của BĐKH (hình 5). Dòng chảy trung bình mùa cạn, có xu hướng chung là giảm dần từ giữa đến cuối mùa, giảm mạnh nhất vào các tháng cuối (tháng 3, 4, 5), các tháng đầu mùa lũ có sự giảm nhẹ không đáng kể.

Thời kì 2020-2039: Theo kịch bản A2, lưu lượng trung bình mùa cạn tính tại Hàm Yên là 147 m³/s, (giảm 2,2%); tại Chiêm Hóa là 185 m³/s (giảm 0,6%); tại Ghềnh Gà là 344 m³/s (giảm 2,1%); tại Vụ Quang là 457 m³/s (giảm 2%). Mức giảm tương ứng theo kịch bản B2 là 2% tại Hàm Yên; 0,4% tại Chiêm Hóa; 1,9% tại Ghềnh Gà; 1,7%; tại Vụ Quang. Mức giảm theo kịch bản B1 lần lượt là 1,6%; 0,3%; 1,7% và 1,5%.

Thời kì 2080-2099: Theo kịch bản A2, dòng chảy trung bình mùa cạn tại Hàm Yên là 134 m³/s (giảm 11% so với thời kì nền); tại Chiêm Hóa là 180 m³/s (giảm 3,3%); tại Ghềnh Gà là 330 m³/s (giảm 6%) và tại Vụ Quang là 443 m³/s (giảm 5,1%). Mức giảm tương ứng tại các trạm theo các kịch bản B2 là 8,6%;

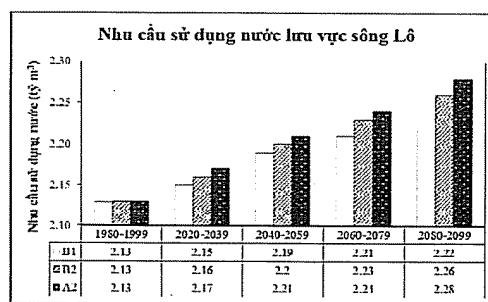
2,5%; 5,1% và 4,6%, theo kịch bản B1 lần lượt là 6,6%; 1,6%; 3,8% và 3,7%.

Theo kết quả tính toán, trong thời kì 2020-2039, dòng chảy trung bình mùa cạn trên các lưu vực sông thuộc lưu vực sông Lô theo kịch bản A2 giảm mạnh nhất và theo kịch bản B1 là giảm ít nhất. Đến giai đoạn 2080-2099, trên phần lớn các lưu vực thuộc hệ thống sông Lô, dòng chảy trung bình mùa cạn theo các kịch bản đều giảm mạnh so với các thời kì trước.

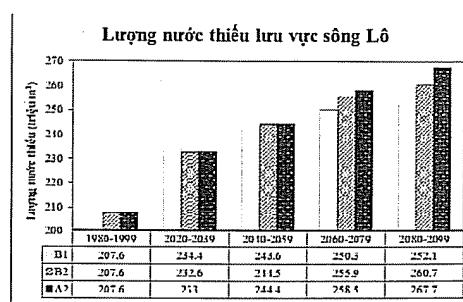
3.4. Tác động của BĐKH đến cân bằng nước hệ thống lưu vực sông Lô

3.4.1. Nhu cầu sử dụng nước

Dựa trên số liệu mưa, nhiệt độ, bốc hơi theo các kịch bản BĐKH, số liệu thống kê và quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội của các tỉnh trong lưu vực sông Lô, nghiên cứu đã tính toán nhu cầu sử dụng nước của các ngành trong tương lai của lưu vực sông Lô theo các kịch bản BĐKH B1, B2 và A2. Nhu cầu dùng nước trên lưu vực theo 3 kịch bản BĐKH đều tăng dần qua các giai đoạn, lượng tăng chủ yếu là do nhu cầu nước cho cây trồng và nuôi trồng thủy sản tăng, nhu cầu dùng nước của các ngành khác cũng tăng nhưng tổng lượng nước gia tăng so với 2 ngành có nhu cầu lớn nhất là không đáng kể. Hơn nữa, lượng mưa vào mùa cạn có xu hướng giảm đi dẫn đến nhu cầu dùng nước vào mùa cạn ngày càng tăng. Kết quả tính toán nhu cầu dùng nước theo các kịch bản BĐKH trên lưu vực sông Lô được thể hiện ở hình 6.



Hình 6. Nhu cầu sử dụng nước lưu vực sông Lô ứng với các kịch bản BĐKH



Hình 7. Lượng nước tiêu thụ trên lưu vực sông Lô ứng với các kịch bản BĐKH

3.4.2. Cân bằng nước hệ thống

Toàn bộ lưu vực sông Lô bao gồm 4 khu lớn: lưu vực sông Chảy, Lô, Gâm, và Phó Đáy. Các lưu vực này được phân thành 16 khu nhỏ để tính toán cân bằng nước hệ thống. Tổng lượng nước thiếu ứng với các kịch bản BĐKH qua các giai đoạn 2020-2039, 2040-2059, 2060-2079, và 2080-2099 được thể hiện trong hình 7.

Giai đoạn hiện trạng (1980-1999), toàn lưu vực sông Lô thiếu 207,6 triệu m³, có 11/16 phân khu thiếu nước. Khi xét đến ảnh hưởng của BĐKH, mức độ thiếu nước của lưu vực sông Lô tăng dần qua các giai đoạn khác nhau của cùng 1 kịch bản BĐKH, nhưng độ tăng không lớn do chỉ xét ảnh hưởng chính của BĐKH lên nhu cầu sử dụng nước.

Đối với tất cả các kịch bản BĐKH, lưu vực sông Lô xuất hiện thêm 2 phân khu thiếu nước so với giai

đoạn hiện trạng, có 13/16 phân khu thiếu nước. Tổng lượng nước thiếu hụt trên lưu vực sông Lô dao động trong khoảng 234,4-252,1 triệu m³ (B1); 232,6-260,7 triệu m³ (B2); 233-267,7 triệu m³ (A2).

4. Kết luận

- Dòng chảy trung bình năm trên toàn lưu vực sông Lô có xu hướng tăng lên theo các kịch bản BĐKH. Theo đó, kịch bản A2 có mức tăng lớn nhất, tiếp đến là kịch bản B2 và kịch bản B1. Đối với phân phối dòng chảy trong năm, dòng chảy mùa lũ có xu hướng tăng mạnh trong khi dòng chảy mùa cạn có xu hướng giảm xuống.

- Nhu cầu dùng nước và lượng nước thiếu hụt trên lưu vực đều tăng dần qua các giai đoạn ứng với các kịch bản BĐKH, lượng tăng chủ yếu là do mức tăng của nhu cầu nước cho cây trồng và nuôi trồng thủy sản.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012), Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam. NXB Tài nguyên và Môi trường và Bản đồ Việt Nam, 96 trang;
2. DHI Water and Environment (2003), MIKE BASIN 2003 Users Manual;
3. HongThai, T. and Thuc, T. (2011), Impacts of climate change on the flow in Hong-Thai Binh and Dong Nai river basins. VNU Journal of Science, Earth Sciences 27, 98-106;
4. MIKE by DHI (2009), MIKE 11 Reference Manual: A modelling system for rivers and channels;
5. Nguyễn Hoàng Minh (2013), Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước lưu vực sông Lô. Luận văn Thạc sỹ Khoa học, Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, 90 trang;
6. Trần Thanh Xuân (2011), Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học – Kỹ Thuật, 299 trang;
7. Viện Khoa học Khí tượng, Thủy văn và Môi trường, (2006), Nghiên cứu ứng dụng mô hình toán trong quản lý tổng hợp tài nguyên nước lưu vực sông Chảy;
8. Vũ Văn Minh, Nguyễn Hoàng Minh, Trần Hồng Thái, (2011), Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước lưu vực sông Hồng – Thái Bình. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số 598, 10/2011, 26 – 31.