

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN TÀI NGUYÊN THIÊN NHIÊN

THƯ VIỆN
TRUNG TÂM KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN QUỐC GIA

PGS.TS. Trần Thực, TS. Nguyễn Văn Thắng, GS. TS. Nguyễn Trọng Hiệu,
ThS. Phạm Thanh Hương, KS. Ngô Sỹ Giai
Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Việt Nam là một trong những quốc gia chịu tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu (BĐKH), thể hiện rõ nhất là những tác động đến điều kiện tự nhiên, tài nguyên thiên nhiên. Dựa trên các kịch bản BĐKH đã được công bố và có cơ sở số đến liệu đến năm 2007, các tác giả đã tiến hành nghiên cứu tác động của BĐKH đến hai loại tài nguyên rất quan trọng là đất đai và tài nguyên nước. Bài báo này giới thiệu những kết quả nghiên cứu trên.

1. Mở đầu

Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH) đến điều kiện tự nhiên và tài nguyên thiên nhiên, đặc biệt là tài nguyên đất, tài nguyên nước là một trong những mục tiêu và nội dung quan trọng nhất của các chương trình, dự án về BĐKH của quốc tế và các quốc gia. Kết quả của đánh giá tác động này có ý nghĩa rất lớn đối với việc xây dựng các chiến lược, quy hoạch, lập kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội và phòng chống thiên tai, bảo vệ môi trường ở bất kỳ quốc gia nào.

Việt Nam được xác định là một trong những quốc gia có nhiều khả năng chịu các tác động tiêu cực của BĐKH và các kết quả nghiên cứu ở nước ta cho thấy ở Việt Nam đã có những biểu hiện của BĐKH, trong đó rõ rệt nhất là những biến đổi của các yếu tố khí hậu cơ bản (nhiệt độ, lượng mưa...) cũng như các hiện tượng thời tiết và khí hậu cực đoan (bão, mưa lớn, hạn hán...), đặc biệt là nước biển dâng, tác động đến tài nguyên đất, tài nguyên nước của Việt Nam.

Áp dụng cách tiếp cận được trình bày trong [3, 4], dựa trên các kịch bản BĐKH đã được công bố ở Việt Nam và cơ sở số liệu khí hậu hiện có đến năm 2007

động của BĐKH đến 2 loại tài nguyên rất quan trọng là đất đai và tài nguyên nước (không kể tài nguyên khí hậu) ở nước ta đến các năm 2020, 2050 và 2100 của thế kỷ 21.

2. Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên đất

a. Ngập lụt do nước biển dâng

1) Tác động chung của ngập lụt do nước biển dâng

Tình trạng ngập lụt trong báo cáo này (theo bản đồ địa hình 1:50.000 và 1:100.000; số liệu này sẽ có sai khác so với số liệu công bố trong kịch bản của Bộ Tài nguyên và Môi trường đối với TP. Hồ Chí Minh và Đồng bằng sông Cửu Long có độ phân giải cao 1:5.000) chỉ căn cứ vào mực nước biển dâng (NBD) hoàn toàn do BĐKH, chưa đề cập đến các ảnh hưởng khác, chẳng hạn ảnh hưởng của thủy triều, nước dâng do bão,... Hậu quả của ngập lụt được tính theo diện tích thấp hơn mực nước biển (MNB), tỷ lệ diện tích thấp hơn MNB, số người bị ảnh hưởng và tỷ lệ dân số bị ảnh hưởng.

Trên lãnh thổ Việt Nam, với NBD chỉ ở mức 0,25 m, diện tích thấp hơn MNB trên 6.230 km², tỷ lệ diện tích dưới MNB là 1,9%, khoảng 2 triệu dân tương

THƯ VIỆN
TRUNG TÂM KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN QUỐC GIA

Nghiên cứu & Trao đổi

đương 2,4% dân số bị ảnh hưởng. Theo kịch bản phát thải (KBPT) cao hay KBPT trung bình, mức độ ảnh hưởng nói trên xảy ra vào những năm đầu của nửa thập kỷ 2040 - 2045.

Khi NBD tới mức 0,50m, diện tích dưới MNB lên đến 14.034 km², chiếm 4,2% diện tích, ảnh hưởng đến 4,7 triệu người, tương đương 5,2% dân số. Tình trạng này có thể xảy ra vào khoảng nửa thập kỷ 2060-2065 theo KBPT cao hoặc nửa thập kỷ 2070-2075 theo KBPT trung bình.

Với mức NBD 1m, 9,1% diện tích nước ta dưới MNB và 16% dân số Việt Nam bị ảnh hưởng. Đó chính là tác động của BĐKH vào năm 2100 ứng với KBPT cao đã được công bố.

Theo các tính toán, 15% diện tích Việt Nam dưới MNB nếu NBD 2m và 36% dân số Việt Nam bị ảnh hưởng, nếu NBD đến 3 m. Tất nhiên, đó là ước lượng ngoài kịch bản và rất nhiều khả năng chỉ xảy ra sau thế kỷ 21 hoặc xa hơn nữa. Xin lưu ý là những phân tích nói trên dành cho cả nước Việt Nam với trên ¾ diện tích đồi núi. Thực tế là, hậu quả của NBD nghiêm trọng hơn nhiều nếu chỉ xét trong phạm vi hai đồng bằng lớn: đồng bằng sông Hồng (ĐBSH) và đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL).

Trên ĐBSH, khi NBD 0,25 m, diện tích dưới MNB

chỉ trên 100 km², chiếm chưa đầy 1% diện tích, ảnh hưởng đến 0,1 triệu người, tức là khoảng 0,7% dân số. Với NBD 0,5 m, diện tích dưới MNB vượt 200 km² chiếm 1,5 %, ảnh hưởng đến 0,2 triệu người, khoảng 1,4 % dân số sinh sống trong vùng. Tác hại tăng lên nhanh chóng khi NBD 1 m, diện tích dưới MNB lên 1.668 km², mất 11,2% và ảnh hưởng đến gần 2 triệu người, trên 10% dân số. Nếu NBD lên 3 m, diện tích ĐBSH mất đi gần một nửa và cũng với tỷ lệ đó dân số bị ảnh hưởng. Tuy nhiên, đó chỉ là những giả định vượt xa dự kiến theo kịch bản.

Trên ĐBSCL, khi NBD 0,25m, diện tích dưới MNB là 5.428 km², chiếm 14% và ảnh hưởng đến 1,8 triệu người, khoảng 9,6% dân số. Khi NBD 0,5m, diện tích dưới MNB là 12.873 km², chiếm 32 % ảnh hưởng tới 4,1 triệu người, tức là 22% dân số.

Với mức NBD 1m, diện tích dưới MNB là 26.856 km², chiếm 67% diện tích tự nhiên và ảnh hưởng đến 10 triệu người, khoảng 55% dân số. Đến khi mức NBD 1,5m, diện tích dưới MNB đã là 87% và dân số bị ảnh hưởng lên đến 81% (bảng 1).

Như vậy, tác động của BĐKH đến diện tích bị ngập của ĐBSCL vượt hẳn ĐBSH và vượt xa tình hình chung của cả nước.

Bảng 1. Diện tích dưới MNB và dân số bị ảnh hưởng do nước biển dâng trên lãnh thổ Việt Nam và hai đồng bằng chính

A (m)	Cả nước				Đồng bằng sông Hồng				Đồng bằng sông Cửu Long			
	B	C	D	E	B	C	D	E	B	C	D	E
0,25	6.237	1,9	2,0	2,4	105	0,7	0,1	0,7	5.428	14	1,8	9,6
0,5	14.034	4,2	4,7	5,2	216	1,5	0,2	1,4	12.873	32	4,1	22
1	30.116	9,1	13	16	1.668	11,2	1,9	11	26.856	67	10	55
1,5	40.242	12	20	24	2.983	20	3,4	21	34.983	87	15	81
2	45.479	14	25	30	4.692	31	5,6	34	37.706	94	17	94
3	50.908	15	30	36	7.040	47	8,3	50	38.933	97	18	98
4	53.909	16	34	41	8.152	54	11	65	-	-	-	-
5	57.447	17	37	45	9.505	64	12	23	-	-	-	-

(Số liệu được thu nhận theo bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50.000 và 1:100.000)

A: Mức NBD (m); B: Diện tích dưới MNB (km²); C: Tỷ lệ dưới MNB (%); D: Dân số bị ảnh hưởng (triệu người); E: Tỷ lệ (%).

b. Diện tích thấp hơn mực nước biển theo các kịch bản

1) Diện tích dưới MNB theo nước biển dâng

a) Nước biển dâng 0,25m: Diện tích dưới MNB lên đến trên 14% ở các tỉnh ĐBSCL; 12% ở thành phố Hồ Chí Minh và 5% ở Thừa Thiên Huế. Nhiều tỉnh Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ, Đông Nam Bộ như Quảng Ninh, Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị, Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa, Đồng Nai, Bà Rịa Vũng Tàu có từ 0,1 đến chưa đầy 1% diện tích dưới MNB. Một số tỉnh khác như Thanh Hóa, Quảng Nam, Ninh Thuận, Bình Thuận có chưa đến 0,1% diện tích dưới MNB, trong đó Ninh Thuận hầu như không có dưới MNB.

b) Nước biển dâng 0,5m: Diện tích dưới MNB lên đến 32 % ở các tỉnh ĐBSCL; 15 % ở thành phố Hồ Chí Minh (TP HCM) và 5,6 % ở Thừa Thiên Huế. Tỷ lệ dưới MNB từ 1 % trở lên là ở ĐBSH, Hà Tĩnh, Quảng Bình và dưới 1 % ở các tỉnh ven biển khác. Riêng Ninh Thuận vẫn cao hơn MNB.

c) Nước biển dâng 1m: Diện tích dưới MNB lên đến 67% ở các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long; 21% ở TP HCM; 11,2% ở ĐBSH; 7,1 % ở Thừa Thiên Huế; 5,7 % ở Bà Rịa - Vũng Tàu. Ở Hà Tĩnh, Quảng Ninh, Quảng Bình, Đồng Nai có 1-2,5 % diện tích dưới MNB. Ở các tỉnh ven biển khác, diện tích dưới MNB chưa đến 1% và riêng Ninh Thuận hầu như chưa bị ảnh hưởng.

d) Nước biển dâng 3m: Diện tích dưới MNB lên đến 97 % ở các tỉnh ĐBSCL; 47,6 % ở ĐBSH; 45 % ở TP HCM; 13 % ở Thừa Thiên Huế, Bà Rịa Vũng Tàu; 12 % ở Hà Tĩnh; 5,1 % ở Thanh Hóa. Nhiều tỉnh có từ 1 đến 5% diện tích dưới MNB: Quảng Ninh, Nghệ An, Quảng Bình, Quảng Trị, Đà Nẵng, Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa, Đồng Nai. Riêng Ninh Thuận, Bình Thuận chỉ có 0,3 – 0,4% diện tích bị ảnh hưởng.

2) Diện tích dưới MNB theo kịch bản BĐKH

Theo KBPT trung bình, mực NBD vào năm 2050 là 30cm, vào năm 2100: 75cm.

+ Năm 2050

Vào năm 2050, theo KBPT trung bình mực NBD

trên khắp cả nước, từ Bắc chí Nam đều là 30 cm. Khi đó, trên phạm vi cả nước có trên 8.000 km² diện tích dưới MNB chiếm khoảng 2,4-2,5 %. Các địa phương có tỷ lệ diện tích dưới MNB (TLDT dưới MNB) từ nhiều đến ít chia theo các nhóm như sau:

- Nhóm có TLDT dưới MNB trên 10%: i) Các tỉnh ĐBSCL; ii) TP HCM.

- Nhóm có TLDT dưới MNB đến 10%: Thừa Thiên Huế;

- Nhóm TLDT dưới MNB từ 0,5 đến 1%: i) Các tỉnh ĐBSH; ii) Hà Tĩnh; iii) Quảng Bình.

- Nhóm TLDT dưới MNB từ 0,1 đến 0,5%: i) Quảng Ninh; ii) Nghệ An; iii) Quảng Trị; iv) Đà Nẵng; v) Bình Định; vi) Quảng Ngãi; vii) Phú Yên; viii) Khánh Hòa; ix) Đồng Nai; và x) Bà Rịa – Vũng Tàu.

- Nhóm có TLDT dưới MNB dưới 0,1%: i) Thanh Hóa; ii) Quảng Nam; iii) Ninh Thuận; iv) Bình Thuận.

+ Năm 2100

Vào năm 2100, theo KBPT trung bình mực NBD trên cả nước là 75 cm. Khi đó, trên phạm vi cả nước có trên 22.000 km² diện tích dưới MNB chiếm 6,7% diện tích tự nhiên. Các địa phương có diện tích dưới MNB từ nhiều đến ít, chia theo các nhóm như sau:

- Nhóm có diện tích thấp hơn MNB trên 50%: Các tỉnh ĐBSCL;

- Nhóm có diện tích dưới MNB từ 10 đến 50%: TP HCM;

- Nhóm có diện tích dưới MNB từ 5 đến 10%: Các tỉnh ĐBSH; Thừa Thiên Huế;

- Nhóm có diện tích dưới MNB từ 1 đến 5%: Hà Tĩnh, Quảng Bình, Bà Rịa – Vũng Tàu;

- Nhóm có diện tích dưới MNB từ 0,1 đến 1%: Quảng Ninh, Thanh Hóa, Nghệ An, Quảng Trị, Đà Nẵng, Quảng Ngãi, Phú Yên, Khánh Hòa, Đồng Nai.

- Nhóm có dưới 0,1% diện tích thấp hơn MNB: Ninh Thuận, Bình Thuận.

c. Tác động của biến đổi khí hậu đến chất lượng đất

BĐKH chắc chắn kéo theo các quá trình sinh lý

– hóa học gây thoái hóa đất, tăng cường các quá trình hoang mạc hóa bao gồm:

1) Quá trình ô xy hóa gây thoái hóa đất

Nhiệt độ trung bình tăng lên 3- 4 °C, cực trị nhiệt độ tăng vọt, trên 40 °C thậm chí đến 45- 46 °C, tần suất nắng nóng và hạn hán gia tăng, thúc đẩy các quá trình sinh học và sinh hóa, xúc tiến mãnh liệt quá trình ô xy hóa đưa một khối lượng đáng kể các chất O₂, H₂O₂, N₂O vào đất, gây ra thoái hóa đất.

2) Quá trình mặn hóa

Quá trình mặn hóa tăng cường trên các tỉnh ven biển từ Quảng Ninh, châu thổ sông Hồng của Bắc Bộ, các tỉnh ven biển từ Thanh Hóa đến Bình Thuận, các tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu, Đồng Nai và châu thổ sông Cửu Long và Nam Bộ. Quá trình mặn hóa xảy ra phổ biến hơn do hai nguyên nhân chính: i) - Nước biển dâng cao, triều lấn sâu vào đất liền, ngấm mặn theo hệ thống nước ngầm nhất là khi hạn xảy ra thường xuyên hơn và gay gắt hơn; ii) Bốc hơi mạnh hơn, lôi kéo muối theo con đường mao dẫn, tích lên bề mặt, dẫn đến tích đọng muối kiềm.

Nguyên nhân thứ nhất là phổ biến, nhất là ở vùng cửa sông, cả trong mùa khô lẫn mùa mưa. Vào mùa khô, tình trạng triều lấn, phối hợp với nước ngầm giảm sút, gây mặn hóa duyên hải. Về mùa mưa, đồng thời là mùa bão, thủy triều và sóng biển theo các cửa sông tràn vào, mặn hóa đất phù sa và cát ven biển. Ngoài ra, quá trình mặn hóa còn liên quan đến quá trình phát triển hoạt động kinh tế - xã hội, chẳng hạn khai thác đất ven biển để nuôi tôm, làm muối.

3) Quá trình xói mòn rửa trôi theo nước

Trong tương lai, mưa phổ biến nhiều hơn trên các vùng khí hậu, đặc biệt là các trung tâm mưa lớn ở vùng núi. Mưa nhiều hơn, cường độ lớn hơn làm gia tăng tốc độ xói mòn rửa trôi theo nước, nhất là ở những vùng lớp phủ thực vật bị tàn phá. Quá trình xói mòn rửa trôi, đặc biệt nghiêm trọng khi gia tăng lũ, lũ quét cả về tần số và tốc độ trên nhiều vùng, dẫn đến tầng đất bị bóc mỏng, trơ sỏi đá hay bị cắt xẻ thành các mương xói, mẳng xói. Đây cũng là tiền đề quan trọng xuất hiện hoang mạc đá ở vùng núi và

xuất hiện, lan rộng đất xám bạc màu ở vùng đồi và bán sơn địa.

4) Quá trình xâm thực xói lở bờ sông

Trong tương lai, do mùa khô và hạn hán trở nên khốc liệt hơn, tình trạng trở nên phổ biến hơn là lòng sông bị nâng cao do bồi lắng đồng thời xói lở và chuyển dịch bờ theo chiều ngang, đe dọa nhiều diện tích canh tác ven các sông bãi.

Trên thực tế, lòng sông bị bồi lấp cũng bắt nguồn từ sự tăng cường quá trình xói mòn, rửa trôi đưa vật liệu thô lấp dần lòng sông hoặc lắng đọng dưới đáy sông, thậm chí đưa cát lấp dần các cửa sông trong mùa khô. Trong tương lai, khi càng ngày càng phát triển nhiều công trình thủy điện, đập đập ngăn sông lấy nước cũng luôn thay đổi quy luật lòng sông, dẫn đến gia tăng quá trình xâm thực, xói lở bờ sông.

5) Quá trình phong thành cát bay, cát chảy

Do bão tố nhiều hơn, tần số và tốc độ gió bão đều tăng lên đáng kể. Mặt khác, nhiều yếu tố hoàn lưu khí quyển cũng có thể dẫn đến sự gia tăng tốc độ gió trên các vùng ven biển. Ở các vùng núi, gió to cùng với mưa lớn mài mòn các sườn đất, bốc hơi lại gia tăng làm gia tăng quá trình hoang mạc đá. Trên các vùng đất bạc màu, tầng đất bị phá vỡ cấu trúc và do đó vào mùa khô gió cuốn bụi từ nơi này sang nơi khác, tích tụ thành hoang mạc bụi. Tác động của quá trình phong thành tăng cường rõ rệt nhất trên các vùng cồn cát ven biển miền Trung, gia tăng quá trình cát bay, cát chảy, đất cát vào ruộng đồng và khu vực dân cư ven biển.

3. Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước

a. Phương pháp đánh giá và số liệu

Tài nguyên nước (TNN) của một quốc gia bao gồm các nguồn nước trên lãnh thổ quốc gia đó, cụ thể là nước mặt (nước sông, ao hồ, hồ chứa...), nước ngầm, lượng nước chứa trong đất, không khí, trong sinh quyển, nước biển trong lãnh hải của quốc gia. Trong bài này, chỉ tập trung vào TNN nước mặt, chủ yếu là nước sông ngòi vì sông ngòi là sản phẩm của khí hậu, nước mưa là nguồn cung cấp nước chủ yếu cho dòng chảy, sông ngòi.

Trên 7 hệ thống sông chính, đã chọn các trạm mưa, trạm lưu lượng điển hình đại diện cho các lưu vực, danh sách các trạm mưa và lưu lượng dùng để tính toán được thống kê tại bảng 5.11 trong tài liệu [3].

Đặc trưng TNN có mối liên hệ chặt chẽ với đặc trưng khí hậu, do vậy biến đổi các đặc trưng khí hậu dẫn đến biến đổi các đặc trưng TNN. Để đánh giá tác động của BĐKH đến TNN đã tiến hành xây dựng mối quan hệ giữa các đặc trưng khí hậu với đặc trưng TNN, bao gồm 3 bước sau: 1) Xây dựng quan hệ tương quan giữa đặc trưng TNN (dòng chảy năm, dòng chảy mùa lũ) và đặc trưng khí hậu (lượng mưa năm, lượng mưa mùa mưa) ở các lưu vực nghiên cứu; 2) Tính toán biến đổi lượng mưa năm, lượng mưa mùa mưa ở các trạm mưa trên lưu vực nghiên cứu theo các kịch bản BĐKH thấp, vừa và cao (B1, B2, A2) và, 3) Dựa trên cơ sở quan hệ mưa – dòng chảy trên lưu vực và sự biến đổi lượng mưa năm, lượng mưa mùa mưa, tính toán biến đổi dòng chảy trên các lưu vực nghiên cứu theo kịch bản biến đổi khí hậu, biến đổi này chính là tác động của BĐKH đến TNN trong tương lai.

b. Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước

1) Quan hệ mưa – dòng chảy nền

Quan hệ mưa – dòng chảy nền được xác định bằng quan hệ lượng mưa năm và mưa mùa của các trạm khí tượng bề mặt và lưu lượng dòng chảy các trạm thủy văn tương ứng đại diện cho các khu vực thời kỳ 1980-1999. Quan hệ này được xây dựng dựa trên phương trình tương quan tuyến tính. Hệ số các phương trình được giới thiệu trên bảng 2 cho thấy: 1) Quan hệ giữa mưa và dòng chảy nền là quan hệ đồng biến trên tất cả các lưu vực (LV) sông được nghiên cứu; 2) Hệ số tương quan khá cao, phổ biến trong khoảng 0,65-0,80, cao nhất ở hệ thống sông Thu Bồn (0,95 và 0,91 tương ứng đối với mùa và năm) và thấp nhất ở hệ thống sông Đồng Nai (0,52 và 0,58 tương ứng đối với mùa và năm).

2) Biến đổi dòng chảy năm so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình

+ LV sông Kỳ Cùng: Tăng 1,3% vào năm 2020;

6,6% vào năm 2060 và 10,9% vào năm 2100.

+ LV sông Hồng: Tăng 8,9% vào năm 2020; 12,8% vào năm 2060 và 16,0% vào năm 2100. Đây là lưu vực có dòng chảy năm (DCN) tăng nhiều nhất so với các lưu vực khác.

+ LV sông Cả: Tăng 2,3% vào năm 2020, 7,3% vào năm 2060 và 11,5% vào năm 2100. Đây là lưu vực có DCN tăng nhiều chỉ sau lưu vực sông Hồng.

+ LV sông Ba: Tăng 2,7% vào năm 2020; 5,6% vào năm 2060 và 8,9% vào năm 2100.

+ LV sông Thu Bồn: Giảm 0,72% vào năm 2020 song lại tăng 2,22% vào năm 2060 và tăng 4,8% vào năm 2100. Đây là lưu vực duy nhất có dòng chảy biến đổi không nhất quán trong thế kỷ 21.

+ LV sông Sê San: Tăng 1,1% vào năm 2020; 1,4% vào năm 2060 và 1,7% vào năm 2100.

+ LV sông Đồng Nai: Giảm 4,6% vào năm 2020; 4,7% vào năm 2060 và 4,8% vào năm 2100. Đây là lưu vực duy nhất có dòng chảy giảm trong suốt các thập kỷ của thế kỷ 21.

c. Biến đổi dòng chảy mùa lũ so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình

+ LV sông Kỳ Cùng: Tăng 4,1% vào năm 2020; 11,9% vào năm 2060 và 18,3% vào năm 2100. Mức tăng dòng chảy mùa lũ (DCML) còn lớn hơn mức tăng DCN.

+ LV sông Hồng: Tăng 8,3% vào năm 2020; 12,0% vào năm 2060 và 15,1% vào năm 2100. Mức tăng này kém hơn chút ít so với mức tăng DCN.

+ LV sông Cả: Tăng 2,8% vào năm 2020; 9,0% vào năm 2060 và 14,1% vào năm 2100. Mức tăng này cũng lớn hơn mức tăng DCN.

+ LV sông Ba: Cũng tăng nhiều hơn DCN, tăng 2,7% vào năm 2020; 8,0% vào năm 2060 và 12,4% vào năm 2100.

+ LV sông Thu Bồn: Tăng 1,5% vào năm 2020; 6,6% vào năm 2060 và 11,0% vào năm 2100. Mức tăng DCML vượt xa mức tăng DCN.

+ LV sông Sê San: Tăng 0,8% vào năm 2020; 2,0% vào năm 2060 và 3,0% vào năm 2100. Mức

tăng DCML xấp xỉ mức tăng DCN.

+ LV sông Đồng Nai: Tăng 1,9% vào năm 2020, cũng như năm 2060 và năm 2100.

d. Biến đổi dòng chảy mùa cạn so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình

+ LV sông Kỳ Cùng: Giảm 8,9% vào năm 2020; 12,4% vào năm 2060 và 15,1% vào năm 2100. Đây là lưu vực có DCMC giảm nhiều, chỉ kém sông Đồng Nai.

+ LV sông Hồng: Tăng 10,4% vào năm 2020; 14,6% vào năm 2060 và 18% vào năm 2100, trái ngược với lưu vực sông Kỳ Cùng.

+ LV sông Cả: Tăng 1,8% vào năm 2020; 5,6% vào năm 2060 và 8,7% vào năm 2100. Đây là lưu vực sông có DCMC tăng nhiều, chỉ kém lưu vực sông Hồng.

+ LV sông Ba: Giảm 2,8% vào năm 2020; 6,4% vào năm 2060 và 9,3% vào năm 2100. Đây cũng là lưu vực có DCMC giảm nhiều ở Tây Nguyên, Nam Trung Bộ.

+ LV sông Thu Bồn: Giảm 6,7% vào năm 2020; 9,7% vào năm 2060 và 12,2% vào năm 2100. Cũng như sông Ba, DCMC sông Thu Bồn giảm nhiều, góp phần gia tăng hạn hán ở Nam Trung Bộ.

+ LV sông Sê San: Tăng 1,4% vào năm 2020; 0,3% vào năm 2060 song lại giảm 0,5% vào năm 2100. Đây là một trong những sông có biến đổi dòng chảy cạn không nhất quán trong thế kỷ 21.

+ LV sông Đồng Nai: Giảm 21,8% vào năm 2020; 22,2% vào năm 2060 và 22,5% vào năm 2100. Đây là lưu vực có DCMC giảm nhiều nhất trong thế kỷ 21.

e. Phân nhóm các lưu vực về xu thế biến đổi dòng chảy trong thế kỷ 21

Căn cứ vào biến đổi DCN, DCML và DCMC theo kịch bản trung bình có thể phân chia 7 lưu vực sông được nghiên cứu thành 5 nhóm khác nhau về xu thế biến đổi dòng chảy trong thế kỷ 21.

- Nhóm 1: DCN tăng, DCML tăng còn DCMC giảm, bao gồm 2 lưu vực: sông Kỳ Cùng và sông

Ba.

- Nhóm 2: DCN, DCML, DCMC đều tăng trong thế kỷ 21, bao gồm 2 lưu vực: lưu vực sông Hồng và lưu vực sông Cả.

- Nhóm 3: DCN, DCML tăng, DCMC tăng rồi giảm, thuộc lưu vực sông Sê San.

- Nhóm 4: DCN giảm rồi tăng, DCML tăng, DCMC giảm, thuộc lưu vực sông Thu Bồn.

- Nhóm 5: DCN giảm, DCML tăng còn DCMC giảm, thuộc lưu vực sông Đồng Nai.

g. Tác động của biến đổi khí hậu đến một số vấn đề liên quan đến cân cân nước

Ngoài tác động đối với dòng chảy lũ, dòng chảy kiệt và dòng chảy năm, BĐKH còn gây ra nhiều tác động tiêu cực đối với cân cân nước.

1) Lượng bốc hơi gia tăng

BĐKH làm gia tăng lượng bốc hơi (E), phần chi chủ yếu của cân cân nước. Vào năm 2020, E dự kiến gia tăng khoảng 1-2% và vào năm 2050 tốc độ E gia tăng lần lượt lên đến khoảng 4,5-6,5% ở Miền Bắc, 2,8-3,6% ở Miền Nam. Vào cuối thế kỷ 21, E gia tăng lên đến 9,8-12,7% ở Miền Bắc và 5,7-10,0% ở Miền Nam.

2) Hạn hán và xâm nhập mặn gia tăng

Chắc chắn rằng, BĐKH làm gia tăng cấp độ hạn hán trên tất cả các vùng khí hậu từ Bắc chí Nam. So với hiện nay, đến cuối thế kỷ 21, hạn hán sẽ tăng lên một cấp ở TB, ĐB, ĐBBB, TN, ĐNB, TNB, trên một cấp ở BTB và gần 2 cấp ở NTB. Hạn hán gia tăng kéo theo tình trạng mặn xâm phạm sâu vào các cửa sông, gây nhiều khó khăn sản xuất và đời sống cư dân.

3) Nhu cầu nước gia tăng

BĐKH làm gia tăng khối lượng nước sử dụng (SDN) cho các quá trình làm mát trong các nhà máy, xí nghiệp, lượng nước tưới cho lúa và nhiều cây công nghiệp có giá trị kinh tế lớn. Đặc biệt, lượng nước sử dụng cho sinh hoạt cũng gia tăng đáng kể trong điều kiện nhiệt độ cao hơn, cường độ và tần số nắng nóng tăng lên, mùa nắng nóng kéo dài hơn.

Bảng 2. Hệ số tương quan tuyến tính giữa lượng mưa và lớp dòng chảy

Lưu vực sông	Hệ số	Dòng chảy mùa lũ	Dòng chảy năm
Kỳ Cùng	a	1,09	0,90
	b	442,75	617,30
	R	0,74	0,75
Hồng	a	0,48	0,40
	b	179,23	76,14
	R	0,74	0,78
Cả	a	0,371	0,611
	b	185,71	377,38
	R	0,69	0,66
Ba	a	0,65	0,61
	b	347,42	296,61
	R	0,86	0,77
Thu Bồn	a	0,29	0,28
	b	231,13	201,78
	R	0,95	0,91
Sê San	a	0,50	0,66
	b	286,19	276,61
	R	0,67	0,78
Đồng Nai	a	0,24	0,11
	b	404,98	246,08
	R	0,52	0,58

4. Kết luận

1) Theo kịch bản trung bình vào năm 2050, cả nước có trên 8.000 km² tức khoảng 2,4-2,5% diện tích tự nhiên thấp hơn MNB và đến năm 2100 có trên 22.000 km², khoảng 6,7% diện tích dưới MNB. Tỷ lệ diện tích dưới MNB cao nhất ở các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long, thành phố Hồ Chí Minh, các tỉnh đồng bằng sông Hồng, Thừa Thiên Huế.

2) BĐKH sẽ thúc đẩy nhiều quá trình hoang mạc hóa, oxy hóa, mặn hóa, xói mòn rửa trôi theo nước, xâm thực, xói lở bờ sông, cát bay, cát chảy,...

3) Do tác động của BĐKH, trên phần lớn lưu vực sông chính dòng chảy năm tăng, dòng chảy mùa lũ tăng, còn dòng chảy mùa cạn giảm (sông Kỳ Cùng, Sông Thu Bồn, sông Ba, sông Sê San). Tuy vậy

cũng có lưu vực cả dòng chảy năm, dòng chảy mùa lũ; dòng chảy mùa cạn đều tăng (sông Hồng, sông Cả). Riêng lưu vực sông Thu Bồn, trong thế kỷ 21 dòng chảy năm giảm rồi mới tăng còn sông Sê San lại có dòng chảy mùa cạn tăng rồi mới giảm. Trên lưu vực sông Đồng Nai, dòng chảy năm giảm, nhưng dòng chảy mùa lũ tăng, còn dòng chảy mùa cạn giảm.

4) Nói chung, mức tăng hay giảm của dòng chảy so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình đều không đến 23%.

5) Tác động của BĐKH đến tài nguyên thiên nhiên còn sâu sắc hơn thông qua sự gia tăng lượng bốc hơi, hạn hán, xâm nhập mặn và cả nhu cầu nước trong sản xuất và đời sống.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2009. *Kịch bản Biến đổi khí hậu, nước biển dâng*.
2. Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu, 2004. *Khí hậu và tài nguyên khí hậu*. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
3. Nguyễn Văn Thắng, 2010. Báo cáo tổng hợp kết quả khoa học công nghệ đề tài: *Nghiên cứu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến các điều kiện tự nhiên, tài nguyên thiên nhiên và đề xuất các giải pháp chiến lược phòng tránh, giảm nhẹ và thích nghi, phục vụ phát triển bền vững kinh tế xã hội ở Việt Nam* (thuộc Chương trình Khoa học - Công nghệ trọng điểm cấp nhà nước "Bảo vệ Môi trường và phòng tránh thiên tai". Mã số KC08.13/06-10). Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường. Hà Nội-2010.
4. *Climate Change 2007: Synthesis Report*.