

Bài báo khoa học

Cân bằng nước lưu vực sông La Ngà bằng mô hình Mike Hydro

Nguyễn Văn Hồng^{1*}, Phạm Ánh Bình¹

¹ Phân Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu;
nguyenvanhong79@gmail.com; binhpi1909@gmail.com

*Tác giả liên hệ: nguyenvanhong79@gmail.com; Tel.: +84-913613206

Ban Biên tập nhận bài: 8/9/2023; Ngày phản biện xong: 24/10/2023; Ngày đăng bài: 25/1/2024

Tóm tắt: Nghiên cứu ứng dụng mô hình cân bằng nước MIKE HYDRO để đánh giá khả năng đáp ứng của nguồn nước cho các nhu cầu sử dụng nước khác nhau trên lưu vực sông La Ngà. Kết quả tính toán cho thấy vấn đề thiếu nước sử dụng tập trung ở vùng hạ lưu sông với tổng lượng nước thiếu cả năm trên toàn lưu vực sông (LVS) chiếm khoảng 16,1-16,4% tổng nhu cầu sử dụng nước, thời gian thiếu nước nhiều nhất vào tháng II-V (4,2-26,2%). Do sự phân bố nguồn nước không đều theo thời gian và không gian cùng với tình hình diễn biến bất thường của thời tiết dưới tác động của biến đổi khí hậu đã làm cho sự thiếu hụt nước ngày càng nghiêm trọng hơn vào năm 2030. Kết quả sẽ là cơ sở dữ liệu để đề xuất các giải pháp khoa học và công nghệ về hiệu quả và tính bền vững trong kiểm soát và khai thác tài nguyên nước mặt ở LVS La Ngà.

Từ khóa: Cân bằng nước; MIKE HYDRO; Lưu vực sông La Ngà.

1. Mở đầu

Sông La Ngà là phụ lưu bên trái lớn nhất của sông Đồng Nai, đây là vùng cấp nước có tính chiến lược cho toàn LVSDN&PC. Tuy nhiên do địa hình rừng núi bị chia cắt rất mạnh, lượng mưa phân bố không đều, thiếu công trình hồ chứa để chủ động tạo nguồn nước nên trong mùa khô vẫn còn tình trạng thiếu nước ở một số khu vực, mùa mưa thường gây ra ngập úng, lũ lụt ven sông.

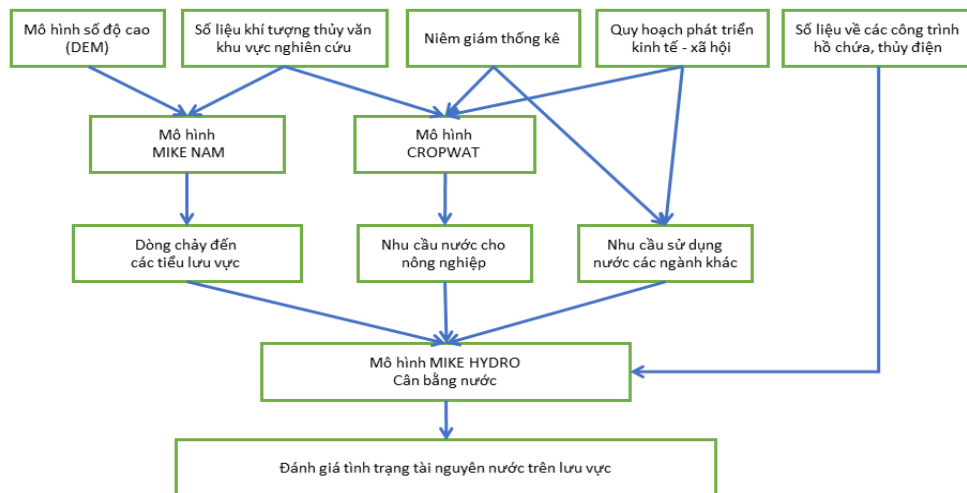
Biến đổi khí hậu (BĐKH) là một trong những thách thức lớn đối với nhân loại trong thế kỉ 21 [1]. Trong những năm gần đây, ảnh hưởng của BĐKH, thời tiết cực đoan ngày càng gia tăng. Mùa khô năm 2016, ảnh hưởng của hiện tượng El Nino tình trạng nắng nóng gay gắt, thiếu nước kéo dài liên tục, đặc biệt tháng 3, 4 và tháng 5/2016 nhiệt độ cao hơn nhiều so với trung bình nhiều năm cùng thời kỳ, lượng mưa thiếu hụt lớn so với trung bình nhiều năm, lượng bốc hơi bề mặt lớn làm thiếu hụt trầm trọng dòng chảy. Lượng nước thiếu hụt nghiêm trọng trong mùa khô có ảnh hưởng rất lớn đến các ngành kinh tế, nhất là sản xuất nông nghiệp, khi mà trình độ sản xuất, biện pháp, kỹ thuật canh tác chưa áp dụng hiệu quả khoa học công nghệ mới.

Tiềm năng thủy điện trên LVS La Ngà cũng rất lớn. Có thể kể đến công trình thủy điện Hàm Thuận - Đa Mi xả cấp nước cho vùng đồng bằng La Ngà của huyện Đức Linh và Tân Hải với lưu lượng 45m³/s. Tuy nhiên việc xuất hiện các đập thủy điện này cũng gây nhiều hệ lụy tiêu cực về môi trường cũng như sự xung đột lợi ích trong sử dụng nước với cộng đồng dân cư ở hạ lưu, hàng nghìn hộ dân mặc dù sống dọc theo dòng sông La Ngà, một trong những nơi có trữ lượng nước ngọt lớn nhất tỉnh Đồng Nai lại rơi vào tình trạng thiếu nước sinh hoạt nghiêm trọng vào mùa khô. Để khắc phục và giảm thiểu tình trạng thiếu nước ở đây, nhằm chủ động phục vụ chỉ đạo phòng chống hạn hán, điều hành cấp nước cho

sản xuất nông nghiệp hàng năm, việc tiến hành cân bằng nguồn nước đối với lưu vực sông là hết sức cần thiết.

Hiện nay, trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu sử dụng các mô hình toán khác nhau để mô phỏng cân bằng nguồn nước như WEAP [2–4], SWAT [4, 5], MIKE HYDRO [6, 7]. Nhiều nghiên cứu trong nước cũng sử dụng các mô hình trên để xác định cân bằng nước trên các lưu vực như: lưu vực sông Vệ [8], lưu vực sông Cái Phan Rang [9], lưu vực sông Sê San [10],... và đánh giá tài nguyên nước mặt trên phạm vi hành chính tỉnh Đà Nẵng [11]. Trên lưu vực sông La Ngà, các nghiên cứu cũng sử dụng mô hình toán để đánh giá lưu lượng dòng chảy và bồi lắng tại các tiểu lưu vực [12], đánh giá chất lượng nước mặt trên lưu vực [13], đánh giá tác động của công trình hồ đập tới dòng chảy hạ lưu sông [14] và đánh giá mô hình vỡ đập Hàm Thuận - Đa Mi đến hạ lưu sông [15, 16]. Tuy nhiên, các nghiên cứu chưa chi tiết và toàn diện trong mối quan hệ với dân số, sự phát triển kinh tế - xã hội và bối cảnh biến đổi khí hậu (BĐKH).

Bài báo nghiên cứu thiết lập mô hình MIKE HYDRO nhằm: (i) Tính toán thủy văn xác định dòng chảy đến trên lưu vực cho trường hợp hiện tại và trường hợp xét đến kịch bản BĐKH đến năm 2030; (ii) Tính toán nhu cầu dùng nước mặt phục vụ các ngành đến năm 2030; (iii) Cân bằng nước cho lưu vực nghiên cứu từ đó đánh giá khả năng cung cấp nước của hệ thống sông suối phục vụ các ngành kinh tế theo các kịch bản biến đổi khí hậu và phát triển kinh tế xã hội đến năm 2030. Các kết quả tính toán làm cơ sở cho việc đề xuất các giải pháp nhằm quản lý, khai thác và sử dụng có hiệu quả tài nguyên nước lưu vực sông La Ngà dưới tác động của BĐKH.



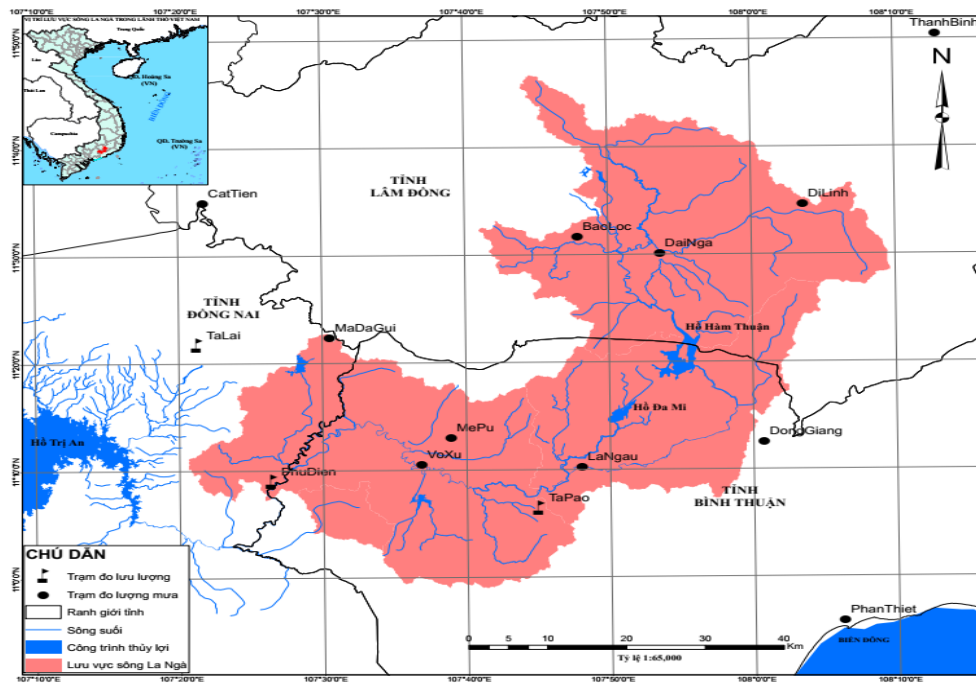
Hình 1. Sơ đồ trình tự tính toán cân bằng nước.

2. Số liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Giới thiệu về khu vực nghiên cứu

Sông La Ngà là một phụ lưu của sông Đồng Nai, nằm trong 107°9' - 108°9' kinh độ Đông 10°50' - 11°46' vĩ độ Bắc (Hình 2), bắt nguồn từ cao nguyên Di Linh, Bảo Lộc (tỉnh Lâm Đồng) với diện tích lưu vực 4.170 km². Lượng mưa trung bình năm cao nhất khoảng 2.354mm, tổng lượng dòng chảy hàng năm vào khoảng 4.799,97 triệu m³ [16]. Về khí hậu, LVS La Ngà chịu ảnh hưởng chịu ảnh hưởng của chế độ khí hậu nhiệt đới gió mùa: mùa mưa (tháng V đến tháng X) và mùa khô (từ tháng XI đến tháng IV năm sau). Nhiệt độ không khí, bốc hơi, số giờ nắng tăng dần từ thượng lưu xuống hạ lưu.

Hệ thống công trình thủy điện Hàm Thuận - Đa Mi trên lưu vực sông La Ngà đi vào hoạt động với tổng công suất lắp máy là 475Mw với điện lượng bình quân nhiều năm là 1,6 tỉ Kwh [14] đem lại hiệu quả kinh tế rất lớn, cung cấp phần lớn nguồn điện năng cho các tỉnh thành khu vực miền Đông Nam Bộ và vùng kinh tế trọng điểm phía Nam.



Hình 2. Bản đồ lưu vực sông La Ngà.

2.2. Phương pháp nghiên cứu và số liệu sử dụng

2.2.1. Số liệu sử dụng

- Dữ liệu về địa hình: Bản đồ số độ cao (DEM), địa hình lưu vực sông La Ngà tỷ lệ từ 1/10.000, 1/25.000.
- Dữ liệu về khí tượng - thủy văn: các số liệu nhiệt độ, độ ẩm, mưa, bốc hơi trạm Di Linh và trạm Tà Pao, số liệu lưu lượng trạm thủy văn Tà Pao... có thời gian liên tục từ năm 1976 đến năm 2020 thu thập từ Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ.
- Dữ liệu về thảm phủ: Bản đồ các yếu tố mật độ, bản đồ sử dụng đất.
- Dữ liệu về hồ chứa: dữ liệu về công trình thủy điện (thông số hồ chứa, quy trình vận hành), thủy lợi khai thác nguồn nước đã đi vào hoạt động tính đến năm 2020.
- Dữ liệu về dân sinh, kinh tế - xã hội: Báo cáo quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội [17]; Niên giám thống kê năm 2020 [18].
- Kịch bản BĐKH & NBD cho Việt Nam Bộ Tài nguyên và Môi trường năm 2016 [19], kịch bản BĐKH & NBD cho Việt Nam Bộ Tài nguyên và Môi trường năm 2020 [20].

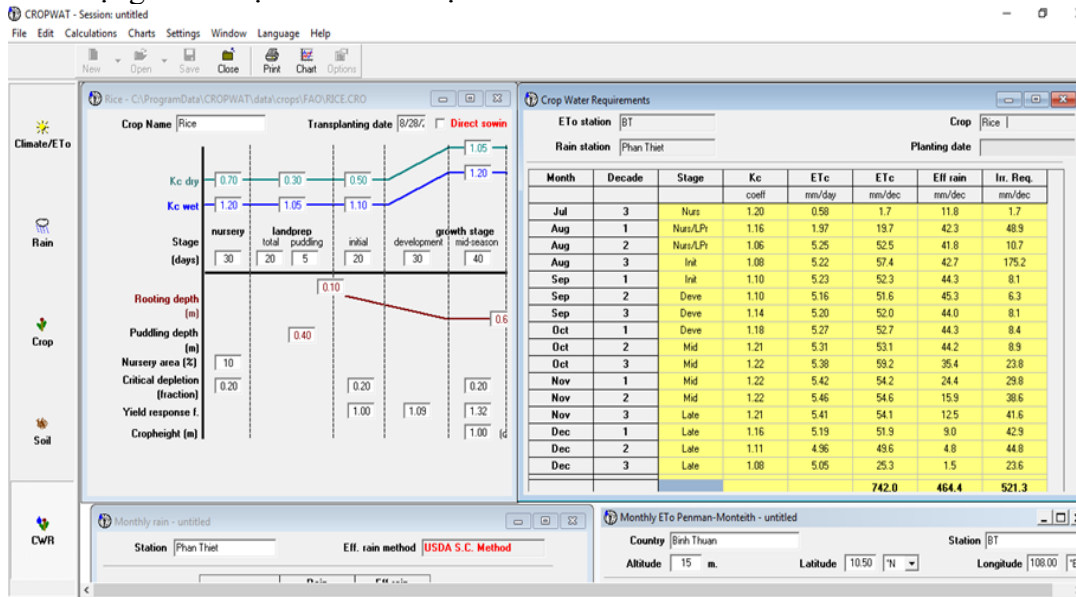
2.2.2. Phương pháp tính toán nhu cầu sử dụng nước

Trong nghiên cứu này, việc tính toán cân bằng nước sẽ tập trung cung cấp cho những nhu cầu sử dụng nước chính bao gồm: nước cho sinh hoạt - dịch vụ, chăn nuôi, nuôi trồng thủy sản, công nghiệp, nông nghiệp và xây dựng.

Duy trì dòng chảy tối thiểu hạ du: Được xác định theo hướng dẫn của Thông tư số 64/2017/TT-BTNMT ngày 22/12/2017 về xác định dòng chảy tối thiểu trên sông, suối và hạ lưu các hồ chứa, đập dâng.

Đối với ngành nông nghiệp, căn cứ vào đặc tính cây trồng và điều kiện tự nhiên ở khu vực, báo cáo sử dụng mô hình Cropwat được Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn khuyến khích sử dụng [TCVN 9170:2012]. Nhu cầu này sẽ được phân chia cho cả cây trồng và cây công nghiệp cũng như cây lâu năm và cây hàng năm. Với cách phân chia này nhu cầu sử dụng nước sẽ được tính toán một cách chi tiết hơn, sát với thực tế hơn. Đầu vào của mô hình Cropwat bao gồm các số liệu khí tượng, loại đất, thời vụ cây trồng, hệ số tưới (Hình 3).

Đối với các ngành ngoài nông nghiệp việc xác định nhu cầu nước sẽ được tính toán dựa trên số liệu thống kê trong niên giám thông kê tỉnh Bình Thuận [18] cũng như các tiêu chuẩn sử dụng nước hiện hành của Việt Nam.



Hình 3. Tính toán mức tưới cho cây trồng bằng phần mềm CROPWAT.

- Nước dùng cho sinh hoạt: là lượng nước người dân ở đô thị, nông thôn sử dụng và được tính toán theo Quy chuẩn kỹ thuật QCVN: 01/2008/BXD.

- Nhu cầu nước cho hoạt động đô thị và thương mại du lịch: Nhu cầu nước cho khu vực thương mại, dịch vụ và du lịch tính bằng 15% lượng nước dùng cho sinh hoạt. Nhu cầu nước cho các hoạt động đô thị tính bằng 50% lượng nước cho sinh hoạt.

- Nhu cầu nước cho công nghiệp: Với mục tiêu tính tổng quát về nhu cầu nước, sử dụng định mức theo Quy chuẩn kỹ thuật QCVN: 01/2008/BXD.

- Nhu cầu nước chăn nuôi: Tiêu chuẩn nước cho chăn nuôi gia súc, gia cầm của Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn. Nước dùng cho nuôi trồng thủy sản: Nuôi trồng thủy sản ở đây xét đến việc sử dụng nước ngọt để nuôi thủy sản nước lợ [21].

2.2.3 Phương pháp mô hình toán mô phỏng cân bằng nước

Mô hình MIKE HYDRO [22] do Viện thủy lực Đan Mạch (DHI) xây dựng từ năm 1972 là mô hình mô phỏng lưu vực, tính toán cân bằng nước và sử dụng nước. Mô hình mô phỏng mạng lưới sông suối trong không gian và các yếu tố thủy văn (X, Q, H, Z) theo thời gian dựa trên phương trình cân bằng nước tổng quát. Ưu điểm nổi bật của mô hình là ngoài việc thể hiện quan hệ giữa lượng nước đến, lượng nước đi và lượng trữ trong hệ thống tính toán trong tự nhiên, mô hình còn cho phép xác định sự phân bổ nguồn nước - mức độ ưu tiên của các hộ dùng nước do sự can thiệp của con người. Mô hình này có thể kết nối, sử dụng mô hình mưa - dòng chảy MIKE NAM [23] như một mô đun tích hợp trong mô hình.

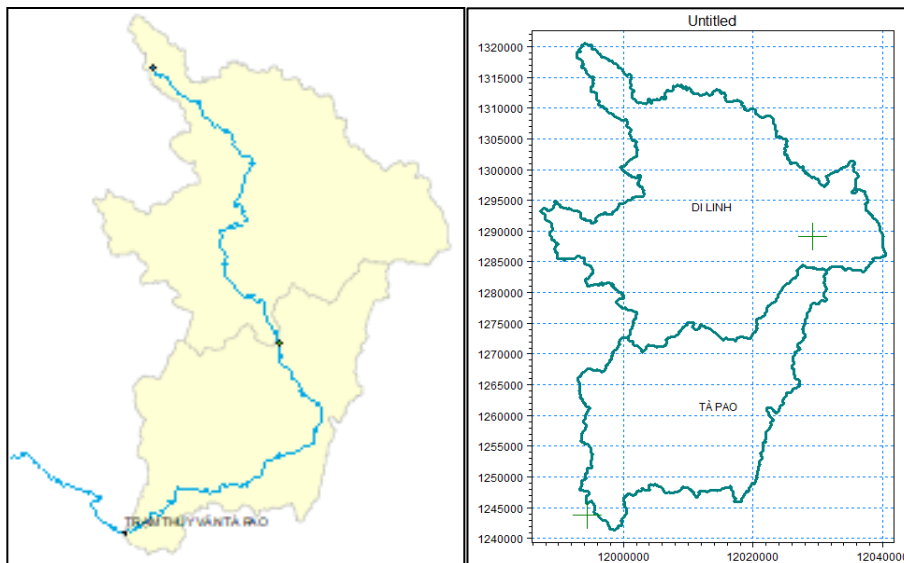
2.3. Thiết lập mô hình tính toán

2.3.1 Mô hình mưa - dòng chảy MIKE NAM

Phân chia các tiểu lưu vực: Sử dụng bản đồ cao độ số DEM với độ phân giải 30x30m và sử dụng các Tool trong Arcgis chia lưu vực sông La Ngà thành 3 tiểu lưu vực chính. Diện tích các lưu vực trình bày trong Bảng 1.

Chọn trạm khí tượng thủy văn để tính toán: Số liệu mưa trạm Di Linh và trạm Tà Pao sử dụng phương pháp đa giác Thiessen tính toán mưa bình quân lưu vực; Số liệu bốc hơi và lưu lượng thực đo trạm Tà Pao (Hình 4).

Thời gian tính toán: năm 1987-1993 để hiệu chỉnh mô hình và kiểm định mô hình trong thời gian 2010-2016. Thời đoạn tính toán bằng 1 ngày. Sử dụng lưu lượng trạm Tà Pao để hiệu chỉnh kiểm định mô hình.



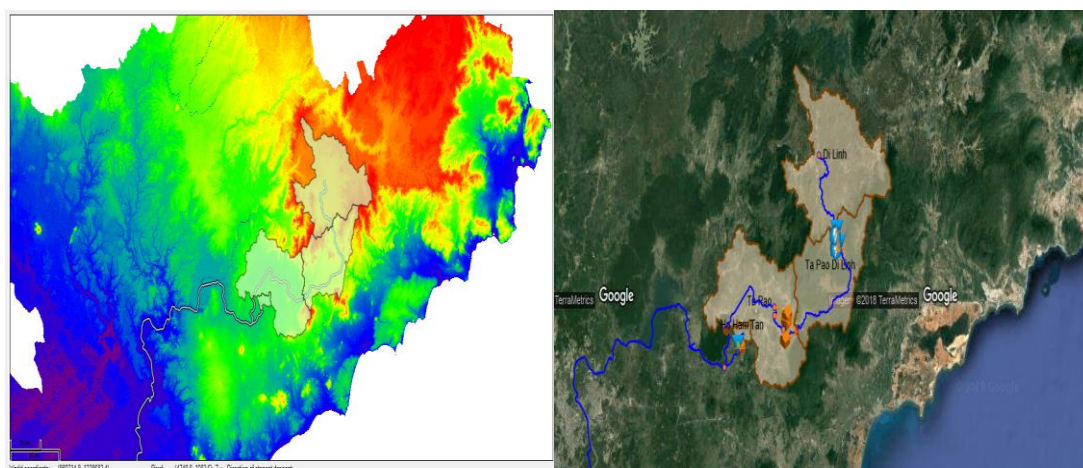
Hình 4. Phân định các tiểu lưu vực và phân bố mưa theo đa giác Thiessen.

Bảng 1. Diện tích các tiểu lưu vực khu vực nghiên cứu (km²).

TT	LV Sông	Diện tích LV	Khả năng khai thác			Địa phương
			LV Sông, hồ	DTích LV (Km ²)	DT LV chưa tính hồ thượng lưu (Km ²)	
	Sông La Ngà	3209,71				
1			Ngoài Tỉnh (Di Linh)	1296,7		Di Linh
2			Đập dâng Tà Pao		706,7	Tánh Linh
3			Hồ Trà Tân	27		Đức Linh
Tổng cộng		3209,71		1323,7	706,7	

2.3.2. Mô hình thủy văn MIKE HYDRO

Các tiểu lưu vực trong mô hình MIKE HYDRO được phân chia trên cơ sở kết quả phân chia lưu vực từ mô hình MIKE NAM. Trong tính toán cân bằng nước, sự xuất hiện của các hồ chứa đóng một vai trò vô cùng quan trọng. Trên lưu vực sông La Ngà, có hai hồ thủy điện là Hàm Thuận - Đa Mi. Chi tiết các thông tin của hệ thống hồ chứa và đặc điểm nghiên cứu luôn bám sát quy trình vận hành hồ chứa trên LVS La Ngà theo quyết định [24].



Hình 5. Sơ đồ tính toán trong MIKE HYDRO.

Sơ đồ tính MIKE HYDRO: được thiết lập tính toán cho toàn vùng nghiên cứu có diện tích 3209.71 km². Các công trình thủy lợi (hiện trạng), nhu cầu dùng nước, cấp nước cho các ngành kinh tế tại thời điểm hiện tại và đến năm 2030. Tất cả được số hóa 9 nút tính toán tại các vị trí công trình lấy nước, hồ chứa (Hình 5).

Điều kiện tính toán: Mức độ ưu tiên cấp nước trong tính toán: Dân sinh, dịch vụ-du lịch, công nghiệp và đến nông nghiệp.

- Cấp nước cho công nghiệp, dân sinh với tần suất đảm bảo P = 90%, hệ số sử dụng nước $\eta = 0,8$; Cấp nước cho nông nghiệp P = 85%, hệ số lợi dụng kênh mương $\eta = 0,65$;

- Dòng chảy môi trường: Sau khi cấp nước cho các ngành và các khu vực dùng nước, lượng nước còn lại chảy trên các sông phải đảm bảo duy trì dòng chảy môi trường, được tính bằng các tháng kiệt nhất ứng với tần suất P = 90%.

Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình: Kiểm tra mực nước hồ Hàm Thuận từ năm 2015-2016 nhằm xem xét khả năng mô phỏng vận hành xả theo thực tế của hồ.

2.3.3. Chỉ tiêu đánh giá

Các thông số trong mô hình sẽ được xác định bằng cách tính toán và thử sai. Sử dụng hệ số Nash-Sutcliffe [25] để đánh giá sai số giữa số liệu mô phỏng và thực đo.

Hệ số Nash - Sutcliffe (NSE):

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{obs,i} - Q_{sim,i})^2}{\sum_{i=1}^N (Q_{obs,i} - \bar{Q}_{obs})^2} \tag{1}$$

Trong đó $Q_{sim,i}$ là lưu lượng mô phỏng tại thời gian i; $Q_{obs,i}$ là lưu lượng thực đo tại thời gian i; $\bar{Q}_{obs}$ là lưu lượng trung bình thực đo.

Bảng 2 thể hiện tiêu chuẩn đánh giá hệ số NSE theo WMO (World Meteorological Organization).

Bảng 2. Tiêu chuẩn đánh giá hệ số NSE.

NSE	0,4-0,65	0,65-0,85	>0,85
Đánh giá	Đạt	Khá	Tốt

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

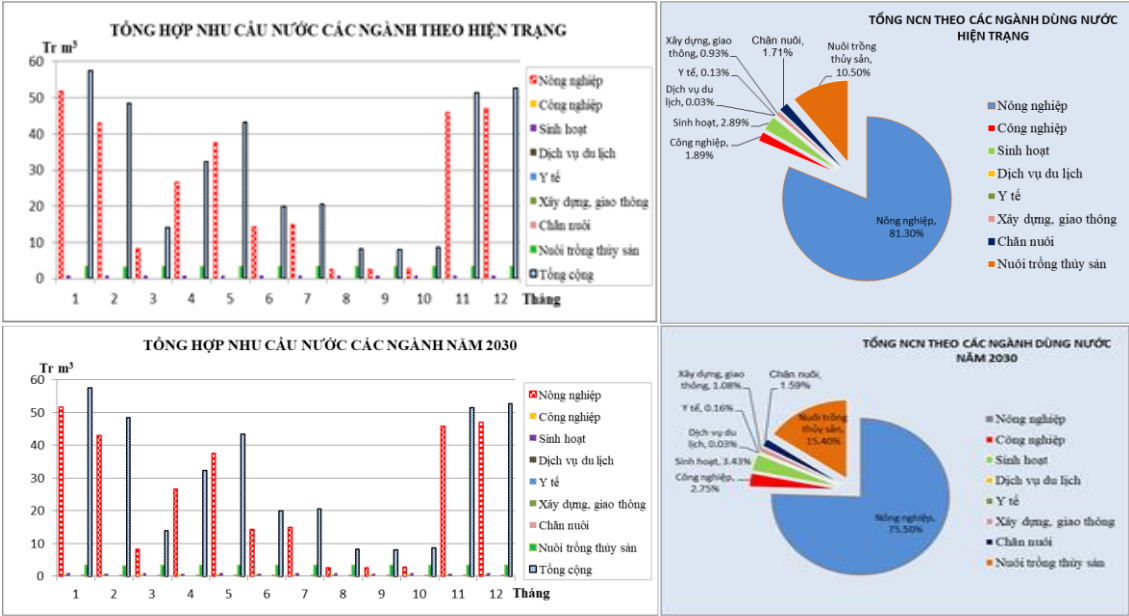
3.1. Đánh giá nhu cầu sử dụng nước

Theo hiện trạng (năm 2020) tổng nhu cầu sử dụng nước của các ngành trên lưu vực sông La Ngà là 365,373 triệu m³ đến năm 2030 nhu cầu sử dụng nước trên lưu vực vào khoảng 395,93 triệu m³ tăng 1,1% so với hiện trạng (Hình 6 và Bảng 3). Diễn biến nhu cầu nước các tháng trong năm có xu hướng lớn hơn trong các tháng mùa khô (chiếm tỉ lệ 75-79% tổng nhu cầu nước) và nhỏ hơn vào các tháng mùa mưa (chiếm 21-25% tổng nhu cầu). Tháng I là tháng có nhu cầu nước lớn nhất, chiếm khoảng 15% nhu cầu nước cả năm. Tháng IX là tháng có nhu cầu nước nhỏ nhất, chiếm 2% nhu cầu nước cả năm.

Bảng 3. Tổng hợp nhu cầu nước từng tháng theo hiện trạng.

Nhu cầu sử dụng nước (triệu m ³)	Tháng												Tổng
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Hiện trạng	57,5	48,4	14,0	32,3	43,3	19,9	20,7	8,26	8,10	8,63	51,5	52,7	365,37
Năm 2030	60,6	20,4	16,9	34,6	45,6	22,2	23,3	10,7	10,5	11,1	53,9	55,5	395,93

Trong các lĩnh vực sử dụng nước thì nông nghiệp vẫn là đối tượng sử dụng nước nhiều nhất chiếm khoảng 81,3% - điều này cũng phù hợp với thực tế, lưu vực sông La Ngà là vùng sản xuất nông nghiệp trọng điểm của tỉnh, thời điểm nhu cầu nước lớn cũng trùng với lịch thời vụ sản xuất lúa, hoa màu vụ Đông Xuân. Như vậy, việc bố trí mùa vụ, cơ cấu cây trồng và kế hoạch phát triển ngành nông nghiệp là nhân tố chính quyết định đến lượng nước thừa, thiếu của lưu vực.



Hình 6. Biểu đồ tổng hợp nhu cầu nước theo các ngành dùng nước đến năm 2030.

Sau trồng trọt, nhu cầu nước ngành nuôi trồng thủy sản chiếm 11-15%. Các ngành công nghiệp, sinh hoạt - dịch vụ, xây dựng giao thông, chăn nuôi chiếm tỷ trọng nhỏ, không đáng kể chỉ chiếm < 4% so với tổng nhu cầu sử dụng nước các ngành (Bảng 4).

Bảng 4. Tổng hợp nhu cầu và tỷ lệ sử dụng nước các ngành kinh tế.

TT	Đối tượng dùng nước	Đơn vị	Hiện trạng		Năm 2030		So với hiện trạng
			Nhu cầu	Tỷ lệ (%)	Nhu cầu	Tỷ lệ (%)	
1	Nông nghiệp	Tr. m ³	297,2	81,3	299,1	75,5	1,9
2	Công nghiệp	Tr. m ³	6,90	1,88	10,9	2,75	4,0
3	Sinh hoạt	Tr. m ³	10,6	2,89	13,6	3,43	3,0
4	Dịch vụ du lịch	Tr. m ³	0,12	0,03	0,10	0,03	-0,02
5	Y tế	Tr. m ³	0,51	0,14	0,64	0,16	0,13
6	Xây dựng, giao thông	Tr. m ³	3,41	0,93	4,27	1,08	0,86
7	Chăn nuôi	Tr. m ³	6,24	1,70	6,28	1,59	0,04
8	Nuôi trồng thủy sản	Tr. m ³	40,4	11,06	61,0	15,4	20,6
Tổng cộng		Tr. m ³	365,373	100	395,93	100	30,55

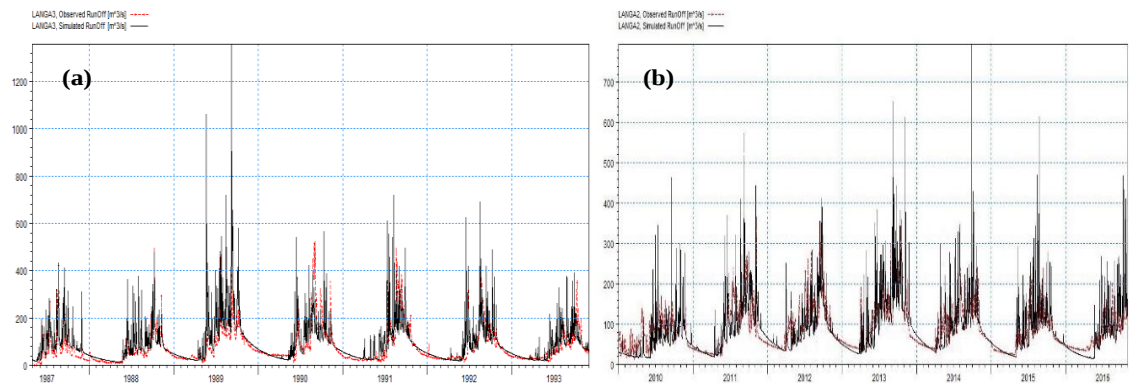
3.2. Tiềm năng nước lưu vực sông La Ngà

3.2.1. Hiệu chỉnh kiểm định mô hình

a) Mô hình mưa - dòng chảy MIKE NAM

Nhằm đánh giá thực trạng thiếu nước trên lưu vực, tính toán tần suất thủy văn xác định nguồn nước trung bình nhiều năm, lưu lượng dòng chảy môi trường tại các tuyến công trình. Dòng chảy đến các tiểu lưu vực trong mô hình được xác định từ mô hình MIKE NAM. Số liệu 1987-1993 để hiệu chỉnh mô hình, kiểm định mô hình trong thời gian 2010-2016. Kết quả được trình bày trong Hình 7 và Bảng 5 cho thấy đã xác định được bộ thông số mô hình mưa - dòng chảy phù hợp với điều kiện của LVS La Ngà.

Kết quả cho thấy sự tương đồng lớn giữa kết quả mô phỏng và thực đo cả về pha và độ lớn. Hệ số Nash đạt từ 0,79-0,87 là tương đối tốt và có thể chấp nhận được đối với bài toán quy hoạch, đánh giá nguồn nước. Do điều kiện trạm khí tượng thủy văn trên lưu vực còn thưa thớt thêm vào đó trạm đo lưu lượng chủ yếu nằm trên sông La Ngà chịu ảnh hưởng chính từ việc vận hành của hồ thủy điện lớn trên hệ thống sông (Bảng 6). Bộ thông số đã xác định phù hợp để sử dụng tính toán cân bằng nước cho các năm tiếp theo và theo các kịch bản về nhu cầu sử dụng nước của LVS La Ngà.



Hình 7. Kết quả hiệu chỉnh kiểm định lưu lượng tại trạm Tà Pao: (a) Hiệu chỉnh mô hình 1987-1993; (b) Kiểm định mô hình 2010-2016.

Bảng 5. Các tham số dùng trong hiệu chỉnh mô hình MIKE NAM.

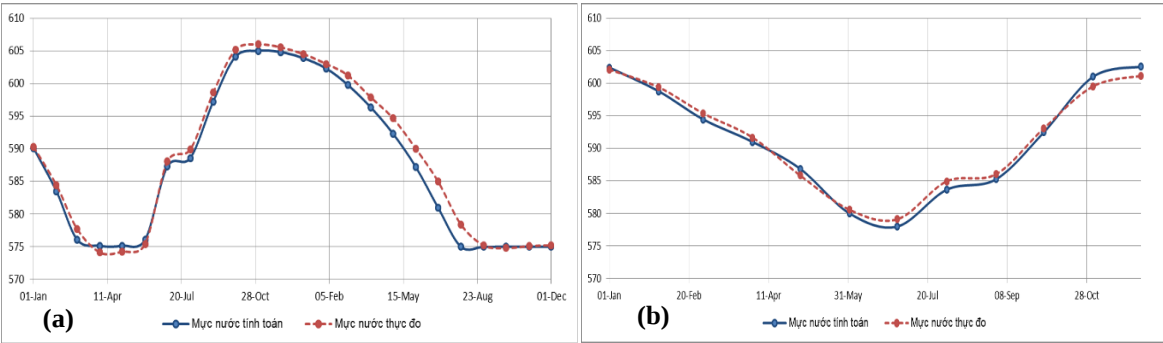
TT	Thông số chính của mô hình	Giá trị
1	Lớp nước cực đại trong tầng trữ mặt , Umax [mm]	20
2	Lớp nước cực đại trong tầng rễ cây, Lmax [mm]	230
3	Hệ số dòng chảy mặt, CQOF	0,43
4	Hằng số thời gian của dòng sát mặt, CKIF [giờ]	450
5	Hằng số thời gian cho diễn toán dòng sát mặt và dòng chảy mặt, CK12 [giờ]	36
6	Giá trị ngưỡng tầng rễ cây sản sinh dòng chảy mặt, TOF	0,97
7	Giá trị ngưỡng tầng rễ cây sản sinh dòng chảy sát mặt, TIF	0,98
8	Giá trị ngưỡng tầng rễ cây sản sinh dòng thấm xuống tầng nước ngầm, TG	0,001
9	Hằng số thời gian dòng chảy ngầm, CKBF [giờ]	1200

Bảng 6. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình.

Tiêu chuẩn đánh giá	Hiệu Chỉnh	Kiểm định
Sai số tổng lượng, WBL%	-5,6%	3,9%
Hệ số hiệu quả Nash-Sutcliffe, R ²	0,87	0,79

b) Mô hình MIKE HYDRO

Để xác định độ tin cậy của mô hình MIKE HYDRO, nghiên cứu so sánh mực nước tính toán và thực đo tại hồ Hàm Thuận trên lưu vực. Kết quả cho thấy mô hình mô phỏng tương đối sát với thực tế và bộ thông số phù hợp với mô hình MIKE HYDRO trong cân bằng nguồn nước LVS La Ngà (Hình 8).



Hình 8. Kết quả hiệu chỉnh kiểm định mực nước thực đo và tính toán hồ Hàm Thuận: (a) Hiệu chỉnh mô hình 2015-2016; (b) Kiểm định mô hình 2020.

- Thời gian hiệu chỉnh mô hình từ năm 2015 đến năm 2016. Thời gian kiểm định mô hình năm 2020.
- Bước thời gian tính toán: 1 tháng

3.2.2. Tiềm năng nước lưu vực sông La Ngà

Chỉ số khai thác nguồn nước được tính bằng tỷ số giữa nhu cầu nước so với điều kiện nguồn nước ở các năm nhiều nước, năm trung bình và năm kiệt nước. Kết quả tính toán phân phối dòng chảy năm thiết kế cho các lưu vực ứng với tần suất 10%, 50% và 90% thể hiện ở Bảng 7. So sánh đánh giá trường hợp nhu cầu nước LVS La Ngà so với tổng nguồn nước đến tuyến công trình LVS.

Kết quả cho thấy: xét lượng nước đến trên toàn vùng nghiên cứu ứng với lượng nước khai thác cho thấy tiềm năng khai thác tài nguyên nước tại lưu vực rất lớn, tổng lượng nước có khả năng khai thác tại các tuyến công trình chiếm đến 82-98% tổng lượng nước đến, trong đó chênh lệch giữa tổng lượng nước đến lưu vực cho năm nhiều nước và năm ít nước khoảng 259,3 triệu m³. Tương tự tổng lượng nước có khả năng khai thác tại các tuyến công trình chênh lệch khoảng 542,86 triệu m³.

Bảng 7. Phân phối dòng chảy năm thiết kế tại các tuyến có khả năng khai thác tài nguyên nước.

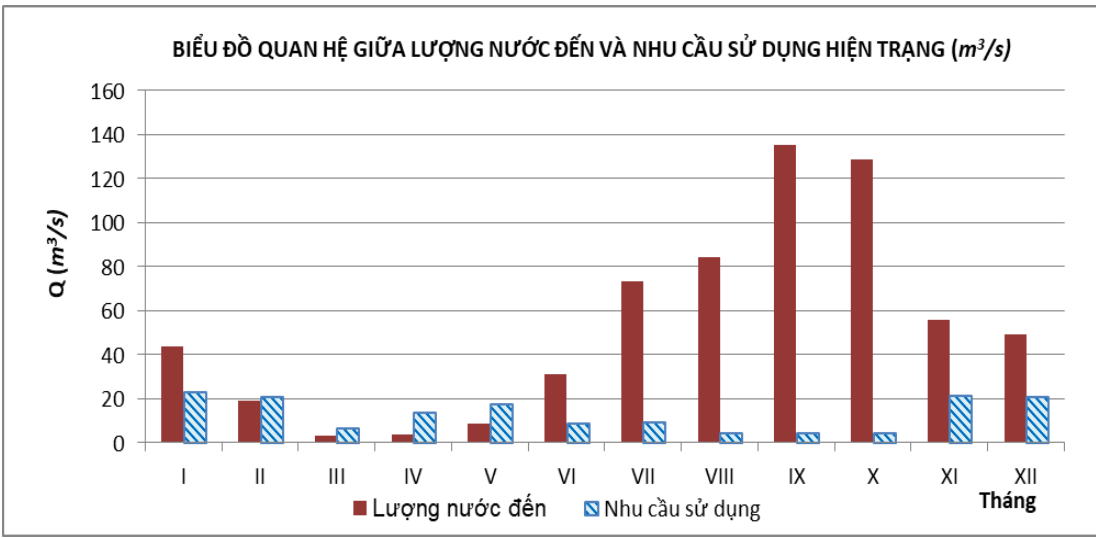
Tuyến công trình LVS La Ngà	Diện tích lưu vực	Nguồn nước đến			Khả năng khai thác		
	Flv1 (km ²)	W10% (106m ³)	W50% (106m ³)	W90% (106m ³)	W10% (106m ³)	W50% (106m ³)	W90% (106m ³)
Thủy điện Hàm Thuận - Đa Mi	706,7				803,75	605,69	792,04
Lưu lượng khu Giữa Hàm Thuận Đa Mi Và Đập Tà Pao Hồ Trà Tân	1296,7	2495	1948,7	2235,7	1537,34	1269,72	1026
	27				54,91	43,43	35.1
Tổng (10⁶ m³)		2495	1948,7	2235,7	2396	1918,84	1853.14

3.3. Kết quả tính toán cân bằng nước bằng mô hình MIKE HYDRO

3.3.1. Cân bằng nước theo hiện trạng

Kết quả tính toán cân bằng nước bằng mô hình MIKE HYDRO cho năm hiện trạng (2020) về mặt tổng thể đã phản ánh tương đối chính xác thực tế đáp ứng của nguồn nước đối với các nhu cầu sử dụng nước khác nhau trên lưu vực sông La Ngà (Bảng 8).

Theo hiện trạng, tổng lượng nước đến lưu vực là 636,68 m³/s lượng mưa lớn thường tập trung vào tháng VI, VII, VIII và IX tuy nhiên thời kì dùng nước, đặc biệt cho ngành nông nghiệp lại tập trung vào các tháng II, III và IV thời kì cuối mùa kiệt. Tổng nhu cầu nước hiện trạng (bao gồm nhu cầu thực tế, tổn thất và dòng chảy môi trường) là 155,4 m³/s (Hình 9).



Hình 9. Biểu đồ quan hệ giữa lượng nước đến và nhu cầu sử dụng nước theo hiện trạng.

Mặc dù tiềm năng tài nguyên nước ở LVS La Ngà là không nhỏ so với nhu cầu sử dụng nước, tuy nhiên hiện tượng thiếu nước vẫn xảy ra. Thời gian thiếu nước chủ yếu vào các tháng mùa khô từ tháng II-V với tổng lượng nước thiếu trên toàn lưu vực khoảng 63,22 triệu m³ trong đó lượng nước thiếu hụt tại các khu dùng nước cho nông nghiệp là 49,8 triệu m³, các ngành khác là 13,4 triệu m³. Điều này đúng thực tế của vùng vì thời gian này là thời gian có nguồn nước nhỏ nhất, lượng mưa ít nên dòng chảy sinh ra rất thấp. Ngoài ra, vào những tháng đầu năm lại là thời kỳ cho các loại cây trồng vụ Đông Xuân đang phát triển mạnh còn những tháng mùa lũ thì việc thiếu nước là rất ít, do lượng nước vào mùa này khá lớn. Như vậy, có thể thấy rõ sự phân bố không đều theo thời gian của nguồn nước mưa trên lưu vực.

Bảng 8. Lượng nước thiếu vùng nghiên cứu theo hiện trạng.

Lưu vực sông	Tháng												Tổng
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Nhu cầu sử dụng nước (m ³ /s)	22,9	20,7	6,59	13,8	17,5	9,03	9,08	4,44	4,49	4,58	21,23	21,1	155,4
Lưu lượng cung cấp (m ³ /s)	22,9	19,05	3,19	3,72	8,67	9,03	9,08	4,44	4,49	4,58	21,23	21,1	131,4
Lưu lượng thiếu hụt (m ³ /s)		1,68	3,40	10,1	8,87								24,04
Lượng nước thiếu hụt (10 ⁶ m ³)		4,21	9,10	26,2	23,6								63,22

Sự thiếu hụt nước nghiêm trọng diễn ra vào các tháng III, IV (9,1-26,1 triệu m³) - tháng kiệt nhất của dòng chảy, sau đó sự thiếu hụt nước có xu hướng giảm vào tháng V (23,8 triệu m³) tháng khởi đầu mùa lũ trên LVS. Lưu vực sông La Ngà về cơ bản đảm bảo nguồn nước cấp cho các hộ sử dụng (Bảng 9).

Bảng 9. Lượng nước thiếu của các ngành theo hiện trạng.

Lưu vực sông		Ngành	Tháng				Tổng
			II	III	IV	V	
LVS La Ngà	Sông La Ngà	Nông nghiệp	4,21	4,58	21,8	19,2	49,8
		Sinh hoạt	0	0	0	0	0
		Các ngành khác		4,53	4,38	4,52	13,4
	Hồ Trà Tân	Nông nghiệp	0	0	0	0	0
	Tổng (10 ⁶ m ³)		4,21	9,10	26,2	23,6	63,22

3.3.2. Cân bằng nước lưu vực sông La Ngà dưới tác động của biến đổi khí hậu

a) Kịch bản biến đổi khí hậu

Theo kịch bản BĐKH và NBD năm 2020 [20] giai đoạn đầu thế kỷ (trung bình thời kỳ 2016-2035), xu thế biến đổi của các biến khí hậu có xu thế tăng/giảm không có sự khác biệt nhiều so với bản cập nhật kịch bản công bố năm 2016 [20]. Do vậy, nghiên cứu lựa chọn kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng công bố năm 2016 [19] của Bộ Tài nguyên và Môi trường để tính toán cân bằng nước lưu vực sông La Ngà dưới tác động của BĐKH.

Về nhiệt độ: Theo kịch bản biến đổi khí hậu, nhiệt độ sẽ tăng dần trong thế kỷ 21. Vào đầu thế kỷ, nhiệt độ trung bình năm tăng 0,7 và 1,8°C so với thời kỳ cơ sở ứng với kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5. Cuối thế kỷ 21, tăng 1,7 và 3,2°C so với thời kỳ cơ sở ứng với kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5. (Bảng 10).

Về lượng mưa: Theo các kịch bản, lượng mưa hàng năm tỉnh Bình Thuận sẽ tăng trên phạm vi toàn tỉnh, lượng mưa tăng phổ biến từ 0 ÷ 20% theo từng thời kỳ, trong đó vùng ven biển có mức tăng cao hơn so với khu vực phía Bắc. (Bảng 10).

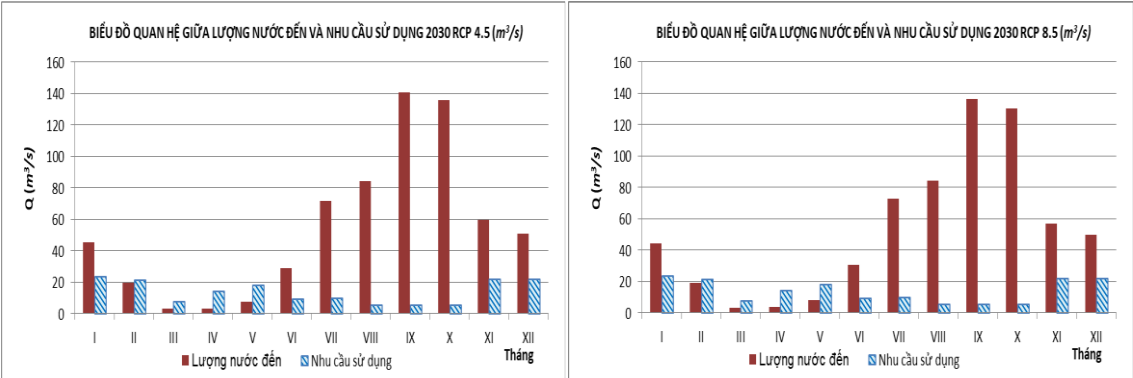
Bảng 10. Biến đổi nhiệt độ (°C) và lượng mưa (%) so với thời kì cơ sở [19].

TT	Tỉnh, thành phố	Kịch bản RCP4.5			Kịch bản RCP8.5		
		2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099
1	Nhiệt độ	0,7 (0,4÷1,2)	1,3 (0,9÷2,0)	1,7 (1,2÷2,4)	0,8 (0,5÷1,2)	1,8 (1,3÷2,5)	3,2 (2,6÷4,0)
2	Lượng mưa	14,1 (5,9÷22)	13,6 (3,9÷24,2)	17,7 (9,4÷25,3)	12,5 (5,9÷19,8)	15,0 (7,8÷22)	14,9 (8,1÷21,6)

b) Cân bằng nước LVS La Ngà dưới tác động của biến đổi khí hậu

Kịch bản tính toán cân bằng nước nhằm xem xét khả năng đáp ứng của hệ thống công trình thủy lợi như hiện trạng (giả định đến năm 2030 Bình Thuận không đầu tư thêm công trình thủy lợi). Số liệu để tính toán cân bằng nước cho kịch bản này: (1) kịch bản phát triển kinh tế xã hội của vùng đến năm 2030 [17]. (2) Quy hoạch hệ thống thủy lợi của vùng định hướng đến năm 2030 có xét đến yếu tố biến đổi khí hậu. (3) Kịch bản BĐKH năm 2016 [19].

Theo kết quả tính toán từ mô hình, dưới tác động của BĐKH dòng chảy trung bình giai đoạn năm 2030 có xu thế tăng khoảng 0,8-1,2% so với hiện trạng, dòng chảy trung bình mùa kiệt có xu thế giảm dần. Tổng lượng nước đến lưu vực năm 2030 theo kịch bản RCP 8.5 là 640,33 m³/s thấp hơn so với kịch bản RCP 4.5- 651,95 m³/s. Diễn biến nhu cầu nước tháng trong năm của vùng cũng theo xu hướng lớn hơn vào các tháng mùa khô và nhỏ hơn vào các tháng mùa mưa. Tổng nhu cầu nước năm 2030 (bao gồm nhu cầu thực tế, tổn thất và dòng chảy môi trường) là 164,04 m³/s (Hình 10).



Hình 10. Biểu đồ quan hệ giữa lượng nước đến và nhu cầu sử dụng nước năm 2030.

Tổng lượng nước thiếu cả năm toàn vùng chiếm khoảng 16,1-16,4% so với nhu cầu sử dụng nước, thời gian thiếu nhiều nhất vào tháng II-V. Trong trường hợp chịu tác động của biến đổi khí hậu, ở kịch bản RCP 8.5 dòng chảy mùa kiệt tăng dẫn đến lượng nước thiếu hụt ít hơn so với kịch bản RCP 4.5 chênh lệch 1,2 triệu m³ (Bảng 11).

Bảng 11. Lượng nước thiếu vùng nghiên cứu năm 2030 dưới tác động của BĐKH.

Lưu vực sông	Tháng												Tổng
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
NĂM 2030 RCP 4.5													
Nhu cầu sử dụng nước (m³/s)	23,7	21,4	7,6	14,2	17,8	9,45	9,82	5,46	5,46	5,56	21,84	21,76	164,04
Lưu lượng cung cấp (m³/s)	23,7	19,6	3,2	3,47	7,83	9,45	9,82	5,46	5,46	5,56	21,84	21,76	137,09
Lưu lượng thiếu hụt (m³/s)		1,83	4,40	10,7	10,0								26,95
Lượng nước		4,59	11,8	27,8	26,8								71,0

Lưu vực sông	Tháng												Tổng
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
thiếu hụt (10 ⁶ m ³)													
NĂM 2030 RCP 8.5													
Nhu cầu sử dụng nước (m ³ /s)	23,7	21,4	7,6	14,2	17,8	9,45	9,82	5,46	5,46	5,56	21,84	21,76	164,04
Lưu lượng cung cấp (m ³ /s)	23,7	19,2	3,19	3,65	8,45	9,45	9,82	5,46	5,46	5,56	21,84	21,76	137,49
Lưu lượng thiếu hụt (m ³ /s)		2,22	4,41	10,5	9,39								26,55
Lượng nước thiếu hụt (10 ⁶ m ³)		5,56	11,8	27,3	25,1								69,8

Bảng 12. Lượng nước thiếu của các ngành năm 2030 (triệu m³).

Lưu vực sông		Ngành	Năm 2030 RCP 4.5				Năm 2030 RCP 8.5			
			II	III	IV	V	II	III	IV	V
LVS La Ngà	Sông La Ngà	Nông nghiệp	0,1	6,99	23,1	22,0	1,01	7,01	22,7	20,4
		Sinh hoạt	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hồ Trà Tân	Các ngành khác	4,49	4,79	4,64	4,79	4,49	4,79	4,63	4,70
		Nông nghiệp	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tổng (10 ⁶ m ³)		4,59	11,8	27,8	26,8	5,56	11,8	27,3	25,1

Lượng nước thiếu hụt ngành nông nghiệp là 52,2 triệu m³, các ngành khác là 18,7 triệu m³. Lượng nước sử dụng ngành sinh hoạt hầu hết đáp ứng yêu cầu cho các hộ sử dụng. Sự thiếu hụt nước nghiêm trọng diễn ra vào tháng IV (27,3-27,8 triệu m³), tháng kiệt nhất của dòng chảy. Lưu vực sông La Ngà về cơ bản đảm bảo nguồn nước cấp cho các hộ sử dụng (Bảng 12).

Với xu thế phát triển kinh tế của một vùng kinh tế năng động và nhu cầu mức sống nâng cao, mức thiếu nước trong giai đoạn này tăng lên nhiều. Theo số liệu so sánh mức độ thiếu nước năm 2030 dưới tác động của biến đổi khí hậu so với hiện trạng (năm 2020) cho thấy: mức độ thiếu hụt lượng nước nhiều hơn 1,12% so với hiện trạng trong đó lượng nước thiếu vào mùa khô tăng 1,09% đối với nông nghiệp, tăng 1,39% đối với các ngành khác.

Nhu cầu nước cho ngành nông nghiệp chiếm tỷ trọng rất cao vì vậy để giảm thiểu thiệt hại, cần chuyển đổi cơ cấu cây trồng, mùa vụ, áp dụng các phương pháp tưới nước tiết kiệm trong sản xuất nông nghiệp, cân đối phát triển các ngành còn lại với lượng nước hiện có của tiểu lưu vực nhằm giảm lượng nước thiếu hụt.

4. Kết luận

Nghiên cứu mô phỏng dòng chảy, đánh giá tiềm năng nước mặt thông qua mô hình MIKE NAM đã được hiệu chỉnh và kiểm định tốt. Cùng lúc đó mô hình CROPWAT đã xác định được nhu cầu tưới cho các loại cây trồng, nhu cầu này là chủ yếu chiếm hơn 80% nhu cầu sử dụng nước tại đây. Cuối cùng sử dụng mô hình cân bằng nước MIKE HYDRO để tính toán khả năng đáp ứng của nguồn nước với các nhu cầu sử dụng nước khác nhau trên lưu vực sông La Ngà.

Kết quả tính toán cân bằng nước cho thấy mặc dù tài nguyên nước LVS La Ngà khá dồi dào nhưng sự thiếu hụt nguồn nước vẫn xảy ra. Thời gian thiếu nước chủ yếu vào các tháng mùa khô từ tháng II-V với tổng lượng nước thiếu trên toàn lưu vực khoảng 63,22 triệu m³ trong đó lượng nước thiếu hụt tại các khu dùng nước cho nông nghiệp là 49,8 triệu m³, các ngành khác là 13,4 triệu m³. Hiện trạng nước thiếu sẽ trầm trọng hơn khi vào năm 2030 với nhu cầu nước cho các ngành lớn hơn và tác động của BĐKH rõ nét hơn. Tổng lượng nước thiếu hụt năm 2030 khoảng 70,94 triệu m³, tăng 1,12% so với hiện trạng trong đó lượng nước thiếu vào mùa khô tăng 1,09% đối với nông nghiệp, tăng 1,39% đối với các

ngành khác. Sự thiếu hụt này chủ yếu tập trung ở hạ lưu sông nơi có diện tích cây công nghiệp lớn.

Nguyên nhân sự thiếu hụt nước trên lưu vực sông La Ngà do sự phân bố nguồn nước không đều theo thời gian, mùa khô lượng nước đến ít nhưng nhu cầu dùng nước lại nhiều, mùa mưa lũ thì lượng nước đến nhiều, nhu cầu nước lại càng nhỏ hơn rất nhiều so với lượng nước đến. Vì thế, nguồn nước mặt cả lưu vực có thể rất lớn nhưng phân bố không đều nên dẫn đến tình trạng thiếu nước và lãng phí. Do đó, cần đẩy mạnh công tác quản lý, phân bổ và sử dụng hợp lý nguồn tài nguyên nước cũng như các giải pháp lưu giữ và chuyển nước hợp lý, hiệu quả cho vùng nghiên cứu.

Đóng góp cho nghiên cứu: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: N.V.H.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: N.V.H., P.A.B.; Xử lý số liệu: N.V.H., P.A.B.; Thu thập, phân tích, xử lý số liệu: N.V.H., P.A.B.; Viết bản thảo bài báo: N.V.H., P.A.B.; Chỉnh sửa bài báo: N.V.H.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được hoàn thành trong khuôn khổ nhiệm vụ thường xuyên theo chức năng năm 2023. Nhiệm vụ 9: “Dự báo thủy triều, xâm nhập mặn trên các sông chính khu vực Nam Bộ”. Các tác giả xin chân thành cảm ơn.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. IPCC. Regional Climate Projection, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007.
2. Rachid, B.H.; Dlalil, Y.; Abdellatif, E.T. Prospects for a larger integration of the water resources system using WEAP model: a case study of Oran province. *Desalin Water Treat.* **2014**, 57(13), 5971–5980.
3. Purna, C.N.; Robin, W.; ASHOK, K.K. Water balance approach to study the effect of climate change on groundwater storage for Sirhind command area in India. *Int. J. River Basin Manage.* **2015**, 13(2), 243–261.
4. Motlatsi, M.; Deogratias, M.M.M. Assessment of water availability for competing uses using SWAT and WEAP in South Phuthiatsana catchment, Lesotho. *Phys. Chem. Earth.* **2017**, 100, 305–316.
5. Ougahi, J.H.; Karim S.; Mahmood S.A. Application of the SWAT model to assess climate and land use/cover change impacts on water balance components of the Kabul River Basin, Afghanistan. *J. Water Clim. Change.* **2022**, 13 (11), 3977–3999.
6. Yimere, A.; Assefa, E. Current and future irrigation water requirement and potential in the Abbay River Basin, Ethiopia. *Air. Soil. Water. Res.* **2022**, 15.
7. Malamataris, D.; Kolokytha, E.; Loukas, A. Integrated hydrological modelling of surface water and groundwater under climate change: The case of the Mygdonia basin in Greece. *J. Water Clim. Change* **2020**, 11, 1429–1454.
8. Hà, N.N. Nghiên cứu áp dụng mô hình WEAP tính toán CBN lưu vực sông Vệ, Luận văn Thạc sỹ - Trường Đại học Khoa học Tự Nhiên, Hà Nội, 2012.
9. Sơn, H.T. Ứng dụng mô hình Mike Basin xác định cân bằng nước trên lưu vực sông Cái Phan Rang. *Tạp chí Các khoa học về trái đất* **2013**, 35(1), 75–80.
10. Việt, N.V.; Hoài, P.T.; Nhung, T.T. Ứng dụng mô hình MIKE HYDRO tính toán cân bằng nước trên lưu vực sông Sesan hiện tại, 2030, 2050 trong điều kiện biến đổi khí hậu. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi* **2018**, 47, 1–10.
11. Tuấn, H.N.; Thuận, T.P. Đánh giá tài nguyên nước mặt TP. Đà Nẵng có xét đến điều kiện biến đổi khí hậu, phát triển kinh tế xã hội và đề xuất định hướng khai thác sử dụng nước đến năm 2050. Tuyển tập Hội thảo Khoa học ATCESD 2015, Đà Nẵng, 2015.

12. Lợi, N.K.; Trang, N.H. Ứng dụng mô hình SWAT đánh giá lưu lượng dòng chảy và bồi lắng tại tiểu lưu vực sông La Ngà, 2008.
13. Uyên, N.Đ.N.; Liêm, N.D.; Lợi, N.K. Ứng dụng mô hình SWAT và chỉ số chất lượng nước đánh giá chất lượng nước mặt lưu vực sông La Ngà. Kỷ yếu hội thảo GIS toàn quốc, 2014.
14. Phú, H. Tác động của công trình hồ đập tới dòng chảy hạ lưu sông La Ngà, ứng dụng mô hình thủy văn thủy lực phục hồi dòng chảy tự nhiên sau khi có hồ chứa Hàm Thuận - Đa Mi. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2018**, 686, 1–11.
15. Dũng, Đ.Đ. Nghiên cứu, đánh giá mô hình vỡ đập Hàm Thuận - Đa Mi đến hạ lưu sông La Ngà, đề xuất biện pháp phòng tránh, giảm thiểu thiệt hại. *Tập san Khoa học và Công nghệ Quy hoạch thủy lợi* **2009**, 124–133.
16. VQHTLMN. Đề tài khoa học- công nghệ cấp cơ sở “Nghiên cứu, đánh giá mô hình vỡ đập Hàm Thuận - Đa Mi đến hạ lưu sông La Ngà, đề xuất biện pháp phòng tránh, giảm thiểu thiệt hại”, Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam, Tp. Hồ Chí Minh. 2006.
17. Tỉnh Bình Thuận. Quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội tỉnh Bình Thuận đến năm 2020 và tầm nhìn đến năm 2030. 2016
18. Cục thống kê Bình Thuận. Niên giám thống kê tỉnh Bình Thuận năm 2020.
19. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Kịch bản Biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam. Nhà xuất bản Tài nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam, 2016.
20. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Kịch bản Biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam. Nhà xuất bản Tài nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam, 2020.
21. Quỳnh, N.P. Phương pháp tính toán hệ số cấp nước cho tôm vùng ven biển đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi* **2015**, 29, 1–8.
22. DHI. MIKE HYDRO User Guide. 2019.
23. DHI. MIKEZero.pdf. 2014.
24. Quyết định của Thủ Tướng Chính Phủ số 471/QĐ-TTg Về việc ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Đồng Nai. Hà Nội. ngày 24/3/2016.
25. Nash, J.E.; Sutcliffe, J.V. River flow forecasting through conceptual models part I - A discussion of principles. *J. Hydrol.* **1970**, 10(3), 282–290. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(70\)90255-6](https://doi.org/10.1016/0022-1694(70)90255-6).

Water balance in La Nga river basin by using MIKE HYDRO model

Nguyen Van Hong^{1*}, Pham Anh Binh¹

¹ Sub-Institute of Hydro-Meteorology and Climate Change;
nguyenvanhong79@gmail.com; binhpi1909@gmail.com

Abstract: Research and application of the MIKE HYDRO water balance model to assess the responsiveness of water sources for different water needs in the La Nga river basin. Calculation results show that the problem of water shortage is concentrated in the lower river basin with the total amount of water shortage for the whole year in the entire river basin accounts for about 16.1-16.4% of the total water demand. The most shortage time is in February-May (4.2-26.2%). Due to the uneven distribution of water resources over time and space along with unusual weather developments under the impact of climate change, water shortages will become increasingly serious in 2030. The results would be a database to create scientific and technological solutions for efficiency and sustainability in controlling and exploiting the surface water resource in the La Nga river basin.

Keywords: Water balance; MIKE HYDRO; La Nga river basin.