

Bài báo khoa học

## Cân bằng nước và một số kiến nghị về định hướng phát triển nông nghiệp bền vững ở tỉnh An Giang

Tô Quang Toàn<sup>1</sup>, Phan Trường Khanh<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam; toan\_siwrr@yahoo.com

<sup>2</sup> Khoa Kỹ Thuật Công Nghệ Môi Trường, Trường Đại học An Giang – Đại học Quốc gia TPHCM; ptkhanhagu@gmail.com

\*Tác giả liên hệ: ptkhanhagu@gmail.com; Tel.: +84–918440275

Ban Biên tập nhận bài: 12/6/2022; Ngày phản biện xong: 23/8/2022; Ngày đăng bài: 25/8/2022

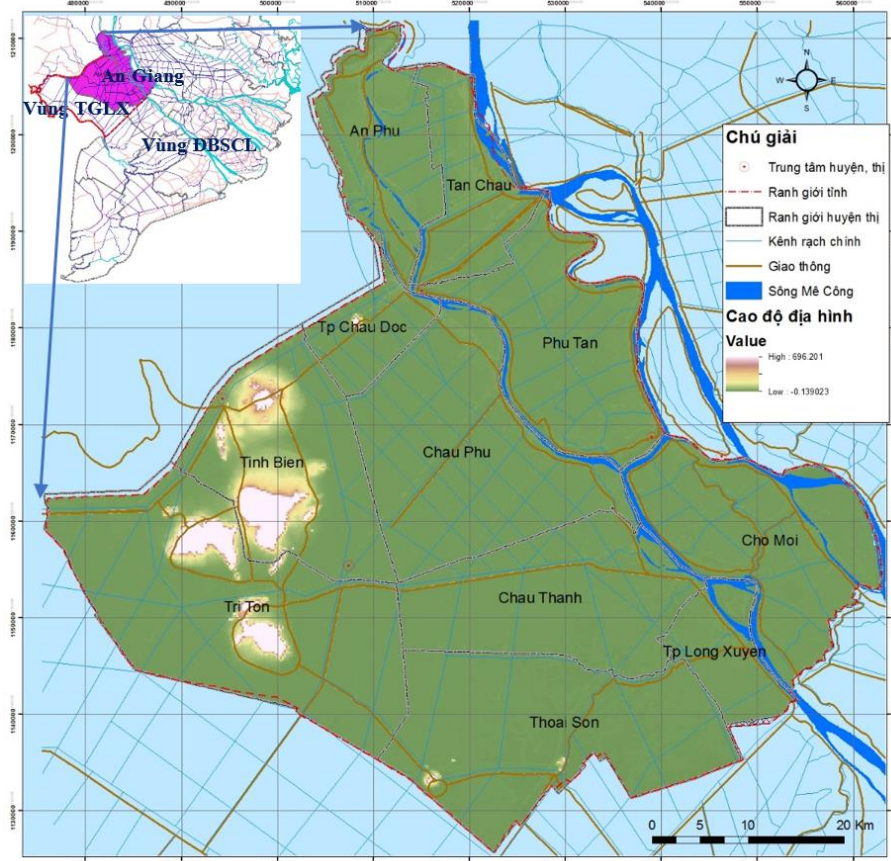
**Tóm tắt:** An Giang đứng thứ hai trong các tỉnh vùng đồng bằng sông Cửu Long về sản lượng lương thực và nuôi cá nước ngọt, ở năm 2021 An Giang đóng góp 17,03% tổng sản lượng lương thực và 21,82% tổng sản lượng cá nuôi vùng ĐBSCL. Biến đổi khí hậu, nước biển dâng cùng với các gia tăng phát triển nông nghiệp và thủy điện ở thượng nguồn đã làm ảnh hưởng lớn đến dòng chảy về đồng bằng cả mùa lũ và mùa kiệt những năm gần đây. Từ 2003 đến nay, ngoại trừ có lũ lớn ở 2011 còn lại liên tục là các năm lũ nhỏ và rất nhỏ. Hạn hán, thiếu nước và xâm nhập mặn ngày càng gia tăng, đặc biệt ở mùa khô 2015–2016 và 2019–2020. An Giang là tỉnh đầu nguồn được xem là có lợi thế hơn về nguồn nước nên còn ít nghiên cứu chỉ ra các mối đe dọa đến sản xuất cho tỉnh. Thông qua việc sử dụng một số phương pháp tính toán cân bằng nước cho An Giang: ứng dụng của các mô hình mô phỏng lưu vực IQQM để tính nhu cầu nước; ứng dụng mô hình MIKE 11 để tính thủy lực và xâm nhập mặn; tính toán chỉ số khai thác nguồn nước, nghiên cứu đã chỉ ra việc sử dụng nước như hiện nay ở các tháng kiệt ở mức 99,1÷187,6 m<sup>3</sup>/s đã đạt đến trạng thái bằng/vượt mức tối hạn ở ngưỡng khuyến cáo có căng thẳng về nước ở năm trung bình nước hay đến mức khá căng thẳng về nước vào tháng 2 và tháng 3 ở năm kiệt nước. Bài báo đưa ra một số kiến nghị về định hướng và giải pháp để phát triển nông nghiệp bền vững ở tỉnh An Giang.

**Từ khóa:** Cân bằng nước; An Giang; Tứ giác Long Xuyên; Nông nghiệp bền vững; Chỉ số khai thác nước.

### 1. Giới thiệu

An Giang là tỉnh nằm đầu nguồn sông Cửu Long với diện tích tự nhiên 353.667 ha và dân số 1.908.352 người [1], có địa hình tương đối bằng phẳng với hơn 80% diện tích có cao độ mặt đất dưới 1m+MSL, chỉ có dưới 10% diện tích có cao độ 1÷2 m+MSL và 10% diện tích là đồi núi thuộc các huyện Tri Tôn và Tịnh Biên, có độ cao từ 2÷700 m+MSL, An Giang là một trong 2 tỉnh có núi trên đất liền ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Đất nông nghiệp chiếm khoảng 79% diện tích của tỉnh, đất đai khá trù phú, hàng năm được phù sa bồi đắp từ sông Mê Công với nguồn nước ngọt dồi dào và điều kiện khí hậu nóng ẩm rất phù hợp cho phát triển nông nghiệp, là vựa lúa lớn thứ 2 đồng bằng sau Kiên Giang, với tổng sản lượng lương thực năm 2021 [2] đạt được 4.143 nghìn tấn, chiếm 17,03% tổng sản lượng lương thực vùng đồng bằng, là tỉnh đóng góp đáng kể vào việc xuất khẩu gạo cả nước. An Giang đứng thứ 2 về sản lượng cá nuôi, sản lượng cá năm 2021 đạt 505.092 tấn, chiếm 21,82% tổng sản lượng vùng đồng bằng.

Đồng bằng sông Cửu Long nói chung và An Giang nói riêng đã và đang đứng trước những thách thức lớn do biến đổi khí hậu và phát triển nông nghiệp và thủy điện trên lưu vực đã làm thay đổi dòng chảy về đồng bằng cả mùa lũ và mùa kiệt, liên tục các năm lũ nhỏ từ sau 2003 đến nay, ngoại trừ năm lũ lớn 2011, hạn và xâm nhập mặn ngày càng gia tăng trên đồng bằng, hạn mặn lịch sử trở lên gần hơn như ở 2015–2016 và 2019–2020 gây thiệt hại đáng kể cho sản xuất trên đồng bằng. Riêng ở năm hạn mặn lịch sử 2016, có đến 9 trên 13 tỉnh thành vùng đồng bằng công bố thiên tai hạn mặn, tổng thiệt hại ở năm 2016 lên đến 7.900 tỷ đồng [3], An Giang may mắn hơn chưa đến mức phải công bố thiên tai ở năm này. Mặc dù vậy, đã có những trường hợp mực nước trên các kênh rạch xuống thấp kèm theo nắng nóng, gây khó khăn công tác bơm tưới, ảnh hưởng đến sản xuất nông nghiệp ở các huyện vùng núi Tri Tôn, Tịnh Biên và ở các vùng đất gò cao thuộc vùng đồng bằng ở các huyện An Phú, Phú Tân, Châu Đốc, Tân Châu. Đã có những hiện tượng cá chết hàng loạt lên đến hàng trăm tấn ở An Giang năm 2016 [4] và 2022 [5], đây được xem là những vấn đề đáng lo ngại nguồn nước cho phát triển bền vững ở An Giang. Để chủ động ứng phó với những tác động bất lợi, một mặt tỉnh đã thực hiện nhiều biện pháp, như chuyển đổi cơ cấu cây trồng, phát triển thủy lợi, quy hoạch thủy lợi và sử dụng đất. Tuy nhiên về lâu dài để đảm bảo cho sản xuất bền vững rất cần có các nghiên cứu đánh giá sâu về cân bằng nước cho An Giang để chỉ ra các nguy cơ nếu có.



Hình 1. Bản đồ vị trí địa lý và địa hình tỉnh An Giang

Những nghiên cứu gần đây [6–16] đã chỉ ra các mối đe dọa đến sự đảm bảo về nguồn nước cho sản xuất ổn định trên đồng bằng: dòng chảy mùa kiệt thay đổi trái qui luật tự nhiên, hạn mặn đến sớm hơn đến cả tháng [11, 14] làm ảnh đến sản xuất ổn định trên đồng, làm gia tăng xâm nhập mặn; tần suất trở lại của các năm hạn mặn lịch sử gần hơn; xu thế lũ giảm, phù sa giảm và gia tăng xói lở các bờ sông kênh rạch [12, 14–16]. Tuy nhiên, các nghiên cứu thường đưa ra mối lo ngại chung cho đồng bằng và rõ rệt hơn cho các tỉnh, địa phương ven biển bị ảnh hưởng nặng nề do các tác động của thượng nguồn và nước biển dâng. Có thể do

vị trí địa lý là tỉnh đầu nguồn nên An Giang được coi là có thuận lợi hơn về nguồn nước so với các tỉnh khác trên đồng bằng và như vậy thường ít được quan tâm sâu, nên chưa chỉ ra các mối đe dọa cụ thể hay sự mất cân bằng nước đối với tỉnh.

Là tỉnh có đóng góp ở vị trí thứ nhất, thứ nhì về các sản lượng rau màu, lúa gạo và thủy sản so với các tỉnh vùng đồng bằng, do đó đảm bảo an toàn cho sản xuất bền vững ở An Giang là rất quan trọng, chính vì vậy nghiên cứu này sử dụng nhiều phương pháp tính toán cân bằng nước cho An Giang, với ứng dụng của các mô hình mô phỏng lưu vực IQQM để tính nhu cầu nước và ứng dụng mô hình MIKE 11 để tính thủy lực và xâm nhập mặn, kết hợp với tính toán chỉ số khai thác nguồn nước (*Water Exploitation Index – WEI*) được Cơ quan môi trường Châu Âu sử dụng để chỉ ra được các nguy cơ thiếu nước có thể làm ảnh hưởng đến sự phát triển bền vững trong vùng và từ đó kiến nghị một số định hướng và giải pháp để đảm bảo phát triển nông nghiệp bền vững ở tỉnh An Giang.

## 2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Số liệu chính phục vụ nghiên cứu

#### 2.1.2. Số liệu về dân số, hiện trạng sản xuất và chăn nuôi

Nghiên cứu đã thu thập, tổng hợp các số liệu về dân số, các hoạt động sản xuất và chăn nuôi, thủy sản và diện tích các cây trồng chính tỉnh An Giang và vùng phụ cận thuộc Tứ Giác Long Xuyên (TGLX). Trong đó diện tích nông nghiệp được xem là quan trọng nhất bởi nó sử dụng nước nhiều nhất. Nghiên cứu lấy năm 2020 là năm nền để tính nhu cầu nước ở hiện tại, dân số và diện tích sản xuất được sử dụng ở năm này được cập nhật theo niên giám thống kê 2020 [17].

**Bảng 1.** Tổng hợp diện tích sản xuất một số loại cây trồng chính tỉnh An Giang năm 2020 (Đơn vị: ha).

Huyện /Thị trấn	Diện tích Lúa			Tổng DT Lúa	Cây hàng năm	Cây lâu năm
	Đông xuân	Hè Thu	Thu Đông			
Long Xuyên	5.165	4.902	4.954,6	15.021,6	785	1.015,9
Châu Đốc	6.741	6.566	4.761,1	18.068,1	429,3	775,3
An Phú	15.533	13.857	4.658,9	34.048,9	6.150	1.400,1
Tân Châu	10.773	10.699	5.648,6	27.120,6	6.380	1.620,8
Phú Tân	24.855	23.855	9.354,8	58.064,8	4601,1	870,9
Châu Phú	33.945	31.529	25.797,4	91.271,4	5.723,5	1.200,3
Tịnh Biên	16.938	16.974	29.173,8	63.085,8	5.307	2.474,1
Tri Tôn	40.822	42.479	37.052,1	120.353,1	2041,4	1.229,4
Châu Thành	26.055	28.056	14.277,7	68.388,7	1979,2	1.136,3
Chợ Mới	14.119	12.760	12.057,1	38.936,1	16.240	6.330,3
Thoại Sơn	38.727	38.586	15.327,9	92.640,9	663,5	1.146,6
Tổng	233.673	230.263	163.064	627.000	50.300	19.200

#### 2.1.2 Số liệu về khí tượng và thủy văn

Để tính toán nhu cầu nước, nghiên cứu đã thu thập và cập nhật các số liệu khí tượng, mưa và bốc hơi từ 1985 đến 2020 với các trạm KTTV thuộc An Giang và vùng TGLX: Long Xuyên, Châu Đốc, Chợ Mới, Tân Châu, Rạch Giá và Hà Tiên; các số liệu thủy văn là lưu lượng dòng chảy sông Mê Công về ĐBSCL qua Tân Châu và Châu Đốc từ 1980 đến 2020.

Có 95% nguồn nước đến vùng ĐBSCL là nguồn nước đến từ lưu vực sông Mê Công (SMC) nằm ngoài lãnh thổ Việt Nam, chỉ có 5% lượng nước đóng góp từ mưa nội vùng trên đồng bằng. Chính vì vậy nguồn nước đến từ SMC là rất quan trọng. Những năm gần đây do tác động của thủy điện ở thượng nguồn làm dòng chảy cả mùa lũ và mùa kiệt đã thay đổi đáng kể, chuỗi số liệu lịch sử về thủy văn trước năm 2010 được xem như không còn phản ánh đúng thực tế đến hiện tại và tương lai [12–14]. Chính vì vậy, nghiên cứu sử dụng chuỗi

số liệu thực đo từ 2011 đến nay làm cơ sở để đánh giá cân bằng nước cho An Giang nói riêng và vùng TGLX nói chung, nơi có ảnh hưởng trực tiếp lẫn nhau. Tổng hợp lưu lượng về ĐBSCL gộp chung và qua riêng ở Châu Đốc được đưa ra ở Bảng 2 và Bảng 3 dưới đây.

**Bảng 21.** Tổng Lưu lượng dòng chảy sông Mê Công về ĐBSCL (tổng ở Tân Châu và Châu Đốc) (Đơn vị: m<sup>3</sup>/s).

Tháng\Năm	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	6.387	9.773	5.795	9.990	6.803	4.297	8.336	8.241	7.304	3.993
2	3.890	6.372	3.708	6.325	4.532	3.435	5.236	5.576	4.716	2.489
3	2.971	4.585	3.088	4.884	3.430	2.681	4.820	4.056	5.247	2.265
4	3.147	3.607	2.799	4.607	4.243	3.511	5.285	4.494	5.152	2.663
5	4.601	4.309	4.406	4.899	4.267	3.396	7.129	6.292	5.246	3.157
6	9.640	9.292	7.271	8.590	5.301	5.741	12.915	11.272	7.224	
7	18.622	14.616	13.736	18.774	9.773	14.103	18.730	19.124	8.036	
8	25.854	20.004	23.652	27.131	19.065	16.664	24.994	29.774	17.200	
9	28.913	24.450	25.731	24.841	20.313	21.406	24.940	31.553	28.424	
10	31.023	22.159	28.678	22.396	18.893	23.266	24.263	24.804	19.185	
11	23.843	14.966	22.063	16.521	11.585	18.740	19.564	16.030	10.110	
12	15.737	9.789	15.165	10.888	6.758	13.275	13.669	9.972	6.167	
<b>Trung bình</b>	14.552	11.993	13.008	13.321	9.580	10.876	14.157	14.266	10.334	

**Bảng 3.** Lưu lượng dòng chảy bình quân tháng qua Châu Đốc (Đơn vị: m<sup>3</sup>/s).

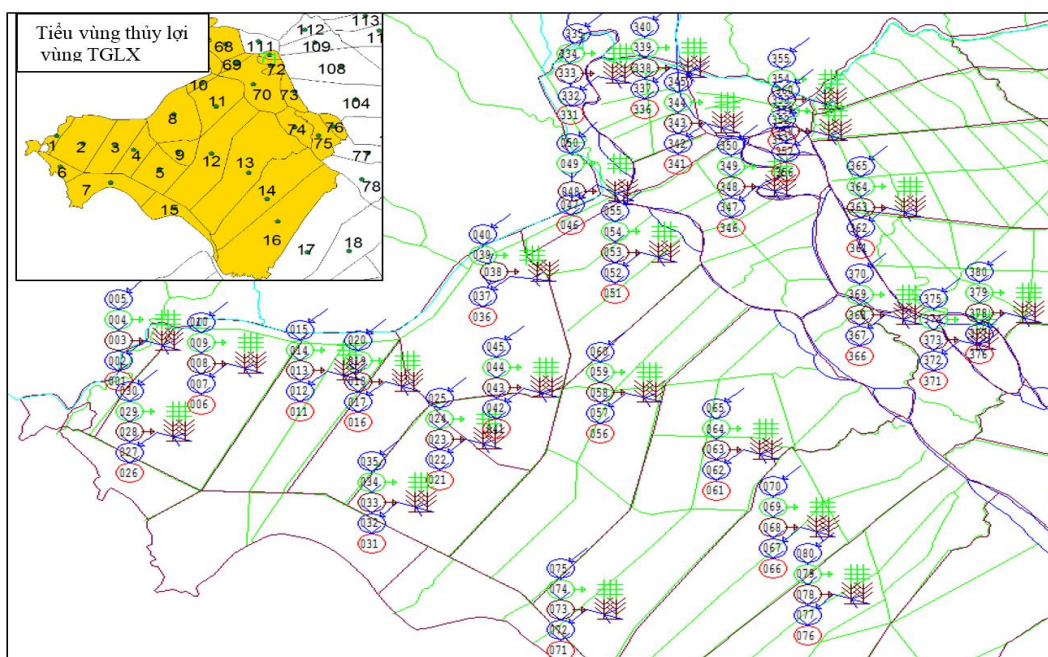
Tháng\Năm	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	1.016	1.811	923	1.621	1.031	697	1.260	1.164	967	512
2	599	1.056	577	951	641	520	761	750	616	353
3	468	664	459	712	495	397	638	497	626	317
4	503	564	446	684	605	474	714	572	610	357
5	705	662	668	736	597	478	964	782	637	407
6	1.457	1.410	1.039	1.340	771	824	1.928	1.532	906	
7	3.352	2.423	2.197	3.342	1.514	2.174	3.152	3.029	1.012	
8	5.466	3.735	4.605	5.729	3.453	2.880	5.103	6.228	2.244	
9	6.937	5.181	5.497	5.350	3.924	4.076	5.219	6.905	5.330	
10	7.880	4.836	6.695	5.045	3.483	4.720	4.967	4.916	3.324	
11	5.629	2.746	4.809	3.141	2.061	3.740	3.416	2.695	1.490	
12	3.182	1.581	2.752	1.806	1.105	2.238	2.142	1.437	816	
<b>Trung bình</b>	3.100	2.222	2.555	2.538	1.640	1.935	2.522	2.542	1.548	

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.2.1 Phương pháp ứng dụng mô hình mô phỏng lưu vực IQQM để tính nhu cầu nước

An Giang là tỉnh đầu nguồn khu vực ĐBSCL lại có mối liên hệ chặt chẽ với các tỉnh và vùng phụ cận thuộc khu vực TGLX vì vậy việc tính toán cân bằng nước tỉnh An Giang cần xem xét trong tổng thể nguồn nước đến và nước dùng ở vùng TGLX nói chung và An Giang nói riêng. Nghiên cứu ứng dụng mô hình IQQM để tính nhu cầu nước vùng TGLX và tỉnh An Giang, gọi là mô hình IQQM-TGLX. Diện tích sản xuất và thời vụ sản xuất theo các vụ mùa được cập nhật tính toán theo các tiểu vùng thủy lợi ứng với điều kiện sản xuất ở năm 2020.

IQQM được phát triển bởi NSW Úc [18], là mô hình mô phỏng lưu vực, tính toán cân bằng nước và sử dụng nước. Mô hình được ứng dụng để mô phỏng tác động của các kịch bản phát triển trên lưu vực như: gia tăng phát triển nông nghiệp, chuyên nước lưu vực, phát triển thủy điện, nông nghiệp, tổ hợp kịch bản phát triển nông nghiệp và thủy điện, vận hành thủy điện. IQQM được ứng dụng ở lưu vực SMC từ năm 2000 đến nay để tính toán ảnh hưởng của các kịch bản phát triển trên lưu vực SMC đến dòng chảy lưu vực xuống hạ lưu. Trong nghiên cứu này IQQM được ứng dụng để tính nhu cầu nước ứng với điều kiện sản xuất ở 2020 và khí tượng thủy văn thay đổi từ 1985 đến 2020.



Hình 2. Mô hình IQQM-TGLX tính nhu cầu nước vùng An Giang và vùng Tứ Giác Long Xuyên.

2.2.2. Phương pháp ứng dụng mô hình thủy lực và xâm nhập mặn để tính cân bằng nước, khả năng đảm bảo nguồn nước

Để đánh giá khả năng đảm bảo nước cho An Giang, nghiên cứu kế thừa mô hình MIKE11 để tính thủy lực và xâm nhập mặn ở vùng ĐBSCL ở Viện Khoa học thủy lợi miền Nam, gọi là MIKE11-ĐB. Minh họa mô hình MIKE11-ĐB được thể hiện trên Hình 3. Các biên chính cho mô hình bao gồm biên lưu lượng tại Kratie, khu vực hồ Tonle sap, Sài Gòn-Đồng Nai, các biên mực nước là triều biển và biên tưới là kết quả lấy từ mô hình IQQM.

Mô hình đã xét đến hầu hết các yếu tố ảnh hưởng có thể do lấy nước, vận hành hệ thống công trình, các thực tế đê bao, bờ bao, cống ngăn mặn và vận hành thực tế hệ thống công trình. Mô hình được hiệu chỉnh, kiểm định đảm bảo độ tin cậy. Mô hình đã ứng dụng trong nhiều nghiên cứu liên quan, dòng chảy lũ, dòng chảy kiệt và xâm nhập mặn và phục vụ dự báo mặn [11-14], [19]. Mô hình có khả năng mô phỏng tin cậy động thái mặn ĐBSCL và có thể sử dụng để xem xét, đánh giá các phương án thay đổi hạ tầng và điều kiện khí tượng, thủy văn đến lũ và xâm nhập mặn trên đồng bằng, cũng như mô phỏng tác động của các kịch bản phát triển thượng lưu từ kết quả đánh giá thay đổi về lưu lượng về Kratie. Trong nghiên cứu này mô hình được mô phỏng kiểm tra đánh giá khả năng nguồn nước về các vùng trên hệ thống sông kênh rạch ở An Giang ở hiện tại và khả năng ảnh hưởng xâm nhập mặn đến An Giang ứng với tần xuất trở lại P85% đến 2030 và 2050 có xét đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, nước biển dâng và đất lún. Tóm tắt các điều kiện đầu vào ở mô hình theo các kịch bản tính toán được đưa ra ở Bảng 4 và Bảng 5.

Bảng 4. Tổng hợp các thông số phát triển trên lưu vực Mê Công theo các kịch bản đến 2030-2050.

Kịch bản	Phát triển nông nghiệp (triệu ha)	Hồ chứa, hồ thủy điện (Whi - tỷ m <sup>3</sup> )	Nước biển dâng	W_kratie kiệt (tỷ m <sup>3</sup> )	Hạ thấp lòng dẫn	Ghi chú
Qp85_2020 (KB nền)	5,8	65	Hiện nay	64,7	Địa hình hiện nay	
Qp85_2030	6,32	72,7	14	67,1	Sông Tiền – 1m, Sông Hậu – 0,7m	Giả thiết lún không đều
Qp85_2050	6,91	104,3	28	78,4	Sông Tiền – 2,4m, Sông Hậu – 1,8m	Giả thiết lún không đều

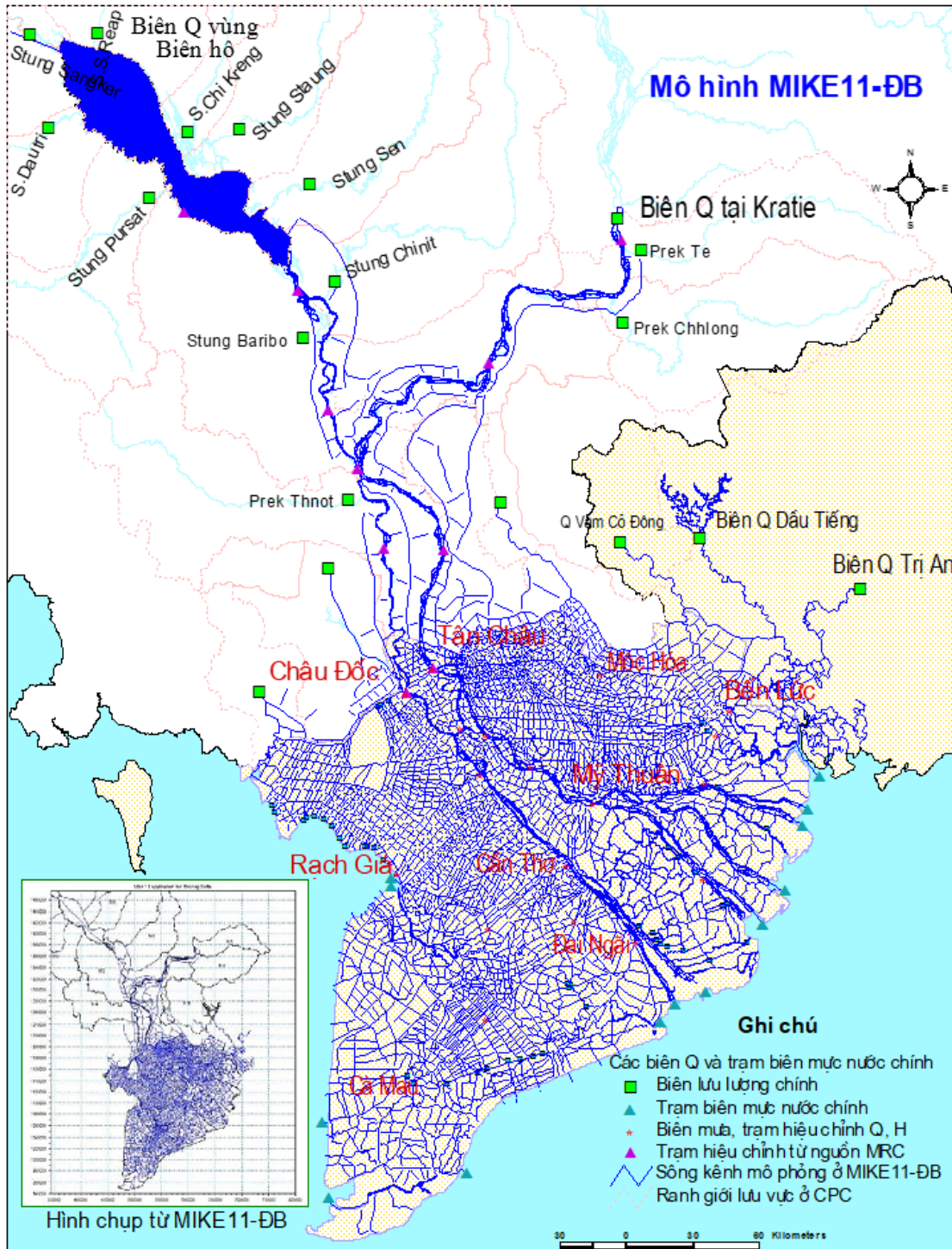
**Ghi chú:**

- Các số liệu về phát triển nông nghiệp và thủy điện được tổng hợp từ nguồn tài liệu của MRC qua các nghiên cứu [11–14, 19–22], nước biển dâng theo kịch bản quốc gia ở 2020 [7] và hạ thấp lòng dẫn theo tham khảo [23].

- Qp85–2020: là lưu lượng ứng với tần suất 85% ở điều kiện như hiện nay đến năm 2020, đã bị ảnh hưởng của các hồ chứa trên lưu vực với tổng dung tích 65 tỷ m<sup>3</sup>.

- Qp85–2030: là lưu lượng ứng với tần suất 85% ở điều kiện qui hoạch đến 2030, đã bị ảnh hưởng của các hồ chứa trên lưu vực với tổng dung tích 72,7 tỷ m<sup>3</sup>.

- Qp85–2050: là lưu lượng ứng với tần suất 85% ở điều kiện qui hoạch đến 2050, đã bị ảnh hưởng của các hồ chứa trên lưu vực với tổng dung tích 104,3 tỷ m<sup>3</sup>.



**Hình 3.** Mô hình MIKE11-DB tính thủy lực và xâm nhập mặn ở ĐBSCL.

Lưu lượng bình quân các tháng mùa kiệt tại Kratie theo các kịch bản tính toán ở hiện tại và tương lai đến 2030 và 2050 được đưa ra ở Bảng 5.

**Bảng 5.** Lưu lượng tại Kratie ứng với P85% ở hiện tại 2020 và theo các kịch bản đến năm 2030 và 2050.

Tháng	Qp85-2020	Qp85_2030	Qp85_2050
12	4,720	4,896	5,168
1	3,619	3,754	4,284
2	2,924	3,033	3,492
3	2,940	3,050	3,688
4	3,619	3,754	3,809
5	3,635	3,771	4,216

### 2.2.3. Phương pháp so sánh đối chứng dựa vào chỉ số khai thác nguồn nước

Song song với phương pháp tính toán thủy lực và xâm nhập mặn để đánh giá khả năng đảm bảo nước theo khả năng lấy nước và xâm nhập mặn nghiên cứu còn tính toán cân bằng nước dựa trên chỉ số khai thác nguồn nước WEI (*The Water Exploitation Index*) được Cơ quan môi trường Châu Âu sử dụng [24]. Chỉ số khai thác nguồn nước được tính bằng tỷ lệ giữa lượng nước dùng so với tiềm năng nguồn nước khả dụng. Theo khuyến cáo của Cơ quan môi trường Châu Âu, chỉ số khai thác nguồn nước được đánh giá như sau: <10%: không căng thẳng về nước; 10–20%: dưới mức căng thẳng về nước; 20–40%: căng thẳng về nước; ≥ 40%: khá căng thẳng về nước.

An Giang là tỉnh đầu nguồn khu vực ĐBSCL lại có mối liên hệ chặt chẽ với các tỉnh và vùng phụ cận thuộc khu vực TGLX vì cùng sử dụng chung nguồn nước đến trực tiếp từ sông Hậu. Vì vậy cân bằng nước tỉnh An Giang có mối liên hệ chặt chẽ với nguồn nước về ĐBSCL nói chung và đặc biệt là nguồn nước về qua Châu Đốc. Nghiên cứu tính toán chỉ số khai thác nguồn nước tỉnh An Giang và vùng TGLX thông qua nhu cầu nước của tỉnh và vùng TGLX so với nguồn nước đến qua Châu Đốc và tổng nguồn nước về ĐBSCL ứng với các điều kiện năm nhiều nước, trung bình nước và kiệt nước được xác định từ chuỗi số liệu thực đo, chuỗi số liệu lưu lượng về đồng bằng từ 2011 đến 2020 được sử dụng. Lưu lượng tháng kiệt nhất giai đoạn 2011–2020 còn lớn hơn nhiều so với lưu lượng ứng với tần suất 85% giai đoạn trước 2010. Do chuỗi số liệu mới còn ngắn (2011–2020), nghiên cứu này không phân cấp năm nhiều, trung bình hay ít nước theo tính tần suất lưu lượng mà phân cấp theo số liệu thực tế, cụ thể: dòng chảy năm nhiều nước là năm có các tháng nhiều nước nhất trong chuỗi 2011–2020; năm trung bình nước là năm có lưu lượng các tháng bằng trung bình lưu lượng của các tháng tương ứng; và năm kiệt nước là năm có lưu lượng bằng các tháng kiệt nhất tương ứng trong giai đoạn 2011–2020.

## 3. Kết quả tính cân bằng nước và một số kiến nghị định hướng và giải pháp phục vụ phát triển nông nghiệp bền vững vùng An Giang

### 3.1. Nhu cầu sử dụng nước ở An Giang và vùng TGLX.

Tính nhu cầu nước với điều kiện phát triển sản xuất năm 2020 cho từng tiểu vùng thủy lợi ứng với điều kiện khí tượng thủy văn khác nhau từ 1985 đến 2020. Tổng hợp kết quả phân tích tính toán nhu cầu nước tháng lớn nhất, trung bình và ứng với tần suất P85% ứng với giai đoạn 1985–2020 cho An Giang và vùng TGLX được trình bày trong Bảng 6.

**Bảng 6.** Nhu cầu nước (m<sup>3</sup>/s) ở An Giang và vùng TGLX ở điều kiện sản xuất năm 2020.

Tháng	Nhu cầu nước tỉnh An Giang (m <sup>3</sup> /s)			Nhu cầu nước vùng TGLX (m <sup>3</sup> /s)		
	Tháng Max	Tháng TB	P85%	Tháng Max	Tháng TB	P85%
1	179,2	157,3	170,5	303,8	266,6	288,9

Tháng	Nhu cầu nước tỉnh An Giang (m <sup>3</sup> /s)			Nhu cầu nước vùng TGLX (m <sup>3</sup> /s)		
	Tháng Max	Tháng TB	P85%	Tháng Max	Tháng TB	P85%
2	189,1	175,2	187,6	320,6	297,0	317,9
3	171,2	132,9	154,4	290,2	225,2	261,6
4	121,5	77,5	99,1	205,9	131,3	167,9
5	179,2	98,6	142,1	303,6	167,1	240,9
6	122,4	43,7	67,0	207,4	74,0	113,5
7	89,3	24,6	50,2	151,4	41,8	85,1
8	15,5	6,5	15,0	25,0	7,9	18,3
9	10,3	4,1	8,0	16,7	5,0	9,7
10	8,9	2,3	3,2	14,4	2,8	3,9
11	11,1	4,1	6,8	17,9	5,0	8,3
12	60,4	46,3	58,3	86,4	66,1	83,3
<b>TB tháng</b>	<b>96,5</b>	<b>64,4</b>	<b>80,2</b>	<b>161,9</b>	<b>107,5</b>	<b>133,3</b>

Kết quả tính toán cho thấy nhu cầu nước thay đổi khá lớn theo các năm phụ thuộc vào điều kiện khí tượng, năm mưa nhiều nhu cầu nước giảm và năm mưa ít nhu cầu nước tăng. Nhu cầu nước bình quân tháng lớn nhất, năm trung bình và ứng với tần suất 85% ở An Giang lần lượt là 96,5 m<sup>3</sup>/s 64,4 m<sup>3</sup>/s và 80,2 m<sup>3</sup>/s và nhu cầu nước vùng TGLX là 161,9 m<sup>3</sup>/s 107,5 m<sup>3</sup>/s và 133,3 m<sup>3</sup>/s. Nhu cầu nước tập trung cao vào mùa khô, nhu cầu nước tháng cao nhất ở tỉnh An Giang và vùng TGLX ứng với P85% lần lượt là 187,6 m<sup>3</sup>/s và 317,9 m<sup>3</sup>/s. Nhu cầu nước mùa mưa là không đáng kể, chủ yếu nước cho sinh hoạt và dân sinh.

3.2. *Tính cân bằng nước theo phân tích thủy văn và tính toán thủy lực.*

Kết quả tính toán thủy lực ứng với các kịch bản với tần suất P85% cho thấy tiềm năng lưu lượng bình quân theo các nhánh sông kênh trục từ Sông Hậu vào vùng TGLX là lớn hơn nhiều so với nhu cầu nước vùng TGLX nói chung và tỉnh An Giang nói riêng, tổng lưu lượng bình quân chảy vào qua 9 nhánh sông kênh rạch chính từ Vĩnh Tế đến Cái Sắn ở tháng kiệt cũng đạt hơn 500 m<sup>3</sup>/s là lớn hơn nhiều so với nhu cầu nước trong vùng. Mặt khác khi lưu lượng bơm hút tưới tăng thì tổng lượng nước có thể chảy vào sẽ càng lớn hơn. Vì vậy có thể xem như An Giang không thiếu về tổng lượng nước như các nghiên cứu đã có chỉ ra.

Nghiên cứu xem xét đến khả năng ảnh hưởng đến nguồn nước qua tính toán dự báo xâm nhập mặn ứng với kịch bản nền với Qp85\_2020 và ứng với điều kiện 2030 (Qp85\_2030) và 2050 (Qp85\_2050) có xét đến ảnh hưởng của phát triển thượng lưu và hạ thấp lòng dẫn như tóm tắt đưa ra ở Bảng 4, lưu lượng tại Kratie theo các kịch bản với tần suất P85% được đưa ra ở Bảng 5. Kết quả phân tích chiều sâu xâm nhập mặn các cửa sông chính được đưa ra ở Bảng 7, theo đó, trên nhánh sông Hậu mặn 1g/l có thể vào sâu 77,4 km ở điều kiện hiện tại, 79,2 km ở 2030 và 81,1km ở 2050. Như vậy có thể thấy An Giang khá an toàn với nhiễm mặn. Chưa thấy mối đe dọa nào đến xâm nhập mặn ngoại trừ việc lấy mặn nuôi thủy sản ở Kiên Giang thiếu kiểm soát có thể gây nhiễm mặn cục bộ sang An Giang.

**Bảng 7.** Chiều sâu xâm nhập mặn theo các cửa sông chính vùng ĐBSCL ở điều kiện hiện tại và đến năm 2030, năm 2050 có xét đến hạ thấp lòng dẫn (Đơn vị: km).

Tên nhánh	Mặn ứng với kịch bản Nền 2020 – P85%_2020			Mặn ứng với kịch bản 2030 – P85%_2030			Mặn ứng với kịch bản 2050 – P85%_2050		
	4g/l	2g/l	1g/l	4g/l	2g/l	1g/l	4g/l	2g/l	1g/l
Sông Tiền	52	59,5	74,7	55,5	79	83	62,5	81	87
Hàm Luông	65,9	72	75,4	68,2	TT	TT	68,8	TT	TT
Cổ chiên	51,6	57,4	71	53,8	64	72	56,5	66,6	73
Sông Hậu	55,8	65,7	77,4	57,8	68,2	79,2	61,4	70,6	81,1
Vàm cỏ	94,2	108,3	119,1	100,9	120,7	124,8	103,6	124,1	129,2

\*Ghi chú: TT: là toàn tuyến, mặn xâm nhập cả tuyến sông Hàm Luông.



Ngược lại với xu thế gia tăng dòng chảy bình quân mùa kiệt, do tác động điều tiết của các thủy điện ở thượng nguồn, nghiên cứu liên quan [14] đã chỉ ra mức độ lũ giảm do ảnh hưởng của các thủy điện ở thượng nguồn tại Tân Châu ở Bảng 8.

**Bảng 8.** Mức độ giảm mực nước đỉnh lũ tại Tân Châu theo các kịch bản (Đơn vị: m).

Năm & Kịch bản	Lũ lớn 2000	Năm tương ứng	Lũ TB 1999	Năm tương ứng	Lũ nhỏ 1998	Năm tương ứng
BL00	5,06	2000	4,18	1999	2,81	1998
C20	4,68	1991	3,80	2008	2,43	~ MN Max bình quân ở Tháng 12
KH40	4,46	1994	3,58	1992	2,21	~ MNMax BQ Th.12
TLQH	4,34	2005	3,46	2017	2,09	> MNMax BQ Th.6
TLQH+RCP6.0	4,72	2001	3,84	2014	2,47	2015
C20+RCP4.5	4,87	1996	3,99	2003	2,62	~ MNMax BQ Th.7

Ghi chú: BL00: thủy điện trên lưu vực ở điều kiện năm 2000; C20: thủy điện trên lưu vực ở điều kiện 2020; KH40: thủy điện trên lưu vực kế hoạch đến 2040; TLQH: thủy điện trên lưu vực ở tương lai qui hoạch, dự kiến 2060; TLQH+RCP6.0: thủy điện trên lưu vực ở tương lai qui hoạch kết hợp biến đổi khí hậu theo kịch bản RCP 6.0; C20+RCP4.5: thủy điện trên lưu vực ở tương lai qui hoạch kết hợp biến đổi khí hậu theo kịch bản RCP 4.5.

Kết quả cho thấy, giả thiết lập lại trận lũ lớn lịch sử như đã xảy ra ở năm 2000 thì ảnh hưởng do các thủy điện như kịch bản C20 và KH40 mực nước lớn nhất tại Tân Châu chỉ còn khoảng 4,68m và 4,46m. Giả thiết lập lại trận lũ trung bình như đã xảy ra ở năm 1999 thì ảnh hưởng do các thủy điện như kịch bản C20 và KH40 mực nước lớn nhất tại Tân Châu chỉ còn khoảng 3,8 m và 3,58m. Tương tự, lập lại trận lũ nhỏ như đã xảy ra ở năm 1998 thì ảnh hưởng do các thủy điện như kịch bản C20 và KH40 mực nước lớn nhất tại Tân Châu chỉ còn khoảng 2,43m và 2,21m, khi đó xem như không còn lũ vì mực nước lớn nhất trong năm chỉ tương đương mới mực nước lớn nhất bình quân ở tháng 12.

### 3.3. Đánh giá cân bằng nước ở An Giang và vùng TGLX qua chỉ số khai thác nguồn nước.

Đánh giá cân bằng nước qua chỉ số khai thác nguồn nước ở An Giang và vùng TGLX. Chỉ số khai thác nguồn nước được tính bằng tỷ số giữa nhu cầu nước (Bảng 6) với mức đảm bảo tần suất P85% so với điều kiện nguồn nước ở các năm nhiều nước, năm trung bình nước và năm kiệt nước, kết quả tính toán được đưa ra ở các bảng 9, 10 và 11. So sánh đánh giá cho 3 trường hợp: i) nhu cầu nước cả vùng TGLX so với tổng nguồn nước về ĐBSCL ở cột 6; ii) nhu cầu nước cả vùng TGLX so với nguồn nước về qua Châu Đốc ở cột 7; và iii) nhu cầu nước tỉnh An Giang so với nguồn nước về qua Châu Đốc ở cột 8.

Kết quả tính toán cho thấy, ứng với điều kiện năm nhiều nước (Bảng 9), sử dụng nước cả vùng TGLX được xem là còn rất an toàn so với tiềm năng nguồn nước về đồng bằng khi mà nhu cầu nước tháng lớn nhất ở mức 5% so với tiềm năng nguồn nước. So sánh độc lập với nguồn nước đến từ sông Hậu qua Châu Đốc thì các tháng sử dụng nước lớn nhất là Tháng 2 và Tháng 3 chỉ số sử dụng nước đã đạt tới 30,1% đến 36,7%, vượt quá 30% đối với vùng TGLX được xem là ở mức có căng thẳng về nước, tuy nhiên so với sử dụng nước ở An Giang thì tỷ lệ dùng nước này còn ở ngưỡng an toàn, tháng lớn nhất mới đạt 21,7%.

**Bảng 9.** So sánh nhu cầu nước ở điều kiện năm 2020 vùng TGLX và tỉnh An Giang so với tiềm năng nguồn nước về ĐBSCL và qua sông Hậu tại Châu Đốc ứng với năm nhiều nước.

Tháng	Lưu lượng về ĐBSCL năm nhiều nước (m <sup>3</sup> /s)	Q về qua Châu Đốc năm nhiều nước (m <sup>3</sup> /s)	NCN- TGLX-20 (m <sup>3</sup> /s)	NCN_ AG- 20 (m <sup>3</sup> /s)	% NCN TGLX so với nguồn về ĐBSCL	% NCN TGLX so với nguồn Châu Đốc	% NCN AG so với nguồn Châu Đốc
1	9.990	1.811	288,9	170,5	2,9	16,0	9,4
2	6.372	1.056	317,9	187,6	5,0	30,1	17,8

Tháng	Lưu lượng về ĐBSCL năm nhiều nước (m <sup>3</sup> /s)	Q về qua Châu Đốc năm nhiều nước (m <sup>3</sup> /s)	NCN–TGLX–20 (m <sup>3</sup> /s)	NCN_ AG–20 (m <sup>3</sup> /s)	% NCN TGLX so với nguồn về ĐBSCL	% NCN TGLX so với nguồn Châu Đốc	% NCN AG so với nguồn Châu Đốc
3	5.247	712	261,6	154,4	5,0	36,7	21,7
4	5.285	714	167,9	99,1	3,2	23,5	13,9
5	7.129	964	240,9	142,1	3,4	25,0	14,7
6	12.915	1.928	113,5	67,0	0,9	5,9	3,5
7	19.124	3.352	85,1	50,2	0,4	2,5	1,5
8	29.774	6.228	18,3	15,0	0,1	0,3	0,2
9	31.553	6.937	9,7	8,0	0,0	0,1	0,1
10	31.023	7.880	3,9	3,2	0,0	0,0	0,0
11	23.843	5.629	8,3	6,8	0,0	0,1	0,1
12	15.737	3.182	83,3	58,3	0,5	2,6	1,8
<b>Trung bình</b>	<b>14.552</b>	<b>3.100</b>	<b>133,3</b>	<b>80,2</b>	<b>0,9</b>	<b>4,3</b>	<b>2,6</b>

Ứng với điều kiện năm trung bình nước (Bảng 10), sử dụng nước cả vùng TGLX chỉ nhỏ hơn 6,9% so với tiềm năng nguồn nước về đồng bằng, được xem là vẫn rất an toàn. So sánh độc lập với nguồn nước đến từ sông Hậu qua Châu Đốc thì các tháng mùa khô từ tháng 1 đến tháng 5 chỉ số sử dụng nước dao động trong khoảng từ 26,3% đến 49,6%, được xem là mất an toàn, nguy cơ cao với vùng TGLX. Sử dụng nước riêng ở An Giang thì đã đạt đến ngưỡng khuyến cáo có căng thẳng về nước, chỉ số sử dụng nước từ 27,5% đến 29,3% nguồn nước ở các tháng 2 và 3.

**Bảng 10.** So sánh nhu cầu nước ở điều kiện năm 2020 vùng TGLX và tỉnh An Giang so với tiềm năng nguồn nước về ĐBSCL và qua sông Hậu tại Châu Đốc ứng với năm trung bình nước.

Tháng	Lưu lượng về ĐBSCL năm trung bình nước (m <sup>3</sup> /s)	Q về qua Châu Đốc năm TB nước (m <sup>3</sup> /s)	NCN–TGLX–20 (m <sup>3</sup> /s)	NCN_ AG–20 (m <sup>3</sup> /s)	% NCN TGLX so với nguồn về ĐBSCL	% NCN TGLX so với nguồn Châu Đốc	% NCN AG so với nguồn Châu Đốc
1	7.092	1.100	288,9	170,5	4,1	26,3	15,5
2	4.628	682	317,9	187,6	6,9	46,6	27,5
3	3.803	527	261,6	154,4	6,9	49,6	29,3
4	3.951	553	167,9	99,1	4,3	30,4	17,9
5	4.770	664	240,9	142,1	5,1	36,3	21,4
6	8.583	1.245	113,5	67,0	1,3	9,1	5,4
7	15.057	2.466	85,1	50,2	0,6	3,5	2,0
8	22.704	4.382	18,3	15,0	0,1	0,4	0,3
9	25.619	5.380	9,7	8,0	0,0	0,2	0,1
10	23.852	5.096	3,9	3,2	0,0	0,1	0,1
11	17.047	3.303	8,3	6,8	0,0	0,2	0,2
12	11.269	1.895	83,3	58,3	0,7	4,4	3,1
<b>Trung bình</b>	<b>11.500</b>	<b>2.099</b>	<b>133,3</b>	<b>80,2</b>	<b>1,2</b>	<b>6,3</b>	<b>3,8</b>

Ứng với điều kiện năm kiệt nước (Bảng 11), sử dụng nước cả vùng TGLX chỉ nhỏ hơn 12,8% so với tiềm năng nguồn nước về đồng bằng được xem là vẫn rất an toàn. So sánh độc lập với nguồn nước về Sông Hậu qua Châu Đốc thì các tháng mùa khô từ tháng 1 đến tháng 5 chỉ số sử dụng nước dao động trong khoảng từ 47,0% đến 90,0%, được xem là rất mất an toàn, nguy cơ cao với vùng TGLX. So với sử dụng nước ở An Giang dao động trong khoảng 27,7% đến 53,1% được xem là đã vượt ngưỡng an toàn đến mức khá căng thẳng về nước ở tháng 2 và tháng 3.

**Bảng 11.** So sánh nhu cầu nước ở điều kiện năm 2020 vùng TGLX và tỉnh An Giang so với tiềm năng nguồn nước về ĐBSCL và qua sông Hậu tại Châu Đốc ứng với năm kiệt nước.

Tháng	Lưu lượng về ĐBSCL năm kiệt nước (m <sup>3</sup> /s)	Q về qua Châu Đốc năm kiệt nước (m <sup>3</sup> /s)	NCN-TGLX-20 (m <sup>3</sup> /s)	NCN-AG-20 (m <sup>3</sup> /s)	% NCN TGLX so với nguồn về ĐBSCL	% NCN TGLX so với nguồn Châu Đốc	% NCN An Giang so với nguồn Châu Đốc
1	3.993	512	288,9	170,5	7,2	56,4	33,3
2	2.489	353	317,9	187,6	12,8	90,0	53,1
3	2.265	317	261,6	154,4	11,6	82,6	48,7
4	2.663	357	167,9	99,1	6,3	47,0	27,7
5	3.157	407	240,9	142,1	7,6	59,2	35,0
6	5.301	771	113,5	67,0	2,1	14,7	8,7
7	8.036	1.012	85,1	50,2	1,1	8,4	5,0
8	16.664	2.244	18,3	15,0	0,1	0,8	0,7
9	20.313	3.924	9,7	8,0	0,0	0,2	0,2
10	18.893	3.324	3,9	3,2	0,0	0,1	0,1
11	10.110	1.490	8,3	6,8	0,1	0,6	0,5
12	6.167	816	83,3	58,3	1,4	10,2	7,1
<b>Trung bình</b>	<b>2.913</b>	<b>389</b>	<b>133,3</b>	<b>80,2</b>	<b>4,6</b>	<b>34,2</b>	<b>20,6</b>

### 3.4. Đề xuất định hướng và giải pháp phát triển nông nghiệp bền vững vùng An Giang

Qua kết quả nghiên cứu tính toán nhu cầu nước và tính toán cân bằng nước tỉnh An Giang, một số bất cập đã chỉ ra là: sử dụng nước (Bảng 6) mất cân bằng giữa mùa khô và mùa mưa; chỉ số sử dụng nước đã đạt đến trạng thái bằng đèn vượt mức tới hạn vào các tháng mùa kiệt ở ngưỡng khuyến cáo có căng thẳng về nước ở năm trung bình nước (Bảng 10) đến mức khá căng thẳng về nước ở tháng 2 và tháng 3 ở năm kiệt nước (Bảng 11) có thể gây ra các vấn đề ô nhiễm môi trường. Chính vì vậy, định hướng phát triển nông nghiệp bền vững ở An Giang được đưa ra là: đẩy mạnh chuyển đổi cơ cấu sản xuất giảm phụ thuộc vào nguồn nước; khai thác triệt để các thuận lợi về vị trí địa lý, địa hình và thổ nhưỡng cùng các thuận lợi do thay đổi điều kiện tự nhiên như xu thế giảm ngập lũ (Bảng 8); giảm diện tích sản xuất và sử dụng nước ở mùa khô; ưu tiên phát triển cây trồng cạn, chuyển đổi một phần diện tích lúa ở những vùng cao được bảo vệ an toàn bởi đê bao, vừa tăng hiệu quả sản xuất lại giảm sử dụng nước góp phần giảm căng thẳng về nước ở tỉnh trong mùa kiệt lại góp phần chia sẻ những khó khăn về nguồn nước với các tỉnh hạ nguồn bị ảnh hưởng bởi hạn và xâm nhập mặn. Bố trí sản xuất quanh năm ở vùng ngập lũ trước đây, ưu tiên sản xuất cây có khả năng chịu ngập cao mùa mưa lũ (lúa và các cây chịu nước, nuôi thủy sản) vừa khai thác lợi thế lũ giảm, an toàn hơn cho sản xuất, vẫn đảm bảo duy trì vị trí tốp đầu về sản lượng lương thực của An Giang ở vùng ĐBSCL. Một số giải pháp công trình và phi công trình đóng góp cho sự phát triển nông nghiệp bền vững ở An Giang được đưa ra dưới đây:

#### *Giải pháp phi công trình cho sản xuất nông nghiệp bền vững tỉnh An Giang:*

- Cập nhật các thông tin dự báo lũ và nguồn nước hàng năm để chủ động bố trí sản xuất thích ứng với các thay đổi dòng chảy cho các huyện An Phú, Tri Tôn và Tịnh Biên.
- Rà soát qui hoạch sử dụng đất, chuyển đổi sản xuất vùng ngập lũ theo hướng thích nghi, giảm phụ thuộc vào nước, phù hợp với các thay dòng chảy, lũ giảm, dòng chảy kiệt trái qui luật.
- Tăng cường áp dụng khoa học công nghệ vào sản xuất và chuyển đổi sản xuất: kỹ thuật canh tác, giám sát độ ẩm, kỹ thuật tưới, giám sát dịch bệnh, giống tốt và thích nghi.
- Xây dựng các chuỗi giá trị hàng hóa và dịch vụ: xây dựng các sản phẩm chủ lực đặc thù ở địa phương gắn với phát triển du lịch sinh thái, tâm linh, lịch sử nhằm tăng thêm thu nhập cho người dân đặc biệt các huyện có tiềm năng du lịch cao như Châu Đốc, Tịnh Biên và Thoại Sơn.
- Tăng cường các chính sách hỗ trợ sản xuất, chuyển đổi sản xuất, liên kết, liên doanh, các giải pháp liên kết nhà nước-nhà nông-nhà thương nghiệp và nhà khoa học.

*Giải pháp công trình trên địa bàn tỉnh An Giang:*

- Nâng cấp cơ sở hạ tầng đê bao kiểm soát lũ vùng ngập lũ tháng 8 đảm bảo sản xuất cây hàng năm cho cả năm nhằm khai thác triệt để tiềm năng vùng lũ cũng như phù hợp với các thay đổi nguồn nước mùa lũ trong tương lai ở Tỉnh Biên, Tri Tôn và Châu Phú.

- Nghiên cứu hạ mức cao trình kiểm soát lũ cả năm phù hợp với xu thế lũ giảm, cao trình đê bao hiện có được xem là thiên cao, có thể góp phần giảm kinh phí duy tu, bù lún để duy trì cao trình thiết kế ban đầu lên tới hàng trăm tỷ đồng cho đê bao hiện hữu các huyện Tân Châu, Chợ Mới, Phú Tân, Châu Phú và Tp. Châu Đốc.

-- Duy trì nạo vét định kỳ đảm bảo dẫn nước các kênh trục, xây dựng các cống điều tiết, trạm bơm nhằm đảm bảo cấp, trữ nước khi mực nước xuống thấp.

- Ứng dụng KHCN 4.0 trong kiểm soát nguồn nước phục vụ sản xuất chủ động thích ứng với các thay đổi dòng chảy do tác động thượng lưu và BĐKH.

- Ứng dụng tưới tiết kiệm nước, chuyển đổi sang cây ăn trái, rau màu, chăn nuôi và cấp nước sinh hoạt nhằm đảm bảo nước cho các vùng khó khăn, khan hiếm nước ở Tri Tôn và Tỉnh Biên.

- Quy hoạch chỉnh trị sông và kiểm soát khai thác cát, chống sạt lở các khu vực ven Sông Tiền, Sông Hậu trên địa bàn tỉnh An Giang, bảo vệ an toàn các đê bao cho sản xuất.

- Phát triển hạ tầng đồng bộ: giao thông-thủy lợi, thương mại dịch vụ, công nghệ chế biến đi kèm để hỗ trợ chuyển đổi sản xuất một cách bền vững: công nghệ hỗ trợ thu hoạch, sau thu hoạch,... bao bì, nhà máy xay, bảo quản và chế biến cho các mô hình sản xuất trong tỉnh.

#### 4. Kết luận

Từ kết quả tính toán nhu cầu nước với ứng dụng mô hình IQQM và tính cân bằng nước tỉnh An Giang với ứng dụng mô hình thủy lực và chất lượng nước MIKE11 nghiên cứu đã chỉ ra với lưu lượng về ứng với Qp85\_2020 trên nhánh sông Hậu mặn 1g/l có thể vào sâu 77,4 km ở điều kiện hiện tại, 79,2 km ở 2030 và 81,1km ở 2050, chưa có mối đe dọa nào bởi xâm nhập mặn đến An Giang. Chỉ xét về tổng lượng nước dùng, ở điều kiện 2020 nhu cầu nước bình quân hàng năm vào khoảng 64,4 m<sup>3</sup>/s và 80,2 m<sup>3</sup>/s ứng với tần suất 85%, so với tổng lượng nước đến dao động từ 9.580 m<sup>3</sup>/s đến 14.552 m<sup>3</sup>/s có thể xem An Giang không thiếu về nguồn nước, nước đến và ra khỏi tỉnh lớn hơn nhiều so với nhu cầu nước nội vùng. Nhu cầu nước bình quân hàng năm ở An Giang và vùng TGLX so với nguồn nước về ĐBSCL và nguồn nước qua Châu Đốc dao động trong khoảng 0,9–4,3% ở năm nhiều nước, 1,2–6,3% ở năm trung bình nước, và 4,6–34,2% ở năm kiệt nước, được xem là nhỏ hơn rất nhiều so với tiềm năng nguồn nước về ĐBSCL và so với tiềm năng nguồn nước về theo nhánh sông Hậu. Về mùa lũ, nhu cầu nước lại càng nhỏ hơn rất nhiều so với lượng nước đến, chưa thấy mối đe dọa về môi trường chất lượng nước và an ninh nguồn nước mùa lũ.

Áp dụng tính chỉ số khai thác nguồn nước (WEI) được Cơ quan môi trường Châu Âu sử dụng, nghiên cứu đã chỉ ra một khả năng xảy ra căng thẳng về nước cho tỉnh An Giang nói riêng và vùng TGLX nói chung. Chỉ tính riêng An Giang, sử dụng nước ở các tháng mùa khô ở năm trung bình nước, từ tháng 1 đến tháng 5 đã sắp xỉ 30% tiềm năng nguồn nước đến, được xem là đã đạt ở ngưỡng khuyến cáo có căng thẳng về nước. Đặc biệt ở năm kiệt nước chỉ số khai thác nguồn nước ở các tháng mùa khô dao động từ 27,7% đến 53,1% được xem là đã vượt ngưỡng an toàn đến mức khá căng thẳng về nước ở tháng 2 và tháng 3, với mức sử dụng nước này có thể nảy sinh các vấn đề về môi trường. Các hoạt động sản xuất có thể gây ô nhiễm nguồn nước trên nhánh Sông Hậu, có thể làm cá chết, gây thiệt hại các bè cá nuôi trên sông này. Vì vậy cần giảm mật độ cá nuôi ở các năm hạn, hạn chế nuôi trên nhánh Sông Hậu, đặc biệt đoạn từ biên giới với Campuchia đến ngã ba giao với sông Vàm Nao. Các kiến nghị về định hướng cho phát triển nông nghiệp bền vững ở tỉnh An Giang vừa góp phần chủ động thích ứng với các thay đổi về nguồn nước, đảm bảo cân bằng nước ở tỉnh An Giang lại góp phần chia sẻ nguồn nước với các tỉnh ven biển khó khăn hơn về nguồn nước và bị ảnh

hường bởi xâm nhập mặn. Các kiến nghị các giải pháp công trình và phi công trình đã được đề xuất phục vụ cho phát triển nông nghiệp bền vững ở An Giang cần được xem xét ứng dụng đưa vào thực tiễn.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu và phương pháp luận: P.T.K.; T.Q.T.; Xử lý số liệu: T.Q.T.; P.T.K.; Phối hợp viết bài báo: T.Q.T.; P.T.K.; Chỉnh sửa bài báo: T.Q.T.; P.T.K.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự tài trợ của đề tài nghiên cứu khoa học cấp Đại học Quốc gia TP.HCM, mã số B2020\_16\_03. Bên cạnh đó, tập thể tác giả trân trọng cảm ơn sự giúp đỡ Ban Giám hiệu và Ban Khoa học công nghệ Đại học Quốc gia TPHCM; Phòng Quản lý Khoa học và Ban Giám hiệu trường Đại học An Giang đã tạo điều kiện thuận lợi để nhóm thực hiện thành công nghiên cứu này.

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

### Tài liệu tham khảo

1. Tổng cục thống kê. Kết quả toàn bộ tổng điều tra dân số và nhà ở năm 2019, Nhà xuất bản Thống kê, 2020.
2. <https://www.gso.gov.vn/>. Truy cập Tháng 7/2022.
3. Tổng cục thủy lợi. Tổng hợp tình hình hạn hán, xâm nhập mặn do ảnh hưởng của El Nino 2014–2016 và các giải pháp ứng phó trước mắt và lâu dài. Báo cáo, 2016.
4. <https://bnews.vn/ca-chet-hang-loat-o-an-giang-vi-dau/9071.html>. Truy cập T7/2022.
5. <https://www.vietnamplus.vn/an-giang-nguyen-nhan-co-the-khien-ca-chet-o-song-chau-doc/791053.vnp>. Truy cập tháng 7/2022.
6. Bộ TN&MT. Đánh giá các tác động của các bậc thang thủy điện đến Campuchia và Việt Nam (Mekong Delta Study, MDS), 2017.
7. Bộ NT&MT. Kịch bản biến đổi khí hậu. Nhà xuất bản tài nguyên môi trường và bản đồ Việt Nam, 2022.
8. BDP. Mekong basin planning: The BDP story. Mekong river commission, 2013.
9. Chính phủ Hà Lan. Kế hoạch châu thổ sông Cửu Long, Tầm nhìn dài hạn cho một khu vực đồng bằng an toàn, trù phú và bền vững, MDP, 2013.
10. Mekong River Commission, ICEM. MRC SEA for hydropower on the Mainstream, Impact assessment, ICEM Australia, 2010.
11. Hoạt, N.V, Thắng, T.Đ và cs., 2016, Một số vấn đề về sản xuất lúa vụ Thu Đông ở đồng bằng sông Cửu Long, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi Số 34–2016, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.
12. Thắng, T.Đ. và cs. Nghiên cứu diễn biến nguồn nước, chất lượng nước và đề xuất các giải pháp khai thác thích hợp nhằm nâng cao hiệu quả và hạn chế rủi ro thiên tai (hạn mặn) vùng nuôi thủy sản, trồng trọt ven biển đồng bằng sông Cửu Long, Báo cáo tổng kết đề tài KC08.25/16–20, 2020.
13. Toàn, T.Q. và cs, Phân tích ảnh hưởng của các hồ đập thượng lưu đến thay đổi thủy văn dòng chảy mùa khô về châu thổ Mê Công, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi, Số 31 (2/2016), Viện KHTL Việt Nam.
14. Toàn, T.Q. và cs. Nghiên cứu biến động nguồn nước thượng lưu, điều kiện khí hậu cực đoan ở đồng bằng sông Cửu Long và đề xuất các giải pháp chuyển đổi cơ cấu sản xuất. Báo cáo tổng kết đề tài KC08.04/16–20, 2020.
15. Västilä, K.; Kummu, M.; Sangmanee, C.; Chinvano, S. Modelling climate change impacts on the flood pulse in the Lower Mekong floodplains. J. Water Clim. Change 2010, 1(1), 67–86. doi: 10.2166/wcc.2010.008.

16. Xue, Z.; Liu, J.P.; Ge, Q. Changes in hydrology and sediment delivery of the Mekong River in the last 50 years: connection to damming, monsoon, and ENSO. *Earth Surf. Process. Landforms* **2010**, *36*(3), 296–308. doi:10.1002/esp.2036.
17. Niên giám thống kê An Giang, 2020.
18. Halcrow. MRC–DSF, Decision Support Framework – IQQM model, Laos PDR, 2004.
19. Kim, N.Q. và cs., 2009, Đánh giá biến đổi dòng chảy về Kratie theo các kịch bản phát triển thượng lưu, Tuyển tập *Kết quả KH&CN 2010*, Viện KHTLMN.
20. Mekong River Commission. Fast Track Scenarios of Basin Development Plan: Model Simulations Using DSF, Vientiane, Laos PDR, 2008.
21. Mekong River Commission. Assessment of Basin-wide Development Scenarios, Technical notes, Vientiane, Laos PDR, 2010.
22. Mekong River Commission. Basin Development Plan Programme phase 2. Hydropower project database, Laos PDR, 2009.
23. Hùng, N.N. và cs. Tác động của hạ thấp đáy sông đến chế độ thủy triều trên hệ thống sông Cửu Long và đề xuất một số giải pháp quản lý, Tạp chí Khí tượng Thủy văn 2020, 715, 59–67 doi:10.36335/VNJHM.2020(715).59–67.
24. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/>. The Water Exploitation Index. Truy cập tháng 7/2022.

## Water balance and some recommendations on sustainable agricultural development orientation for An Giang province

To Quang Toan<sup>1</sup>, Phan Truong Khanh<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Southern Institute of Water Resources Research; toan\_siwrr@yahoo.com

<sup>2</sup> Faculty of Environment Technology Engineering, University of An Giang, Vietnam National University, Ho Chi Minh City, Vietnam; ptkhanhagu@gmail.com

**Abstract:** An Giang ranks second among provinces in the Mekong Delta in terms of food production and freshwater fish farming, in 2021 An Giang contributes 17.03% of total food production and 21.82% of total farming fish production in the Mekong Delta. Climate change, sea level rise, and the extend upstream developments for agriculture and hydropower have greatly affected the flow to the delta in both the flood season and the dry season in recent years. From 2003 up to now, except a large flood in 2011, the remaining years are small and very small floods. Droughts, water shortages and saltwater intrusion are increasing, especially in the dry seasons of 2015–2016 and 2019–2020. An Giang is the first province to receive water from the Mekong River Basin, that is considered to have more advantages than other provinces, so there are few studies showing threats to production for An Giang. By using of a number of methods to calculate water balance for An Giang: application of IQQM, a basin simulation models to calculate water demand; applying MIKE 11 model to calculate hydraulics and saline intrusion; Calculating the water exploitation index, the study has shown that the current water use in the dry months at  $99.1 \div 187.6 \text{ m}^3/\text{s}$  has reached the critical state/excess at the threshold. It is recommended that there is water stress in the mean hydrological year or quite water stress in February and March in the drought year. The paper makes some recommendations on orientations and solutions for sustainable agricultural development in An Giang province.

**Keywords:** Water balance; An Giang; Long Xuyen Quadrangle; Sustainable agriculture; Water Exploitation Index.