

**BỘ GIÁO DỤC
VÀ ĐÀO TẠO**

**VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC
VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM**

HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ



ĐẶNG HÒA VĨNH

**NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM PHÂN BỐ NƯỚC NGỌT
TRÊN DÒNG CHÍNH VÙNG CỬA SÔNG CỬU LONG –
TRƯỜNG HỢP SÔNG CỎ CHIÊN**

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ THỦY VĂN HỌC
MÃ SỐ: 9 44 02 24**

TP. HỒ CHÍ MINH – 2023

Công trình được hoàn thành tại: Học viện Khoa học và Công nghệ - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Người hướng dẫn khoa học:

1. Người hướng dẫn 1: PGS.TS Đào Đình Châm
2. Người hướng dẫn 2: TS. Lê Ngọc Thanh

Phản biện 1: ...

Phản biện 2: ...

Phản biện 3:

Luận án được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án tiến sĩ cấp Học viện, họp tại Học viện Khoa học và Công nghệ - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam vào hồi ... giờ ..', ngày ... tháng ... năm 2023

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Học viện Khoa học và Công nghệ
- Thư viện Quốc gia Việt Nam

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Tại VCS Cửu Long, xâm nhập mặn và thiếu nước ngọt là những hạn chế lớn. Vào mùa khô xâm nhập mặn tăng cao, khan hiếm nước ngọt đã ảnh hưởng rất lớn đến người dân trong sinh hoạt cũng như trong sản xuất. Nguồn nước ngọt chính để cung cấp cho các đối tượng dùng nước hiện nay là từ nước dưới đất. Tuy nhiên, trong những năm gần đây việc khai thác nước dưới đất quá mức đã bộc lộ nhiều vấn đề phát sinh. Sự sụt giảm các tầng chứa nước, nhiễm mặn, nhiễm bần, lún sụt đất,... đã thực sự xuất hiện nhiều ở trên ĐBSCL. Yêu cầu tìm nguồn nước để bổ sung và thay thế là thực sự cấp bách.

Tại VCS Cửu Long, mặc dù nằm trong vùng chịu ảnh hưởng của XNM, nhưng giá trị độ mặn thay đổi liên tục theo nhịp độ thủy triều và giá trị độ mặn thấp nhất có nhiều thời kỳ được duy trì ở ngưỡng ngọt – dấu hiệu của nước ngọt ra tận biển. Đặc điểm này cũng đã sớm được người dân VCS nhận biết để lợi dụng khai thác.

Do đó NCS đã lựa chọn đề tài nghiên cứu cho luận án: ***“Nghiên cứu đặc điểm phân bố nước ngọt trên dòng chính vùng cửa sông Cửu Long – trường hợp sông Cổ Chiên”***. Trong nghiên cứu này NCS đã tiếp cận nghiên cứu theo hướng: phân tích thời điểm có độ mặn thấp để xác định đặc điểm phân bố nước ngọt từ đó đưa ra các biện pháp khai thác, bảo vệ nguồn tài nguyên quý giá này.

2. Mục đích của luận án:

Nhận dạng được các đặc điểm phân bố nước ngọt trong mối tương tác sông – biển VCS Cửu Long (nghiên cứu điển hình cho sông Cổ Chiên);

Đánh giá được sự biến động nước ngọt VCS trong tương lai dưới tác động của thay đổi dòng chảy thượng lưu;

Đề xuất giải pháp khai thác nguồn nước mặt cung cấp cho các đối tượng dùng nước khu vực nghiên cứu.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu: Đối tượng nghiên cứu của luận án là đặc điểm phân bố nước ngọt trên sông chính (nước mặt), dự báo biến động và các giải pháp khai thác nước ngọt VCS.

Phạm vi nghiên cứu:

Phạm vi không gian: gồm các cửa sông: cửa Tiểu, cửa Đại, Ba Lai, Hàm Luông, Cổ Chiên, Cung Hầu, Định An, Trần Đề và chi tiết cho sông Cổ Chiên.

Phạm vi thời gian: đặc điểm phân bố nước ngọt được phân tích trong khoảng thời gian 1996÷2021. Các yếu tố tác động được xem xét trong khoảng thời gian 1980÷2019.

4. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

Cách tiếp cận: (1) Tiếp cận kế thừa các thành tựu khoa học công nghệ; (2) Tiếp cận hệ thống, toàn diện và tổng hợp từ tổng thể đến chi tiết; (3) Tiếp cận cộng đồng.

Phương pháp nghiên cứu: (1) Phương pháp phân tích thống kê: thống kê mô tả, phân tích hồi quy tuyến tính, phân tích tương quan, ...; (2) Phương pháp đo đạc hiện trường; (3) Phương pháp mô hình toán; (4) Phương pháp tổng hợp địa lý.

5. Những điểm mới của luận án

(1) Đã nghiên cứu, bước đầu xác định được đặc điểm phân bố theo không gian và thời gian của nước ngọt ở vùng cửa sông (VCS) Cửa Long; mối quan hệ giữa dòng chảy thượng nguồn với các đặc trưng nước ngọt VCS Cửa Long.

(2) Đã nghiên cứu, tính toán và xây dựng được bộ bản đồ phân bố nước ngọt VCS Cửa Long tương ứng với kịch bản hiện trạng năm 2005 và một số kịch bản biến đổi khí hậu (BĐKH) cập nhật đến năm 2030.

(3) Đã đề xuất được các giải pháp kỹ thuật phục vụ khai thác nguồn nước ngọt ở VCS Cửa Long cho quy mô hộ gia đình; tính toán xác định quy mô và khả năng lấy nước ngọt từ sông Cổ Chiên vào hồ chứa Láng Thế để cấp nước sinh hoạt cho thành phố Trà Vinh.

Chương 1 TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

1.1 Tổng quan về vấn đề nghiên cứu

Cửa sông là nơi mà nước biển dòng nước ngọt từ nội địa gặp và pha trộn với nguồn nước nhiễm mặn đến từ phía biển. Điều này đã làm cho cửa sông trở thành một trong những nơi có môi trường sống tự nhiên sinh sôi nhất trên thế giới. Trong đó, nước ngọt là nền tảng cho mọi quá trình hoạt động ở VCS. Việc nghiên cứu, quản lý và sử dụng hiệu quả tài nguyên nước ngọt VCS để bảo tồn và khôi phục các hệ sinh thái nước lợ đồng thời cung cấp cho nhu cầu KT-XH là một điều được quan tâm hàng đầu trong giai đoạn hiện nay.

Hiện nay, phân bố nước ngọt đang có những biến động lớn ở nhiều VCS do tác động của của các vấn đề như NBD, thay đổi dòng chảy do hoạt động của hệ thống hồ chứa ở thượng nguồn, cũng như việc gia tăng khai thác nguồn nước.

Trong bối cảnh đó, NCS đặt ra các câu hỏi nghiên cứu chính: (i) Nước ngọt phân bố ở VCS như thế nào? (ii) Ảnh hưởng của các yếu tố dòng chảy thượng lưu và yếu tố thủy triều từ phía biển đến phân phối nước ngọt? (iii) Làm thế nào để khai thác nước ngọt ở VCS?. Những câu hỏi này chưa được trả lời đầy đủ trong các nghiên cứu trước đây.

1.2 Lịch sử nghiên cứu

Các nghiên cứu có liên quan đến tài nguyên nước ngọt và vấn đề XNM ở VCS đã có rất nhiều với mức độ nghiên cứu công phu, chi tiết. Các nghiên cứu đã chỉ rõ tầm quan trọng của VCS và vai trò của dòng nước ngọt đối với VCS. Từ đó, đã đưa ra được các hướng dẫn chi tiết cho việc quản lý cửa sông và quản lý nước ngọt cửa sông. Tuy nhiên, các nghiên cứu về phân bố nước ngọt VCS còn nhiều hạn chế, đặc biệt tại VCS Cửu Long thì chưa có nhiều nghiên cứu đề cập tới.

Các nghiên cứu về XNM đã khẳng định quá trình lan truyền mặn trong sông phụ thuộc vào nhiều yếu tố: dòng chảy sông, thủy triều phía biển, các đặc trưng địa hình – địa mạo của dòng sông, các yếu tố khí tượng, cùng các tác động của con người,...). Trong đó, yếu tố dòng chảy thượng nguồn và thủy triều phía

biển là những yếu tố chính có vai trò quyết định đến các quy luật của XNM. Thủy triều làm cho độ mặn biến động theo nhịp độ thủy triều, dòng chảy thượng lưu làm cho độ mặn biến động theo mùa.

Phía thượng lưu, những tác động trên lưu vực như: hồ chứa thủy điện, gia tăng sử dụng nước, chuyển nước ra khỏi lưu vực đã, đang và sẽ tiếp tục làm thay đổi chế độ dòng chảy về VCS. Liên quan đến luận án là các nghiên cứu về dòng chảy mùa kiệt. Các nghiên cứu đã chỉ rõ dòng chảy về vùng hạ du sông Mekong đang có xu thế tăng lên trong các tháng mùa kiệt.

Từ phía biển, các nghiên cứu cũng đã đề cập rất nhiều. Liên quan đến luận án là các nghiên cứu tính toán về chế độ thủy hải văn trên biển Đông, các đánh giá về NBD do BĐKH, các mô hình tính toán chế độ thủy động lực, sóng, vận chuyển bùn cát...

Các nghiên cứu phục vụ khai thác ĐBSCL cũng có rất nhiều, được bắt đầu từ rất sớm, tiến hành công phu và kỹ lưỡng trong nhiều thập kỷ. Trên cơ sở kết quả điều tra, nghiên cứu các cơ quan chức năng đã ứng dụng đưa vào xây dựng, khai thác đồng bằng.

Nhìn chung, phân bố nước ngọt ở VCS là một vấn đề mới, chưa có nhiều nghiên cứu đề cập tới. Nhận dạng được đặc điểm phân bố nước ngọt ở VCS, cũng như các yếu tố tác động có nhiều ý nghĩa khoa học và thực tiễn. Quá trình nghiên cứu luận án có nhiều thuận lợi nhờ việc tiếp thu các kinh nghiệm, kết quả nghiên cứu trong quá khứ, đặc biệt là các nghiên cứu có liên quan đến tài nguyên nước, XNM, biến đổi khí hậu và những biến động phía thượng lưu.

1.3 Tổng quan về ĐBSCL và những vấn đề có liên quan đến sử dụng nước

Quá trình khai phá ĐBSCL là một quá trình mà con người thích nghi và cải tạo không mệt mỏi môi trường tự nhiên. Trong suốt quá trình đó, yếu tố tài nguyên nước luôn được xem là cốt lõi. Mọi giải pháp khai phá đồng bằng đều là tác động lên chế độ nước.

Hiện nay, xu thế đó vẫn tiếp tục được khẳng định. Đặc biệt, ngoài nước ngọt thì nước lợ, nước mặn cũng được xem là tài nguyên để phát triển kinh tế. Điều đó làm cho nguồn nước ngọt phục vụ sinh hoạt và các hoạt động thiết yếu ở VCS trở nên khó khăn hơn.

Nguồn nước cho sinh hoạt hiện nay ở VCS chủ yếu đến từ NĐĐ. Nước mưa và nước mặt thiếu tính ổn định do tác động của hạn hán, xâm nhập mặn, nên ít được sử dụng. Tuy nhiên, việc khai thác quá mức nên NĐĐ đã có nhiều dấu hiệu suy thoái. Do đó, định hướng cấp nước ở VCS đã đề cập đến việc hạn chế khai thác NĐĐ và chuyển sang khai thác nước mặt, nước mưa. Để khắc phục tính thiếu ổn định do hạn hán – xâm nhập mặn, giải pháp cấp nước liên vùng và giải pháp hồ chứa tích trữ nguồn nước đã được phê duyệt.

Nghiên cứu, nhận dạng được các quy luật phân bố nước ngọt ở VCS sẽ giúp cho việc tính toán xác định quy mô, khả năng và cách vận hành các hồ chứa ở VCS. Các kỹ thuật khai thác nước ngọt trên sông cho quy mô hộ gia đình hoặc cụm hộ gia đình cũng được đề cập. Các kết quả sẽ góp phần giải quyết bài toán cung cấp nước sạch cho VCS, khu vực hiện đang gặp nhiều khó khăn trong cung cấp nước sạch.

Chương 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ DỮ LIỆU SỬ DỤNG

2.1 Một số khái niệm và cơ sở lý luận về phân bố nước ngọt vùng cửa sông

Luận án sử dụng tiêu chuẩn độ mặn 0,30‰ cho ranh giới nước ngọt. Giới hạn trên của VCS là ranh giới thường xuyên có nước ngọt (độ mặn $\leq 0,3\%$), có xét đến điều kiện tương lai.

Để phục vụ cho việc xác định các quy luật phân bố của quá trình nước ngọt NCS xin tạm đưa ra một số đặc trưng để phân tích như sau:

Bảng 1 Các đặc trưng nước ngọt và tiêu chí xác định

| TT | Ký hiệu | Tên đặc trưng | Tiêu chí xác định |
|-----------|-------------------------------|--------------------------------------|---|
| I | Các đặc trưng theo không gian | | |
| I.1 | FWA | Ranh giới luôn có nước ngọt | Là ranh giới mà độ mặn cao nhất luôn $\leq 0.3\%$ hay ranh giới không chịu ảnh hưởng bởi XNM. |
| I.2 | FWD | Ranh giới có nước ngọt hàng ngày | Là ranh giới mà tại đó trong 1 ngày bất kỳ luôn có ít nhất 1 thời điểm có nước ngọt. |
| I.3 | FW4 | Ranh giới có nước ngọt trong tháng 4 | Là ranh giới mà tại đó luôn có ít nhất 1 thời điểm có nước ngọt trong tháng 4. |
| I.4 | FW2 | Ranh giới có nước ngọt trong tháng 2 | Là ranh giới mà tại đó luôn có ít nhất 1 thời điểm có nước ngọt trong tháng 2. |

| <i>TT</i> | <i>Ký hiệu</i> | <i>Tên đặc trưng</i> | <i>Tiêu chí xác định</i> |
|-----------|------------------------------|--|--|
| I.5 | FWN | Ranh giới không có nước ngọt trong mùa khô | Là ranh giới mà trong khoảng thời gian từ tháng 2 – tháng 4 hoàn toàn không có nước ngọt. |
| II | Các đặc trưng theo thời gian | | |
| II.1 | FWE | Ngày kết thúc mùa có nước ngọt | Là ngày đầu mùa kiệt và sau đó có liên tiếp hơn 5 ngày không có một thời điểm nào có nước ngọt. |
| II.2 | FWS | Ngày bắt đầu mùa nước ngọt | Là ngày cuối mùa kiệt và sau đó có liên tiếp 5 ngày có nước ngọt. Trong 15 ngày tiếp theo không có đợt liên tiếp hơn 5 ngày không có nước ngọt |
| II.3 | NFW | Số giờ có nước ngọt trong tháng | Là tổng số giờ có nước ngọt trong tháng |
| II.4 | DFW | Số ngày không có nước ngọt dài nhất | Là số ngày dài nhất trong năm mà trong khoảng thời gian đó không có bất kỳ thời điểm nào có nước ngọt. |

2.2 Phương pháp nghiên cứu

2.2.1 Phương pháp phân tích thống kê

Bao gồm các phương pháp: thống kê mô tả, hồi quy tuyến tính, phân tích tương quan.

Phương pháp thống kê mô tả được sử dụng để xử lý dữ liệu thu thập, thống kê các đặc trưng và biểu diễn dưới dạng bảng biểu, đồ thị,...

Phương pháp hồi quy tuyến tính được sử dụng để phân tích xu thế dòng chảy thượng lưu, xu thế mức nước biển.

Phương pháp phân tích tương quan được sử dụng để thiết lập mối quan hệ giữa dòng chảy thượng lưu và các đặc trưng nước ngọt VCS.

2.2.2 Phương pháp tổng hợp địa lý

Phương pháp tổng hợp địa lý được sử dụng để rút ra các các đặc trưng phân bố nước ngọt theo thời gian, không gian, nội suy không gian để xác định các ranh giới của các đặc trưng nước ngọt dọc theo các sông chính.

Phương pháp tổng hợp địa lý cũng được sử dụng để tổng hợp kết quả, xem xét các mối quan hệ và rút ra được các quy luật diễn biến của chế độ dòng chảy tại Kratie, Tân Châu, cũng như mối quan hệ giữa chúng với các đặc trưng nước ngọt VCS.

2.2.3 Phương pháp khảo sát đo đạc hiện trường

Phương pháp khảo sát đo đạc hiện trường được sử dụng để làm sáng tỏ được khả năng xuất hiện dòng chảy phân tầng trong mùa kiệt ở VCS Cửu Long.

Tổ chức quan trắc phân bố độ mặn theo chiều sâu dòng chảy tại 05 vị trí trên sông Cổ Chiên. Mỗi vị trí thực hiện đo đạc tại thủy trực trung tâm, thời gian đo thể hiện đầy đủ các pha triều, tần suất đo 1h/lần, các điểm đo thực hiện liên tục cách nhau 0.33m tính từ mặt nước.

Các thông tin về ngày đo đạc, giá trị mức nước, tỷ số W_T/W_S trình bày trong Bảng 2

Bảng 2 Thông tin mức nước và quan hệ W_T/W_S trong các ngày tổ chức đo đạc phân bố mặn

| TT | Ngày đo đạc | Vị trí | Hmax (m) | W_T ($10^6 m^3$) | W_S ($10^6 m^3$) | Tỷ số W_T/W_S |
|----|-------------|--------|----------|----------------------|----------------------|-----------------|
| 1 | 24/04/2017 | TV1 | 1,17 | 180 | 86 | 2,1 |
| 2 | 25/04/2017 | TV2 | 1,35 | 283 | | 3,3 |
| 3 | 26/04/2017 | TV3 | 1,45 | 292 | | 3,4 |
| 4 | 27/04/2017 | TV4 | 1,40 | 288 | | 3,3 |
| 5 | 11/04/2018 | TV5 | 0,79 | 131 | 81 | 1,6 |

2.2.4 Phương pháp mô hình toán

Phương pháp mô hình toán được sử dụng để chi tiết hóa đặc điểm phân bố nước ngọt theo không gian và tính toán trao đổi dòng chảy qua các cửa sông.

Trong luận án, mô hình thủy lực – XNM MIKE11 được sử dụng. Sơ đồ tính bao gồm toàn vùng châu thổ sông Mekong. Sơ đồ đã được phát triển qua nhiều năm. Bộ thông số hiệu chỉnh năm 2016 và kiểm định 2019 được sử dụng để tính toán các kịch bản.

2.3 Dữ liệu nghiên cứu

Các phân tích đã sử dụng dữ liệu sau: (i) Số liệu quan trắc độ mặn từ năm 1996 - 2021 từ 18 trạm quan trắc tại VCS do Đài Khí tượng thủy văn khu vực Nam bộ thực hiện. Các dữ liệu được quan trắc thủ công với tần suất 2 giờ/lần (vào các giờ lẻ). Dữ liệu được quan trắc trong mùa khô từ tháng 2 đến tháng 6 trong khoảng thời gian trước năm 2012. Sau năm 2012, dữ liệu được quan trắc từ tháng 1 đến tháng 6; (ii) Dữ liệu quan trắc độ mặn và mực nước tự động tại Trà Vinh với tần suất 20 phút/lần giai đoạn 2015-2018; (iii) Mực nước đo tại trạm Kratie trên sông Mê Kông trong giai đoạn 1985 - 2019. Lưu lượng dòng chảy qua Kratie được tính toán từ giá trị mức nước theo công thức [45, p. 27]:

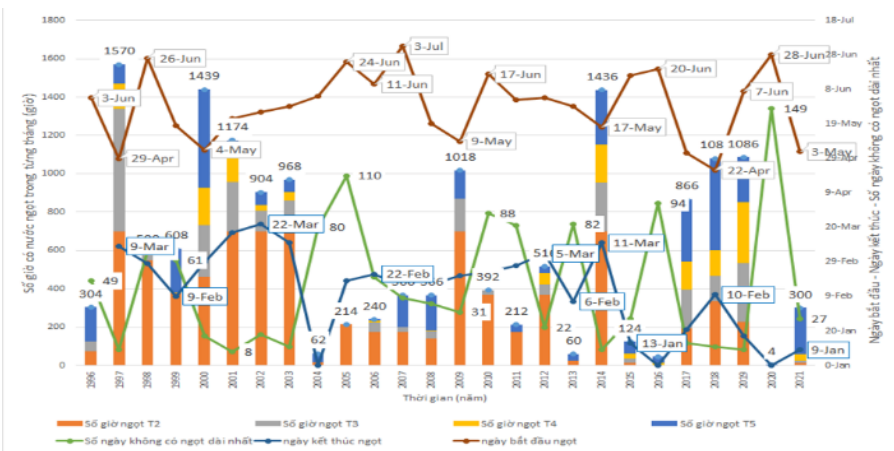
Rising stage: $Q = (8.158H - 10.155)^{2.1}$; Falling stage: $Q = (3.300H + 1.256)^{2.5}$; (iv) Lưu lượng dòng chảy thực đo tại trạm Tân Châu giai đoạn 2001-2019; (v) Dữ liệu mức nước thực đo tại các trạm Vũng Tàu, Bến Trại, Trà Vinh giai đoạn 1980-2017.

Chương 3 KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1 CÁC QUY LUẬT PHÂN BỐ NƯỚC NGỌT VCS CỬU LONG

3.1.1 Phân bố nước ngọt theo thời gian

Dữ liệu mặn 2015-2021 tại Trà Vinh cho thấy hầu hết thời gian trong mùa mưa là nước ngọt. Trong tất cả các tháng mùa kiệt các năm 2015, 2017, 2018 đều có thời điểm Smin nhỏ hơn 0,3‰. Mùa kiệt những năm này vẫn có nhiều ngày nước ngọt hoàn toàn.



Hình 1 Các đặc trưng nước ngọt trạm Trà Vinh

Hình 1 trình bày các đặc trưng nước ngọt tại Trà Vinh giai đoạn 1996-2021. Kết quả cho thấy: (1) FWE trung bình kéo dài tới 12/2, trong chuỗi dữ liệu chỉ có 06 năm FWE diễn ra từ tháng 1 về trước đều là những năm gần đây (2015-2021); có 05 năm kéo dài tới nửa đầu tháng 2; có 08 năm kéo dài tới nửa cuối tháng 2; có 07 năm kéo dài tới tháng 3. (2) FWS trung bình vào ngày 29/5; trong chuỗi số liệu có 13 năm FWS từ tháng 5; 12 năm từ tháng 6; 01 năm chuyển sang tháng 7 (2007). (3) NFW: trung bình tháng 2 có 311 giờ có ngọt trên sông, tháng

3 có 108 giờ ngọt, tháng 4 có 57 giờ, tháng V có 137 giờ ngọt. (4) DFW trung bình là 46 ngày, dài nhất là năm 2020 với DFW = 149 ngày, trước đó là năm 2005 với 110 ngày, tiếp đó là năm 2016 với 94 ngày.

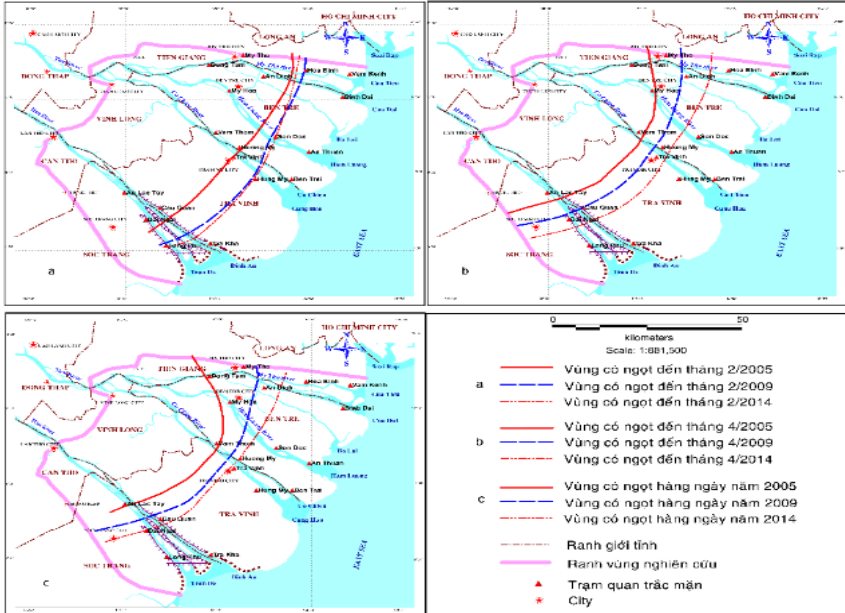
Các đặc trưng phân bố nước ngọt tại Trà Vinh đã được xác lập. Các giá trị trung bình của các đặc trưng cho thấy sự thuận lợi trong tiếp cận nước ngọt ở VCS. Tuy nhiên, nước ngọt VCS thiếu tính ổn định với giá trị C_v khá lớn. Đây là điểm cần lưu ý trong việc khai thác nước ngọt ở VCS.

Trong những năm gần đây, xu thế FWE diễn ra sớm hơn. Số liệu quan trắc 7 năm gần đây (2015-2021) cho thấy ngoại trừ năm 2018, thì các năm khác đều cho thời điểm FWE diễn ra từ tháng 1 trở về trước. DFW cũng được rút ngắn hơn, có tới 5 năm $DFW < 27$ ngày.

3.1.2 Phân bố nước ngọt theo không gian

3.1.2.1 Phân bố nước ngọt theo tài liệu thực đo

Hình 2 trình bày ranh giới nước ngọt vào tháng 2, tháng 4 và hàng ngày, dựa trên dữ liệu của 21 trạm quan trắc.



Hình 2 Các ranh giới nước ngọt cho các năm 2005, 2009 và 2014.

FW2: Dòng chảy tháng 2 vẫn còn khá cao, nên FW2 khá ổn định ở các cửa sông (Hình 2a). Năm 2005, FW2 cách biển khoảng 25 km; Năm 2009 và 2014, cách biển khoảng 15 km.

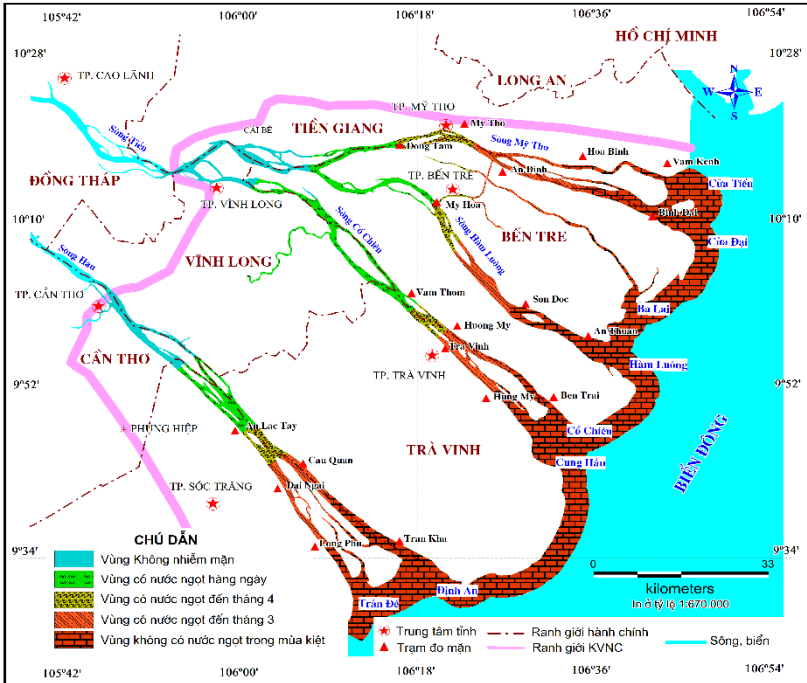
FW4: Đây là tháng kiệt nhất trong năm, FW4 (Hình 2b) rất gần với FWD (Hình 2c). Sự khác biệt chỉ có ở sông Mỹ Tho, năm 2005 FW4 lui về Đồng Tâm cách biển khoảng 60 km.

FWD: Năm 2005, FWD cách biển 45km cho sông Hậu và sông Cổ Chiên; 55km cho sông Hàm Luông và 65km cho sông Mỹ Tho. Năm 2009, FWD trên sông Hậu và Sông Chiên ở cách biển khoảng 40 km, sông Hàm Luông và Mỹ Tho lần lượt là 45 km và 47 km. Năm 2014, FWD cách biển 30 km và tương đối ổn định cho các cửa sông. Nhìn chung, FWD ở sông Hậu, Cổ Chiên thay đổi trong khoảng 15km (30 – 45km), sông Hàm Luông khoảng 25km (30 – 55km) và sông Mỹ Tho khoảng 35km (30 – 65km). Điều đó cho thấy nguồn nước về phía sông Hậu và Cổ Chiên ổn định hơn.

3.1.2.2 Phân bố nước ngọt năm 2005 theo mô hình toán

Kết quả từ mô hình MIKE 11 chỉ ra năm vùng (Hình 3): (i) vùng luôn có nước ngọt (không nhiễm mặn), (ii) vùng có nước ngọt hàng ngày, (iii) vùng có nước ngọt cho đến tháng 4, (iv) vùng có nước ngọt cho đến tháng ba và (v) nơi không có nước ngọt trong mùa khô. FWA lên tới 80km phía sông Tiền, 72km phía sông Hàm Luông, 77km ở sông Cổ Chiên và 62km trên sông Hậu. FWD tương ứng trên các sông là 49km (sông Tiền), 48km (Hàm Luông), 38km (Cổ Chiên) và 38km cho sông Hậu. Nhìn chung kết quả mô phỏng phù hợp với số liệu thực đo năm 2005 (Hình 2).

Các ranh giới nước ngọt đã được xác lập, cùng với các đặc trưng nước ngọt theo thời gian người dân, đây là cơ sở cho người dân sống ở VCS lập kế hoạch khai thác và sử dụng nước ngọt. Các ranh giới nước ngọt, thời gian, và khoảng cách xuất hiện của nước ngọt được dùng để xác định quy mô và tính khả thi của các phương pháp khai thác nước ngọt. Các đặc trưng nước ngọt theo thời gian như số ngày không có nước ngọt dài nhất được sử dụng để tính toán xác định yêu cầu dung tích lưu trữ. Số giờ có nước ngọt trong từng tháng cho biết khả năng bổ sung nguồn nước, ...



Hình 3 Bản đồ phân bố nước ngọt, 2005.

Việc khai thác nước ngọt cần lưu ý: nước ngọt có thể xuất hiện trong thời gian rất ngắn và ở các giá trị mức nước khác nhau. Các yếu tố đó đòi hỏi người dân phải có các kỹ thuật khai thác nguồn nước nhanh chóng và không phụ thuộc vào mức nước trên sông.

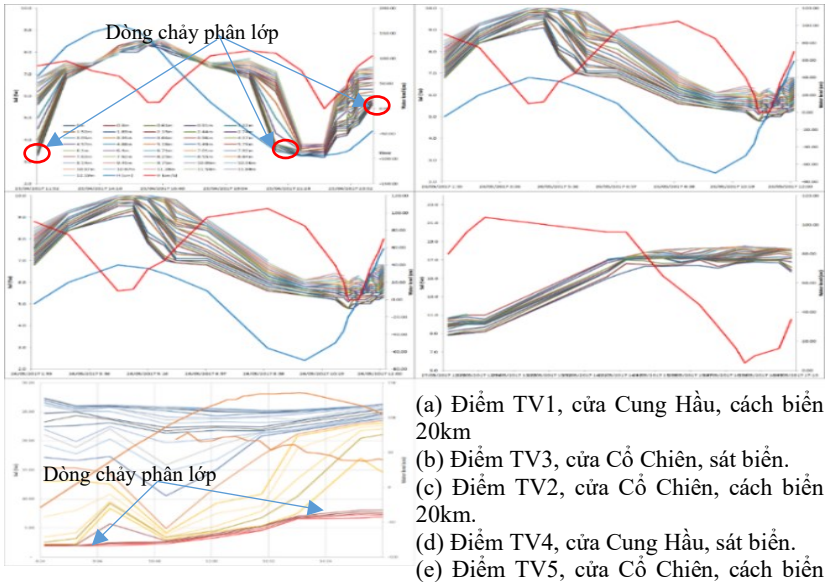
3.1.3 Phân bố nước ngọt theo chiều đứng

Hình 4 trình bày diễn biến độ mặn theo độ sâu tại cửa Cỏ Chiên và Cung Hầu. Kết quả cho thấy:

Trong thời kỳ triều cường, tương quan giữa W_T/W_S là 3,4 (Hình 4 b, c, d), xáo trộn giữa nước biển và nước nguồn là khá đều, giữa 2 khối nước không có sự phân biệt rõ ràng về tính chất.

Trong kỳ triều chuyển tiếp (Hình 4a), tỷ số W_T/W_S giảm xuống còn 2,1, hình thức xáo trộn yếu hơn, bắt đầu có sự phân lớp dòng chảy trong các pha sườn lên hoặc sườn xuống.

Trong những ngày triều kém (Hình 4e), tỷ số W_T/W_S còn 1,6, sự xáo trộn giữa nước biển và nước nguồn yếu hơn nhiều. Lúc này dòng chảy phân tầng là khá rõ ràng trong tất cả các pha triều.



Hình 4 Diễn biến độ mặn theo chiều sâu.

Số liệu quan trắc chưa đủ để tổng kết thành quy luật. Tuy nhiên, từ kết quả cho phép khẳng định có sự phân tầng dòng chảy tại cửa sông Cỏ Chiên. Trong mùa mưa hay những tháng đầu hoặc cuối mùa kiệt, dòng chảy trong sông cao hơn, sự phân tầng dòng chảy có thể rõ ràng hơn.

Hiện tượng dòng chảy phân tầng là điểm cần lưu ý trong việc khai thác nước ngọt trên sông. Việc khai thác cần tập trung ở lớp nước mặt và thường xuyên giám sát độ mặn.

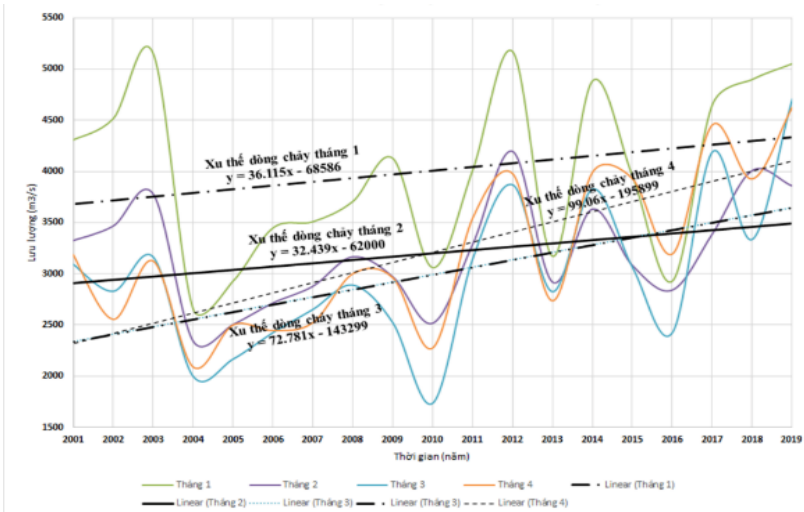
3.2 DIỄN BIẾN CHẾ ĐỘ DÒNG CHẢY PHÍA THƯỢNG LƯU

3.2.1 Sự thay đổi chế độ dòng chảy vùng hạ du sông Mekong

Hình 55 trình bày diễn biến xu thế dòng chảy trong các tháng mùa kiệt giai đoạn 2001-2019.

Kết quả cho thấy: Dòng chảy đã tăng ở tất cả các tháng mùa kiệt, tháng 4 là tháng có dòng chảy gia tăng mạnh nhất. Lưu lượng trung bình tháng 4 đã

gần bằng tháng 1, cao hơn nhiều so với tháng 2,3. Tháng kiệt nhất đã dịch chuyển sang tháng 2.



Hình 5 Xu thế lưu lượng các tháng mùa kiệt trạm Kratie 2001-2019

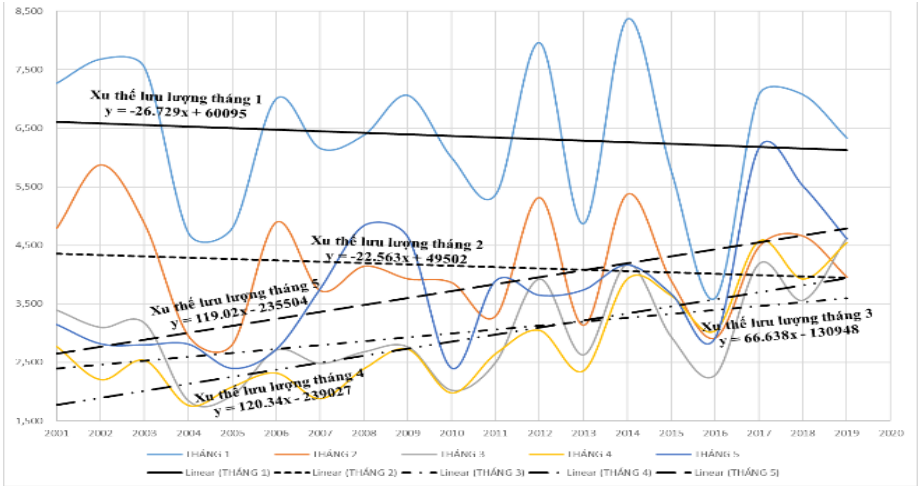
Các hoạt động ở phía thượng lưu đã tác động rất mạnh đến chế độ dòng chảy kiệt ở Kratie. Dòng chảy kiệt đã gia tăng mạnh trong tất cả các tháng theo các giai đoạn vận hành các hồ chứa lớn. Điều này phù hợp với các nghiên cứu trước đây. Điểm phát hiện mới trong phân tích này là tháng kiệt nhất đã dịch chuyển sang tháng 2.

3.2.2 Diễn biến chế độ dòng chảy về Việt Nam

3.2.2.1 Dòng chảy về Việt Nam qua Tân Châu

Có sự khác biệt trong diễn biến dòng chảy tại Tân Châu so với Kratie. Theo giá trị trung bình của giai đoạn trước và sau 2013, mặc dù dòng chảy mùa kiệt tăng sau 2013, nhưng dòng chảy tháng 12 giảm mạnh, tháng 1 không có nhiều thay đổi, các tháng cuối mùa kiệt lưu lượng dòng chảy mới tăng mạnh. Tháng kiệt nhất tại Tân Châu đã dịch chuyển sang tháng 3.

Trên Hình 6 trình bày lưu lượng trung bình tháng và xu thế lưu lượng dòng chảy trung bình các tháng mùa khô tại Tân Châu giai đoạn 2001-2019.



Hình 6 Xu thế lưu lượng các tháng tại Tân Châu giai đoạn 2001-2019

Trên đường xu thế, dòng chảy tháng 1, 2 có xu thế giảm nhẹ. Bắt đầu tăng lên từ tháng 3 và tiếp tục tăng mạnh hơn vào tháng 4, 5. Lưu lượng dòng chảy tháng 4 đã gần bằng với tháng 2, lớn hơn tháng 3. Tháng kiệt nhất đã dịch chuyển từ tháng 4 sang tháng 3. Lưu lượng tháng 5 đã cao hơn hẳn 3 tháng kiệt còn lại (2, 3, 4).

Nhìn chung, khác với Kratie, dòng chảy tại Tân Châu xu thế giảm ở thời kỳ đầu mùa kiệt, từ tháng 3 dòng chảy mới tăng lên. Điều này có thể là do tác động của chế độ dòng chảy phía Campuchia với vai trò chủ đạo của biển hồ Tonle Sap. Sự dịch chuyển dòng chảy tháng kiệt nhất từ tháng 4 sang tháng 3 tại Tân Châu, và đặc biệt là sự suy giảm dòng chảy ở các tháng đầu mùa kiệt sẽ tác động mạnh đến chế độ mặn ở VCS.

3.2.2.2 Phân phối dòng chảy qua các cửa sông

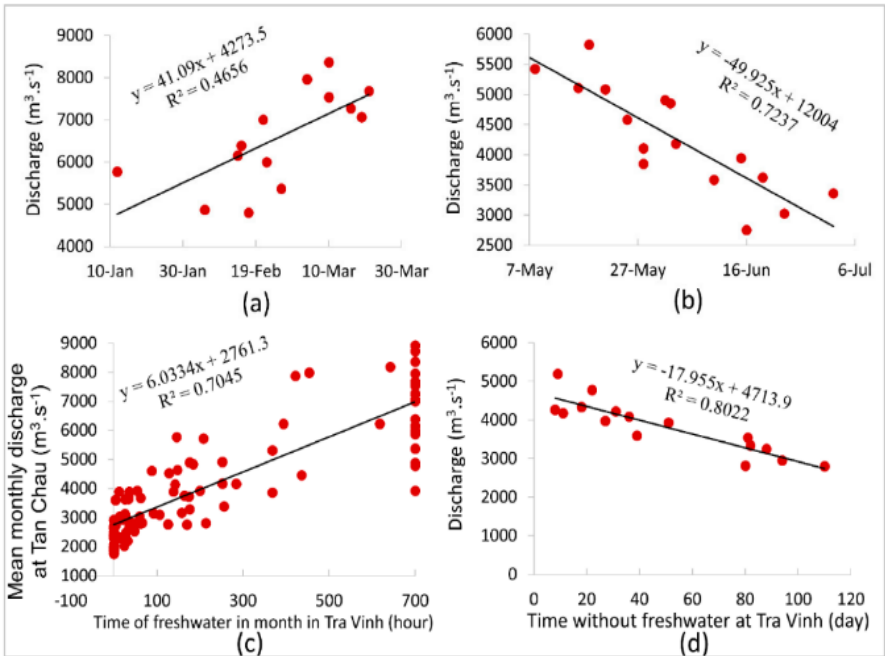
Theo kết quả khảo sát của Viện QHTL miền Nam từ 09-24/4/2010, tỷ lệ phân phối dòng chảy về các cửa sông lớn nhất là Định An (27,7%), tiếp đó là Trần Đề (19,7%), Hàm Luông (14,5%), Cỏ Chiên (13,3%), Cung Hầu (11,0%), cửa Đại (6,6%), cửa Tiểu (2,4%).

Kết quả đo đạc cho thấy 3 cửa Hàm Luông, Cỏ Chiên và Cung Hầu chiếm tỷ lệ khá lớn dòng chảy kiệt. Đây là trục cấp ngọt xuyên suốt và nằm

ngay giữa đồng bằng. Các cửa này đóng vai trò quan trọng trong phân bổ nguồn nước cho vùng cửa sông Cửu Long.

3.2.3 Quan hệ các yếu tố dòng chảy thượng lưu đến các đặc trưng quá trình nước ngọt vùng cửa sông Cửu Long

Hình 7(a) trình bày mối quan hệ giữa lưu lượng trung bình tháng 1 tại Tân Châu với ngày kết thúc mùa ngọt ở Trà Vinh. Nhìn chung, mối quan hệ giữa 2 đặc trưng là có nhưng chưa chặt chẽ với $R^2 = 0,47$.



Hình 7 (a) Quan hệ Qtb tháng 1 ở Tân Châu và FWE ở Trà Vinh. (b) Quan hệ Qtb3 tháng cuối mùa kiệt tại Tân Châu và FWS ở Trà Vinh. (c) Quan hệ Qtb tháng mùa kiệt tại Tân Châu và NFW ở Trà Vinh. (d) Quan hệ giữa Qtb tháng 1-5 tại Tân Châu và DFW ở Trà Vinh.

Hình 7 (b) trình bày lưu lượng trung bình 3 tháng mùa kiệt (4,5,6) tại Tân Châu và ngày bắt đầu mùa ngọt. Mối quan hệ chặt chẽ hơn với hệ số $R^2=0,72$.

Hình (c) trình bày mối quan hệ giữa Qtc và thời gian có nước ngọt ở Trà Vinh với $R^2=0,70$.

Hình (d) trình bày quan hệ giữa lưu lượng trung bình tháng 1- tháng 5 hàng năm tại Tân Châu với số ngày không có nước ngọt dài nhất trong năm. Kết quả cho thấy mối quan hệ là khá chặt chẽ với hệ số $R^2=0,80$.

Dựa trên các mối tương quan đã xác định, cùng diễn biến chế độ dòng chảy phía thượng lưu, cho phép đưa ra một số dự đoán về xu thế nước ngọt ở VCS. Kết quả cho thấy các xu hướng sau: (i) dòng chảy trung bình tại Tân Châu trong tháng 12, tháng 1 sẽ tiếp tục giảm, khiến ngày kết thúc mùa có nước ngọt (FWE) sẽ đến sớm hơn; (ii) dòng chảy trong 3 tháng 3, 4, 5 tiếp tục tăng dẫn đến ngày bắt đầu mùa có nước ngọt (FWS) cũng đến sớm hơn; (iii) dòng chảy trung bình tại Tân Châu vào tháng 1 và tháng 2 sẽ giảm, dòng chảy trung bình vào tháng 3, tháng 4 và tháng 5 tăng, dẫn đến diễn biến tương tự về trữ lượng nước ngọt trong các tháng đó; và (iv) dòng chảy trong mùa khô sẽ tăng lên, làm giảm số ngày không có nước ngọt dài nhất (DFW).

3.3 THỦY TRIỀU TRÊN BIỂN ĐÔNG, NƯỚC BIỂN DÂNG VÀ DIỄN BIẾN XÂM NHẬP MẶN VÙNG CỬA SÔNG.

3.3.1 Thủy triều trên biển Đông và sự truyền triều vào vùng cửa sông Cửu Long

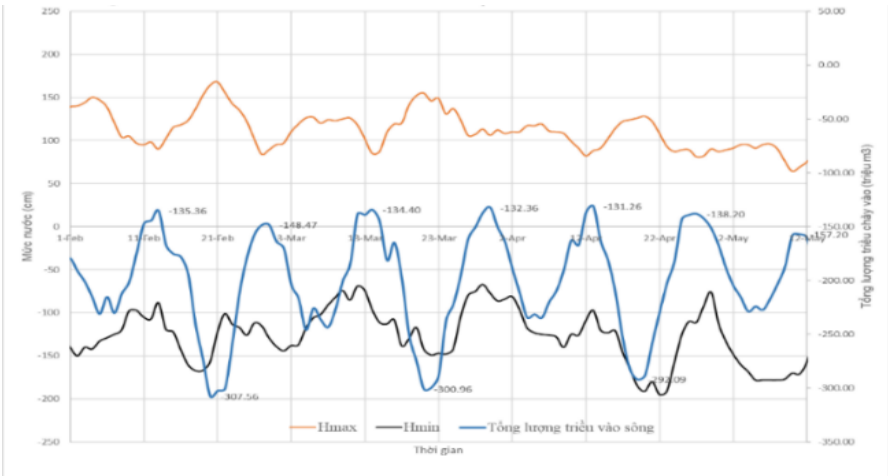
Hình 8 trình bày đường quá trình mức nước H_{max} , H_{min} và tổng lượng triều truyền vào cửa sông Cổ Chiên trong mùa kiệt.

Kết quả cho thấy:

- Những ngày triều cường lượng nước biển chuyển vào khoảng 292-307 triệu $m^3/ngày$. So với lượng nước nguồn về trong thời kỳ kiệt nhất (83,9 triệu $m^3/ngày$) tỷ số $W_T/W_s = 3,6$ lần.

- Những ngày triều kém lượng nước biển chuyển vào khoảng 131-148 triệu $m^3/ngày$, tỷ số W_T/W_s khoảng 1,6 lần.

Nhìn chung tại cửa sông Cổ Chiên hình thức xáo trộn vừa xảy ra trong suốt mùa kiệt. Trong những ngày triều kém sự phân biệt giữa 2 khối nước là khá rõ. Đặc biệt khi lưu lượng dòng chảy kiệt tăng lên, sự xuất hiện dòng chảy phân tầng trong mùa kiệt là hoàn toàn có thể xảy ra.



Hình 8 Quá trình mức nước max, min và tổng lượng triều truyền vào cửa Cỏ Chiên

3.3.2 Biến động mức nước trên vùng biển trước cửa sông

Tại Vũng Tàu mực nước bình quân năm có xu hướng gia tăng trung bình 3,18mm/năm. Đi tới VCS, tại Bến Trại mực nước tăng nhanh hơn, mức nước trung bình tăng 5,38mm/năm. Đáng lưu ý, tại đây mức nước thấp nhất tăng nhanh hơn mức nước cao nhất. So với Vũng Tàu, các đặc trưng mức nước tại Bến Trại đều tăng nhanh hơn, đặc biệt là mức nước Hmin.

Đi dần vào lục địa, tại Trà Vinh, mực nước trung bình có xu thế gia tăng 5,3mm/năm xấp xỉ với trạm Bến Trại. Mức nước chân triều tăng ít hơn so với trạm Bến Trại cho thấy đó là kết quả của vận hành hệ thống công trình ngọt hóa đoạn từ Trà Vinh đến Bến Trại.

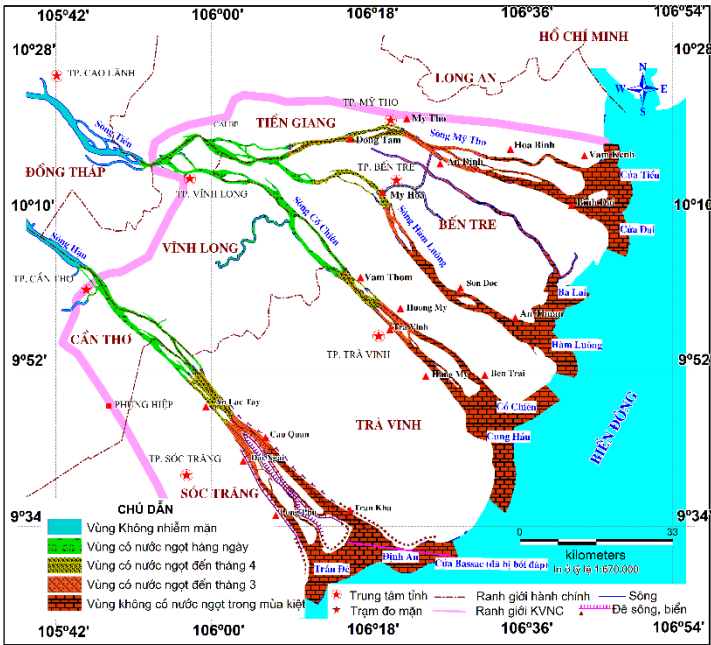
3.3.3 Xâm nhập mặn vùng cửa sông và các diễn biến

Trong những năm gần đây diễn biến mặn đã thay đổi đáng kể. Giai đoạn trước 2013 đỉnh mặn rơi vào tháng 3 và tháng 4, thậm chí là tháng 5. Từ 2013-2017 đỉnh mặn đã dịch chuyển sang tháng 2 (2013, 2016, 2017), thậm chí là tháng 1 (2015). Giá trị độ mặn cao nhất cũng có xu thế tăng lên. Trong khoảng thời gian 9 năm 2009-2017, đã có tới 6 năm giá trị độ mặn cao nhất cao hơn trung bình của chuỗi số liệu phân tích.

Biến động dòng chảy thượng lưu, đặc biệt là sự suy giảm dòng chảy ở tháng đầu mùa kiệt tại Tân Châu và dịch chuyển của tháng kiệt nhất đã tác động mạnh đến XNM trên sông chính.

3.4 Dự báo phân bố nước ngọt tới năm 2030

Dòng chảy tại Kratie tới 2030 được dự báo theo xu thế diễn biến. Biên triều phía biển sử dụng kịch bản RCP 4.5 theo kịch bản BĐKH công bố năm 2020. Nhu cầu nước chẹn theo năm 2005.



Hình 9 Bản đồ phân bố nước ngọt phương án PA 2030

Hình 9 Trình bày kết quả tính toán phân vùng nước ngọt năm tới năm 2030. Kết quả cho thấy tới năm 2030 dưới tác động của các kịch bản khai thác thượng lưu và NBD: Khoảng cách xuất hiện ngọt có thay đổi so với hiện trạng, vào tháng 2 ranh giới ngọt vào sâu hơn khoảng 3-5km. Trên với sông Tiền khoảng cách luôn có ngọt vượt qua Mỹ Tho tới vị trí 60 km, Hàm Luông là 52 km, Cổ Chiên là 40 km, tại sông Hậu ranh giới này vượt quá An Lạc Tây.

Chương 4 ỨNG DỤNG KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU TRONG VIỆC ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP KHAI THÁC NƯỚC NGỌT VCS CỬU LONG

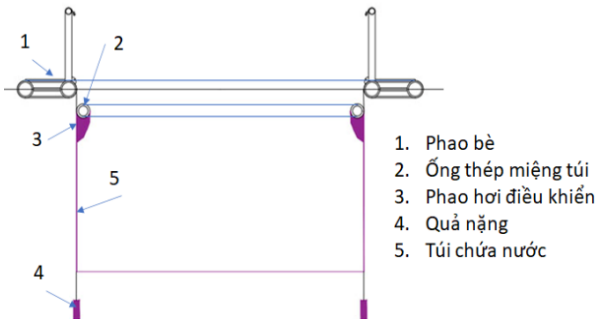
4.1 Kỹ thuật khai thác nước ngọt vùng cửa sông

Nước ngọt thường xuất hiện trong thời gian rất ngắn, và có thể ở mức nước rất thấp, đòi hỏi phải có kỹ thuật khai thác mới có thể thu được khối lượng nước đáp ứng nhu cầu. Trong đó, các vấn đề cần lưu ý gồm: (i) dự báo chính xác ngày và thời điểm có nước ngọt; (ii) có các thiết bị và quy trình vận hành thiết bị để có thể thu nước nhanh, không phụ thuộc giá trị mức nước; (iii) biện pháp tích trữ nguồn nước.

4.1.1 Thiết bị thu/ chứa nước ngọt áp dụng cho quy mô hộ gia đình hoặc trạm cấp nước quy mô nhỏ và quy trình vận hành thiết bị.

4.1.1.1 Phân thiết bị:

Thiết bị thu/chứa nước ngọt bao gồm: Phao bè: là bộ phận chính, luôn nổi trên mặt nước; Túi chứa nước: Bằng vật liệu mềm, có thể điều khiển nâng-hạ để thu nước; Thiết bị quan trắc CLN; Hệ thống điều khiển



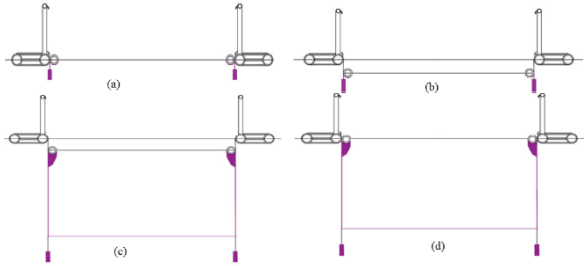
Hình 10 Mặt cắt ngang thiết bị thu/chứa nước ngọt

Hệ thống điều khiển gồm; Hệ thống neo để giữ cố định; Thiết bị lai dết; Khu vực trú ẩn an toàn cho hệ thống khi không hoạt động.

4.1.1.2 Quy trình thu nước của thiết bị:

Quy trình thu nước ngọt trên sông được thực hiện theo các bước:

Bước 1 chuẩn bị sẵn sàng thu nước - Hình 21 (a): bố trí hệ thống sẵn sàng thu nước, cố định thiết bị vào neo chống trôi, quan trắc độ mặn.



Hình 21 Quy trình điều khiển thu nước: (a) sẵn sàng thu nước; (b) đánh chìm miệng túi; (c) đánh chìm đáy túi; (d) nâng túi lên mặt nước.

Bước 2 tiến hành thu nước khi CLN đạt yêu cầu:

- Đánh chìm miệng

túi chứa nước đạt độ sâu khai thác (Hình 21b);

- Nếu CLN đạt yêu cầu, đánh chìm đáy túi chứa nước bằng các quả nặng (Hình 21c);

- Khi các quả nặng đạt tới độ sâu khai thác, tiến hành vận hành phao hơi điều khiển để nâng miệng túi chứa nước lên mặt nước (Hình 21d);

Bước 3: khai thác nước ngọt thu được.

4.1.2 Dự báo thời điểm có nước ngọt

Xác định khả năng có nước ngọt theo chu kỳ tháng, năm: ứng dụng mô hình số để dự báo.

Xác định khả năng có nước ngọt trong ngày dự kiến khai thác: theo xu thế mặn của ngày hôm qua, ngày hiện tại để dự báo xu thế ngày tiếp theo.

Xác định giờ có nước ngọt tại vị trí khai thác: dựa vào thời điểm xuất hiện độ mặn thấp nhất của ngày trước đó để dự báo giờ xuất hiện nước ngọt.

4.2 GIẢI PHÁP CẤP NƯỚC QUY MÔ LỚN VÀ KHẢ NĂNG CẤP NƯỚC CỦA HỒ CHỨA NƯỚC LẮNG THẾ

4.2.1 Giải pháp hồ chứa phục vụ cấp nước quy mô lớn

Sự hiện diện của nước ngọt trong VCS nơi chịu ảnh hưởng của xâm nhập mặn đã được làm rõ. Để có thể khai thác nguồn nước này cần có hồ chứa để sử dụng trong những thời gian không có nước ngọt.

Hồ chứa có thể được đào mới hoặc tận dụng các vùng đất ngập nước tự nhiên hoặc nhân tạo nằm gần với nguồn cung cấp nước ngọt.

Có 3 kỹ thuật có thể giúp khai thác nguồn nước bổ sung cho hồ ở những thời kỳ có nước ngọt, gồm: khai thác nước ngọt trực tiếp (trạm bơm); khai thác nước ngọt gián tiếp thông qua 1 công trình trung gian; điều tiết bổ sung.

Để làm rõ hơn các vấn đề trên, phần tiếp theo NCS phân tích, đánh giá cho hồ chứa nước Láng Thè, cấp nước cho Tp. Trà Vinh

4.2.2 Đánh giá khả năng của công trình trong năm hạn mặn 2016 và giải pháp khai thác nguồn nước bổ sung.

4.2.2.1 Mục đích đánh giá

- Xác định lượng nước cần khai thác tối thiểu để đáp ứng mục tiêu;
- Xác định khả năng của hồ theo từng kỹ thuật khai thác nguồn nước khác nhau (trực tiếp, gián tiếp, điều tiết bổ sung).

4.2.2.2 Các kịch bản đánh giá

Xác định lượng nước khai thác tối thiểu để đáp ứng nhu cầu dùng nước: 18.000m³/ngày, và 36.000m³/ngày.

Xác định khả năng cấp nước của hồ ở các kịch bản khai thác bổ sung khác nhau: 2000m³/h, 5000m³/h, 10.000m³/h, 20000m³/h.

Xác định khả năng cấp nước của hồ khi sử dụng kịch bản điều tiết bổ sung.

4.2.2.3 Kết quả đánh giá

Kết quả đánh giá được trình bày trong Bảng 3.

Bảng 3 Kết quả đánh giá yêu cầu lượng nước bổ sung và khả năng của hồ.

| TT | Nhu cầu dùng nước (m ³ /ngày) | Giải pháp bổ sung | | |
|--|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| | | Trực tiếp (m ³ /h) | Gián tiếp (m ³ /h) | Điều tiết bổ sung (l/s) |
| Bài toán 1: xác định yêu cầu bổ sung | | | | |
| 1 | 18.000 | 1.051 | 0 | 0 |
| 2 | 36.000 | 0 | 12.495 | 0 |
| Bài toán 2: đánh giá khả năng cấp nước của hồ | | | | |
| 3 | 20.830 | 2.000 | 0 | 0 |
| 4 | 26.360 | 5.000 | 0 | 0 |

| | | | | |
|---|--------|---|--------|-----|
| 5 | 33.647 | 0 | 10.000 | 0 |
| 6 | 39.052 | 0 | 20.000 | 0 |
| Bài toán 3: đánh giá khả năng cấp nước của hồ khi có điều tiết bổ sung. | | | | |
| 7 | 42.195 | 0 | 10.000 | 100 |
| 8 | 50.900 | 0 | 10.000 | 200 |

Kết quả cho thấy: hồ chứa Láng Thè vẫn có thể đáp ứng các mục tiêu đặt ra trong trường hợp hạn mặn 2016. Giải pháp cấp nước bổ sung theo từng giai đoạn được đề nghị là: (1) trạm bơm nhỏ khai thác trực tiếp cho mục tiêu trước mắt; (2) sử dụng hồ chứa trung gian hình thành từ hồ khai thác đất đắp đập cho mục tiêu lâu dài; (3) sử dụng giải pháp điều tiết bổ sung cho trường hợp nhu cầu nước tiếp tục gia tăng.

KẾT LUẬN – KIẾN NGHỊ

KẾT LUẬN

(1) Luận án đã nhận dạng được các đặc điểm phân bố của nước ngọt ở VCS Cửu Long. Tại Trà Vinh, trong mùa mưa luôn có nước ngọt hàng ngày. Trung bình, ngày kết thúc mùa có nước ngọt vào đầu tháng 2 và ngày bắt đầu mùa có nước ngọt vào cuối tháng 5. Số giờ có nước ngọt trong các tháng mùa khô (2,3,4) là khá lớn. Số ngày không có nước ngọt dài nhất tại đây là 46 ngày. Với các giá trị trung bình việc khai thác nước ngọt tại đây là thuận lợi. Tuy nhiên, các đặc trưng nước ngọt thiếu tính ổn định. Đây là điểm cần lưu ý trong việc khai thác nước ngọt ở VCS.

Luận án đã xây dựng được các bản đồ phân bố nước ngọt VCS Cửu Long trong quá khứ, và dự báo năm 2030. Trên sông Cổ Chiên, ranh giới có nước ngọt hàng ngày vào sâu 45km cho năm hạn, 40km cho năm trung bình và 30km cho năm nhiều nước. Trong tháng 2, ranh giới có nước ngọt hàng ngày cách biển 25km cho năm hạn, 15km cho năm trung bình và nhiều nước. Tới năm 2030, mặc dù ranh giới nhiễm mặn tiến sâu thêm 33km, nhưng ranh giới có nước ngọt hàng ngày chỉ vào sâu thêm 2km.

Đã phát hiện có sự phân lớp dòng chảy ở sông Cỏ Chiên. Sự phân lớp dòng chảy có thể xảy ra ở thời kỳ triều kém, triều chuyển tiếp trong mùa kiệt hoặc toàn thời gian trong mùa mưa. Đây là điểm cần lưu ý trong khai thác nước ngọt ở VCS.

(2) Luận án đã làm rõ được xu thế biến đổi dòng chảy mùa kiệt về hạ du sông Mekong (Kratie) và về Việt Nam (Tân Châu). Tại Kratie dòng chảy mùa kiệt đã tăng lên trong tất cả các tháng mùa kiệt, tháng có dòng chảy kiệt nhất đã dịch chuyển từ tháng 4 sang tháng 2. Về tới Tân Châu, do tác động của dòng chảy từ Biển Hồ Tonle Sap nên dòng chảy các tháng đầu mùa kiệt vẫn có xu hướng giảm. Dòng chảy kiệt tại Tân Châu tăng lên từ tháng 3. Tháng có dòng chảy kiệt nhất tại Tân Châu đã dịch chuyển từ tháng 4 sang tháng 3.

Sự suy giảm dòng chảy tại Tân Châu ở các tháng đầu mùa kiệt, đã tác động mạnh tới XNM ở VCS. Thời gian xuất hiện đỉnh mặn đã dịch chuyển sang tháng 2, thay vì tháng 4 như các nghiên cứu trước đây đã công bố.

(3) Mối quan hệ giữa dòng chảy thượng lưu với các đặc trưng nước ngọt VCS đã được làm rõ. Theo đó, tuy ngày kết thúc mùa có nước ngọt đến sớm hơn, nhưng ngày bắt đầu mùa có nước ngọt cũng đến sớm hơn, số ngày không có nước ngọt dài nhất giảm xuống; thời gian có nước ngọt trong các tháng 3, 4 nhiều hơn. Do đó, việc khai thác nước ngọt theo quá trình nước ngọt cũng trở nên thuận lợi hơn.

(4) Luận án đã đề xuất được các giải pháp khai thác nước ngọt ở VCS. Thiết bị, cùng các kỹ thuật khai thác nguồn nước ngọt trong điều kiện thời gian có nước ngọt ngắn và mức nước khi có nước ngọt không ổn định đã được đề xuất. Giải pháp này có thể ứng dụng trực tiếp cho quy mô hộ gia đình hoặc trạm cấp nước nhỏ.

Luận án đã tính toán xác định quy mô, khả năng và kỹ thuật khai thác nguồn nước cho hồ chứa Láng Thè. Từ đó đưa ra được các giải pháp cấp nước bổ sung cho công trình. Giải pháp trạm bơm nhỏ được đề xuất để cấp nước bổ sung cho trường hợp nhu cầu nước như hiện trạng. Giải pháp hồ chứa phụ lấy nước được đề xuất để đáp ứng nhu cầu nước theo quy hoạch. Khi nhu cầu dùng nước tiếp tục tăng cao, giải pháp điều tiết bổ sung được đề xuất.

KIẾN NGHỊ

Luận án đã tính toán một cách định lượng, chính xác; đề nghị các cơ quan chức năng có thể sử dụng các kết quả nghiên cứu của luận án cho việc tính toán xác định biện pháp khai thác nước ngọt trên sông. Cụ thể là tính toán quy mô, khả năng khai thác và cách vận hành các hồ chứa tích trữ nước ngọt. Ứng dụng thiết bị thu/chứa nước ngọt và quy trình vận hành để khai thác nước ngọt cho quy mô hộ gia đình hay các trạm cấp nước quy mô nhỏ ở VCS.

Các đặc trưng của nước ngọt tại VCS thiếu tính ổn định, đặc biệt là ở các năm cực hạn. Do đó, ngoài giải pháp cấp nước liên vùng thì giải pháp cấp nước song song có thể được sử dụng. Trong đó, nước mặt, nước mưa được ưu tiên khai thác tối đa. Trong những năm cực hạn, hoặc xảy ra sự cố nguồn nước thì NĐĐ được sử dụng để bổ sung. Nguồn NĐĐ sẽ được bảo vệ và tái tạo hàng năm.

Mặc dù luận án đã giải quyết được mục tiêu là xác định được các quy luật phân bố nước ngọt, dự báo diễn biến quá trình nước ngọt và đề xuất được các giải pháp khai thác nước ngọt ở VCS. Tuy nhiên, vấn đề nghiên cứu đặt ra là mới nên có nhiều vấn đề chưa giải quyết được trong phạm vi của một luận án tiến sĩ; Một số vấn đề cần tiếp tục được đầu tư nghiên cứu bổ sung trong thời gian tới, bao gồm:

- Cần tiếp tục điều tra diễn biến phân bố mặn trên mặt cắt dòng chảy tiếp tục khẳng định các quy luật cơ bản đã nêu và có những số liệu định lượng rõ ràng hơn.

- Tiếp tục phân tích các quy luật phân bố nước ngọt theo không gian và thời gian cho tất cả các cửa sông và các trạm quan trắc khác.

**DANH MỤC CÁC BÀI BÁO ĐÃ XUẤT BẢN
LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN**

1. Phạm Thị Bích Thục, **Đặng Hoà Vĩnh**. “Đánh giá tác động của các yếu tố nguồn đến nước ngọt vùng hạ lưu sông Cửu Long”, Tạp chí Khí tượng thủy văn, 2016.
2. **Dang Hoa Vinh**, Tran Duc Dung, Pham Thi Bich Thuc, Dao Nguyen Khoi, Tran Ha Phuong, and Nguyen Trung Ninh. 2019. "Exploring Freshwater Regimes and Impact Factors in the Coastal Estuaries of the Vietnamese Mekong Delta" *Water* 11, no. 4: 782. <https://doi.org/10.3390/w11040782>.
3. **Dang Hoa Vinh**, Tran Duc Dung, Dao Dinh Cham, Phan Thi Thanh Hang, Nguyen Thanh Hung, Truong Van Hieu, Tran Ha Phuong, Duong Ba Man, Nguyen Trung Ninh, Le Van Kiem, Pham Thi Bich Thuc, and Nguyen Hai Au. 2020. "Assessment of Rainfall Distributions and Characteristics in Coastal Provinces of the Vietnamese Mekong Delta under Climate Change and ENSO Processes" *Water* 12, no. 6: 1555. <https://doi.org/10.3390/w12061555>.