

MỘT SỐ NHẬN XÉT VỀ CHẾ ĐỘ TRIỀU - MẶN KHU VỰC SÔNG CẦU ĐỎ, THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG

KS. Dương Anh Điệp

Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Trung Trung Bộ

1. Đặc điểm địa lý tự nhiên

Sông Vu Gia là một trong 2 nhánh sông chính của hệ thống sông Thu Bồn và được hợp thành gồm nhiều nhánh sông, lớn nhất là sông Cái và sông Bung. Lưu vực sông Vu Gia nằm ở phía bên trái dòng chính sông Thu Bồn. Sông Vu Gia có dòng chính là sông Cái, bắt nguồn từ vùng núi cao trên 2000m ở vùng núi tây nam của dãy núi Ngọc Linh, tỉnh Quảng Nam và một phần đầu nguồn lấn sang đất tỉnh Kon Tum một đoạn khoảng 6km.

Sông chảy chủ yếu trong vùng rừng núi cao, nhiều cây cối của huyện Phước Sơn, Nam Giang và chảy theo hướng nam-bắc rồi chuyển sang hướng tây nam đến đông bắc, gặp nhánh sông Bung tại thôn Đầu Gò, xã Đại Sơn, huyện Đại Lộc tên gọi chung là sông Vu Gia.

Khi chảy đến xã Đại Cường, sông Vu Gia có phân lưu là sông Quảng Huế chảy vào sông Thu Bồn, còn dòng chính có tên là sông Yên tiếp tục chảy về xuôi.

Sông Yên chảy qua thị trấn Ái Nghĩa về đến xã Điện Hồng tách thành hai nhánh là sông Yên và sông Lạc Thành, sông này nhập vào sông Vĩnh Điện bởi 2 nhánh sông La Thọ và Thanh Quýt; sông Vĩnh Điện lại nhập với sông Cầu Đỏ ở phía hạ lưu trạm thủy văn Cẩm Lệ 2km (cuối đoạn sông Cầu Đỏ). Sông Yên khi đến thôn Cẩm Nê, xã Hòa Tiến, huyện Hoà Vang nhập với sông Túy Loan để cùng đổ ra biển và có tên chung là *sông Cầu Đỏ*. Độ dài sông chính tính từ thượng nguồn sông Cái đến cửa sông Hàn - Đà Nẵng là 204km. Diện tích lưu vực tính từ Trạm Ái Nghĩa trở lên là 5180km².

Trên sông Yên có Trạm Ái Nghĩa là trạm đo mực nước và dòng chảy mùa cạn; trên sông Túy Loan có điểm đo điều tra dòng chảy mùa cạn Hoà Phước; trên sông Hàn - sông Cầu Đỏ có các điểm đo mặn: cầu Nguyễn Văn Trỗi, Đò Xu, Cẩm Lệ, Cầu Đỏ, Yên Nê, ngã ba sông Túy Loan và trạm đo mực nước triều Cẩm Lệ.

Trên đoạn sông Cầu Đỏ tồn tại dòng chảy hai chiều:

- Dòng triều từ biển vào qua cửa sông Hàn, đưa nước mặn lan truyền vào trong sông làm cho nước sông bị nhiễm mặn;

- Dòng nước từ thượng nguồn đổ về từ sông Yên và sông Túy Loan, đã có tác dụng khống chế không cho độ mặn xâm nhập sâu vào sông.

2. Tập hợp, xử lý, phân tích số liệu thực đo

a. Tài liệu độ mặn

Trên dọc sông Hàn - sông Cầu Đỏ có 6 điểm đo điều tra mặn vào mùa kiệt hàng năm: điểm cầu Nguyễn Văn Trỗi cách cửa biển 5,2km; điểm Đò Xu cách cửa biển 8,7km; điểm cầu Cẩm Lệ cách cửa biển 11,5km; điểm Cầu Đỏ cách cửa biển 13,55km; điểm Yên Nê cách cửa biển 15,71km; điểm ngã ba sông Túy Loan cách cửa biển 16,76km.

Các điểm đo này có số liệu thực đo từ năm 1979 đến nay. Đây không phải là những trạm đo mặn cơ bản mà chỉ là các điểm đo điều tra trong những ngày triều

cường của những tháng mùa cạn hàng năm. Tuy nhiên, số lần đo tại các điểm không liên tục, chỉ có 2 điểm cầu Nguyễn Văn Trỗi và cầu Cẩm Lệ có số lần đo hàng năm nhiều hơn và liên tục hơn.

b. Tài liệu lưu lượng

- Trên sông Yên có trạm thủy văn Ái Nghĩa cách ngã ba sông Tuý Loan 16km. Đây là trạm thủy văn cơ bản cấp III, chủ yếu quan trắc mực nước hàng ngày. Trạm này, hàng năm chỉ đo lưu lượng dòng chảy cạn trong những tháng mùa khô và tổ chức điều tra một số đợt đo dòng chảy lũ.

- Trên sông Tuý Loan có một điểm đo điều tra dòng chảy mùa cạn đặt ở thượng lưu sông (vị trí này không còn bị ảnh hưởng triều) thuộc địa phận xã Hoà Phước, huyện Hoà Vang. Vị trí này có số liệu đo đạc thực tế từ năm 1979 đến năm 1990 và từ 2000-2003.

Mức độ ảnh hưởng của dòng chảy thượng nguồn đến độ mặn trên sông Cầu Đỏ - Tuý Loan chủ yếu phụ thuộc vào dòng chảy của sông Yên. Vì vậy, khi phân tích các quan hệ giữa độ mặn và dòng chảy thượng nguồn chúng tôi chỉ dùng tài liệu của sông Yên để tính toán.

3. Phân tích đánh giá tài liệu

a. Dòng chảy

Để đánh giá nguồn nước đổ về sông Cầu Đỏ, chúng tôi đã tính toán và xác định lưu lượng dòng chảy của sông Yên chảy qua trạm đo Ái Nghĩa; của sông Tuý Loan chảy qua điểm đo Hoà Phước và phân dòng chảy phân lưu của sông Yên qua nhánh sông Lạc Thành.

Chế độ dòng chảy trên sông Yên và sông Tuý Loan chia làm 2 mùa rõ rệt, mùa cạn từ tháng I đến tháng VIII và mùa lũ từ tháng IX đến tháng XII. Trong đó, tháng I là tháng chuyển tiếp từ mùa lũ sang mùa cạn và tháng IX là tháng chuyển tiếp từ mùa cạn sang mùa lũ. Thời kỳ dòng chảy kiệt nhất thường xuất hiện vào tháng III-IV và VII- VIII, đây là thời kỳ độ mặn xâm nhập vào trong sông mạnh nhất; tháng V, VI là 2 tháng có mưa lũ tiểu mãn. Trong nhiều năm, vào tháng V, VI và IX vẫn xuất hiện dòng chảy nhỏ nhất trong năm do không có mưa tiểu mãn hoặc lũ trong năm xuất hiện muộn.

Sự phân bố dòng chảy trong năm rất không đồng đều, phần lớn lượng dòng chảy trong năm tập trung trong mùa mưa lũ. Mùa cạn lượng dòng chảy nhỏ, tổng lượng dòng chảy trong mùa cạn chỉ chiếm khoảng 30% tổng lượng dòng chảy năm. Kết quả đo đạc và tính toán xác định các giá trị đặc trưng lưu lượng nước nhỏ nhất tại Ái Nghĩa, Hoà Phước trong các tháng mùa kiệt và tổng lượng dòng chảy trung bình nhiều năm trên các sông như trong bảng 1, bảng 2.

Bảng1. Lưu lượng dòng chảy nhỏ nhất các tháng mùa cạn trong nhiều năm (m^3/s) tại Trạm Ái Nghĩa và Hoà Phước

Tháng Trạm	III	IV	V	VI	VII	VIII	Q nhỏ nhất TBNN
Ái Nghĩa	33,9	29,0	30,8	20,0	36,7	37,5	20,0
Hoà Phước	1,35	1,25	1,05	2,33	1,25	2,27	1,05

TBNN: Trung bình nhiều năm

Bảng 2. Tổng lượng dòng chảy trung bình nhiều năm trên các sông (10^9 m^3)

Tháng Trạm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	năm
Ái Nghĩa (sông Yên)	0,396	0,244	0,204	0,178	0,245	0,254	0,210	0,217	0,371	1,004	1,182	0,854	0,447
Cầm Lý (sông Lạc Thành)	0,101	0,054	0,041	0,031	0,054	0,062	0,045	0,048	0,116	0,351	0,451	0,287	0,139
Hoà Phước (sông Túy Loan)	0,024	0,017	0,018	0,021	0,043	0,05	0,027	0,042	0,103	0,216	0,141	0,069	0,065
An Trạch (sông Yên)	0,276	0,177	0,154	0,138	0,174	0,177	0,158	0,164	0,257	0,651	0,710	0,520	0,303

Như vậy, từ số liệu tính toán ở các bảng 1 và 2, lượng dòng chảy sông Yên (Ái Nghĩa) khi về đến ngã ba sông Túy Loan (Hoà Phước) chỉ còn khoảng 75-80% lượng dòng chảy trung bình nhiều năm.

Kết quả tính toán trên mang tính chất trung bình, một số trường hợp đặc biệt:

- Số liệu năm 1983 là năm khô hạn, năm có lượng dòng chảy thấp nhất trong chuỗi số liệu thực đo, tính toán. Lưu lượng dòng chảy nhỏ nhất tại Ái Nghĩa là $20 \text{ m}^3/\text{s}$; tại Hoà Phước là $1,05 \text{ m}^3/\text{s}$.

- Gần đây nhất một trường hợp đặc biệt ít xảy ra khi sông Quảng Huế bị lở và chuyển dòng, lượng dòng chảy sông Vu Gia gần như chảy hoàn toàn về sông Thu Bồn qua sông Quảng Huế (thượng lưu trạm đo Ái Nghĩa); giá trị lưu lượng nhỏ nhất trong giai đoạn này đo được tại Ái Nghĩa vào ngày 5-VII- 2001 là $21,7 \text{ m}^3/\text{s}$.

b. Chế độ triều

1) Đặc điểm chung

Vùng biển cửa sông Hàn - Đà Nẵng có chế độ triều khá phức tạp, trong đó dạng bán nhật triều không đều chiếm ưu thế. Trung bình mỗi tháng có 3 ngày chịu ảnh hưởng chế độ nhật triều, tháng nhiều nhất có 8 ngày và tháng ít nhất có 1 ngày. Thời gian còn lại chịu ảnh hưởng của chế độ bán nhật triều không đều.

Bảng 3. Số ngày chịu ảnh hưởng nhật triều và biên độ (cm) triều tại Cầm Lệ

Tháng Trạm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	năm
Số ngày nhật triều	3,2	3,2	3,0	2,5	2,8	2,8	3,4	2,6	3,1	3,8	4,1	3,0	37,5
Biên độ triều TB (cm)	48	48	47	48	49	48	49	49	48	46	42	45	47
Biên độ triều max (cm)	112	98	82	96	106	113	109	101	94	91	99	113	127

TB: Trung bình.

2) Biên độ triều

Triều ở vùng biển Đà Nẵng thuộc loại yếu, theo số liệu quan trắc tại các trạm vùng cửa sông cho thấy biên độ triều trung bình khoảng 0,8-1,2m, lớn nhất đạt đến 1,5m.

Ranh giới ảnh hưởng triều trên sông Yên lên đến chân đập An Trạch cách ngã ba sông Túy Loan 5km, cách cửa sông Hàn 21,8km; trên sông Túy Loan lên đến thôn Thái Lai, xã Hoà Phước, cách ngã ba sông Túy Loan 6km, cách cửa sông Hàn 22,8km.

Biên độ triều có sự thay đổi rõ rệt trong tháng theo một chu kỳ nhất định. Trong mỗi tháng có 2 kỳ triều cường và 2 kỳ triều kém; kỳ triều cường xảy ra vào các ngày trăng tối và trăng tròn, biên độ triều lớn nhất xuất hiện vào thời kỳ này. Biên độ triều nhỏ xuất hiện trong thời gian còn lại. Trong các tháng không ảnh hưởng lũ, dạng đường quá trình triều thường khá ổn định.

3) Thời gian triều

Do bị ảnh hưởng của chế độ triều phức tạp bao gồm chế độ bán nhật triều và nhật triều, xen giữa có thời gian chuyển chế độ triều cho nên thời gian triều lên và thời gian triều xuống cũng biến đổi phức tạp.

Trong những ngày nhật triều, thời gian triều lên dài nhất là 18 giờ, trung bình là 13,3 giờ, ngắn nhất là 12 giờ. Thời gian triều xuống dài nhất là 15 giờ, trung bình là 11,5 giờ, ngắn nhất là 9 giờ.

Trong những ngày bán nhật triều, thời gian triều lên dài nhất là 9 giờ, trung bình là 5,4 giờ, ngắn nhất là 2 giờ. Thời gian triều xuống dài nhất là 9 giờ, trung bình là 5,5 giờ, ngắn nhất là 2 giờ.

Trên đây là những đặc điểm cơ bản của chế độ triều trên sông Cầu Đỏ, khu vực chịu ảnh hưởng triều thuộc loại vừa, chỉ những ngày có lũ lớn thì dạng triều mới bị phá vỡ hoàn toàn.

c. Độ mặn

Độ mặn trong nước sông lớn hay nhỏ phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: độ mặn ở vùng cửa biển, biên độ triều, lưu lượng nước từ thượng nguồn đổ về, khoảng cách từ cửa biển trở vào sông, độ dốc lòng sông, các công trình thủy lợi điều tiết nước trên sông, tình hình thời tiết,... Do tác động của hàng loạt nhân tố đó làm cho độ mặn trong nước sông luôn luôn thay đổi theo thời gian: từng giờ, từng ngày, từng thời kỳ trong tháng, và theo từng mùa; thay đổi theo không gian: chiều dọc sông, chiều ngang sông, theo độ sâu mặt cắt ngang dòng chảy. Tình hình diễn biến mặn trên mỗi sông rất phức tạp, việc nghiên cứu xác định quy luật của nó rất khó khăn. Đặc biệt với sông có công trình thủy lợi khai thác nguồn nước phục vụ cho các ngành kinh tế, thì tình hình diễn biến mặn trên sông càng phức tạp, không còn tuân theo quy luật tự nhiên nữa (đoạn sông Cầu Đỏ).

Đoạn sông Cầu Đỏ từ Cẩm Lệ lên đến ngã ba sông Tuý Loan - sông Yên, dòng chảy chịu ảnh hưởng triều - mặn qua cửa sông Hàn và lượng nước thượng nguồn đổ về qua 2 sông Tuý Loan và sông Yên. Vào mùa cạn, dòng chảy thượng nguồn đổ về sông Cầu Đỏ chủ yếu là sông Yên, còn lượng dòng chảy của sông Tuý Loan thì rất nhỏ. Lưu lượng nước mùa cạn qua sông Yên lớn hơn 20 lần qua sông Tuý Loan, song dòng chảy trên sông Yên lại bị đập An Trạch (cách ngã ba sông 5km) giữ lại phần lớn để tưới ruộng.

Đoạn sông Cầu Đỏ chủ yếu chịu ảnh hưởng của chế độ bán nhật triều không đều, nên trong một ngày xuất hiện 2 đỉnh mặn và 2 chân mặn. Trong mùa khô từ tháng II đến tháng VIII mỗi tháng có 2 kỳ mặn lớn ứng với 2 kỳ triều cường vào kỳ trăng tối và trăng tròn (có khi chậm đi một vài ngày) và 2 kỳ mặn nhỏ ứng với 2 kỳ triều kém.

1) Phân tích quan hệ giữa độ mặn với khoảng cách

Từ số liệu thực đo về quan hệ độ mặn lớn nhất trung bình với khoảng cách dọc sông Hàn-Cầu đỏ (hình 1), lấy lưu lượng tại Ái Nghĩa làm tham số và qua khảo sát địa hình lòng sông dọc sông Cầu Đỏ có thể rút ra nhận xét:

- Ở hạ lưu, độ mặn lớn và giảm chậm theo dọc sông (từ cầu Nguyễn Văn Trỗi đến Đò Xu). Từ Đò Xu trở lên độ mặn giảm rất nhanh, đặc biệt là từ Cầu Đỏ trở lên ngã ba sông Tuý Loan (tại Cầu Đỏ, độ sâu lớp nước ứng với mực nước trung bình khoảng 6m, lên thượng lưu với chiều dài khoảng 300m, độ sâu lớp nước chỉ còn khoảng 3m, như vậy tại đoạn này độ dốc đáy sông khoảng 1%).

- Tại một vị trí trên sông, độ mặn giảm rất nhanh từ dưới đáy lên mặt nước, càng xa cửa biển độ chênh lệch này càng lớn. Theo số liệu đo được trong thời kỳ khô hạn, độ mặn lặn sâu vào trong sông như ngày 22-IV-1983 đã đo được tại Cầu Đỏ tại vị trí giữa dòng với độ sâu mặt cắt ngang của dòng chảy là 3,4m: sát mặt nước, độ mặn $1,75\text{‰}$; độ sâu ở lớp nước giữa của mặt cắt (1,7m), độ mặn $18,3\text{‰}$; độ mặn lớp sát đáy là $22,9\text{‰}$.

- Theo dọc sông từ hạ lưu lên thượng lưu (từ cửa biển vào sâu trong sông) độ mặn giảm dần. Theo số liệu đo ngày 17-V-1983, diễn biến độ mặn theo dọc sông như trong bảng 4.

Bảng 4. Diễn biến độ mặn lớn nhất trung bình thực đo ($S_{maxtb} \text{‰}$) ngày 17-V-1983 theo dọc sông Cầu Đỏ

Vị trí cáchbiển	Đò Xu 9 km	Cẩm Lệ 11,5 km	Cầu Đỏ 13,5 km
Độ mặn(‰) S_{maxtb}	24,5	14,8	11,6

Để phân tích diễn biến của độ mặn ở các lớp nước theo dọc sông, chúng tôi xét quan hệ độ mặn của từng lớp: lớp mặt, lớp giữa, lớp đáy với chiều dài đoạn sông.

Ở đây chỉ xét với số liệu thuộc cấp 3 ứng với lưu lượng nhỏ, độ mặn lớn (xem điểm 2 dưới đây, phân cấp theo lưu lượng dòng chảy và độ mặn). Theo số liệu đo đặc được thì tại Cầu Đỏ, độ mặn ở điểm mặt lúc lớn nhất chỉ đạt $3,0\text{‰}$ ngày 5-VII-2001), đến Yến Nê, độ mặn lớn nhất tại điểm mặt khoảng $1,5\text{‰}$. Tuy nhiên, ở lớp sát đáy sông, độ mặn khá lớn, tại Cầu Đỏ lên đến $22,9\text{‰}$ (ngày 22-IV-1983), tại Yến Nê thực tế lên đến $8-9\text{‰}$. Lớp nước mặt mang tính chất bình quân của 2 lớp mặt và đáy. Ở gần cửa sông, chênh lệch độ mặn giữa các lớp không lớn lắm nhưng càng về thượng lưu độ mặn ở lớp mặt nhỏ hơn rất nhiều độ mặn của lớp đáy.

2) Phân tích quan hệ giữa độ mặn với lưu lượng nước thượng nguồn

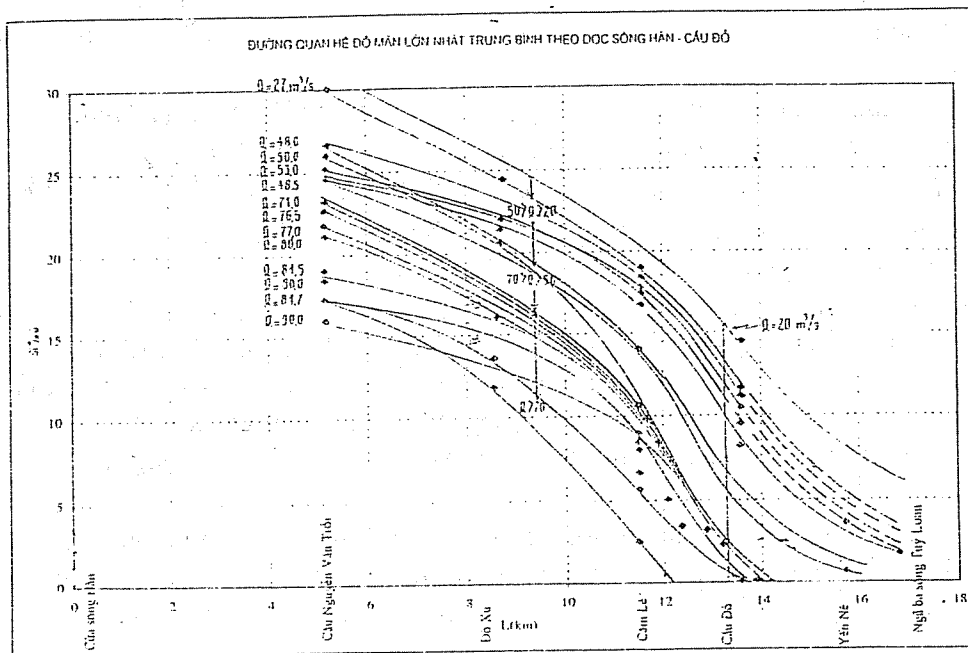
* Để thấy rõ hơn mức độ ảnh hưởng của lưu lượng dòng chảy thượng nguồn với độ mặn tại hạ lưu, chúng tôi xét quan hệ giữa độ mặn lớn nhất trung bình theo dọc sông với tham số lưu lượng nước tại Trạm Ái Nghĩa.

- Độ mặn xâm nhập đoạn sông này chịu sự chi phối rõ rệt của dòng chảy thượng nguồn và quan hệ này có thể phân thành 3 cấp theo lưu lượng của Trạm Ái Nghĩa như sau:

+ Cấp 1: Khi lưu lượng (Q) ở Ái Nghĩa $>70\text{m}^3/\text{s}$ thì độ mặn không vượt quá Cầu Đỏ. Tại Cầu Đỏ, độ mặn lớn nhất trung bình theo độ sâu không quá $0,5\text{‰}$.

+ Cấp 2: Khi lưu lượng dòng chảy của Trạm Ái Nghĩa nhỏ hơn $70\text{m}^3/\text{s}$ và lớn hơn hoặc bằng $50\text{m}^3/\text{s}$ tại Cầu Đỏ, độ mặn lớn nhất trung bình có thể lên đến $5-6\text{‰}$ nhưng về phía thượng lưu 2km, độ mặn không có khả năng vượt quá $0,5\text{‰}$.

+ Cấp 3 : Khi lưu lượng dòng chảy của Trạm Ái Nghĩa nhỏ hơn $50\text{m}^3/\text{s}$ và lớn hơn $20\text{m}^3/\text{s}$, độ mặn lớn nhất trung bình có khả năng vượt lên đến ngã ba sông Tuý Loan. Độ mặn lớn nhất trung bình tại Cầu Đỏ có thể đạt 12 đến 14‰ .



Hình 1. Đường quan hệ độ mặn lớn nhất trung bình theo dọc sông Hàn - Cầu Đỏ

Quan hệ này có dạng nghịch biến rõ rệt, các điểm thực đo phân bố thành một dải tập trung. Quan hệ này là dạng quan hệ phức tạp với nhiều nhân tố ảnh hưởng khác nhau tác động đến độ mặn trong sông; ứng với một giá trị lưu lượng sẽ có nhiều giá trị độ mặn khác nhau và mức độ ảnh hưởng này được khống chế bởi 2 đường bao trên và bao dưới của đường quan hệ.

Điều đó phù hợp với thực tế vì:

- Cùng một lưu lượng nước qua Trạm Ái Nghĩa, nếu ở vào thời kỳ triều cường, độ mặn ở nguồn nước biển cao, nếu vào thời kỳ cần nước tưới cho nông nghiệp thì độ mặn trên sông sẽ lớn và lấn sâu vào trong sông; một trong 3 yếu tố trên giảm thì độ mặn sẽ giảm. Nhưng nếu gặp kỳ triều kém và độ mặn ở biển không cao và các trạm bơm không bơm nước tưới cho ruộng thì độ mặn trong sông sẽ nhỏ.

- Từ các điểm thực đo nhận thấy, ở phần trên khi 2 đường bao cắt nhau, tương ứng với trường hợp lưu lượng nước ở Trạm Ái Nghĩa nhỏ, khoảng $20\text{ m}^3/\text{s}$ (năm 1983), đây là thời kỳ khô hạn và độ mặn trong sông lớn nhất, xâm nhập mặn vào trong sông xa nhất.

Phân bố dòng chảy từ sông Yên về đến An Trạch trong thời kỳ mùa khô, các trạm bơm hoạt động nhiều, có ảnh hưởng đáng kể đến độ mặn xâm nhập từ biển vào đến đoạn sông Cầu Đỏ. Đã xác định được lưu lượng về đến đập An Trạch chỉ còn khoảng 52,3% lưu lượng chảy qua Ái Nghĩa, một lượng nước đổ về sông Lạc Thành khoảng 14,4% và lượng nước thất thoát do hoạt động bơm hút nước của các trạm bơm dọc sông Yên, sông Lạc Thành.

Mặt khác, với lượng nước phân bố như trên thì độ mặn dọc sông Cầu Đỏ từ Trạm Cẩm Lệ trở lên thượng lưu cũng biến đổi lớn, độ mặn tăng dần từ Cẩm Lệ đến Cầu Đỏ lớn nhưng ở lớp nước mặt, độ mặn đã giảm đáng kể. Đặc biệt, tại cầu Đỏ, phân bố độ mặn giảm nhanh từ đáy sông lên điểm mặt và từ đáy sông ở giữa dòng

vào đến 2 bờ. Độ mặn lớn nhất đo đạc được tại điểm đáy giữa dòng là $8,6^{0}_{00}$ nhưng lên đến điểm giữa của độ sâu mặt cắt thì độ mặn chỉ khoảng $0,8^{0}_{00}$ và điểm mặt là $0,1^{0}_{00}$.

Từ đường tần suất của lưu lượng nhỏ nhất trong nhiều năm tại Trạm Ái Nghĩa có thể xác định được lưu lượng nước nhỏ nhất tại Trạm Ái Nghĩa là $Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$ xuất hiện năm 1983, ứng với tần suất thiết kế $P = 98\%$; tra trên quan hệ độ mặn lớn nhất trung bình tại Cẩm Lệ và lưu lượng tại Ái Nghĩa ta xác định được độ mặn lớn nhất trung bình của dòng chảy tại Cẩm Lệ (Stbcl_e)= 21^{0}_{00} .

Việc nghiên cứu, tính toán xác định mức độ mặn trong sông tại một vị trí bất kỳ dựa trên tài liệu thực đo, các nhân tố ảnh hưởng chính đến quá trình xâm nhập mặn như: chế độ dòng chảy thượng nguồn, chế độ thủy triều và đặc điểm về địa hình lòng sông, trong đó đặc điểm về nhân tố địa hình sông Cầu Đỏ ít thay đổi nên diễn biến mặn trên sông sẽ chỉ còn phụ thuộc vào yếu tố dòng chảy thượng nguồn và chế độ triều vùng cửa sông.

Dựa vào số liệu đo đạc về dòng chảy tại Trạm Ái Nghĩa, mực nước đỉnh triều, chân triều và độ mặn điều tra tại Trạm Cẩm Lệ (trên sông Cầu Đỏ) để xây dựng tương quan giữa độ mặn và các nhân tố ảnh hưởng chính, quan hệ này có dạng:

$$\text{Stbcl}_e = -0,02212 \times \text{Hdcl}_e - 0,16028 \times \text{Hccl}_e - 0,17242 \times \text{Qáinghĩa} + 15,1809$$

Với hệ số tương quan $R=0,858$

Trong đó: Stbcl_e - độ mặn trung bình tại Cẩm Lệ ($^{0}_{00}$),

Hdcl_e - mực nước đỉnh triều tại Cẩm Lệ (cm),

Hccl_e - mực nước chân triều tại Cẩm Lệ (cm),

Qáinghĩa - lưu lượng dòng chảy tại Ái Nghĩa (m^3/s).

Từ phương trình trên, các đặc trưng về độ mặn trung bình tháng trong nhiều năm tại Cẩm Lệ được xác định và phân phối theo từng tháng như trong bảng 5, bảng 6 và bảng 7.

Bảng 5. Độ mặn trung bình tháng tại Cẩm Lệ ứng với mực nước đỉnh triều cao nhất trung bình tháng, chân triều thấp nhất trung bình tháng và lưu lượng trung bình tháng

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Hdcl_e (cm)	13	6	-1	1	-2	-2	-8	-1	22	60	76	49
Hccl_e (cm)	-6	-15	-19	-23	-25	-30	-24	-23	-14	3	13	1
Qáinghĩa (m^3/s)	148	102	76,5	70,2	93,2	98,8	79,9	83,5	142	374	455	317
Stbcl_e ($^{0}_{00}$)	-	-	5,06	6,74	3,16	3,00	5,43	4,49	-	-	-	-

Từ lưu lượng kiệt (Q_k) tại Trạm Ái Nghĩa ứng với tần suất thiết kế P , có độ mặn tương ứng tại Trạm Cẩm Lệ, đã xác định được độ mặn các điểm dọc sông từ cầu Cẩm Lệ trở lên (bảng 8).

Bảng 6: Độ mặn trung bình tháng tại Cẩm Lệ, Yến Nê ứng với mực nước đỉnh triều cao nhất tháng, chân triều thấp nhất tháng và lưu lượng nhỏ nhất trung bình tháng

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Hđclê (cm)	72	68	68	67	91	77	77	76	150	261	428	250
Hcclê (cm)	-83	-79	-81	-84	-87	-92	-93	-90	-78	-55	-70	-77
Qáinghĩa (m ³ /s)	109	82,1	62,0	53,5	54,4	57,4	54,4	55,3	61,6	92,1	189	181
Stbclê (‰)	8,10	12,2	16,0	17,9	17,7	18,3	19,0	18,4	13,7	2,34	-	-
Stbyennê (‰)	0,91	1,36	1,79	2,01	1,99	2,05	2,13	2,06	1,54	0,26	-	-

Stbyennê: độ mặn trung bình tháng tại Yến Nê (‰).

Bảng 7. Độ mặn trung bình tháng tại Cẩm Lệ ứng với mực nước đỉnh triều cao nhất tháng, chân triều thấp nhất tháng và lưu lượng trung bình tháng

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Hđclê (cm)	72	68	68	67	91	77	77	76	150	261	428	250
Hcclê (cm)	-83	-79	-81	-84	-87	-92	-93	-90	-78	-55	-70	-77
Qáinghĩa (m ³ /s)	148	102	76,5	70,2	93,2	98,8	79,9	83,5	142	374	455	317
Stbclê (‰)	1,37	8,75	13,5	15,1	11,0	11,2	14,6	13,5	-	-	-	-

Bảng 8. Độ mặn dọc sông Cẩm Lệ ứng với Qáinghĩa=20 m³/s ; P=98% ;
Stbmaxclê=21‰

Vị trí	Cầu Đỏ	Yến Nê	Ngã ba sông
Độ mặn lớn nhất trung bình (‰)	13,5	6,32	3,76
Mực nước đỉnh triều (cm)	-3	-3	-2

Bảng 9. Độ mặn dọc sông Cầu Đỏ ngày 17-V-1983

Vị trí	Cầu Đỏ	Yến Nê	Ngã ba sông
Độ mặn lớp mặt (‰)	2,02	0,63	0,30
Độ mặn lớp giữa (‰)	14,9	4,67	1,49
Độ mặn lớn đáy (‰)	20,0	11,7	8,00
Độ mặn lớn nhất trung bình (bình quân 3 lớp) (‰)	12,3	5,67	3,40
Độ mặn lớn nhất trung bình (theo hệ số K) (‰)	12,1	5,66	3,36
Mực nước đỉnh triều (cm)	23	24	25

Điều đặc biệt cần phải lưu ý là tình hình diễn biến mặn trên sông Cầu Đỏ chịu ảnh hưởng rất lớn bởi sự điều tiết nước qua đập An Trạch. Từ năm 1936 trở về trước, khi chưa có đập An Trạch thì đoạn sông từ Cầu Đỏ lên ngã ba sông Túy Loan hầu như không bị mặn (hoặc độ mặn không đáng kể).

Năm 1983 một phần do tình hình thời tiết khô hạn nặng (gần 9 tháng không mưa) trong khi đó đập An Trạch được gia cố thêm để giữ nước tưới cho vùng đồng bằng thượng lưu đập (nước qua đập An Trạch rất ít), do đó độ mặn trong nước sông vùng hạ lưu từ ngã ba sông Yên - sông Túy Loan trở xuống tăng vọt lên. Độ mặn lớn nhất trung bình tại Cầu Đỏ lên đến $11,6\text{‰}$ (ngày 17-V-1983), có một vài thời điểm độ mặn lớn nhất trung bình lên đến $14,3\text{‰}$ (15h ngày 22-IV-1983).

4. Kết luận

Qua các bước tổng hợp phân tích số liệu thực đo, có thể đưa ra một số kết luận và kiến nghị như sau:

a. Về dòng chảy trên các sông

- Xét trong vòng 50 năm qua, thì năm 1983 là năm có dòng chảy mùa khô nhỏ nhất, lưu lượng dòng chảy của sông Yên qua Trạm Ái Nghĩa bằng $20\text{m}^3/\text{s}$, tương ứng với tần suất $P = 98\%$.

- Năm 2001, lưu lượng dòng chảy của sông Yên cũng giảm nhỏ. Tuy nhiên, đây không phải là năm khô hạn. Nguyên nhân lưu lượng dòng chảy về sông Yên giảm là do sự đổi dòng của sông Quảng Huế, làm cho phần lớn lượng nước sông Vu Gia đổ về sông Thu Bồn.

b. Về tình hình nhiễm mặn

- Với lưu lượng dòng chảy qua Ái Nghĩa từ $70\text{--}80\text{m}^3/\text{s}$ và qua An Trạch khoảng $40\text{m}^3/\text{s}$ thì mặn lan truyền trong sông chỉ lên đến Cầu Đỏ (không thể lên đến Yên Nê).

- Với lưu lượng dòng chảy thượng nguồn tại Ái Nghĩa từ $50\text{--}70\text{m}^3/\text{s}$ thì độ mặn lớn nhất trung bình trong sông sẽ lên đến Yên Nê với độ mặn lớn nhất trung bình $1\text{--}2\text{‰}$.

- Với lưu lượng dòng chảy thượng nguồn tại Ái Nghĩa nhỏ hơn $50\text{m}^3/\text{s}$ thì độ mặn lớn nhất trung bình trong sông lên đến ngã ba sông Túy Loan, tại Yên Nê độ mặn lớn nhất trung bình từ $3\text{--}5\text{‰}$. Đặc biệt, nếu lưu lượng dòng chảy thượng nguồn tại Ái Nghĩa nhỏ hơn $30\text{m}^3/\text{s}$ thì độ mặn lớn nhất trung bình trong sông tại Yên Nê sẽ lên quá 5‰ .

c. Kiến nghị

Việc khai thác nước trên sông Cầu Đỏ phục vụ cho sinh hoạt là không đảm bảo do mức độ khai thác nước sông ngày càng tăng của các công trình thủy lợi như hàng loạt các trạm bơm cố định và trạm bơm lắp thêm khi thời tiết khô hạn để tưới cho các cánh đồng, cùng với sự biến đổi dòng chảy tự nhiên, mở cửa vào mới tại ngã ba sông Vu Gia - Quảng Huế - Ái Nghĩa (xã Đại Cường, huyện Đại Lộc) lớn hơn cửa vào sông Quảng Huế... do đó phải có biện pháp tính toán, nghiên cứu thật kỹ việc khai thác, sử dụng nguồn nước sông Yên, Cầu Đỏ một cách hợp lý, an toàn và hiệu quả, đảm bảo không cản trở việc thoát lũ, giao thông thủy, sản xuất nông nghiệp và nước sinh hoạt;

Cần tính toán cân bằng nguồn nước trên sông Cầu Đỏ (nước đến - nước dùng) cho các mục đích khác nhau, từ đó xác định nguồn nước còn có thể khai thác được.