

NGHIÊN CỨU DIỄN BIẾN HÀM LƯỢNG PHÙ SA TỪ TÂN CHÂU ĐẾN MỸ THUẬN (SÔNG TIỀN)

ThS. Trần Quang Minh

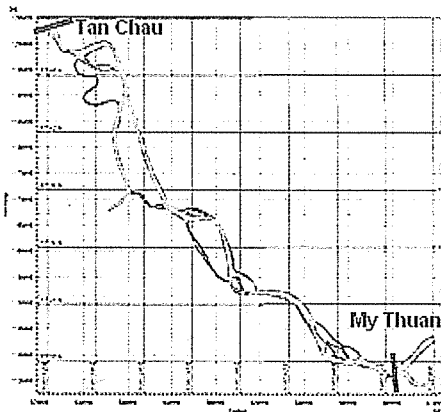
Phân viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường phía Nam

Phù sa là một yếu tố quan trọng đặc trưng dòng nước trong đó hàm lượng chất lơ lửng (phù sa lơ lửng) cũng giữ vai trò quan trọng không kém trong việc phát triển hình thành vùng châu thổ ĐBSCL. Nhận biết được diễn biến hàm lượng phù sa trong sông rất cần thiết để có những sử dụng hợp lý. Trong bài báo này giới thiệu kết quả ứng dụng mô hình Mike 11 tính toán diễn biến hàm lượng chất lơ lửng trên sông Tiền từ Tân Châu đến Mỹ Thuận.

1. Giới thiệu.

Sông Tiền từ Tân Châu đến Mỹ Thuận là một nhánh của phần cuối sông Mê Công thuộc Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). ĐBSCL, một vùng đất rộng lớn là sản phẩm phù sa bồi đắp do các sông mang lại, vào mùa lũ dòng chảy lũ ở khu vực này có tác động mạnh mẽ đến sự thay đổi hàm lượng phù sa trong sông. Các thông tin diễn biến về hàm lượng phù sa trên sông sẽ là cơ sở giúp khai thác tốt lượng phù sa trên từng đoạn sông trong khu vực phục vụ công tác bồi bổ đất đai canh tác, cải tạo đất, vệ sinh đồng ruộng....

Sông Tiền chảy theo hướng Đông Nam, từ Tân Châu ra đến biển sông có hướng chảy chính là Đông Nam.



Hình 1. Sơ họa đoạn sông nghiên cứu

Đoạn sông nghiên cứu từ Tân Châu đến Mỹ Thuận thuộc sông Tiền và qua hai tỉnh An Giang và Đồng Tháp, trên đoạn sông này có đặc điểm như sau:

Từ Tân Châu đổ ra biển theo hai hướng chính là Đông Nam và Tây Nam.

Hình thái Sông Tiền có sự biến đổi khá phức tạp. Từ ấp Bến Đình - Tân Châu (biên giới Việt Nam - Campuchia) đến phà Bắc Mỹ Thuận (trước khi sông Tiền rẽ nhánh), sông uốn khúc mạnh tạo các đoạn sông đôi, sông ba rồi lại nhập vào nhau. Từng đoạn sông, lòng sông có nơi thì phình ra, nơi thì thu hẹp dạng vồ đở.

Mặt cắt dọc sông Tiềncó nhiều sự biến đổi đột ngột về độ sâu của đáy do có sự sắp xếp luân phiên của các vực sâu (dân địa phương gọi là "hói") và bãi nông. Độ sâu của sông ở các khu vực này nhiều nơi đạt đến 30-40 m và hơn 40 m. Đây là một trong những nguyên nhân trực tiếp tạo nên sự sạt lở bờ tại nhiều vị trí ven bờ sông Tiền.

Chế độ thủy triều lên xuống hai lần trong ngày có biên độ khá lớn và truyền rất sâu vào nội đồng. Vào mùa kiệt, dao động thủy triều cũng chỉ tồn tại đến trên Tân Châu và Châu Đốc trong thời gian rất ngắn. Tác động của thủy triều giảm dần về thượng lưu, do có sự giao thoa giữa dòng chảy thượng nguồn và dòng triều, nên dòng chảy trong sông xuất hiện nhiều vùng xoáy vật lớn. Vào mùa lũ, thủy triều tuy không ảnh hưởng mãnh liệt như vào mùa kiệt, nhưng nó có tác động rất lớn đến việc làm chậm lại quá trình thoát lũ ra biển, đặc biệt là vào các ngày triều cường.

Mực nước trên sông Tiền có ảnh hưởng triềumạnh nhấtvào mùa kiệt, do nguồn nước từ

thượng lưu về nhỏ. Vào mùa lũ do lưu lượng ở thượng nguồn tăng nên xu thế chung là mực nước đỉnh giảm dần từ thượng lưu về hạ lưu.

Mùa lũ hàng năm thường xuất hiện vào các tháng 7-11. Lượng dòng chảy mùa lũ chiếm khoảng 70-85% lượng dòng chảy năm. Lũ thường gây ngập lụt ở đồng bằng sông Cửu Long. Mùa cạn từ tháng 12 đến tháng 6 năm sau, lượng dòng chảy mùa cạn chiếm khoảng 15-30% dòng chảy năm.

2. Thiết bị và phương pháp

a. Nguồn số liệu

Số liệu phục vụ tính toán gồm có:

- Số liệu mặt cắt, địa hình của các sông trong khu vực nghiên cứu.
- Số liệu thủy văn năm 2009 (Tân Châu, Châu Đốc, Mỹ Thuận, Cần Thơ, Chợ Mới, Cao Lãnh, Cửa Đại, An Thuận) để xác định bộ thông số thủy lực và số liệu hàm lượng chất lơ lửng năm 2009 (Vàm Nao, Mỹ Thuận) để xác định bộ thông số vận chuyển hàm lượng chất lơ lửng.
- Số liệu mực nước 2011 (trạm Cao Lãnh, chợ Mới, Mỹ Thuận) để kiểm định mô hình thủy lực và số liệu hàm lượng chất lơ lửng năm 2011 (Vàm Nao, Mỹ Thuận) để kiểm định mô hình vận chuyển bùn cát.



Hình 2. Mạng lưới trạm thủy văn

b. Phương pháp nghiên cứu

1) Căn cứ nguồn số liệu thực đo về mực nước, lưu lượng, hàm lượng chất lơ lửng(HLCLL) từ năm 2009-2011 sử dụng phương pháp phân tích thống

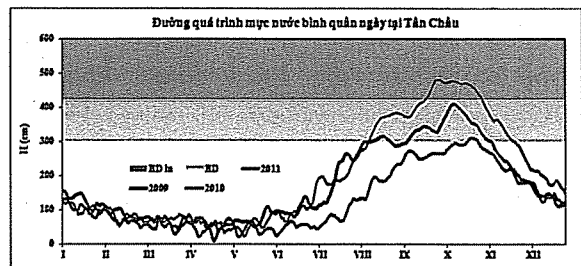
kê để phân tích diễn biến về thời gian.

2) Ứng dụng mô hình Mike 11 (tính toán các đặc trưng thủy lực, hàm lượng bùn cát trong sông tại các mặt cắt tính toán bằng bằng mô đun vận chuyển bùn cát của Rajin) để đánh giá diễn biến hàm lượng bùn cát trong sông từ Tân Châu đến Mỹ Thuận (theo không gian).

c. Thời gian và mặt cắt tính toán

Hàm lượng chất lơ lửngphụ thuộc nhiều yếu tố như: mưa, rửa trôi trên mặt đệm, dòng chảy thượng lưu, chế độ thủy lực, vận tốc dòng chảy, hình thái đoạn sông. HLCLL, cũng như lưu lượng chất lơ lửng (LLCLL) lớn nhất xuất hiện trong mùa lũ vào thời kỳ lũ lên cao, đồng thời đây cũng là thời kỳ mà diễn biến HLCLL phức tạp nhất.

Mùa lũ năm 2011 được chọn làm thời gian để tính toán, phân tích diễn biến HLCLL trên sông Tiền từ Tân Châu đến Mỹ Thuận (lũ năm 2011 cũng xấp xỉ lũ năm 2000, tương ứng với tài liệu đã phân tích).

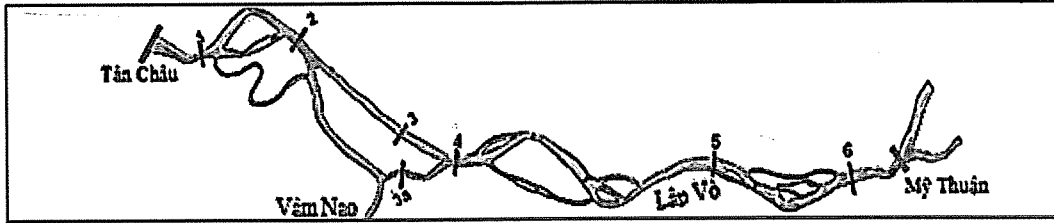


Hình 3. Đường quá trình mực nước BQ ngày tại Tân Châu (2009-2011)

Căn cứ vào đặc điểm hình thái đoạn sông, tạm chọn 6 mặt cắt trên đoạn sông nghiên cứu gồm từ MC1 đến MC6 theo hai nhánh (xem hình 2) để phân tích sự diễn biến HLCLL dọc sông (theo không gian) từ Tân Châu đến Mỹ Thuận. Trong đó:

Nhánh 1: từ Tân Châu qua các mặt cắt 1, 2, 3, 4, 5, 6 đến Mỹ Thuận.

Nhánh 2: Từ Tân Châu qua các mặt cắt 1, 2, 3a (sau khi dòng chảy phân nhánh về Vàm Nao), 4, 5, 6 đến Mỹ Thuận.



Hình 4. Sơ đồ các vị trí dùng để phân tích

d. Ứng dụng mô hình

1) Giới thiệu mô hình

Mô hình MIKE11 là một modul trong bộ mô hình họ MIKE do Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI) lập cho mạng lưới kênh sông. MIKE 11 là một gói phần mềm kỹ thuật chuyên môn để mô phỏng lưu lượng, chất lượng nước và vận chuyển bùn cát ở cửa sông, sông, hệ thống tưới, kênh dẫn và các vật thể nước khác.

Hệ phương trình Saint-Venant một chiều mô tả dòng chảy trong kênh:

Phương trình liên tục

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \tag{1}$$

Phương trình động lượng

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial Z}{\partial x} + \frac{g|Q|Q}{ARC^2} = 0 \tag{2}$$

Phương trình liên tục bùn cát:

$$\frac{\partial Q_s}{\partial x} + B_0 \frac{\partial Y_s}{\partial t} + q_{sl} = 0 \tag{3}$$

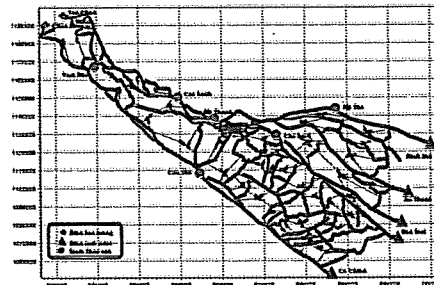
Van Rijn transport Model trong bộ mô hình Mike 11 được sử dụng để tính toán vận chuyển bùn cát.

Trong đó:

- Q: Lưu lượng qua mặt cắt ngang (m³/s).
- A: Diện tích mặt cắt dòng chảy (m²).
- Z: Mực nước so với cao độ chuẩn (m).
- q: Lưu lượng nhập lưu trên một đơn vị chiều dài sông (m²/s).
- C: Hệ số Chezy.
- R: Bán kính thủy lực (m).
- α: Hệ số sửa chữa động lượng.
- B₀: Chiều rộng của lòng sông (m).
- t: thời gian.
- Q_s: lưu lượng bùn cát (Kg/s).
- q_{sl}: lưu lượng đơn vị của bùn cát (Kg/s).

2) Sơ đồ tính

Sơ đồ tính được chi tiết hoá bao gồm toàn bộ mạng sông, kênh rạch chính có khả năng dẫn nước vào mùa lũ trong vùng nghiên cứu. Các số liệu dựa trên tài liệu địa hình từ Ủy Ban sông Mê Công dùng tính toán lũ cho vùng ĐBSCL. Sơ đồ tính được xây dựng tính toán bao gồm sông Tiền, sông Hậu và khu vực giữa hai sông.



Hình 5. Sơ đồ tính toán thủy lực mùa lũ

3) Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Chuỗi số liệu mực nước, lưu lượng mùa lũ từ tháng 7-11/2009 của các trạm thủy văn Vàm Nao, Cao Lãnh, Mỹ Thuận trên các sông Vàm Nao, sông Tiền được dùng để hiệu chỉnh mô hình thủy lực.

Sai số giữa số liệu thực đo và tính toán tại các trạm được đánh giá theo chỉ số Nash-Sutcliffe với kết quả về mực nước tại Vàm Nao, Cao Lãnh, Mỹ Thuận tương ứng là: 0,95, 0,91, 0,92 và lưu lượng tại Mỹ Thuận là 0,85.

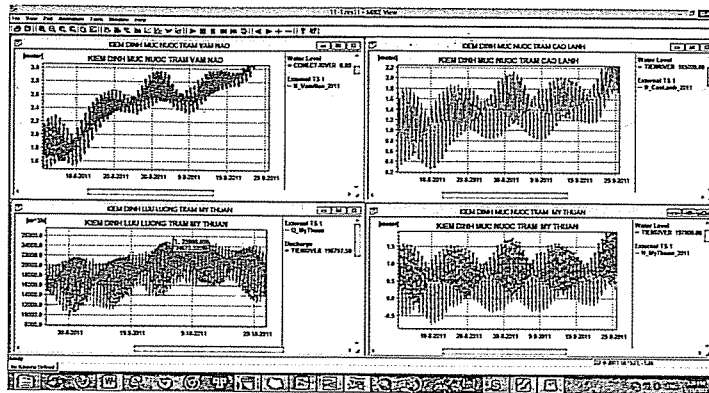
Kiểm định mô hình thủy lực: Sử dụng số liệu mực nước giờ thực đo mùa lũ tháng 7-11/2011 (trạm Vàm Nao, Cao Lãnh, Mỹ Thuận) và số liệu lưu lượng trạm Mỹ Thuận.

Kiểm định LLCLL: Sử dụng số liệu LLCLL tại trạm Vàm Nao, Mỹ Thuận. Các số liệu LLCLL tại hai trạm này được tính toán từ số liệu HLCLL và lưu lượng thực đo đã được Trung tâm sông Cửu Long chỉnh lý, chỉnh biên theo tiêu chuẩn của ngành Khí tượng Thủy văn.

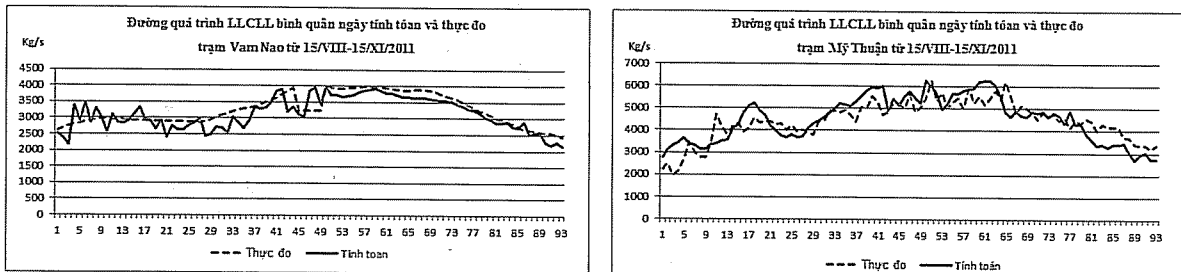
Kết quả kiểm định về thủy lực đánh giá theo chỉ

NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI

số Nash–Sutcliffe về mực nước tại Vàm Nao, Cao Lãnh, Mỹ Thuận tương ứng là 0,93; 0,96; 0,89 lưu lượng tại Mỹ Thuận là 0,80, phù sa tại Vàm Nao và Mỹ Thuận tương ứng là 0,58 và 0.57.



Hình 6. Kết quả kiểm định H tính toán với thực đo trạm Vàm Nao, Cao Lãnh, Mỹ Thuận và Q tính toán và thực đo trạm Mỹ Thuận



Hình 7. Kết quả kiểm định lưu lượng chất lơ lửng tại Vàm Nao, Mỹ Thuận

3. Kết quả và thảo luận

a. Diễn biến hàm lượng chất lơ lửng theo thời gian

Bảng 1. Hàm lượng chất lơ lửng trung bình tháng trạm Tân Châu và Mỹ Thuận (g/m^3)

Trạm	NĂM	Tháng											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Tân Châu	2009	41.0	39.1	30.0	<u>19.0</u>	23	65.7	193	206	206	<u>228</u>	119	54
	2010	14.3	12.4	9.2	7.8	6.7	<u>6.0</u>	13.8	168	<u>191</u>	172	108	83.3
	2011	12.7	12.5	14.1	14.0	<u>13.0</u>	98.9	140	<u>219</u>	194	161	95.1	61.3
Mỹ Thuận	2009	40.2	28.7	<u>27.2</u>	28.5	27.5	79.6	124	136	273	<u>315</u>	238	231
	2010	36.0	50.4	69.4	<u>14.4</u>	15.1	18.7	24.8	57.5	<u>138</u>	122	98.2	74.2
	2011	33.9	43.6	33.0	31.4	<u>28.1</u>	116	156	196	255	<u>263</u>	226	219

Theo tài liệu thực đo về HLCLL trung bình ngày của 3 năm 2009-2011 tại hai trạm Tân Châu và Mỹ Thuận đã thu thập được phân tích, cho một số kết quả như sau:

1) Diễn biến theo tháng

- Tại Tân Châu: HLCLL tháng nhỏ nhất và lớn nhất qua các năm là: $6,0g/m^3$ và $228g/m^3$. Hàm lượng

phù sa lơ lửng nhỏ nhất trong năm thường xuất hiện vào tháng 4 và lớn nhất trong năm xuất hiện từ tháng 8-10. Sự chênh lệch HLCLL chỉ thay đổi mạnh vào tháng 5, 6, 12, 1 vào những tháng khác thì sự chênh lệch giữa các tháng không lớn.

- Tại Mỹ Thuận: HLCLL tháng nhỏ nhất và lớn nhất qua các năm là: $14,4g/m^3$ và $315g/m^3$. Hàm lượng phù sa lơ lửng nhỏ nhất trong năm thường

xuất hiện vào tháng 4. Hàm lượng phù sa lơ lửng lớn nhất trong năm xuất hiện từ tháng 8-10. Sự chênh lệch HLCLL chỉ thay đổi mạnh vào tháng 5-6 (tăng mạnh), tháng 12-1 (giảm mạnh) còn những tháng khác thì sự chênh lệch giữa các tháng không lớn.

2) Sự thay đổi HLCLL hàng năm tại hai trạm gần liền với diễn biến và tính chất lũ hàng năm.

3) Diễn biến theo mùa: khu vực nghiên cứu có mùa cạn từ tháng 12 đến tháng 6 năm sau, và mùa lũ bắt đầu từ tháng 7 đến tháng 11.

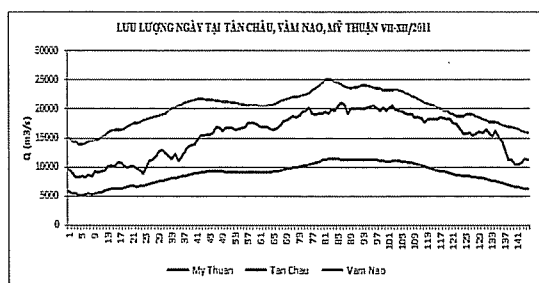
- Tại Tân Châu: Vào mùa cạn, hàm lượng chất lơ lửng giảm mạnh cuối mùa lũ và đầu mùa cạn. Vào mùa lũ, HLCLL tăng mạnh từ tháng 8 đến tháng 10.

- Tại Mỹ Thuận: Vào mùa cạn, HLCLL giảm mạnh vào cuối mùa lũ và đầu mùa cạn. Vào mùa lũ, HLCLL tăng mạnh từ tháng 8 đến tháng 10. Hàm lượng chất lơ lửng lớn nhất thường xuất hiện vào tháng 10. Sự dao động của HLCLL trong mùa lũ phụ thuộc rất nhiều diễn biến lũ hàng năm.

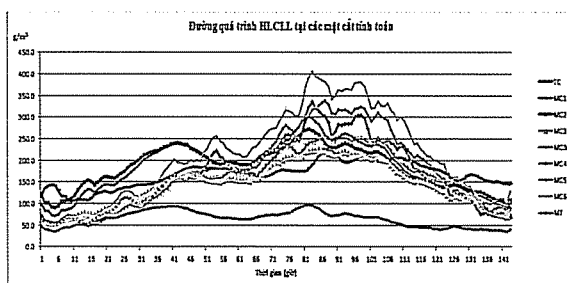
Chuỗi số liệu HLCLL trung bình ngày của các năm từ 2009-2011 tuy không đủ dài, nhưng nó cũng đại biểu được cho năm không lũ, lũ trung bình, lũ lớn. Từ đó cũng cho được bức tranh về diễn biến HLCLL theo thời gian, với kết quả phân tích, đánh giá từ số liệu thực đo liên tục trong 3 năm có độ tin cậy cao.

b. Diễn biến hàm lượng chất lơ lửng theo không gian

Diễn biến HLCLL trong sông theo thời gian khá phức tạp và phụ thuộc khá nhiều về chế độ thủy văn, các yếu tố khí tượng thủy văn. Với các đặc điểm nêu trên, để đơn giản trong phân tích, các kết quả tính toán mô phỏng sẽ được đánh giá theo các giá trị trung bình ngày, tháng của các tháng mùa lũ (các tháng này có dòng chảy lũ khá lớn). Kết quả tính toán từ mô hình là LLCLL được tính toán và chuyển đổi sang HLCLL trên đoạn sông từ Tân Châu đến Mỹ Thuận tại 6 vị trí mặt cắt tính toán.



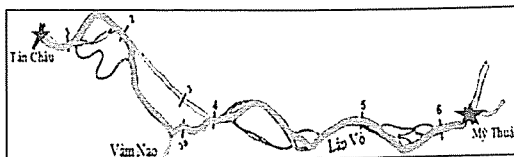
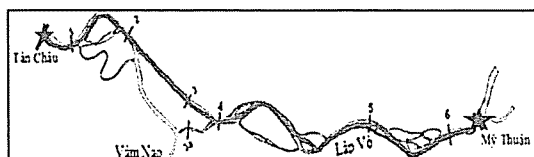
Hình 8. Đường quá trình lưu lượng trung bình ngày các tháng mùa lũ năm 2011

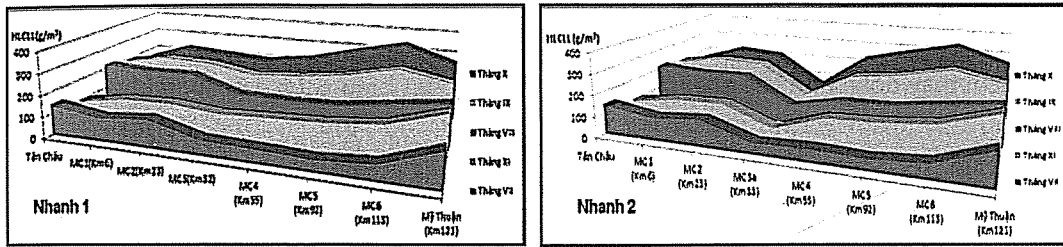


Hình 9. Đường quá trình HLCLL trung bình ngày các tháng mùa lũ năm 2011 từ Tân Châu đến Mỹ Thuận

Bảng 2. Kết quả tính toán hàm lượng phù sa (g/m³) trung bình tháng các tháng mùa lũ năm 2011 tại các mặt cắt từ Tân Châu đến Mỹ Thuận.

Tháng	Tân Châu (Km0)	MC1 (Km6)	MC2 (Km23)	MC3 (Km48)	MC3a (Km46)	MC4 (Km55)	MC5 (Km92)	MC6 (Km113)	Mỹ Thuận (Km121)
VII	140.0	107.9	127.8	69.5	52.8	61.7	52.7	70.2	156.0
VIII	219.0	206.6	211.2	137.6	83.0	131.9	135.8	167.0	196.0
IX	194.0	226.1	217.9	179.2	75.0	194.7	223.5	271.6	225.0
X	161.0	232.8	215.3	201.9	67.7	232.9	289.1	340.0	263.0
XI	95.1	127.5	132.4	111.2	42.0	120.5	129.8	153.0	226.0





Hình 10. Diễn biến HLCLL trung bình các tháng mùa lũ năm 2011 từ Tân Châu đến Mỹ Thuận.

Các kết quả tính toán diễn biến hàm lượng phù sa từ Tân Châu đến Mỹ Thuận được phân tích theo ngày, tháng, mùa cho các kết quả như sau:

1) Diễn biến theo ngày

Với diễn biến HLCLL trung bình ngày của các tháng mùa lũ thay đổi có dạng đường tương tự đường quá trình lưu lượng bình quân ngày các tháng mùa lũ nhưng mức độ dao động trong từng đoạn sông có khác nhau trong cả hai nhánh sông.

2) Diễn biến theo tháng

- Nhánh 1: Trong giai đoạn đầu mùa lũ (tháng 7, 8): HLCLL biến động ở đoạn đầu từ Tân Châu đến MC3, sau MC3 đến MC4 giảm, sau đó tăng tại MC5, MC6 về đến Mỹ Thuận. Giai đoạn mùa lũ: với dòng chảy lũ biến đổi nhiều trong tháng 9, 10 nên HLCLL từ Tân Châu đến MC1 có tăng (khu vực bị xói lở), sau đó giảm dần về đến MC4, sau MC4 về đến MC6 tăng mạnh sau đó giảm về đến Mỹ Thuận. Với giai đoạn mùa lũ chính vụ các MC5, MC6 có HLCLL tăng mạnh. Điều này cũng có thể lý giải rằng với dòng chảy lũ tăng ở giai đoạn này, ngoài HLCLL từ Tân Châu đưa về đến MC4, trong đoạn sau MC4, MC5, MC6 là đoạn có nhiều khu vực bị xói lở, hình thái đoạn sông phức tạp, đồng thời có nhiều "hói", nhiều cù lao làm dòng chảy đổi hướng liên tục gây nên các xoáy cục bộ, đồng thời khu vực đoạn sông này trong mùa lũ cũng vẫn ảnh hưởng triều mạnh, tổng hợp các lý do trên có thể lý giải đó là nguyên nhân làm tăng HLCLL về đến Mỹ Thuận. Giai đoạn lũ rút: với giai đoạn này diễn biến HLCLL trên đoạn sông

không có thay đổi lớn.

- Nhánh 2: Các giai đoạn đầu mùa lũ (tháng 7, 8), giai đoạn lũ chính vụ, giai đoạn lũ rút. Diễn biến HLCLL ở đoạn đầu từ Tân Châu đến MC3a cũng tương tự như nhánh 1 và biến động rất rõ nét là sau MC3a, HLCLL giảm rất mạnh. Theo các kết quả nghiên cứu trước đây, sau Tân Châu, khoảng 39% lượng nước sông Tiền được chuyển sang sông Hậu, với lượng nước này cũng đủ mang theo một lượng cát bùn đáng kể để chuyển sang sông Hậu qua sông Vàm Nao, đó cũng là nguyên nhân cho thấy kết quả HLCLL giảm khá rõ tại MC3a (sau nhánh Vàm Nao).

Kết quả tính toán diễn biến HLCLL trên đoạn sông cho thấy bức tranh diễn biến HLCLL trên đoạn sông không hoàn toàn giống như lưu lượng dòng chảy là giảm dần về hạ lưu, mà có sự tăng, giảm trong từng đoạn sông.

4. Kết luận

- Kết quả về diễn biến HLCLL theo thời gian rất rõ nét phù hợp với các nghiên cứu trước đây. Việc nghiên cứu đánh giá diễn biến HLCLL trên đoạn sông bằng mô hình toán là phù hợp, kết quả cho ta một bức tranh diễn biến HLCLL khá phức tạp trên một đoạn sông này (về không gian).

- Cần phát triển nghiên cứu chi tiết hơn nữa về diễn biến phù sa trên đoạn sông này với mô hình 2D để cho thấy rõ hơn diễn biến HLCLL trên đoạn sông nhằm phục vụ khai thác HLCLL trên đoạn sông này.

Tài liệu tham khảo

1. DHI-Water & Environment (August, 2004). "MIKE11-a modelling system for Rivers and Channels-Short Introduction and Tutorial" - Denmark Hydraulics Institute.
2. DHI-Water & Environment (August, 2004). "MIKE11-a modelling system for Rivers and Channels-Reference Manual" - Denmark Hydraulics Institute.
3. DHI-Water & Environment (August, 2004). "MIKE11-a modelling system for Rivers and Channels -Users Manual" - Denmark Hydraulics Institute.
4. Đỗ Văn Toán-Đỗ Hữu Thành (1999), "Thủy văn ứng dụng", Nhà xuất bản Giáo dục năm 1999.
5. GS.TS. Hà Văn Khôi (2003), "Giáo trình Động lực học sông ngòi", Bộ Thủy lợi, Trường Đại học Thủy lợi, Nhà xuất bản Nông Nghiệp.
6. PGS.TS. Lê Đình Thành (2005), "Vai trò của Biển Hồ đối với chế độ dòng chảy hạ lưu sông MeKong", trang 24-28, Tạp chí khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi Trường số 14, 8-2006.
7. PGS. TS. Lê Sâm, "Thủy nông ở Đồng bằng sông Cửu Long", Nhà xuất bản Nông nghiệp.
8. GS. Ngô Đình Tuấn (1998), "Phân tích thống kê trong thủy văn", Nhà xuất bản Nông nghiệp.
9. TS. Phạm Thị Hương Lan (2007), "Bài giảng Bùn cát sông ngòi và bồi lắng hồ chứa", Bộ Thủy lợi, Trường Đại học Thủy lợi.
10. TS. Phan Văn Hoặc (1996), "Đặc điểm cơ bản khí hậu đồng bằng sông Cửu Long", Thành phố Hồ Chí Minh năm 1996.
11. TS. Phan Văn Hoặc (1996), "Đặc điểm cơ bản khí hậu đồng bằng sông Cửu Long", Thành phố Hồ Chí Minh năm 1996.
12. Th.S. Trần Quang Minh (2011), "Nghiên cứu diễn biến hàm lượng phù sa lơ lửng trên sông Tiền, từ Tân Châu đến Mỹ Thuận", Phân viện KTTV&MT phía Nam.