

# DIỄN BIẾN HÌNH THÁI HỌC CỦA CỬA SÔNG CỔ CHIÊN VÀ CUNG HẦU, THUỘC HỆ THỐNG SÔNG CỬU LONG, VIỆT NAM

Lê Thị Hòa Bình<sup>1</sup>, Lê Trung Thành<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** *Quá trình diễn biến hình thái học của vùng cửa sông là một hiện tượng phức tạp và chịu sự tác động bởi các yếu tố tự nhiên cũng như con người. Cửa sông Cổ Chiên, Cung Hầu thuộc nhánh sông Tiền là cửa ngõ huyết mạch, có vai trò quan trọng trong việc giao thông, thoát lũ và truyền triều của các tỉnh Vĩnh Long, Trà Vinh và Bến Tre. Trong nhiều năm trở lại đây, tình hình bồi lắng xói lở diễn ra hết sức phức tạp tại khu vực này, điển hình là sự dâng cao của địa hình đáy sông, sự hình thành các bãi bồi và các cù lao mới, bên cạnh đó là sạt lở bờ cũng diễn ra tương đối mạnh và đe dọa đến các hoạt động kinh tế cũng như cuộc sống người dân địa phương. Với đặc trưng của cửa sông vùng triều, các nhân tố như dòng chảy thượng lưu, thủy triều, sóng, bùn cát được cho là các nguyên nhân chính gây ra quá trình biến đổi hình thái trên. Để nghiên cứu diễn biến hình thái học cũng như quá trình bồi lắng và xói lở ở hai cửa Cổ Chiên và Cung Hầu, mô hình Mike 21 đã được lựa chọn để áp dụng, mô hình là sự kết hợp của mô hình thủy động lực học, mô hình sóng và mô hình vận chuyển bùn cát, vì vậy rất phù hợp với vùng nghiên cứu là cửa sông và ven biển.*

**Từ khóa:** Cổ Chiên, Cung Hầu, cửa sông, diễn biến hình thái, Mike 21.

## 1. TỔNG QUAN

Sông Cổ Chiên - nhánh chính phía nam của sông Tiền - chảy qua địa phận các tỉnh Vĩnh Long, Bến Tre và Trà Vinh. Con sông này có chiều dài khoảng 82km là ranh giới tự nhiên giữa các tỉnh Vĩnh Long, Trà Vinh và tỉnh Bến Tre. Sông Cổ Chiên đổ ra Biển Đông qua hai cửa là Cổ Chiên và Cung Hầu. Xen giữa hai cửa sông này là cù lao Thủ với chiều dài 17km và diện tích lên đến 44km<sup>2</sup> nằm trên địa bàn hai huyện Châu Thành và Cầu Ngang, tỉnh Trà Vinh. Trong khu vực cửa sông Cổ Chiên và Cung Hầu ngoài các cù lao đã có từ lâu đời như cù lao Phụng, Long Trị, Cò, v.v...bên cạnh đó có sự xuất hiện của các cù lao mới hình thành như cù lao Năng, Nghêu, và cù lao Thủy Tiên (Hình 1). Sự xuất hiện của các cù lao và bãi bồi mới trong thời gian gần đây cho thấy sự diễn biến hình thái cũng như quá trình bồi lắng và xói lở diễn ra tại khu vực này là hết sức phức tạp và đáng được quan tâm.

Thực tế, diễn biến hình thái của các cửa sông có ảnh hưởng tích cực và tiêu cực đến môi trường và nền kinh tế, điển hình như sự phát

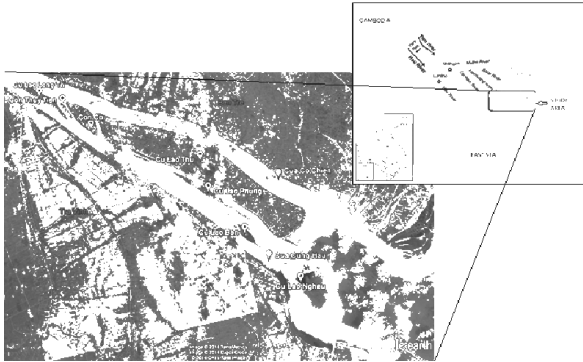
triển của nông nghiệp, thủy sản địa phương. Xói lở sẽ làm giảm diện tích đất và thậm chí gây tổn hại đến đời sống của người dân vùng lân cận, trong khi đó bồi lắng lại làm tăng diện tích đất phù sa hoặc mở rộng các cù lao, cồn cát, và bãi cát dọc sông và ven biển. Tuy nhiên, bồi lắng cũng có thể gây ra vấn đề nghiêm trọng đến tài nguyên nước và giao thông thủy. Những nghiên cứu như Gottschalk (1958) và Julien (1998) đã chỉ ra là nắm vững quá trình bồi lắng thực sự là thách thức đáng kể và là mối quan tâm hàng đầu đối với việc bảo tồn, phát triển và sử dụng bền vững tài nguyên đất và nước.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Mục tiêu nghiên cứu là chế độ thủy động lực học và vận chuyển bùn cát vùng cửa sông ảnh hưởng triều (Cổ Chiên và Cung Hầu) nơi mà các nhân tố như dòng chảy thượng lưu, thủy triều và bùn cát có khả năng chi phối lớn tới sự biến đổi hình thái sông. Chính vì thế, mô hình MIKE 21/3 Couple Model FM sẽ được áp dụng. MIKE 21/3 Couple Model FM là một gói mô hình 2D và 3D dùng để tính toán và mô phỏng dòng chảy, sóng, vận chuyển bùn cát, quá trình diễn biến hình thái học và môi trường ở cửa sông.

<sup>1</sup> Trường Đại học Thủy lợi – cơ sở 2.

Mô hình thủy động lực học và vận chuyển bùn cát dựa trên phương pháp tiếp cận lưới linh hoạt, và sử dụng thuật giải thể tích hữu hạn. Các yếu tố lưới phi cấu trúc có thể là hình tam giác hoặc tứ giác. Do mạng lưới thường không đều và độ phân giải hay biến đổi nên phiên bản lưới linh hoạt đặc biệt thích hợp cho mô hình khu vực lớn và phức tạp, đồng thời yêu cầu độ phân giải chi tiết như trong trường hợp nghiên cứu cửa sông Cổ Chiên và Cung Hầu.



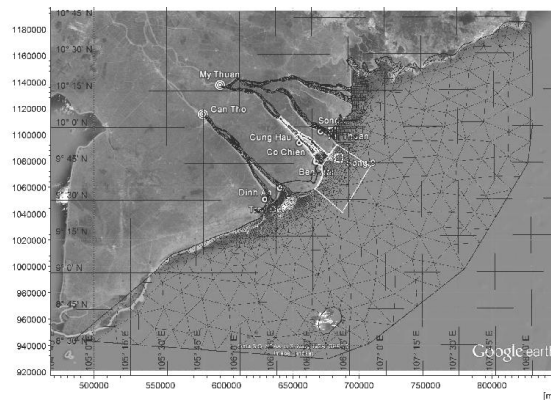
Hình 1: Các cửa sông Cửu Long và khu vực nghiên cứu

### 3. XÂY DỰNG MÔ HÌNH NGHIÊN CỨU VÀ KIỂM ĐỊNH TÍNH PHÙ HỢP CỦA MÔ HÌNH

Để đánh giá được diễn biến hình thái sông khu vực cửa Cổ Chiên và Cung Hầu và mô tả đầy đủ các yếu tố chính bao gồm dòng chảy thượng nguồn, sóng và thủy triều cũng như dòng chảy biển, hai mô hình đã được xây dựng bao gồm: mô hình lớn bao trùm toàn bộ các cửa sông Mê Kông, sông Sài Gòn - Đồng Nai và một phần thuộc khu vực biển Đông (Hình 2)- đảm bảo mô phỏng đầy đủ các yếu tố chính, và mô hình nhỏ xây dựng cho khu vực cửa sông Cổ Chiên và Cung Hầu với kích cỡ ô lưới nhỏ hơn - dùng để nghiên cứu chi tiết. Trong mô hình lớn, số liệu đo đặc lưu lượng và nồng độ bùn cát thực tế của hai trạm thủy văn Mỹ Thuận và Cần Thơ sẽ được chọn làm biên thượng lưu, và biên hạ lưu là mực nước triều thuộc biển Đông có phạm vi được mở rộng tới hai trạm thủy văn là Bạch Hổ và Côn Đảo (có số liệu sóng đo đặc đầy đủ). Trong khi đó số liệu gió từ trạm thủy văn Vũng Tàu được

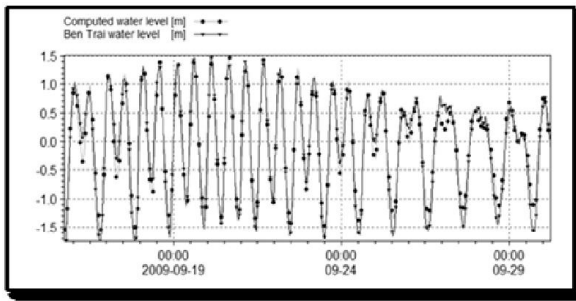
sử dụng tính toán trong mô hình này. Theo nghiên cứu của Wolanski 1995, bùn cát lơ lửng tại khu vực nghiên cứu có đường kính trung bình của hạt giới hạn từ 4 tới 8  $\mu\text{m}$  vậy nên vận tốc lắng chìm được chọn là 0.1 mm/s. Về mô phỏng địa chất đáy, căn cứ vào số liệu khảo sát địa chất tại vùng này năm 2009 của SIWRR và các nghiên cứu về xói lở của Van Rijn 1993, Mehta and Partheniades 1975, đáy vùng nghiên cứu được thiết lập với 3 lớp gồm: một lớp bùn lờng, tiếp theo là lớp bùn đang cố kết và cuối cùng là lớp cố kết hoàn toàn. Tương ứng với các ứng suất tiếp xói tới hạn là  $0.1\div 0.2 \text{ N/m}^2$ ,  $0.4\div 0.6 \text{ N/m}^2$ , và  $1\div 1.5 \text{ N/m}^2$ . Sau khi kiểm định tính chính xác của mô hình, kết quả của mô hình lớn được sử dụng làm điều kiện đầu vào cho mô hình nhỏ. Lúc này, các yếu tố chính như đã đề cập ở trên sẽ được mô phỏng kỹ lưỡng, và các kết quả đặc trưng về chế độ thủy động lực, vận chuyển bùn cát sẽ được phân tích cụ thể.

Để đánh giá ảnh hưởng của đặc trưng biến đổi dòng chảy theo mùa đến diễn biến hình thái cửa sông, ba tháng mùa lũ năm 2000 (mùa lũ lớn nhất) và ba tháng mùa kiệt năm 2005 (mùa kiệt nhất trong 10 năm trở lại đây) sẽ được chọn để mô phỏng và đi sâu nghiên cứu.

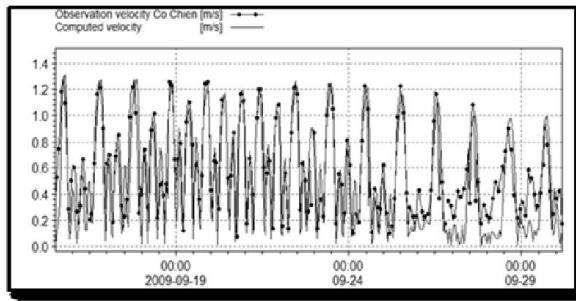


Hình 2: Lưới mô hình lớn bao trùm các cửa sông Mê Kông và một phần biển Đông

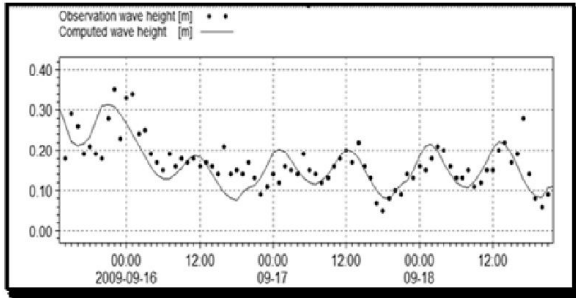
Việc kiểm định của hai mô hình đã được sử dụng với các tài liệu thực đo về mực nước, vận tốc, sóng và hàm lượng bùn cát lơ lửng được thu thập trong tháng 9 năm 2009 bởi SIWRR. Kết quả tính toán và thực đo của mực nước và vận tốc được trình bày trong hình 3,4,5,6.



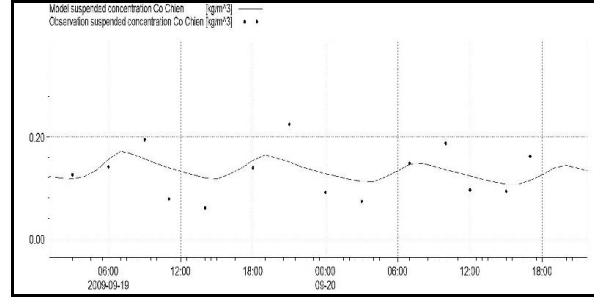
Hình 3. Kết quả mô phỏng mực nước tại Bến Trại (Hình 2)



Hình 4. Kết quả mô phỏng vận tốc tại Cổ Chiên



Hình 5. Kết quả mô phỏng độ cao sóng tại trạm 9 (xem hình 2)



Hình 6. Kết quả mô phỏng hàm lượng bùn cát lơ lửng tại Cổ Chiên

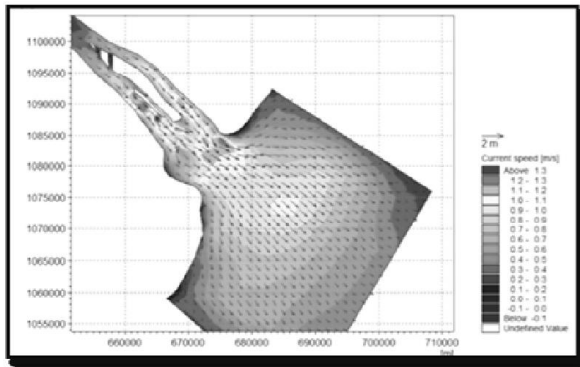
Dựa vào đó, dễ dàng nhận thấy có sự tương quan tốt giữa tính toán và thực đo. Sai số quân phương đối với mực nước là 0.17 m, và đối với vận tốc là 0.28 m/s. Hình 5 là kết quả mô phỏng chiều cao sóng tại trạm 9 (phía bắc cửa Cổ Chiên) trong thời đoạn 15 ngày cuối tháng 9 năm 2009 cùng với số liệu đo đạc. Có thể nhận thấy chuỗi số liệu thực đo và chuỗi kết quả mô hình có chung một xu thế dao động, sự chênh lệch giữa hai chuỗi số liệu này cũng khá nhỏ, giá trị sai số quân phương được tính dựa theo sóng tính toán và sóng thực đo là 0.026 m, giá trị sai số lớn nhất là vào khoảng 0,08m, tuy nhiên đây là điểm ngoại lai nằm ngoài dao động, do đó kết quả này có thể chấp nhận được, vậy mô hình sóng sẽ được áp dụng mô phỏng trong phần tính toán nghiên cứu. Tiếp theo là kiểm định cơ chế vận chuyển bùn cát, nồng độ bùn cát lơ lửng tính toán và thực đo tại cửa sông Cổ Chiên được thể hiện trong hình 6, mặc dù có cùng dao động nhưng sự khác biệt giữa hai chuỗi số liệu thực đo và kết quả tính toán là có, giá trị sai số lớn nhất vào khoảng  $0,08\text{kg/m}^3$ , sự sai lệch này do thiếu số liệu thực đo ở thượng lưu

vi vậy số liệu đầu vào mô hình phải lấy theo giá trung bình nhiều năm. Tóm lại, với kết quả kiểm chứng đã đạt được có thể kết luận là: các mô hình đã xây dựng hoàn toàn có thể sử dụng để mô phỏng chế độ thủy động lực và quá trình vận chuyển bùn cát của vùng nghiên cứu.

#### 4. ÁP DỤNG MÔ HÌNH VÀ KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

##### 4.1. Dòng chảy

Kết quả từ mô hình cho thấy, vào mùa lũ, cả hai nhánh Cổ Chiên và Cung Hầu đều truyền tải một lượng lớn nước từ thượng lưu xuống hạ lưu, do đó vận tốc dòng chảy vào mùa lũ lớn hơn mùa kiệt từ 2 đến 3 lần (hình 7 và 8). Vận tốc dòng chảy lớn còn được duy trì ra khỏi khu vực cửa sông và ra đến tận biển. Kết quả tính toán cũng thể hiện lượng nước trao đổi qua cửa Cổ Chiên chiếm ưu thế hơn so với cửa Cung Hầu. Lượng nước của sông Cổ Chiên chảy qua hai cửa sông trong mùa lũ năm 2000 là 53.3 % và 46.7 % lần lượt tại Cổ Chiên và Cung Hầu trong khi đó vào năm 2005 tỷ lệ phần trăm là 50.9 % tại Cổ Chiên và 49.1 % tại Cung Hầu.

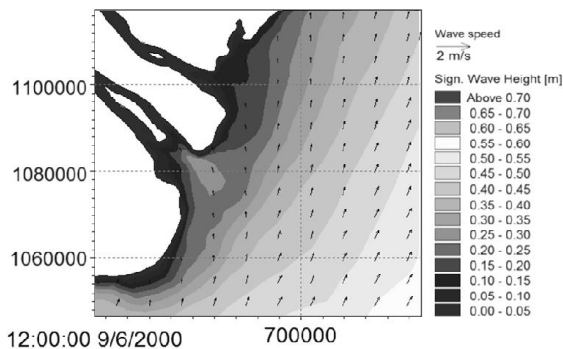


Hình 7. Trường động lực dòng chảy mùa lũ

Trong nghiên cứu của Nguyễn Anh Đức 2008 lượng nước phân phối qua hai cửa Cồ Chiên và Cung Hầu lần lượt là 51 % và 49 %. Ngoài ra, mô hình SALO89 (được sử dụng bởi NEDECO, 1991) mô phỏng tỷ lệ phân phối dòng chảy của nhánh Cồ Chiên và Cung Hầu là 60 % và 40%. Như vậy, kết quả từ mô hình khá phù hợp với các nghiên cứu trước đó.

#### 4.2. Sóng

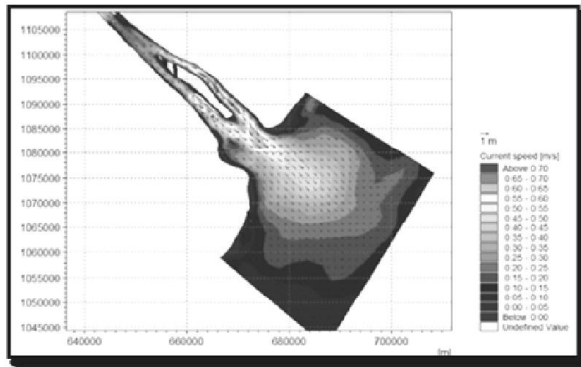
Các kết quả từ mô hình sóng cho thấy sự ảnh hưởng của gió mùa đối với sóng là rất đáng kể. Trong mùa gió Đông Bắc (năm 2005), hướng sóng chính trùng với hướng gió mùa (Đông Bắc).



Hình 9. Chiều cao sóng tính toán mùa lũ

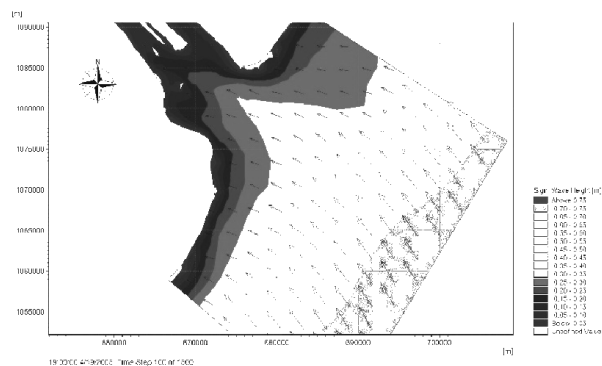
#### 4.3 Quá trình vận chuyển bùn cát

Vào mùa lũ, hai nhánh sông Cồ Chiên và Cung Hầu truyền tải lượng nước kèm theo lượng bùn cát lớn hơn nhiều so với mùa kiệt. Kết quả tính toán cho thấy hàm lượng bùn cát



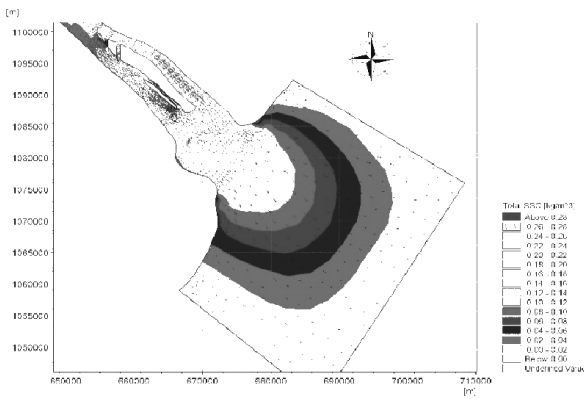
Hình 8. Trường động lực dòng chảy mùa kiệt

Chiều cao sóng lớn nhất xa bờ có thể đạt tới 1-3 m. Khi vào gần bờ, sóng có hướng vuông góc với bờ và chiều cao sóng giảm nhanh nằm trong khoảng từ 0.4 đến 0.6 m. Điều này còn cho thấy, vào mùa gió Đông Bắc, sóng và dòng chảy ven bờ do sóng chiếm ưu thế hơn so với dòng chảy từ thượng lưu tại khu vực ven biển (Hình 10). Ngược lại, đối với mùa lũ, sóng chủ yếu theo hướng Tây và Tây Nam, giá trị chiều cao sóng ven bờ chỉ nằm trong khoảng 0.12 đến 0.48 m, trong khi đó sóng xa bờ có chiều cao khoảng 0.60 m. Tại khu vực cửa sông, dòng chảy lũ từ thượng lưu gần như lấn áp hoàn toàn dòng chảy do sóng (Hình 9).



Hình 10. Chiều cao sóng tính toán mùa kiệt

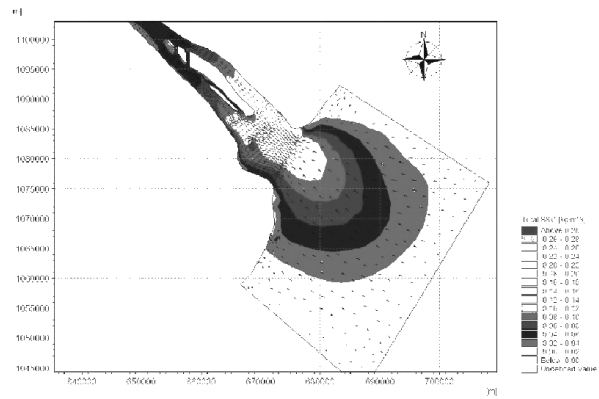
lơ trung bình trong mùa lũ dao động từ  $0.12 \div 0.25 \text{ kg/m}^3$ , lớn hơn mùa kiệt từ 2 đến 4 lần, lượng bùn cát mùa lũ trung bình đạt giá trị trong khoảng  $0.05 \div 0.07 \text{ kg/m}^3$  (Hình 11 và 12).



Hình 11. Nồng độ bùn cát lơ lửng mùa lũ

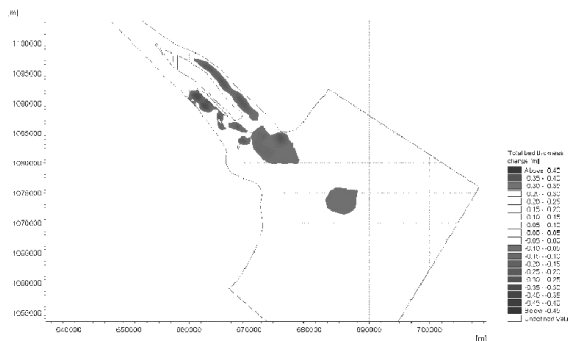
Kết quả biến đổi hình thái đáy của hai nhánh sông cho thấy, sự xói mòn xảy ra đáng kể ở lòng sông và có xu hướng mạnh hơn, rộng hơn đối với nhánh Cổ Chiên. Trong khi đó ở nhánh Cung Hầu, bùn cát bị bồi lắng ở đáy sông và cả hai bên bờ sông. Giải thích cho hiện tượng này là do tác động tổng hợp của dòng chảy trong sông, thủy triều và sóng cộng với địa hình nhánh Cổ Chiên hẹp và sâu hơn, dòng chính lại chảy qua nhánh này nên sự xói lở lòng sông diễn ra mạnh mẽ hơn so với nhánh Cung Hầu.

Đối với khu vực cửa sông, sự xói mòn diễn ra mạnh mẽ cả trong mùa lũ lẫn mùa kiệt, và có



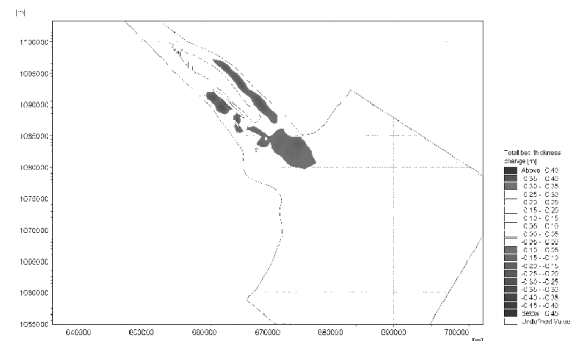
Hình 12. Nồng độ bùn cát lơ lửng mùa kiệt

hướng chệch về phía cửa Cổ Chiên. Nguyên nhân chính dẫn đến sự xói mòn này có thể chia ra hai nguyên nhân: thứ nhất là dòng chảy từ nhánh Cung Hầu đi ra cửa sông gặp cù lao Nghêu chặn lại do đó dòng chảy bị đẩy ra xa và chệch lên phía bờ tả của cửa Cổ Chiên; thứ hai có thể kể đến tác động của thủy triều lên địa hình cửa sông tạo thành các rãnh triều rút khi triều xuống làm cho khu vực cửa sông xói mạnh. Phía bờ hữu cửa Cung Hầu (thuộc xã Mỹ Long, huyện Cầu Ngang), sự bồi lắng cũng diễn ra mạnh mẽ, khoảng 20 đến 25 cm trong vòng ba tháng (Hình 13 và 14).



Hình 13. Biến đổi hình thái đáy mùa lũ

Sự bồi lắng được hình thành chủ yếu do dòng chảy trong sông mang hàm lượng bùn cát lớn từ thượng lưu đổ ra cửa biển, đến khu vực cửa sông gặp dòng nước biển từ phía Bắc chảy xuống (và đã vượt qua cửa Cổ Chiên), sự giao thoa này làm giảm năng lượng cũng như vận tốc của dòng chảy, dẫn đến hiện tượng bùn cát bồi



Hình 14. Biến đổi hình thái đáy mùa kiệt

lấp nhanh chóng tại cửa sông. Kết quả này khá tương đồng với hình ảnh viễn thám theo nghiên cứu của Vũ Kiên Trung năm 2001 (hình 15) và tài liệu điều tra cơ bản về tình hình bồi lắng và xói lở ở ĐBSCL thực hiện bởi Viện khoa học Thủy lợi miền nam năm 2002 (hình 16) và nghiên cứu của Lê Trung Thành, 2013.

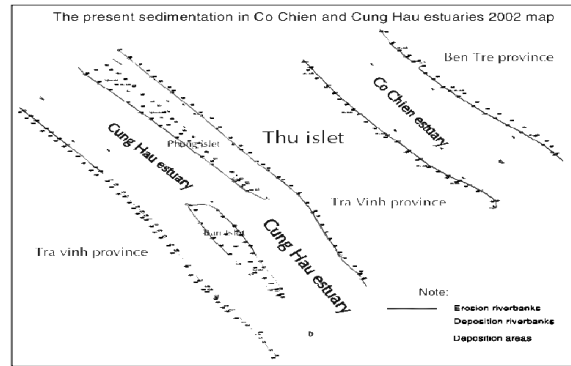


Hình 15. Ảnh viễn thám khu vực cửa sông Cung Hầu

Đối với các cù lao và bãi bồi nằm giữa hai cửa sông, sự bồi lắng xảy ra đáng kể ở đuôi các cù lao, tạo ra khả năng sáp nhập các cù lao lại với nhau (Ví dụ cù lao Phụng có khả năng nhập với cù lao Thủ, cù lao Long Trị nhập với cồn Thủy Tiên). Sự bồi lắng này còn tạo nên sự mở rộng diện tích các cù lao (Ví dụ cù lao Nghêu) hay việc hình thành nên các bãi bồi và cù lao mới (phía bờ hữu cửa Cung Hầu). Riêng đối với cù lao Bàn, sự xói lở diễn ra xung quanh cù lao với tốc độ khoảng 15÷ 20 cm trong 3 tháng, tốc độ xói này ảnh hưởng đến sự tồn tại của cù lao Bàn trong tương lai.

### 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Với kết quả từ mô hình cho thấy sự bồi lắng và xói lở ở khu vực cửa sông Cổ Chiên và Cung Hầu là vấn đề thực tế đáng được quan tâm. Sự xói lở mạnh mẽ ở lòng sông và cửa sông đi song song với sự bồi lấp hình thành các bãi bồi mới và xu hướng sáp nhập giữa các cù lao cho thấy diễn biến hình thái sông ở khu vực này ngày càng phức tạp và mạnh mẽ. Xói lở và bồi lắng ảnh hưởng trực tiếp đến lòng dẫn tự nhiên của sông, dòng chảy sông, sự thoát lũ hay việc giao thông đi lại trên khu vực cửa sông. Bên cạnh đó, quá trình bồi lắng xói lở còn ảnh hưởng trực tiếp đến đời sống người dân xung quanh, ảnh hưởng đến diện tích canh tác nông nghiệp và thủy sản,



Hình 16. Diễn biến bồi lắng và xói lở tại cửa Cổ Chiên và Cung Hầu năm 2002

vốn là thế mạnh của người dân khu vực cửa sông Cổ Chiên và Cung Hầu. Để khắc phục phần nào hiện tượng này, các công trình thủy lợi phù hợp cần được xây dựng để bảo vệ khu vực sạt lở, kết hợp với việc trồng các loại cây ngập mặn để giữ đất và bảo vệ môi trường. Đối với những khu vực bị bồi lắng nghiêm trọng cần có biện pháp cải tạo tuyến luồng như nạo vét, biện pháp công trình thu hẹp dòng chảy tăng lưu tốc dẫn tới giảm sự bồi lắng. Bên cạnh đó, cần kết hợp với các nghiên cứu phía thượng nguồn để thấy được sự ảnh hưởng từ những công trình thủy lợi thượng nguồn sông Mê Kông đến hình thái cửa sông Cổ Chiên và Cung Hầu và có kế hoạch khắc phục lâu dài, cụ thể hơn. Một điều quan trọng nữa là biến đổi khí hậu và nước biển dâng cần được xem xét vì ảnh hưởng của vấn đề này lên đồng bằng sông Cửu Long nói chung và khu vực cửa sông Cổ Chiên, Cung Hầu nói riêng là khá nghiêm trọng. Vấn đề này có thể sẽ được đề cập tới trong một nghiên cứu khác.

Bên cạnh kết quả đạt được, nghiên cứu này vẫn còn tồn tại một số hạn chế do số liệu đo đạc thủy hải văn và khảo sát địa chất còn thiếu dẫn đến mô hình được thiết lập chỉ chủ yếu mô phỏng được các yếu tố đặc trưng theo mùa. Để có những nghiên cứu sâu hơn cần thêm thời gian thu thập số liệu cũng như hoàn thiện mô hình.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. SIWRR, Vietnam. (2002, 2009). Điều tra cơ bản tại Sông Tiền và Sông Hậu.
- [2]. Van Rijn, L.C., “Principles of sediment transport in Rivers, Estuaries and Coastal Seas”., 1993
- [3]. Wolanski et al., Fine-sediment Dynamics in the Mekong River Estuary, Vietnam. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 1995
- [4]. Mehta and Partheniades., An investigation of the depo-sitional properties of flocculated fine sediments. Journal of Hydraulic Research, 1975
- [5]. Thanh Letrung, et al., (2013): “Morphology evolution of the CuaDai Estuary, Mekong River, southern Vietnam”, Journal of Hydrologic Engineering. Vol. 18, No. 9, September 1, 2013. © ASCE, ISSN 1084-0699/2013/9-1122-1132.
- [6]. Nguyen, A.D, 2008. “Salt Intrusion, Tides and Mixing in Multi-channel Estuaries”. Doctoral thesis, Delt University of Technology.
- [7]. Vu, K.T., (2009). Nghiên cứu đề xuất giải pháp tổng hợp khai thác bền vững các bãi bồi ven biển khu vực từ cửa Tiểu đến cửa Định An.
- [8]. Gottschalk, L. C. (1977). “Predicting erosion and sediment yields.” Intern. Union of Geodesy and Geophysics, Association of Scientific Hydrology. XI General Assembly, Toronto, Canada, Tome I, Vol. 1, 146-153.
- [9]. Julien, P. Y. (1998). “Erosion and sedimentation”. Cambridge University Press, Cambridge, New York.

### Abstract:

#### **MORPHOLOGICAL EVOLUTION OF THE COCHIEN AND CUNGHOU ESTUARY, MEKONG RIVER, VIETNAM**

*The process of morphological evolution of estuaries – adjoin river to sea - is a complex phenomenon influenced by natural factors as well as human activities. The Cochien and Cunghau Estuary belong to the Tien River, which play an important role in transportation, drainage and tidal flooding in the provinces of Vinh Long, Tra Vinh and Ben Tre. In recent years, the erosion and deposition occur complexly in this area followed by the riverbed rise, sandbar and islet formation, riverbank erosion, which threatening the economic activity and the local people lives. Factors such as flow, tides, waves, sediment are reputed to be the main causes of the morphological changes of the estuarine zone. Mike Model 21/3 model- a combined hydrodynamic, spectral wave and sediment transport model- is applied to simulate this process. The results of this model will be analyzed to assess the morphological evolution as well as erosion and accretion process in the Chien and Cung Hau Estuary.*

**Key words:** Cochien, Cunghau, estuary, morphological evolution.

---

Người phản biện: **PGS.TS. Nghiêm Tiên Lam**

BBT nhận bài: 27/8/2014

Phản biện xong: 18/9/2014