

MÔ HÌNH KHÁI NIỆM ĐỂ ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG TIẾP CẬN KHU VỰC ƯƠNG TỰ NHIÊN CỦA CÁC LOÀI TÔM SỬ DỤNG CÔNG NGHỆ GIS VÀ VIỄN THÁM

Trương Ngọc Phương¹

¹ Khoa Môi trường & Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 15/10/2014

Ngày chấp nhận: 26/02/2015

Title:

Conceptual model for evaluating accessibility of shrimp species to mangrove forest using GIS and remote sensing

Từ khóa:

Khả năng tiếp cận, ương tự nhiên, các loài tôm, rừng ngập mặn, GIS, viễn thám

Keywords:

Accessibility, natural nursery, shrimp species, mangrove forests, GIS, remote sensing

ABSTRACT

Estuarine mangroves are favorable nurseries of many shrimp species. These nurseries maintain and increase marine shrimp population that provides an important wild broodstock for shrimp hatching and aquaculture industry. The main aim of this study was to evaluate shrimps' accessibility to mangrove forest. Literature review was done to define the main influenced factors on shrimps' access to mangrove (i.e. hydrological and geographical factors). The evaluation model was built at two different levels of geographical boundary, the space and time scale and other influenced factors; the main components and their major sub-influenced factors were defined. To apply this conceptual model, the mathematical model integrated with GIS and remote sensing data was built to evaluate shrimp accessibility to mangrove using shrimp density as a quantitative measure. The application to a test-site in Ngoc Hien district, Ca Mau province, Viet Nam showed that the model could be properly operated. Further studies are required for further calibration and validation of the model and extending the model to a larger space-time scale of evaluation is also recommended.

TÓM TẮT

Rừng ngập mặn ven biển là môi trường ương tự nhiên rất tốt cho nhiều loài tôm biển. Những khu vực ương tự nhiên này đã góp phần nâng cao sản lượng cho nguồn tôm giống tự nhiên và từ đó góp phần tăng sản lượng của ngành công nghiệp nuôi tôm. Mục tiêu chính của nghiên cứu này là đánh giá khả năng tiếp cận các khu vực rừng ngập mặn ven biển của các loài tôm. Từ kết quả lược khảo tài liệu, các yếu tố tác động đến khả năng tiếp cận rừng ngập mặn của các loài tôm được xác định là các yếu tố thủy văn và các yếu tố địa lý. Mô hình đánh giá được phát triển ở hai mức độ khác nhau về ranh giới khu vực, tỷ lệ không gian-thời gian và các yếu tố ảnh hưởng. Từ đó, mô hình toán được xây dựng kết hợp với các chức năng phân tích địa lý của GIS, ảnh viễn thám và sử dụng giá trị mật độ các loài tôm làm thông số đánh giá. Kết quả nghiên cứu ở huyện Ngoc Hien, tỉnh Cà Mau, Việt Nam cho thấy mô hình được phát triển là phù hợp. Đề xuất cho những nghiên cứu tiếp theo là thực hiện việc hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Phát triển mô hình ra tỷ lệ không gian lớn hơn và thời gian nghiên cứu dài hơn cũng được đề xuất.

1 GIỚI THIỆU

Trong suốt vòng đời của loài tôm, khả năng sống sót trong giai đoạn đầu đời là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến số lượng tôm trưởng thành sau này. Rừng ngập mặn đóng vai trò như vườn ươm tự nhiên quan trọng, cung cấp nguồn thức ăn và môi trường sống cho các loài sinh vật biển ở giai đoạn ấu trùng (Laegdsgaard và Johnson, 2001; Odum và Heald, 1975). Vì thế, rừng ngập mặn mang lại lợi ích trong việc duy trì số lượng tôm trưởng thành cũng như các loài sinh vật biển có giá trị kinh tế cao (Manson *et al.*, 2005). Để sử dụng rừng ngập mặn, điều quan trọng đầu tiên là tôm có thể dễ dàng di chuyển vào các khu vực này. Khả năng di chuyển vào rừng ngập mặn vì vậy đóng vai trò quan trọng đối với khả năng sử dụng rừng ngập mặn làm vườn ươm cho tôm, nhằm duy trì và làm tăng năng suất của tôm. Theo chiều ngược lại, rừng ngập mặn được đánh giá là vườn ươm có giá trị khi các khu vực này có thể dễ dàng tiếp cận và sử dụng. Do đó, đánh giá khả năng tiếp cận của tôm cũng đồng nghĩa với đánh giá vai trò vườn ươm của rừng ngập mặn.

Những yếu tố nào có thể hạn chế hoặc làm tăng khả năng tiếp cận của tôm đối với rừng ngập mặn? Làm thế nào để đánh giá khả năng tiếp cận này? Mặc dù chưa có câu trả lời đầy đủ cho những câu hỏi này, một số nhà khoa học (ví dụ như Meynecke *et al.*, 2008; Manson *et al.*, 2005; Beck *et al.*, 2001; Browder *et al.*, 1989; v.v.) đã nghiên cứu vấn đề này cho các loài hải sản nói chung sống ở vùng cửa sông. Tuy nhiên, việc đánh giá khả năng tiếp cận của các loài tôm vào rừng ngập mặn dưới tác động của các yếu tố môi trường vẫn chưa được nghiên cứu đầy đủ. Vì vậy, trọng tâm của nghiên cứu này là nhằm xác định các yếu tố môi trường và sự ảnh hưởng của chúng đến khả năng di chuyển của tôm vào rừng ngập mặn. Bước cần thiết đầu tiên là phát triển một mô hình khái niệm cơ bản để đánh giá khả năng tiếp cận của các loài tôm vào rừng ngập mặn trong tình trạng ngập úng do thủy triều dâng theo dòng chảy kênh rạch và sông ngòi. GIS và dữ liệu ảnh viễn thám đã cho thấy tiềm năng không chỉ để xác định, giám sát và phát hiện những thay đổi diện tích bao phủ của rừng ngập mặn theo thời gian mà còn có khả năng hỗ trợ cho công tác quản lý cho các vùng ven biển và thủy sản nói chung (Bartlett và Jennifer, 2005). Trả lời cho câu hỏi về tính khả thi của việc sử dụng GIS và các dữ liệu ảnh viễn thám để đánh giá khả năng tiếp cận rừng

ngập mặn của tôm cũng là mục tiêu chính của nghiên cứu này.

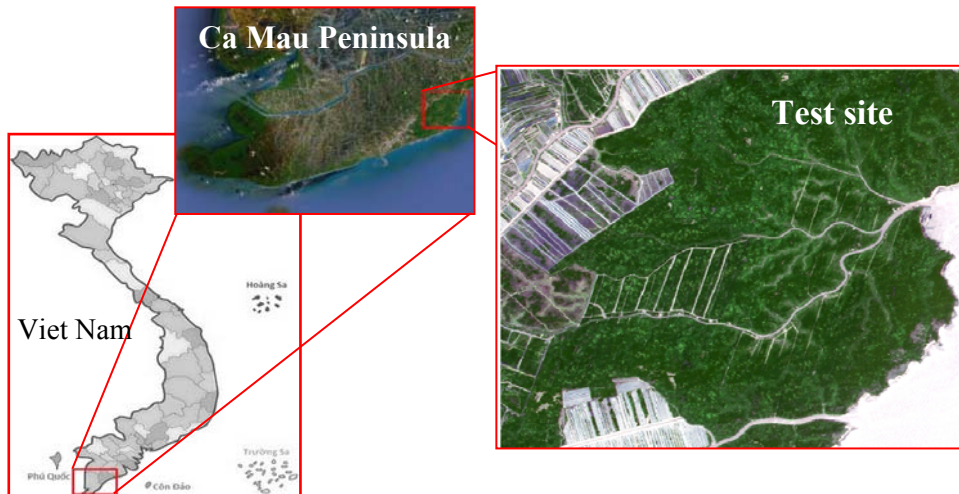
2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Lược khảo tài liệu nghiên cứu chuyên sâu đã được tiến hành để xác định các yếu tố môi trường có thể gây ảnh hưởng lớn đến khả năng tiếp cận của các loài tôm ở khu vực rừng ngập mặn cửa sông. Dựa trên kết quả lược khảo tài liệu, mô hình khái niệm được xây dựng ở hai cấp độ khác nhau về ranh giới, về quy mô không gian - thời gian của mô hình. Các yếu tố ảnh hưởng chính và các yếu tố phụ có ảnh hưởng đáng kể đã được xác định. Việc phát triển mô hình khái niệm được thực hiện theo các bước sau (Fischenich, 2008): i. Xác định ranh giới của mô hình; ii. Xác định các thành phần chính của mô hình; iii. Xác định các thực thể của các thành phần chính của mô hình; iv. Mô tả mối quan hệ giữa các thực thể và giữa các thành phần chính của mô hình; v. Giải thích các giả định cơ bản và những hạn chế của mô hình.

Để áp dụng mô hình khái niệm, mô hình toán tích hợp với GIS đã được phát triển bằng cách sử dụng mật độ tôm làm biến đo định lượng. GIS và dữ liệu ảnh viễn thám SPOT-5 với độ phân giải 5 m được sử dụng trong mô hình; trong đó, phương pháp chồng lớp bản đồ được sử dụng để tính toán kết quả mật độ tôm cho từng khu vực rừng ngập mặn.

3 ỨNG DỤNG MÔ HÌNH ĐÁNH GIÁ CHO KHU VỰC THỬ NGHIỆM

Khu vực thử nghiệm được lựa chọn là một khu vực nhỏ của vùng rừng ngập mặn nằm dọc theo bờ biển của huyện Ngọc Hiển, tỉnh Cà Mau ở Đồng bằng sông Cửu Long, Việt Nam (Hình 1). Huyện Ngọc Hiển là huyện cực nam của tỉnh Cà Mau, có diện tích là 743 km². Khu vực thử nghiệm nằm ở phía Đông Nam của huyện Ngọc Hiển và được bao bọc bởi các con sông ở vùng Tây Bắc và vùng biển ở phía Đông. Khu vực này được đặc trưng với hệ thống kênh mương dày đặc và bao phủ bởi rừng ngập mặn. Địa hình khu vực ven biển của Cà Mau có độ dốc thấp, nước thủy triều có thể đi xa vào hệ thống kênh rạch nội địa (Đoàn Văn Tiến và *ctv*, 2005). Bên cạnh tác động của lượng mưa và dòng chảy từ sông, mực nước trong hệ thống kênh rạch ở bán đảo Cà Mau chủ yếu bị ảnh hưởng bởi chế độ thủy triều từ biển Đông và biển Tây; trong đó, thủy triều từ biển Đông ảnh hưởng mạnh mẽ đến mực nước ở khu vực thử nghiệm.



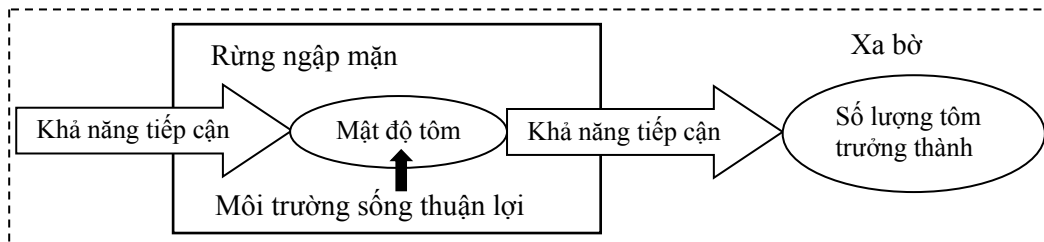
Hình 1: Khu vực thử nghiệm

4 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1 Các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng tiếp cận rừng ngập mặn của tôm

Trong nghiên cứu này, khả năng tiếp cận rừng ngập mặn của tôm được định nghĩa bao gồm khả năng mà tôm ấu trùng có thể di chuyển vào rừng ngập mặn và khả năng mà tôm trưởng thành có thể di chuyển ra khỏi rừng ngập mặn. Một vài nghiên cứu về mối tương quan giữa khả năng tiếp cận và

năng suất tôm từ các khu vực khác nhau trên thế giới cho thấy vai trò quan trọng của khả năng tiếp cận (Zimmerman *et al.*, 2000); và kết luận rằng có mối tương quan thuận giữa khả năng tiếp cận và sản lượng đánh bắt tôm biển. Mật độ ấu trùng trong vùng rừng ngập mặn phụ thuộc vào hai yếu tố là môi trường sống và khả năng tiếp cận (Hình 2). Ngược lại, giá trị của khu vực vườn ương có thể được đánh giá dựa trên hai yếu tố chính là khả năng tiếp cận và tiện ích của nó (Beck, 2001).



Hình 2: Ảnh hưởng của khả năng tiếp cận lên mật độ tôm trong rừng ngập mặn và tôm trưởng thành xa bờ

Từ kết quả lược khảo tài liệu, các yếu tố chính ảnh hưởng đến khả năng tiếp cận của tôm đối với rừng ngập mặn được xác định là các yếu tố thủy văn và các yếu tố địa lý (Bảng 1). Các yếu tố thủy

văn gồm chế độ ngập nước và tốc độ dòng chảy. Yếu tố địa lý là độ cao bề mặt, tiếp giáp giữa rừng ngập mặn và nước, diện tích rừng ngập mặn và vị trí tương đối so với hệ thống kênh rạch.

Bảng 1: Các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng tiếp cận rừng ngập mặn của tôm

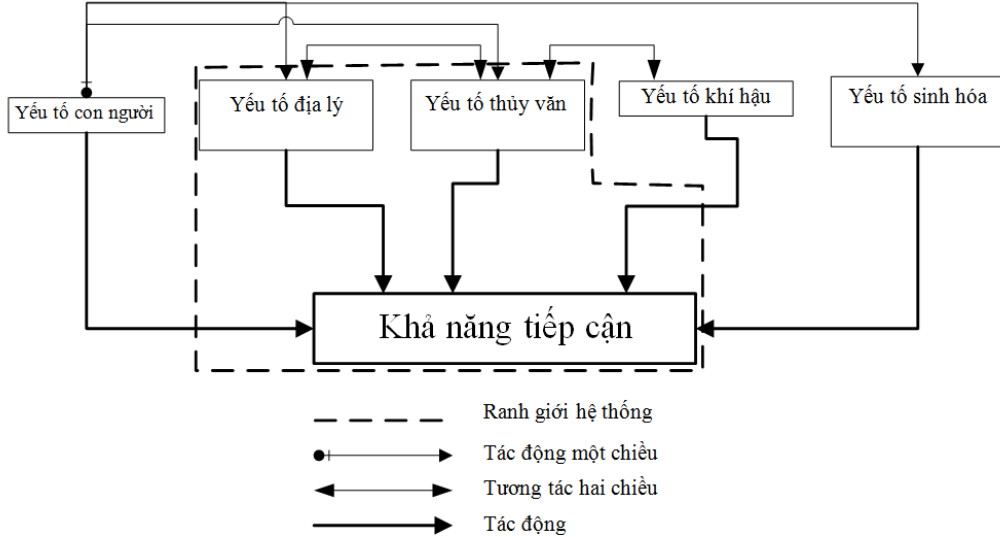
Các yếu tố ảnh hưởng	Tài liệu tham khảo
Phần tiếp giáp giữa rừng ngập mặn và nước, chế độ ngập cục bộ và chế độ di chuyển của tôm	(Roth <i>et al.</i> , 2008)
Quá trình thủy động, độ sâu và thời gian ngập do thủy triều	(Manson <i>et al.</i> , 2005)
Hệ thống kênh rạch, chế độ thủy triều, vận tốc dòng chảy và cấu trúc cảnh quan	(Simenstad <i>et al.</i> , 2000)
Chế độ ngập do thủy triều, diện tích đầm lầy/mép nước và mức độ kết nối giữa các hệ thống đầm lầy và biển	(Zimmerman <i>et al.</i> , 2000)
Mức nước trong kênh rạch	(Meynecke <i>et al.</i> , 2008)
Địa hình và chế độ dòng chảy	(Vance <i>et al.</i> , 2002)

4.2 Kết quả xây dựng mô hình khái niệm

Giả định chính cho việc phát triển mô hình khái niệm trong nghiên cứu này là sự di chuyển của tôm vào rừng ngập mặn, đặc biệt là tôm ấu trùng, hoàn toàn phụ thuộc vào dòng thủy triều. Nghiên cứu này cũng chỉ thực hiện việc đánh giá trên sự di

chuyển của đàn tôm, chứ không nghiên cứu trên chuyển động riêng lẻ của từng cá thể tôm. Mô hình khái niệm được thiết kế ở hai cấp độ như sau:

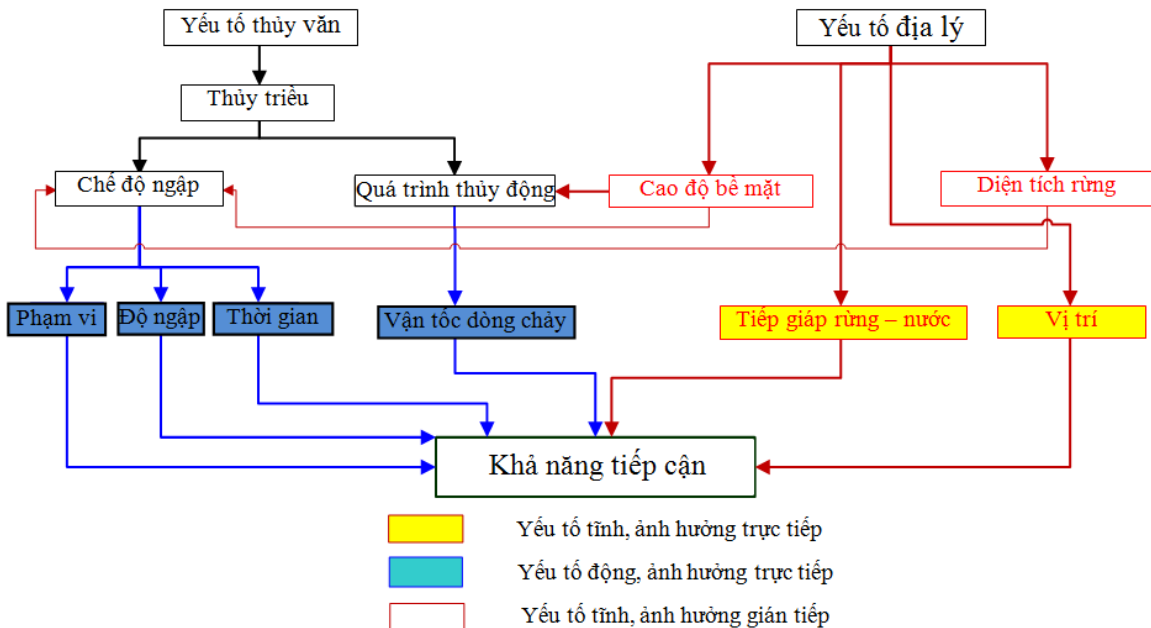
– Cấp độ 1 (Hình 3) là ở cấp độ tổng quát, để xác định ranh giới của mô hình trong hệ thống tổng thể và quy mô không gian - thời gian của mô hình.



Hình 3: Mô hình tổng quan cơ bản mức độ 1

– Cấp độ 2 (Hình 4) phân tích các thực thể của các thành phần chính trong phạm vi ranh giới của mô hình và tương tác của chúng, có tính đến các yếu tố ảnh hưởng thủy văn và địa lý. Đối với

việc đánh giá trong khoảng thời gian ngắn, những yếu tố tác động được phân thành yếu tố tĩnh (các yếu tố địa lý) và yếu tố động (các yếu tố thủy văn).



Hình 4: Mô hình khái niệm mức độ 2

4.3 Kết quả ứng dụng trên khu vực thử nghiệm

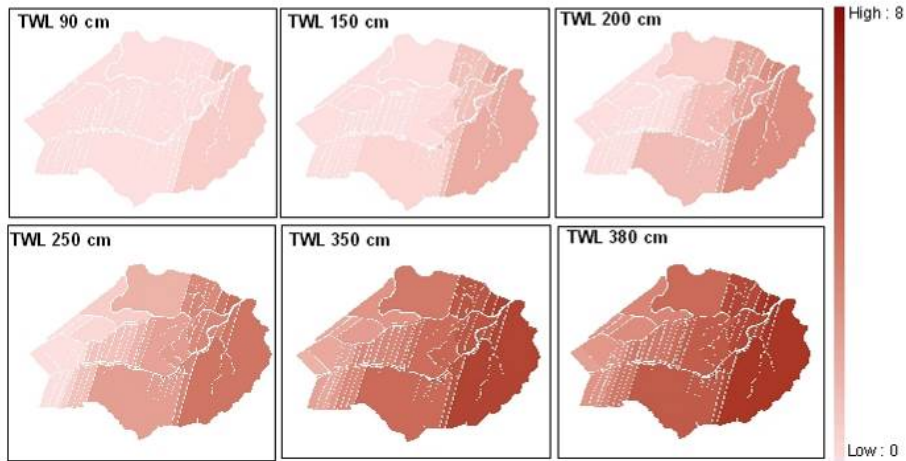
Mô hình toán học để ước lượng mật độ tôm của rừng ngập mặn dưới ảnh hưởng của các yếu tố thủy văn và địa lý ở khu vực thử nghiệm được xây dựng như trong phương trình 1:

$$SD_{(A,t)} = \frac{\mu \times MSD}{A} \times \int_{FA(t)} IE \times IL \quad (1)$$

Trong đó: SD là mật độ tôm trên một đơn vị diện tích rừng ngập mặn (kg hoặc số con/m²); A là diện tích rừng ngập mặn (m²); t là yếu tố thời gian; MSD là mật độ trung bình của tôm trên một đơn vị

thể tích nước, giá trị này được giả định là một hằng số cho toàn bộ khu vực nghiên cứu (kg hoặc số con/m³); μ là hằng số ảnh hưởng của yếu tố vị trí tương đối trên mật độ tôm trung bình; FA là diện tích khu vực bị ngập (m²); IE là phạm ngập lụt đơn vị (m²); IL là cao độ ngập lụt đơn vị (m).

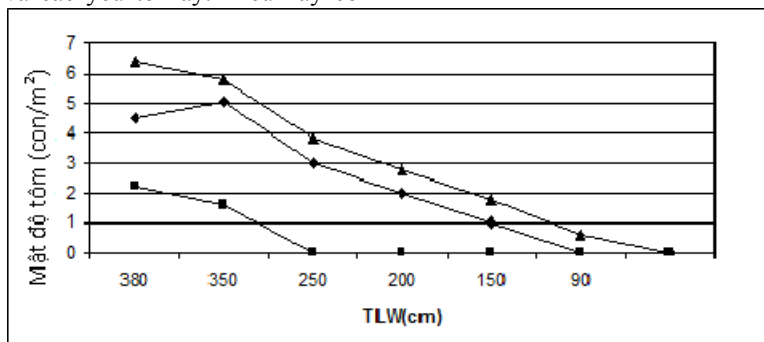
Các dữ liệu đầu vào cho mô hình là mô hình số độ cao, bản đồ sử dụng đất, cao độ mực nước, bản đồ của hệ thống kênh rạch và MSD = 2 con/m³. Hình 5 cho thấy các kết quả chạy mô hình với sáu độ cao mực nước thủy triều khác nhau: TWL (cm) = {90, 150, 200, 250, 350, 380}.



Hình 5: Mật độ tôm (số con tôm/m²) tương ứng với các mức độ ngập (TWL) khác nhau

Mức độ ngập bị ảnh hưởng bởi cao độ bề mặt và chế độ ngập. Mật độ tôm trong tất cả các vùng rừng ngập mặn giảm khi đi sâu vào nội địa và tăng lên khi TWL tăng. Hình 6 cho thấy mối tương quan giữa mật độ tôm và các yếu tố này. Điều này có

nghĩa là khả năng tiếp cận của tôm vào rừng ngập mặn tăng lên cùng với tăng biên độ triều và giảm khi tăng khoảng cách tương đối giữa rừng ngập mặn và biển.



Hình 6: Mối quan hệ giữa TWL và mật độ tôm tại các khu vực khác nhau

5 KẾT LUẬN

Kết quả của nghiên cứu này đã xác định các yếu tố chính ảnh hưởng đến khả năng tiếp cận của

tôm vào rừng ngập mặn, đó là các yếu tố thủy văn và các yếu tố địa lý. Mô hình khái niệm để đánh giá khả năng tiếp cận của tôm vào rừng ngập mặn đã được xây dựng. Việc áp dụng mô hình khái

niệm này vào nghiên cứu trên khu vực thử nghiệm cho thấy mô hình được phát triển là phù hợp và kết quả có thể được giải thích theo các dữ liệu đầu vào. Nghiên cứu này cũng cho thấy công nghệ GIS và RS có thể sử dụng trong việc đánh giá khả năng tiếp cận của tôm vào rừng ngập mặn. Phạm vi sử dụng mô hình được khuyến cáo là chỉ dành cho công tác đánh giá sơ bộ, tổng quát. Các nghiên cứu sâu hơn cần được thực hiện để hiệu chỉnh và kiểm định lại mô hình. Kiến nghị mở rộng mô hình ra quy mô không gian và thời gian lớn hơn cũng được đề xuất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bartlett, D., Jennifer, S., 2005. GIS for Coastal Zone Management. Remote Sensing and Mapping, CRC Press, www.crcpress.com, 315 pp.
2. Beck, M.W., Heck, K.L., Able, K.W., Childers, D.L., Eggleston, D.B., Gillanders, B.M., Halpern, B., Hays, C.G., Hoshino, K., Minello, T.J., Orth, R.J., Sheridan, P.F., Weinstein, M.P., 2001. The Identification, Conservation, and Management of Estuarine and Marine Nurseries for Fish and Invertebrates. *BioScience* 51, 633-641.
3. Browder, J.A., May, Jr.L.N., Rosenthal, A., Gosselink, J.G., Baumann, R.H., 1989. Modelling future trends in wetland loss and brown shrimp production in Louisiana using thematic mapper imagery. *Remote Sensing of Environment* 28, 45-59.
4. Doan, V. T., Lam, N.C., Mai, T.T.C., Hortle, K.G., 2005. Trial monitoring of fishers in the Mekong Delta, Viet Nam. In 7th Technical Symposium on Mekong Fisheries, Ubon Ratchathani, Thailand.
5. Fischenich, C., 2008. The application of conceptual models to ecosystem restoration. EBA Technical Notes Collection ERDC/EBA TN-08-1.
6. Laegdsgaard, P., Johnson, C., 2001. Why do juvenile fish utilise mangrove habitats? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 257, 229-253.
7. Manson F J, Loneragan N R, Skilleter G A, Phinn S R, 2005. An evaluation of the evidence for linkages between mangroves and fisheries: A synthesis of the literature and identification of research directions. In *Oceanography and Marine Biology - an Annual Review*, 483-513.
8. Manson, F.J., Loneragan, N.R., Skilleter, G.A., Phinn, S.R., 2005. An evaluation of the evidence for linkages between mangroves and fisheries: A synthesis of the literature and identification of research directions. *Oceanography and Marine Biology - An Annual Review*, 483-513.
9. Meynecke, J.O., Poole, G.C., Werry, J., Lee, S. Y., 2008. Use of PIT tag and underwater video recording in assessing estuarine fish movement in a high intertidal mangrove and salt marsh creek. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 79, 168-178.
10. Meynecke, J.O., Poole, G.C., Werry, J., Lee, S.Y., 2008. Use of PIT tag and underwater video recording in assessing estuarine fish movement in a high intertidal mangrove and salt marsh creek. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 79, 168-178.
11. Odum, W., Heald, E., 1975. Mangrove Forests and Aquatic Productivity. In A. Hasler (Ed.). *Coupling of Land and Water Systems SE - 5* (Vol. 10, pp. 129-136). Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-642-86011-9_5
12. Roth, B.M., Rose, K.A., Rozas, L.P., Minello, T.J., 2008. Relative influence of habitat fragmentation and inundation on brown shrimp *Farfantepenaeus aztecus* production in northern Gulf of Mexico salt marshes. *Marine Ecology Progress Series* 359, 185-202.
13. Simenstad, C.A., Hood, W.G., Thom, R.M., Levy, D.A., Bottom, D.L., 2000. Landscape Structure and Scale Constraints on Restoring Estuarine Wetlands for Pacific Coast Juvenile Fishes. *Concepts and Controversies in Tidal Marsh Ecology*, 597-630.
14. Vance, D.J., Haywood, M.D.E., Heales, D.S., Kenyon, R.A., Loneragan, N.R., Pendrey, R.C., 2002. Distribution of juvenile penaeid prawns in mangrove forests in a tropical Australian estuary, with particular reference to *Penaeus merguensis*. *Marine Ecology Progress Series* 228, 165-177.
15. Zimmerman, R.J., Minello, T.J., Rozas, L.P., 2000. Salt Marsh Linkages to Productivity of Penaeid Shrimps and Blue Crabs in the Northern Gulf of Mexico. *Concepts and Controversies in Tidal Marsh Ecology*, 293-314.