

## Assessment of effective coral rehabilitated in Marine Protected Areas of south Vietnam

Hoang Xuan Ben<sup>\*</sup>, Vo Si Tuan, Phan Kim Hoang

*Institute of Oceanography, VAST, Vietnam*

\*E-mail: [hxuanben@yahoo.com](mailto:hxuanben@yahoo.com)

Received: 28 August 2020; Accepted: 26 October 2020

©2020 Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

### Abstract

More than 20,300 fragment corals belonging to 24 species, eight genera and six families were rehabilitated in marine protected areas of south Vietnam. Mean survival rates of coral fragments ranged from 60–97.7%, the average growth rate of the branched corals was 4.8 mm/month meanwhile the foliose coral was 1.9 mm/month. The survival and growth rate of corals are different among areas because each coral species has different biological characteristics, structure colonies and due to differences in natural conditions each area. The results showed that the growth rate of corals will return to normal after 4 months rehabilitation. The factors affected the effective coral rehabilitation including: Coral reef predators, spatial competition among species, environmental conditions change due to human's activities; and other factors such as hydrodynamic regimes, cutting fragment corals cause its injury damage. The rehabilitation and protection activities of coral reefs in marine protected areas should be continued and expanded, contributing to the protection of biodiversity, marine resource and sustainable coral reefs ecosystem development.

**Keywords:** Coral, rehabilitation, marine protect areas.

## Đánh giá hiệu quả trồng phục hồi san hô tại một số khu bảo tồn biển phía nam Việt Nam

Hoàng Xuân Bền\*, Võ Sĩ Tuấn, Phan Kim Hoàng

*Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam*

\*E-mail: [hxuanben@yahoo.com](mailto:hxuanben@yahoo.com)

Nhận bài: 28-8-2020; Chấp nhận đăng: 26-10-2020

### Tóm tắt

Hơn 20.300 tập đoàn san hô của 24 loài san hô cứng thuộc 8 giống và 6 họ được phục hồi tại các khu bảo tồn biển phía nam Việt Nam. Tỷ lệ sống dao động từ 60–97,7%, tốc độ tăng trưởng trung bình của san hô dạng cành phục hồi đạt 4,8 mm/tháng, san hô dạng phiến là 1,9 mm/tháng. Tỷ lệ sống và tốc độ tăng trưởng của san hô phục hồi khác nhau giữa các khu vực do mỗi loài san hô có đặc điểm về sinh học và cấu tạo dạng tập đoàn khác nhau và do sự khác biệt về điều kiện tự nhiên ở mỗi vùng phục hồi. Kết quả đo tăng trưởng cho thấy, sau 4 tháng phục hồi tốc độ tăng trưởng của san hô sẽ trở lại bình thường. Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả phục hồi được xác định gồm: Địch hại của san hô, sự cạnh tranh không gian giữa các loài, chất lượng môi trường thay đổi do các hoạt động gián tiếp từ con người; và các yếu tố khác như chế độ động lực, san hô bị tổn thương do tại các vết cắt trong quá trình phục hồi. Các hoạt động phục hồi và bảo vệ rạn san hô ở khu bảo tồn biển cần tiếp tục được duy trì và mở rộng nhằm góp phần bảo tồn tính đa dạng sinh học, phục hồi nguồn lợi tự nhiên, cải thiện và phát triển bền vững hệ sinh thái rạn san hô.

**Từ khóa:** San hô, phục hồi, các khu bảo tồn biển.

### MỞ ĐẦU

Sau gần 20 năm phục hồi san hô ở Việt Nam, bước đầu đã mang lại những hiệu quả nhất định góp phần giảm thiểu những tác động bất lợi đối với rạn san hô, cải thiện các vùng rạn bằng cách làm gia tăng độ phủ của san hô, gia tăng giá bám bên vững cho san hô tái phục hồi và tạo môi trường ổn định cho sự phát triển của quần xã sinh vật rạn nhằm góp phần bảo tồn đa dạng sinh học và phục hồi nguồn lợi tự nhiên, đồng thời cải thiện chất lượng hệ sinh thái rạn san hô.

Phục hồi san hô ở Việt Nam được tiến hành đồng thời ở các vùng biển, đảo ven bờ từ Bắc tới Nam. Trong đó, có nhiều khu vực phục hồi mang tính chất thử nghiệm, nghiên cứu như Cô Tô, Cát Bà (Quảng Ninh, Hải Phòng), Bán đảo Sơn Trà (Đà Nẵng), Núi Thành (Quảng Nam), Hòn Ngang (Bình Định)

hoặc các khu vực tiến hành ứng dụng kỹ thuật phục hồi với qui mô lớn vài hecta như Cù Lao Chàm (Quảng Nam), Lý Sơn (Quảng Ngãi), Côn Đảo (Bà Rịa-Vũng Tàu). Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật phục hồi san hô ở khu Ramsar Vườn Quốc gia Côn Đảo (2018–2020), khu Bảo tồn biển (BTB) Lý Sơn (2015–2018), Phú Quốc (2008). Bên cạnh đó, chúng tôi tổng hợp các kết quả mang tính chất ứng dụng phục hồi san hô ở các khu bảo tồn biển phía nam Việt Nam mà tập thể các tác giả đã chủ trì hoặc tham gia thực hiện chính là Cù Lao Chàm và Nha Trang nhằm mục đích đánh giá tính hiệu quả của việc phục hồi san hô trong thời gian qua. Từ thực tiễn phục hồi san hô, bài báo cũng chỉ ra các yếu tố ảnh hưởng trực tiếp và gián tiếp đến quá trình phục hồi san hô ở các khu BTB vùng biển phía nam Việt Nam để rút ra các bài

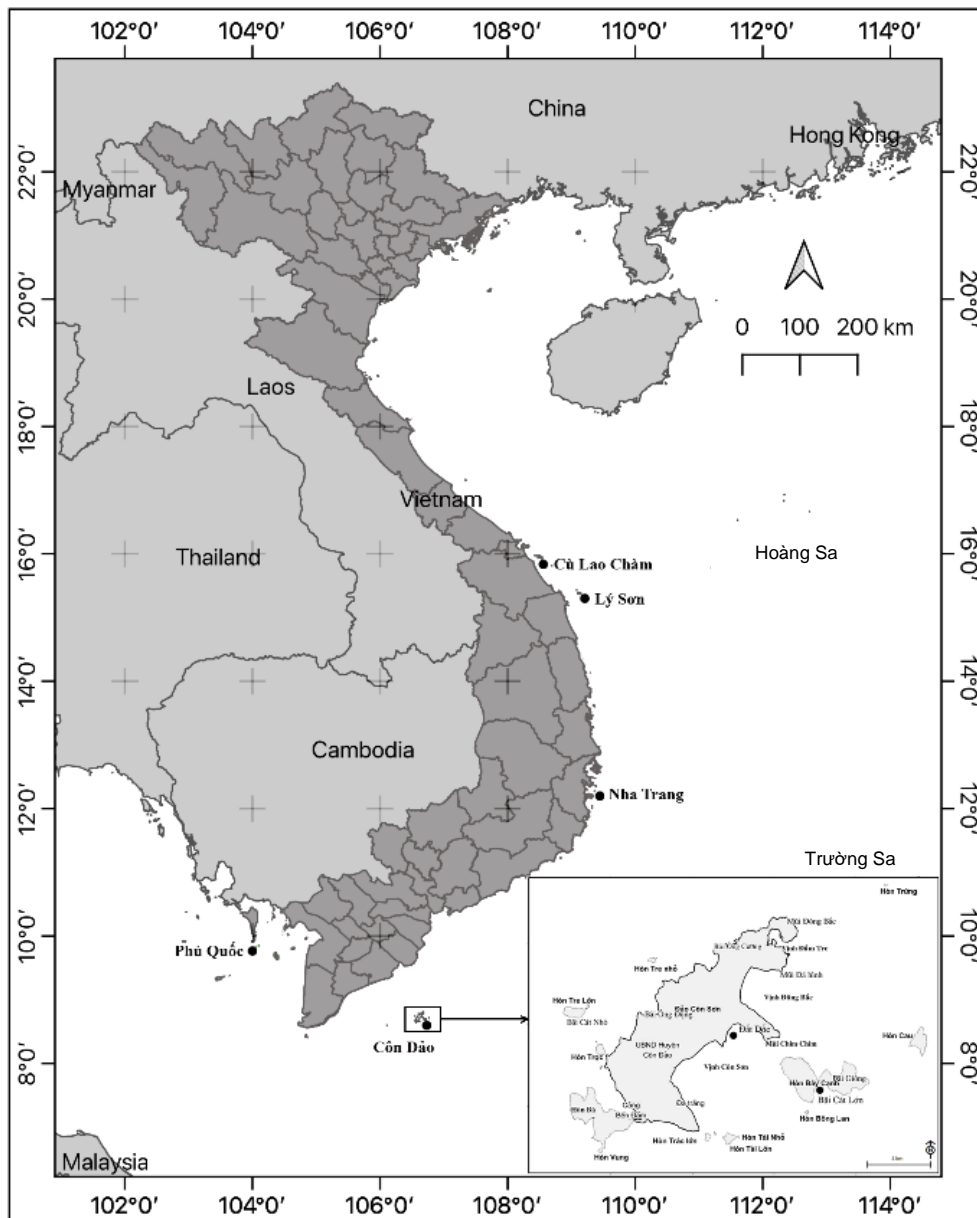
học kinh nghiệm nhằm tìm kiếm các giải pháp, kỹ thuật mới trong việc phục hồi san hô ở Việt Nam.

### PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### Thời gian và địa điểm phục hồi

Bài báo này trình bày kết quả phục hồi san hô tại một số khu vực như: Khu Ramsar Vườn Quốc gia Côn Đảo (Bãi Cát Lớn thuộc Hòn Bảy Chanh và Đất Dộc thuộc vịnh Côn Sơn

năm, năm 2018–2020); Khu BTB Lý Sơn, Quảng Ngãi (Dinh Tam Tòa - Đảo Lớn, năm 2015–2018); Khu BTB Phú Quốc (Hòn Dâm Ngang và Hòn Thơm, năm 2008). Ngoài ra, chúng tôi tham khảo các kết quả phục hồi san hô ở một số khu vực khác đã được công bố như khu BTB Cù Lao Chàm (Bãi Bắc, Bãi Hương năm 2015), khu BTB vịnh Nha Trang (Mũi Bằng Thang - Tây Bắc Hòn Tre năm 2017) (hình 1).



Hình 1. Vị trí (●) phục hồi san hô tại các khu Bảo tồn biển

### Phương pháp trồng phục hồi

San hô được phục hồi bằng phương pháp cắt cành di dời theo hướng dẫn phục hồi của Heeger & Sotto [1] và Edwards [2]. Đối với nền đáy là giá thể nhân tạo, các tập đoàn san hô sau khi được cắt sẽ cố định trên giá thể bê tông dạng vòm (reef balls) kích thước đường kính  $100 \times 60$  cm (hai đáy), cao: 80 cm, dày: 5 cm, có từ 8–10 lỗ (10–15 cm) để tăng khả năng cố định san hô và tạo điều kiện cho các sinh vật vào cư trú, các tập đoàn san hô được gắn trực tiếp trên bê tông bằng dây cước hoặc dây rút, buộc chặt sao cho các tập đoàn được cố định một cách chắc chắn. Đối với nền đáy tự nhiên, các tập đoàn san hô được cố định trực tiếp trên nền san hô chết bằng dây cước hoặc dây rút. Để tạo sự chắc chắn, dùng cọc sắt (35 cm) hoặc đinh thép (10 cm) đóng trên nền san hô chết làm điểm tựa để cố định san hô. Khoảng cách trung bình giữa các tập đoàn 0,5–1 m với cách gắn sao cho cành san hô theo hướng thẳng đứng và tiếp xúc được nhiều nhất với bề mặt giá thể là nền san hô chết hoặc cọc sắt.

### Đánh giá tỉ lệ sống và tốc độ tăng trưởng

**Đánh giá tỉ lệ sống:** Đối với giá thể là bê tông: đếm toàn bộ các tập đoàn san hô phục hồi. Tỷ lệ sống được xác định là % san hô sống trên tổng số san hô phục hồi của từng loài theo công thức: Tỷ lệ sống (%) =  $(N_1/N_0) \times 100$ . (Trong đó:  $N_0$  là tổng số tập đoàn của mỗi loài san hô bắt gặp,  $N_1$  là số lượng tập đoàn mỗi loài san hô còn sống). Đối với giá thể là nền đáy tự nhiên: Một mặt cắt (dài 100 m) được rải trên vùng san hô phục hồi, người đếm sẽ lặn theo mặt cắt và đếm ngẫu nhiên tổng số lượng tập đoàn của mỗi loài san hô bắt gặp. Tỷ lệ sống của mỗi loài san hô phục hồi được xác định là % của san hô còn sống trên tổng số san hô đếm được [3].

**Tốc độ tăng trưởng:** Theo dõi tốc độ tăng trưởng của san hô bằng phương pháp đeo thẻ đánh dấu [3]. Hiệu các số đo là mức tăng trưởng theo công thức:  $L_o = (L_2 - L_1)/(t_2 - t_1)$ . Trong đó:  $(L_2 - L_1)$  chênh lệch kích thước giữa 2 lần kiểm tra (tính bằng mm) và  $(t_2 - t_1)$  thời gian (theo tháng) giữa 2 lần kiểm tra.

**Xử lý số liệu:** Số liệu được nhập và xử lý bằng phần mềm Excel, dùng ANOVA một biến để xác định sự sai khác tốc độ tăng trưởng của các loài san hô trồng phục hồi trên các kiểu giá thể khác nhau. Nếu sự sai khác về tốc độ tăng

trưởng là có ý nghĩa giữa các kiểu giá thể, Turkey test được dùng để kiểm tra sự sai khác giữa các kiểu giá thể này.

Để đánh giá kết quả phục hồi san hô ở các khu BTB chúng tôi tiến hành so sánh tỉ lệ sống của các loài san hô phục hồi theo từng kiểu phục hồi khác nhau là nền đáy tự nhiên và giá thể nhân tạo. Tốc độ tăng trưởng trung bình của từng loài san hô cũng được so sánh nhằm đánh giá khả năng và hiệu quả phục hồi san hô ở các khu BTB vùng biển phía nam Việt Nam.

### KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN Thành phần loài san hô phục hồi

Tổng hợp các kết quả nghiên cứu cho thấy có 24 loài thuộc 8 giống và 6 họ san hô cứng được phục hồi tại các khu BTB phía nam Việt Nam. Trong số đó, giống *Acropora* có số lượng loài nhiều nhất với 12 loài, các giống còn lại có từ 1–2 loài. Khu BTB vịnh Nha Trang có số loài phục hồi nhiều nhất với 9 loài thuộc 4 giống và 4 họ, các khu vực còn lại số loài dao động từ 4–6 loài (bảng 1). Tập đoàn san hô dạng cành thường được sử dụng để phục hồi ở hầu hết các khu BTB vì tốc độ tăng trưởng của chúng là khá nhanh (trung bình từ 2–10 cm/năm) và dễ dàng trong việc cố định phục hồi. Đối với san hô dạng phiến gồm các loài *Montipora verucosa*, *Echinopora lamellosa*, *Merulina scabricula* và *Pachyseris speciosa* chủ yếu được phục hồi ở khu BTB Lý Sơn do đặc điểm phân bố cũng như độ phong phú của chúng ở một số khu vực xung quanh đảo Lý Sơn. Hai loài san hô dạng cành là *Acropora robusta* và *A. formosa* được phục hồi ở ba khu BTB là Nha Trang, Côn Đảo và Phú Quốc, đây là những loài thường gặp ở vùng biển Việt Nam từ các đảo ven bờ đến các đảo vùng khơi xa bờ như Phú Quý, Côn Đảo [4], trên rạn san hô chúng tập trung trên sườn dốc rạn hoặc những nơi có hoạt động mạnh của sóng [5]. Việc chọn lựa đúng loài san hô cho mỗi địa điểm phục hồi được coi là yếu tố quan trọng đầu tiên trong quá trình phục hồi [6] vì đặc điểm sinh thái của mỗi loài trong mỗi điều sống không giống nhau, điều này đã thể hiện ở thành phần loài phục hồi tại các khu BTB tương đối khác nhau (bảng 1). Hơn nữa, từ thực tế cho thấy việc chọn lựa loài phục hồi còn phải phụ thuộc rất nhiều vào sự phong phú của địa điểm cung cấp nguồn giống.

Bảng 1. Thành phần loài san hô cứng phục hồi tại các khu BTB

STT	Họ	Loài	Khu vực				
			Cù Lao Chàm [7]	Lý Sơn [8]	Nha Trang [9]	Côn Đảo	Phú Quốc
1	Acroporidae	<i>Acropora grandis</i>				+	
2		<i>Acropora horrida</i>				+	
3		<i>Acropora robusta</i>				+	+
4		<i>Acropora formosa</i>				+	+
5		<i>Acropora hyacinthus</i>				+	
6		<i>Acropora millepora</i>					+
7		<i>Acropora florida</i>					
8		<i>Acropora muricata</i>					
9		<i>Acropora yongei</i>					
10		<i>Acropora microphthalama</i>					
11		<i>Acropora digitifera</i>					
12		<i>Acropora sp.</i>		+			
13	Montiporidae	<i>Montipora verucosa</i>		+			
14		<i>Montipora sp.</i>	+				
15	Pocilloporidae	<i>Pocillopora verucosa</i>				+	
16		<i>Pocillopora damicornis</i>					+
17		<i>Pocillopora sp.</i>	+				
18	Merulinidae	<i>Echinopora lamellosa</i>		+			
19		<i>Merulina scabricula</i>		+			
20	Scleractinia incertae sedis	<i>Pachyseris speciosa</i>		+		+	
21		<i>Pachyseris sp.</i>	+				
22	Poritidae	<i>Porites nigresscens</i>				+	+
23		<i>Porites sp.</i>	+				
24	Fungiidae	<i>Fungia sp.</i>					
	Tổng cộng		5	4	9	6	6

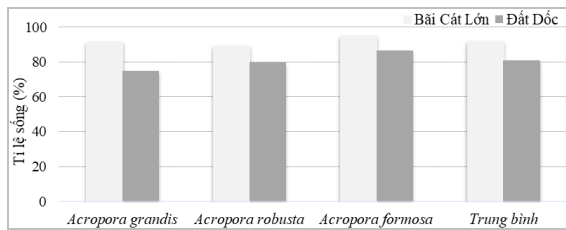
### Tỉ lệ sống và tốc độ tăng trưởng

Nhìn chung, tỉ lệ sống của san hô phục hồi tại các khu BTB đều đạt > 60%, một số khu BTB có tỉ lệ sống cao (> 80%) là Cù Lao Chàm, Lý Sơn và Côn Đảo (bảng 2). Tỉ lệ sống của san hô phục hồi cũng tùy thuộc vào từng loài, kiểu giá thể và từng khu vực. Như ở Côn Đảo, tỉ lệ sống trung bình của ba loài san hô phục hồi là *Acropora grandis*, *Acropora robusta* và *Acropora formosa* tại Bãi Cát Lớn (giá thể nhân tạo) cao hơn so với Đất Dốc (nền đáy tự nhiên) với giá trị lần lượt là 91,9% và 80,5% (hình 2). Ngược lại, tỉ lệ sống của bốn

loài san hô phục hồi ở khu BTB Lý Sơn là *Echinopora lamellosa*, *Merulina scabricula* và *Pachyseris speciosa* trên nền đáy tự nhiên lại cao hơn so với giá thể nhân tạo (lần lượt là 98,5% và 96,9%) [8]. Cần lưu ý rằng, các loài san hô phục hồi ở Côn đảo thuộc dạng cành thuộc giống *Acropora* trong khi các loài ở Lý Sơn thuộc dạng phiến (các giống *Montipora*, *Echinopora*, *Merulina* và *Pachyseris*). Tuy nhiên, không có sự khác biệt có ý nghĩa ( $p > 0,05$ ) về tỉ lệ sống của san hô phục hồi trên nền đáy tự nhiên và giá thể nhân tạo ở cả hai khu vực này.

Bảng 2. Tỉ lệ sống (%) của các loài san hô phục hồi ở các khu BTB

Khu vực	Kiểu giá thể	
	Nền đáy tự nhiên	Giá thể nhân tạo
Cù Lao Chàm [7]	82,7	79,8
Lý Sơn [8]	98,5	96,9
Nha Trang [9]	60,0–78,8	
Côn Đảo	82,1	85,6
Phú Quốc	-	65,5



Hình 2. Tỷ lệ sống (%) của một số loài san hô phục hồi tại Côn Đảo

Tốc độ tăng trưởng trung bình (mm/tháng) của nhóm san hô dạng cành (giống *Acropora*) cao hơn so với nhóm san hô dạng phiến

(bảng 3). Tốc độ tăng trưởng trung bình của san hô dạng cành phục hồi đạt 4,8 mm/tháng, trong khi san hô dạng phiến là 1,9 mm/tháng. Ba loài san hô dạng cành *Acropora grandis*, *Acropora robusta* và *Acropora formosa* phục hồi tại Côn Đảo có tốc độ tăng trưởng khá cao so với các loài còn lại ở các khu vực khác, ngay cả loài *Acropora robusta* phục hồi ở Côn Đảo có tốc độ tăng trưởng cao hơn so với ở Nha Trang (8,9 mm so với 6,5 mm/tháng). Sự khác biệt này có thể là do sự khác nhau về đặc điểm điều kiện tự nhiên như ánh sáng, nhiệt độ, độ trong, điều kiện về động lực ở mỗi vùng phục hồi.

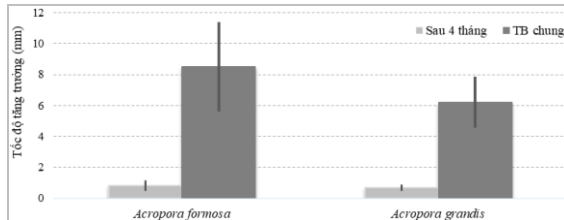
Bảng 3. Tốc độ tăng trưởng trung bình (mm/tháng) của san hô phục hồi tại các khu BTB

STT	Loài	Khu vực			
		Cù Lao Chàm[7]	Lý Sơn[8]	Nha Trang[9]	Côn Đảo
1	<i>Acropora grandis</i>	-	-	-	6,2
2	<i>Acropora robusta</i>	-	-	6,5	8,9
3	<i>Acropora formosa</i>	-	-	-	8,5
4	<i>Acropora hyacinthus</i>	-	-	0,4	-
5	<i>Acropora florida</i>	-	-	3,2	-
6	<i>Acropora muricata</i>	-	-	2,5	-
7	<i>Acropora yongei</i>	-	-	2,2	-
8	<i>Acropora sp.</i>	2,3	-	-	-
9	<i>Montipora verucosa</i>	-	1,5	-	-
10	<i>Montipora sp.</i>	3,2	-	-	-
11	<i>Echinopora lamellosa</i>	-	2,1	-	-
12	<i>Merulina scabricula</i>	-	1,8	-	-
13	<i>Pachyseris speciosa</i>	-	1,0	1,6	-
14	<i>Pachyseris sp.</i>	1,6	-	-	-
15	<i>Porites sp.</i>	1,8	-	-	-

Kết quả cũng cho thấy, các tập đoàn san hô sau khi bị cắt rời khỏi ‘bố mẹ’ để tiến hành phục hồi thường có tốc độ tăng trưởng trung bình (mm/tháng) chậm trong thời gian từ 2–4 tháng đầu so với các tháng tiếp theo. Tại Côn Đảo, tốc độ tăng trưởng của loài *Acropora formosa* sau 4 tháng đạt 3,4 cm, sau 8 tháng là 8,1 cm và sau 12 tháng là 12 cm; loài *A. grandis* có tốc độ tăng trưởng sau 4 tháng đạt 2,8 cm, sau 8 tháng 5,8 cm và sau 16 tháng 12,7 cm. Tốc độ tăng trưởng trung bình chung (mm/tháng) của hai loài trên lần lượt là 8,5 và 6,2 mm/tháng (hình 3). Sự sai khác về tốc độ tăng trưởng của hai loài là có ý nghĩa ( $p < 0,05$ ) giữa sau 4 tháng so với sau 8 và 16 tháng. Sự khác biệt về tốc độ tăng trưởng theo thời gian cũng được ghi nhận đối với các loài san hô dạng phiến phục hồi ở khu BTB Lý Sơn [8]. Sự

khác biệt về tốc độ tăng trưởng trung bình/tháng của các loài san hô sau khi phục hồi từ 2–4 tháng với tốc độ tăng trưởng trung bình chung/tháng có thể nhận định rằng: sau khi bị cắt rời khỏi tập đoàn bố mẹ thì chúng ít nhiều bị ảnh hưởng đến ‘sức khỏe’ vì vậy tốc độ tăng trưởng bị chậm lại ở thời gian đầu, sau một thời gian hồi phục vết cắt và ổn định ‘sức khỏe’ tốc độ tăng trưởng sẽ đạt trạng thái tốt nhất. Hoàng Xuân Bền và nnk., (2006) khi nghiên cứu tốc độ tăng trưởng của các tập đoàn bố mẹ của ba loài san hô là *Acropora yongei*, *A. robusta* và *Paschysaris speciosa* sau khi bị cắt từ 20–50% số tập đoàn cũng cho thấy tốc độ tăng trưởng của chúng giảm khoảng 50% ở tháng đầu tiên (sau 31 ngày) so với các tháng tiếp theo (sau 65 và 90 ngày). Như vậy, có thể thấy rằng tốc độ tăng trưởng của san hô phục hồi

chậm vào thời gian bắt đầu phục hồi và sẽ ổn định tốc độ tăng trưởng khoảng 4 tháng sau khi phục hồi.



Hình 3. Tốc độ tăng trưởng (mm/tháng  $\pm$  SD) của loài *Acropora formosa* và *A. grandis* phục hồi tại Vườn Quốc gia Côn Đảo sau 4 tháng và trung bình sau 16 tháng phục hồi

### Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình phục hồi

Tổng số hơn 20.300 tập đoàn san hô cứng được phục hồi trên nền đất tự nhiên và giá thể nhân tạo tại các khu BTB phía nam Việt Nam. Trong đó Cù Lao Chàm phục hồi 5.381 tập đoàn (570 tập đoàn/20 giá thể nhân tạo); Lý Sơn 3.791 tập đoàn (2.883 tập đoàn/32 giá thể nhân tạo), Nha Trang 3.974 tập đoàn (3.364 tập đoàn/100 giá thể nhân tạo); Côn Đảo 6.100 tập đoàn (1.655 tập đoàn/150 giá thể nhân tạo) và Phú Quốc 1.050 tập đoàn/16 giá thể nhân tạo [7–9]. Nhìn chung các kết quả phục hồi san hô ở các khu BTB đều đạt hiệu quả cao thông qua tỉ lệ sống và tốc độ tăng trưởng của san hô phục hồi. Tuy nhiên, vẫn còn những tác động ảnh hưởng đến hiệu quả của việc phục hồi san hô. Từ thực tiễn cũng như qua phân tích các dữ liệu khoa học, chúng tôi nhận thấy có một số nguyên nhân ảnh hưởng đến chất lượng của việc phục hồi rạn san hô như sau:

**Địch hại của san hô:** Hầu hết các khu vực phục hồi, san hô bị các sinh vật địch hại tấn công với các sinh vật chủ yếu như sao biển gai (*Acanthaster planci*), ốc gai (*Drupella* spp.), sao biển gôi (*Culcita* sp.),... Việc tạo giá thể dạng vòm sắt (Dome-shaped) có thể làm giảm thiểu tác động này vì kiểu giá thể này hạn chế được việc leo trèo của các nhóm sinh vật nói trên. Tuy nhiên, theo thời gian kiểu giá thể này sẽ bị đổ, sập khi mà các tập đoàn san hô phát triển nhanh cũng như sự bào mòn kim loại sắt của nước biển.

**Cạnh tranh không gian giữa các loài:** Sự bùng nổ của rong biển vào những thời kỳ nhất định cũng là nguyên nhân gây chết san hô phục hồi khi chúng bị cạnh tranh về không gian, một số khu vực như Cù Lao Chàm, Lý Sơn, Côn Đảo đã xảy ra các hiện tượng này [7, 8]. Các loài hà (*Balanus* spp.) phát triển nhanh trên các giá thể nhân tạo như bồn bê tông cũng là nguyên nhân gây chết san hô vì sự cạnh tranh không gian về giá bám ở Nha Trang [9]. Việc thường xuyên làm sạch bề mặt giá thể tạo không gian cho san hô phát triển là một trong những giải pháp hạn chế cạnh tranh không gian giữa các loài.

**Các hoạt động gián tiếp từ con người:** Các hoạt động của con người thông qua việc xây dựng các công trình ven biển đã thải một lượng lớn trầm tích làm gia tăng độ đục và hạn chế “độ xuyên” của ánh sáng. Sự lắng đọng trầm tích có thể giết chết các sinh vật như san hô bằng cách chôn vùi chúng hoặc làm nghẹt các polyp không có khả năng đẩy chúng ra đủ nhanh [10]. Sự phát tán vật chất lơ lửng từ hoạt động xây dựng trên đất liền hoặc ven đảo được ghi nhận ở một số khu vực như Cù Lao Chàm, Nha Trang nhưng chưa có số liệu đánh giá cụ thể.

**Các yếu tố khác:** Các yếu tố động lực như dòng chảy, sóng cũng ảnh hưởng đến quá trình phục hồi san hô. Động lực mạnh tác động đến các tập đoàn san hô vừa phục hồi, làm cho chúng luôn bị rung, lắc và khó có khả năng bám vào giá thể. Mặt khác, động lực mạnh mặc dù không thường xuyên nhưng có thể cuốn trôi hoặc lập úp các giá thể nhân tạo, vấn đề này thường xảy ra ở khu BTB Lý Sơn [8]. Ngoài ra, mặc dù chưa có dữ liệu một cách rõ ràng, nhưng thực tế cho thấy một số tập đoàn san hô dễ bị tổn thương tại các vết cắt trong quá trình phục hồi.

### KẾT LUẬN

Xác định 24 loài thuộc 8 giống và 6 họ san hô cứng phục hồi tại các khu BTB phía nam Việt Nam. Trong số đó, chủ yếu là các loài san hô dạng cành thuộc giống *Acropora* vì chúng có ưu thế phát triển nhanh, tạo sinh cảnh đẹp và dễ dàng phục hồi trên các giá thể tự nhiên và nhân tạo.

Việc chọn loài san hô phục hồi phụ thuộc vào từng địa điểm vì đặc điểm sinh thái của mỗi loài trong mỗi điều kiện sống không giống nhau và còn phụ thuộc địa điểm cung cấp nguồn giống. Giá thể phục hồi cũng tùy thuộc vào điều kiện tự nhiên cụ thể của địa điểm phục hồi và tùy theo mục đích phục hồi (tạo vườn ươm, tạo sinh cảnh, phục hồi loài quý hiếm,...).

Tỉ lệ sống và tốc độ tăng trưởng của san hô phục hồi là khá cao và khác nhau giữa các khu vực do mỗi loài san hô có đặc điểm về sinh học và cấu tạo dạng tập đoàn khác nhau và do sự khác biệt về điều kiện tự nhiên ở mỗi vùng phục hồi. Vì tốc độ tăng trưởng của san hô phục hồi sẽ trở lại bình thường sau khoảng 4 tháng nên khi đánh giá tốc độ tăng trưởng của san hô phục hồi một cách chính xác cần phải xác định sau thời gian này.

Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả phục hồi được xác định gồm: Địch hại của san hô, sự cạnh tranh không gian giữa các loài, chất lượng môi trường thay đổi do hoạt động gián tiếp từ con người và các yếu tố khác như chế độ động lực, san hô bị tổn thương tại các vết cắt.

**Lời cảm ơn:** Phục hồi san hô tại Vườn Quốc gia Côn Đảo được thực hiện trong khuôn khổ đề tài ‘Lựa chọn mô hình ứng dụng phục hồi san hô cứng tại khu Ramsar Vườn Quốc gia Côn Đảo’ của Sở Khoa học và Công nghệ Bà Rịa-Vũng Tàu. Các tác giả xin cảm ơn Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu, Ban quản lý Vườn Quốc gia Côn Đảo đã tạo điều kiện cho chúng tôi thực hiện nghiên cứu này.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Heeger, T., and Sotto, F. (Eds.), 2000. Coral farming: A tool for reef rehabilitation and community ecotourism. *Coral Farm Project*.
- [2] Edwards, A. J., 2010. Reef Rehabilitation Manual. Coral Reef Targeted Research & Capacity Building for Management Program: St. Lucia, Australia.
- [3] English, S. A., Baker, V. J., and Wilkinson, C. R., 1997. Survey manual for tropical marine resources. *Australian Institute of Marine Science Townsville*.
- [4] Phan Kim Hoang, 2013. Hard corals in the waters bordering in Phu Quy island, Binh Thuan province. *Proceedings of the international conference ‘Bien Dong 2012’*, pp. 130–140. (in Vietnamese).
- [5] Veron, J. E. N., 1986. Corals of Australia and the Indo-Pacific. Angus and Robertson, North Ryde. NSW.
- [6] Titlyanov, E. A., Tuan, V. S., and Tytlianova, T. V., 2002. On long-term maintenance and cultivation of hermatypic corals under artificial condition. *Collection of Marine Research Works*, 12, 215–232.
- [7] Hua Thai Tuyen, Vo Si Tuan, Phan Kim Hoang and Huynh Ngoc Dien, 2015. Survival and growth rate of hard corals rehabilitated in Cu Lao Cham MPA, Quang Nam province. *Collection of Marine Research Work*, 21(1), 94–102. (in Vietnamese).
- [8] Hoang Xuan Ben, Thai Minh Quang, Phan Kim Hoang, Mai Xuan Dat, Hua Thai Tuyen, Nguyen An Khang, 2018. Assessment of the survival and growth rate of some hard coral species rehabilitated in Ly Son MPA, Quang Ngai province. *Vietnam Journal of Marine Science and Technology*, 18(4A), 93–99. <https://doi.org/10.15625/1859-3097/18/4A/13640>.
- [9] Nguyen Dinh Dan, Hua Thai Tuyen, 2017. Building artificial reef and coral restoration in Nha Trang bay. *Vietnam Journal of Marine Science and Technology*, 17(4A), 147–157.
- [10] Vo Si Tuan, Nguyen Huy Yet and Nguyen Van Long, 2005. Coral reefs in Vietnam. *Science and Technics Publishing House, Ho Chi Minh city*, 212 pp. (in Vietnamese).