

**BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN**



**QUY TRÌNH KỸ THUẬT NUÔI CÂY PHỤC HỒI SAN HÔ  
CÙNG Ở VÙNG BIỂN VIỆT NAM**

*(Ban hành kèm theo Quyết định số /QĐ-BNN-KHCN ngày tháng năm 2024  
của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn)*

*Hà Nội, năm 2024*

## **BIÊN SOẠN:**

TS. Nguyễn Văn Hiếu - Chủ biên

KS. Phạm Trần Đình Nho

TS. Đồng Thị Dung

TS. Nguyễn Khắc Bát

TS. Nguyễn Văn Nguyên

TS. Hoàng Đình Chiếu

Ths. Bùi Minh Tuấn

Ths. Đinh Thanh Đạt

Ths. Nguyễn Kim Thoa

Ths. Lưu Xuân Hòa

## **LIÊN HỆ HỖ TRỢ KỸ THUẬT**

1. Vụ Khoa học, Công nghệ và Môi trường - Bộ Nông nghiệp  
và Phát triển nông thôn

Địa chỉ: Nhà A9, Số 2, Ngọc Hà, quận Ba Đình, thành phố Hà Nội

Điện thoại: 0243.08044691 Fax: 0243.8433637

Website: <http://kncn.mard.gov.vn>

2. Viện Nghiên cứu Hải sản

Địa chỉ: Số 224, đường Lê Lai, phường Máy Chai, quận Ngô Quyền,  
thành phố Hải Phòng.

Điện thoại: 0225.3836656 Fax: 0225.3836812

Website: <http://www.rimf.org.vn>

# MỤC LỤC

## Trang

MỤC LỤC .....	ii
DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT .....	iii
LỜI NÓI ĐẦU .....	1
PHẦN I. MỤC TIÊU, PHẠM VI ÁP DỤNG VÀ CĂN CỨ PHÁP LÝ .....	3
1.1. Mục tiêu .....	3
1.2. Đối tượng và phạm vi áp dụng .....	3
1.3. Căn cứ pháp lý .....	3
PHẦN II. GIẢI THÍCH TỪ NGỮ .....	4
PHẦN III. YÊU CẦU CHUNG .....	5
3.1. Các yêu cầu về kỹ thuật .....	5
3.1.1. Đánh giá trước phục hồi .....	5
3.1.2. Lựa chọn địa điểm phục hồi .....	6
3.1.3. Lựa chọn loài san hô phục hồi .....	7
3.1.4. Thu thập giống và nuôi cấy giống .....	8
3.1.5. Yêu cầu về phục hồi san hô .....	9
3.1.6. Theo dõi, giám sát sinh trưởng san hô phục hồi .....	10
3.1.7. Thực hiện giám sát, đánh giá sau phục hồi .....	10
3.2. Một số yêu cầu khác .....	11
3.2.1. Một số thiết bị, dụng cụ cơ bản cần có .....	11
3.2.2. Yêu cầu về nhân sự và vai trò của các bên liên quan .....	11
PHẦN IV. QUY TRÌNH KỸ THUẬT, NUÔI CẤY PHỤC HỒI SAN HÔ .....	12
4.1. Quy trình kỹ thuật nuôi cấy phục hồi san hô tại các vùng rạn san hô bị suy thoái .....	12
4.1.1. Sơ đồ quy trình kỹ thuật phục hồi san hô tại vùng rạn bị suy thoái ...	12
4.1.2. Các bước thực hiện kỹ thuật phục hồi san hô tại vùng rạn bị suy thoái .....	12
4.2. Quy trình kỹ thuật nuôi cấy phục hồi san hô trên rạn nhân tạo .....	20
4.2.1. Sơ đồ quy trình kỹ thuật nuôi cấy phục hồi san hô trên rạn nhân tạo	20
4.2.2. Các bước thực hiện kỹ thuật nuôi cấy phục hồi san hô trên rạn nhân tạo .....	20
PHỤ LỤC .....	25

## DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

<b>Từ viết tắt</b>	<b>Cách viết bằng tiếng Anh</b>	<b>Giải thích bằng tiếng Việt</b>
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora	Công ước về thương mại quốc tế các loài động, thực vật hoang dã nguy cấp
ĐDSH		Đa dạng sinh học
HST		Hệ sinh thái
KBTB		Khu bảo tồn biển
SCUBA	The sport of swimming underwater with special breathing equipment	Lặn có khí tài
TTCP		Thủ tướng chính phủ
QĐ		Quyết định
UNDP	United Nations Development Programme	Chương trình Phát triển của Liên hợp quốc
WWF	World Wide Fund for Nature	Tổ chức Quốc tế về Bảo tồn thiên nhiên
VQG		Vườn Quốc gia

## LỜI NÓI ĐẦU

Rạn san hô là một trong những hệ sinh thái có giá trị kinh tế và đa dạng sinh học (ĐDSH) nhất trên hành tinh, là nơi sinh sống của hàng triệu loài sinh vật biển. Trong đó, rạn san hô cung cấp các dịch vụ quan trọng cho cộng đồng địa phương, bao gồm bảo vệ bờ biển, cung cấp thực phẩm và doanh thu từ nghề cá và du lịch. Tuy nhiên, bất chấp những vai trò quan trọng của chúng, các rạn san hô đang suy giảm nhanh chóng trên toàn cầu do các sự kiện nhiệt độ khắc nghiệt, do biến đổi khí hậu gây ra và một loạt các mối đe dọa ở quy mô địa phương như ô nhiễm và đánh bắt quá mức. Khi nhiệt độ toàn cầu tăng cao dẫn đến các sự kiện tẩy trắng thường xuyên và nghiêm trọng hơn, nhiều rạn san hô trên khắp thế giới có thể sẽ gặp nhiều khó khăn trong việc phục hồi và phát triển. Mặt khác, các rạn san hô trên toàn thế giới đang bị đe dọa do đánh bắt quá mức, ô nhiễm, phát triển ven biển, suy thoái môi trường sống và biến đổi khí hậu. Các mối đe dọa về biến đổi khí hậu và axit hóa đại dương ngày càng trở nên đáng lo ngại trong tương lai, các yếu tố gây căng thẳng cục bộ bao gồm sự bùng nổ về du lịch, đánh bắt quá mức và sự gia tăng tảo vĩ mô là nguyên nhân chính dẫn đến sự suy giảm thảm khốc của san hô cho đến nay (Jackson *et al.*, 2014).

Tại Việt Nam, trong những năm gần đây, gần 200 điểm rạn san hô đã được khảo sát ở dải ven biển. Thông kê số liệu cho thấy hầu hết các rạn san hô ven bờ Việt Nam bị đe dọa bởi hoạt động của con người, với 50% số rạn bị xếp ở mức độ đe dọa cao và 17% ở mức độ rất cao. Đánh bắt hủy diệt được đánh giá là rất phổ biến và trầm trọng với trên 85% số rạn bị đe dọa ở mức độ trung bình và cao. Khai thác quá mức được đánh giá là mức đe dọa lớn cho khoảng một nửa số rạn. Các mối đe dọa được coi là thấp hơn gồm tiềm năng lắng đọng trầm tích (47% số rạn), phát triển vùng ven biển (40% số rạn) và ô nhiễm trên biển 7% (Bucke và cs, 2002). Nghiên cứu của Nguyễn Văn Hiếu và cs, 2013 tại 19 khu vực rạn san hô trọng điểm thuộc vùng biển Việt Nam cho thấy sự suy thoái đang diễn ra trên toàn vùng biển, trong 10 năm mức suy giảm độ phủ san hô dao động từ 4,25% đến 80,09% theo vùng, trung bình là 36,24%. Đến nay nhiều chương trình phục hồi san hô đã được tiến hành tại nhiều khu vực, tỉnh, thành phố nơi có rạn san hô phân bố và đã có những thành công nhất định. Tuy nhiên, hiện nay chưa xây dựng được phương pháp kỹ thuật chuẩn để áp dụng cho vùng biển Việt Nam.

Chính vì vậy, trong khuôn khổ nhiệm vụ cấp Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn “Xây dựng Quy trình kỹ thuật nuôi cấy phục hồi san hô cứng ở vùng biển Việt Nam” do Viện Nghiên cứu Hải sản chủ trì thực hiện từ năm 2023 – 2024. Từ các kết quả nghiên cứu của nhiệm vụ, tham khảo một số bước kỹ thuật từ tài liệu nước ngoài, các công trình nghiên cứu phục hồi san hô ở vùng biển Việt Nam (Viện Nghiên cứu Hải sản, Viện Hải Dương Học, Viện Tài nguyên và Môi trường biển, Trung tâm Nhiệt Đới Việt-Nga, tổ chức UNDP, WFF...) để xây dựng quy trình kỹ thuật phục hồi san hô phù hợp với điều kiện môi trường, quy định pháp luật ở Việt Nam, bao gồm: ***“Quy trình kỹ thuật nuôi cấy phục hồi san hô tại các vùng rạn san hô bị suy thoái”*** và ***“Quy trình kỹ thuật nuôi cấy phục hồi san hô trên rạn nhân tạo”***. Tài liệu này gồm các phần như sau: Phần I. Mục tiêu, căn cứ pháp lý, đối tượng và phạm vi áp dụng; Phần II. Giải thích thuật ngữ; Phần III. Yêu cầu chung; Phần IV. Quy trình kỹ thuật nuôi cấy phục hồi san hô; Phụ lục.

Trong quá trình biên soạn, chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn mong nhận được phản hồi, góp ý để hoàn thiện cho những lần tái bản sau.

Xin trân trọng cảm ơn./.

Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn

# PHẦN I. MỤC TIÊU, PHẠM VI ÁP DỤNG VÀ CĂN CỨ PHÁP LÝ

## 1.1. Mục tiêu

Phục hồi, mở rộng các rạn san hô tự nhiên bị suy thoái nhằm đảm bảo khả năng phục hồi của san hô trong môi trường tự nhiên, tạo sinh cảnh nơi cư trú cho các loài thủy sản.

## 1.2. Đối tượng và phạm vi áp dụng

*Đối tượng sử dụng kỹ thuật:* Áp dụng đối với các Khu bảo tồn biển (KBTB), Vườn Quốc gia có biển, Cơ quan quản lý thủy sản cấp tỉnh, các tổ chức, cá nhân và cộng đồng người dân có hoạt động chuyên môn liên quan đến phục hồi san hô.

*Đối tượng áp dụng phục hồi:* Các rạn san hô, các loài san hô cứng (san hô đá) thuộc bộ san hô cứng (Scleractinia).

*Phạm vi áp dụng:* Các khu vực có hệ sinh thái san hô tự nhiên phân bố, khu vực có điều kiện môi trường, sinh thái phù hợp cho san hô phát triển tại vùng ven biển, đảo Việt Nam.

## 1.3. Căn cứ pháp lý

- Luật Thủy sản số 18/2017/QH14 ngày 27/11/2017;
- Luật Đa dạng sinh học số 32/VBHN-VPQH ngày 10/12/2018;
- Luật Bảo vệ môi trường số 72/2020/QH14 ngày 17/11/2020;
- Nghị định số 06/2019/NĐ-CP ngày 22/01/2019 của Chính phủ quy định về quản lý thực vật rừng, động vật rừng nguy cấp, quý, hiếm và thực thi Công ước về buôn bán quốc tế các loài động vật, thực vật hoang dã nguy cấp (CITES);
- Nghị định số 26/2019/NĐ-CP ngày 08/3/2019 của Chính phủ quy định chi tiết một số điều và biện pháp thi hành Luật Thủy sản;
- Thông tư số 36/2010/TT-BTNMT ngày 14/12/2010 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường quy định về định mức kinh tế - kỹ thuật điều tra khảo sát, đánh giá hệ sinh thái san hô, hệ sinh thái cỏ biển và đất ngập nước vùng ven biển và hải đảo;
- Thông tư số 19/2018/TT-BNNPTNT ngày 15/11/2018 của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn hướng dẫn bảo vệ và phát triển nguồn lợi thủy sản;
- Quyết định số 06/VBHN-BNNPTNT ngày 27/4/2015 của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn về việc công bố danh mục các loài thủy sinh quý hiếm có nguy cơ tuyệt chủng ở Việt Nam cần được bảo vệ, phục hồi và phát triển;
- Quyết định số 4521/QĐ-BNN-KHCN ngày 22/11/2022 của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn về việc phê duyệt Danh mục và kinh phí nhiệm vụ môi trường bắt đầu thực hiện từ năm 2022;

- Kết quả thực hiện nhiệm vụ môi trường “Xây dựng quy trình kỹ thuật nuôi cấy phục hồi san hô cứng ở vùng biển Việt Nam” năm 2022-2024. Viện nghiên cứu Hải sản
- Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.

## PHẦN II. GIẢI THÍCH TỪ NGỮ

- *Đa dạng sinh học*: Là sự phong phú về gen, loài sinh vật và hệ sinh thái trong tự nhiên.
- *Giá thể phục hồi san hô*: Là một dạng giá thể nhỏ dùng ghim/kẹp các tập đoàn san hô ổn định trên nền đáy san hô chết.
- *Phục hồi*: Là hoạt động được thực hiện nhằm đưa một hệ sinh thái bị suy thoái trở lại, tương đồng nhất có thể như môi trường tự nhiên như ban đầu
- *Sự suy thoái rạn san hô*: Là một vấn đề môi trường do các hoạt động của con người gây ra như đánh bắt quá mức, ô nhiễm và biến đổi khí hậu dẫn đến sự suy giảm ĐDSH, ảnh hưởng đến sự cân bằng các hệ sinh thái biển quan trọng.
- *San hô*: Là các động vật biển lớp (Anthozoa) thuộc bộ san hô cứng (Scleractinia), chúng tồn tại dưới dạng các thể polip nhỏ giống hải quỳ, thường sống thành các quần thể gồm nhiều cá thể giống nhau. Các cá thể này tiết ra cacbonat calci để tạo bộ xương cứng, xây nên các rạn san hô tại các vùng biển nhiệt đới.
- *Cá rạn san hô*: Là những loài cá sống giữa các rạn san hô hoặc trong mối quan hệ gần gũi với các rạn san hô như việc cộng sinh chặt chẽ.
- *Sinh vật đáy*: Là những quần xã sinh vật sống trên hoặc gần đáy biển. Quần xã này sống trong hoặc gần môi trường đáy biển từ các vùng triều đến thềm lục địa và xuống đến đới biển sâu.
- *Tái tạo môi trường sống*: Hành động thay thế một phần hoặc thay thế toàn bộ đặc điểm cấu trúc hoặc chức năng của một hệ sinh thái đã bị suy giảm hoặc mất đi, hoặc thay thế các đặc điểm so với những đặc điểm hiện có với điều kiện là chúng có nhiều giá trị xã hội, kinh tế hoặc sinh thái hơn so với tồn tại ở trạng thái bị xáo trộn hoặc suy thoái.
- *Vườn ươm*: Bao gồm việc nuôi các tập đoàn san hô từ những mảnh san hô nhỏ trong vườn ươm nhằm tăng sinh lượng loài san hô hoặc cung cấp nguồn giống cho hoạt động phục hồi.



## PHẦN III. YÊU CẦU CHUNG

### 3.1. Các yêu cầu về kỹ thuật

Quy trình kỹ thuật nuôi cấy phục hồi san hô bao gồm các hoạt động, biện pháp kỹ thuật phục hồi chuyển vị, phục hồi nguyên vị san hô trong môi trường tự nhiên, tỷ lệ sống san hô sau phục hồi đạt trên 65%. San hô phục hồi có khả năng tạo rạn, tăng độ phủ và phát triển bền vững sau phục hồi trong điều kiện môi trường phù hợp. Các yêu cầu chính về kỹ thuật như sau:

#### 3.1.1. Đánh giá trước phục hồi

Hoạt động đánh giá trước phục hồi thực hiện hai biện pháp khảo sát chủ yếu:

(i) Khảo sát tổng thể bằng phương pháp Manta tow, một số chỉ tiêu đánh giá như: thời tiết, tầm nhìn dưới nước, san hô bị tẩy trắng, bị phá hủy do thả neo, bị phá hủy do đánh mìn, bị phá do đánh bắt bằng hóa chất, độ phủ san hô sống, san hô chết, tác động gây hại đến san hô... (Bảng 1)

**Bảng 1.** Các thông số đánh giá nhanh liên quan đến phục hồi rạn san hô

Thông số	Phương pháp đo	Đơn vị đo
Khu vực		
Ngày		
Thời gian		
Độ che phủ của mây	Ước lượng bằng quan sát	Tỷ lệ bầu trời bị che phủ bởi mây
Hướng	Vị trí của đảo	Ví dụ: góc tây bắc, phía Nam
Vĩ độ và kinh độ	Sử dụng máy định vị cầm tay (GPS)	Độ, phút, giây
Số tow	Đếm	Cho mỗi khu vực (1...n)
Tầm nhìn dưới nước	Ước lượng bằng quan sát	Mét
Dạng hợp phần đáy	Nhận dạng bằng mắt	Đá, cát, san hô vỡ vụn, bùn, rạn, thành phần hỗn hợp
Độ phủ san hô cứng	Xếp bậc (1 - 5)	0 = không có, 1 = 1 - 10%, 2 = 11 - 30%, 3 = 31 - 50%, 4 = 51 - 75%, 5 = 76 - 100%
Độ phủ san hô chết	Xếp bậc (1 - 5)	
Độ phủ san hô mềm	Xếp bậc (1 - 5)	
Sao biển gai	Đếm số lượng phân bậc	1 = 1 cá thể; 2 = 2 - 10 cá thể; 3 > 10 cá thể

Vết san hô mới chết	Đếm số lượng	Các vết san hô chết có màu trắng
San hô bị tẩy trắng	Có/ không	Tập đoàn san hô bị tẩy trắng 1 phần hoặc hoàn toàn
Phá hủy do thả neo	Đếm số lượng	Cụm san hô bị gãy
Phá hủy do đánh mìn	Phân theo bậc (1 - 3)	Các bãi đánh mìn - có/ phổ biến/ phong phú
Phá hủy do đánh bắt bằng hóa chất	Đếm số lượng	Các tập đoàn san hô bị xịt thuốc
Ghi chú		Yếu tố sinh thái, địa lý, phương thức sử dụng của con người và các đặc điểm khác

(ii) Khảo sát chi tiết bằng phương Reefcheck, các chỉ tiêu đánh giá bao gồm: Hợp phần đáy rạn san hô, cá rạn san hô, động vật đáy, nguồn lợi sinh vật quan trọng khác trên rạn (nếu cần). Bên cạnh đó ghi nhận các tác động ảnh hưởng đến rạn san hô từ tác động tự nhiên và hoạt động của con người (Biểu khảo sát và chỉ tiêu thu thập, chi tiết tại Phụ lục 1- Phần Phụ lục).

### 3.1.2. Lựa chọn địa điểm phục hồi

#### 3.1.2.1. Lựa chọn địa điểm phục hồi tại các vùng rạn san hô bị suy thoái

Các nghiên cứu phục hồi san hô cho thấy việc lựa chọn địa điểm phục hồi san hô là hoạt động cốt lõi trong suốt quá trình thực hiện kế hoạch phục hồi. Các yêu cầu kỹ thuật đối với việc lựa chọn địa điểm phục hồi san hô căn cứ trên các yếu tố như: điều kiện Vô sinh (6 chỉ tiêu); Hữu sinh (4 chỉ tiêu); Xã hội (4 chỉ tiêu) (Bảng 2).

**Bảng 2.** Các yêu cầu liên quan đến các điều kiện vô sinh, hữu sinh và xã hội đối với khu vực được lựa chọn phục hồi san hô, khu vực cung cấp nguồn giống (Nguồn trích dẫn: Heeger và Sotto, 2000)

Vô sinh	Hữu sinh	Xã hội
Tiếp cận điểm phục hồi dễ dàng	Mức độ phong phú và đa dạng cao về thành phần loài san hô ở các khu vực rạn lân cận	Cộng đồng địa phương đồng thuận và hỗ trợ các mục tiêu, cũng như kế hoạch của dự án
Nước trong, độ mặn: 30 - 34‰, nhiệt độ nước: 22 - 30°C	Độ giàu có của vật ăn san hô (cá ăn san hô, sao biển gai...) nằm trong giới hạn cho phép về cân bằng tự nhiên	Có sự tham gia chính quyền địa phương và/hoặc ngư dân tại cộng đồng địa phương

<b>Vô sinh</b>	<b>Hữu sinh</b>	<b>Xã hội</b>
Tác động của dòng chảy nước ngọt từ cửa sông đổ ra ở mức thấp, phù hợp san hô phát triển	Các vùng rạn có tiềm năng cung cấp nguồn giống san hô thuộc phạm vi vùng lân cận cách địa điểm phục hồi khoảng 10 hải lí	Có sự kết hợp nguồn lực tại địa phương nhằm triển khai các kế hoạch phục hồi san hô
Nguồn ô nhiễm do khu đô thị hay công nghiệp trong vòng 5 hải lí ở mức thấp	Các địa điểm được triển khai phục hồi san hô thuộc giới hạn phạm vi 20 - 30 hải lí	Chính quyền địa phương có chế tài đối với các trường hợp vi phạm khai thác không hợp pháp tại khu vực phục hồi (gồm biên bản ghi nhớ, phạm vi liên quan...)
Dòng chảy nhẹ (tối đa 1 m/s)	-	-
Địa hình đáy phải có bãi rộng cùng với các cụm san hô cô lập ở độ sâu từ 3 - 10 m	-	-

### 3.1.2.2. Lựa chọn địa điểm phục hồi san hô trên rạn nhân tạo

Các yêu cầu tương tự tại mục (3.1.2.1), ngoài ra địa điểm lựa chọn phục hồi san hô trên rạn nhân tạo cần đáp ứng các yêu cầu sau:

- Là các khu vực có nền đáy mềm (cát; cát sỏi; vụn san hô) hoặc khu vực rạn san hô bị suy thoái hoàn toàn đã mất kết cấu rạn do tác động rửa trôi của sóng biển. Không thả rạn nhân tạo trên các rạn san hô.

- Khu vực lân cận các rạn san hô có nền đáy mềm (cát; cát sỏi; vụn san hô) tương đối bằng phẳng, có điều kiện môi trường phù hợp cho sự phát triển của san hô, nền đáy đảm bảo rạn nhân tạo không bị lún, trôi hoặc vùi lấp sau khi thả;

- Không cản trở giao thông đường thủy tại khu vực.

### 3.1.3. Lựa chọn loài san hô phục hồi

Lựa chọn loài san hô phục hồi cần dựa trên các tiêu chí như sau:

- Loài san hô bản địa có nguồn gốc tự nhiên và phân bố lân cận với khu vực được lựa chọn phục hồi;

- Loài san hô đã tồn tại tự nhiên trước đó tại khu vực phục hồi;

- Loài san hô/kiểu gen có khả năng chống chịu với tình trạng tẩy trắng, điều kiện môi trường biến đổi mạnh;

- Loài san hô dạng cành (*Acropora*) có tốc độ tăng trưởng, gia tăng độ phủ nhanh, có khả năng chịu đựng cao đối với các loại bệnh, loài địch hại;

- Loài san hô có chức năng là loài tạo rạn, các loài ưu thế có sinh lượng cao đáp ứng được nhu cầu nguồn giống.

### **3.1.4. Thu thập giống và nuôi cấy giống**

#### **a. Yêu cầu thu thập giống san hô**

Trước khi bắt đầu một hoạt động thu thập mẫu giống san hô cho việc phục hồi, phải được Cơ quan quản lý nhà nước về thủy sản thuộc Bộ Nông Nghiệp và Phát triển nông thôn chấp thuận bằng văn bản và tuân thủ quy định pháp luật về tiếp cận nguồn gen. Đồng thời, việc thu thập mẫu giống san hô cần đáp ứng các yêu cầu như sau:

- Thu thập nguồn giống san hô từ các tập đoàn khỏe mạnh;
- Thu thập từ 10-20% mẫu giống san hô từ tập đoàn cho, tối đa không quá 50% đối với san hô dạng cành và 30% đối với san hô dạng khối nhằm giảm thiểu tác động;
- Khi đưa san hô giống lên khỏi mặt nước biển, cần giữ san hô tạm thời bằng cách phủ vải thấm nước biển để tránh ánh sáng trực tiếp hoặc bảo quản san hô trong các thùng chứa nước biển, thay khoảng 80% thể tích nước sau mỗi 30 phút.
- Loại bỏ các phần đã chết trên tập đoàn san hô, giảm độ dày đối với loài kích thước lớn, phân tách thành các phân mảnh san hô nhỏ hơn trước khi được vận chuyển;
- Sử dụng thùng chứa sạch, chắc chắn để chứa các tập đoàn san hô giống nhằm giảm thiểu các tác động gây hại, sử dụng các thùng chứa khác nhau đối với các loài san hô khác nhau để dễ dàng trong việc nhận diện

#### **b. Yêu cầu đối với vận chuyển giống san hô phục hồi**

- Sử dụng thùng giữ nhiệt cỡ lớn có nắp đậy để thuận tiện cho việc vận chuyển;
- Mức chênh lệch nhiệt độ nước biển trong các thùng chứa so với môi trường tự nhiên/ khu vực phục hồi chỉ dao động từ 1°C hoặc 2°C;
- Nếu các phân mảnh san hô được vận chuyển trong thời gian sinh sản, cần giữ trong bóng tối để không bị kích thích sinh sản trong quá trình vận chuyển;
- Nên phơi các phân mảnh san hô dưới ánh sáng ban ngày bằng cách mở nắp hộp đựng 15 phút/lần và giảm thời gian vận chuyển đến mức tối đa;
- Nếu quá trình vận chuyển mất nhiều thời gian, thùng chứa giống san hô phải được sục khí, thay nước biển thường xuyên trong quá trình vận chuyển.

#### **c. Vườn ươm san hô**

Việc xây dựng vườn ươm san hô nhằm tăng hiệu quả phục hồi san hô, qua đó việc thực hiện hoạt động xây dựng vườn ươm san hô cũng cần lưu ý đến một số yêu cầu như sau:

- Vườn ươm san hô có thể ở dạng cố định nền đáy hoặc giàn treo nổi, vị trí vườn ươm san hô cần được thiết lập bên trong hoặc lân cận vùng phục hồi, nên cấy đơn loài trên 01 giá thể vườn ươm;
- Thường xuyên loại bỏ (hay làm sạch) sự phát triển quá mức của các loài sinh vật cạnh tranh (gồm tảo dạng sợi, tảo sinh khối lớn, vi khuẩn lam, hydroid hoặc động vật thân mềm, cùng nhiều loài khác);

- Vệ sinh tảo bám, loại bỏ các phân tập đoàn san hô bị chết, do ảnh hưởng của các tác động;

- Thực hiện tái phân mảnh các tập đoàn phát triển nhanh, qua đó cần phải cắt tỉa và sắp xếp lại cấu trúc vườn ươm. Đánh giá và lựa chọn các loài thích ứng nhất đối với khu vực phục hồi để triển khai ương nuôi đáp ứng nhu cầu nguồn giống (nếu cần).

### **3.1.5. Yêu cầu về phục hồi san hô**

#### **3.1.5.1. Phục hồi tại các vùng rạn san hô bị suy thoái**

##### **a. Giá thể phục hồi san hô**

- Các nguyên vật liệu dùng để thiết lập giá thể phục hồi san hô cần đảm bảo không gây ô nhiễm môi trường, phù hợp cho san hô bám đáy và phát triển ổn định;

- Giá thể phục hồi san hô thường là các chất liệu cứng, đảm bảo cố định vững trên nền đáy, có độ bền tối thiểu 1 - 2 năm trong điều kiện môi trường biển;

- Ưu tiên sử dụng các giá thể đơn giản, tiện dụng trong quá trình phục hồi nhằm giảm thiểu nguồn lực và tiết kiệm chi phí cho hoạt động phục hồi.

##### **b. Phục hồi san hô tại rạn suy thoái**

- Cây ghép san hô phục hồi tại các vị trí nền đáy là đá san hô chết vững chắc và có điều kiện sinh thái tương đồng với loài cây ghép. Lựa chọn các loài san hô phục hồi phù hợp với sinh thái đới nông/sâu tại khu vực phục hồi;

- Tại điểm cây san hô, loại bỏ các sinh vật sống trên bề mặt nền đáy để giảm thiểu gây hại hoặc cạnh tranh với san hô (như tảo, hải miên, san hô lửa, động vật có vỏ, trai và hà);

- Cây giống san hô sao cho mặt sinh trưởng tập đoàn san hô hướng lên, bề mặt san hô được tiếp giáp lớn nhất với nền đáy.

- Ưu tiên cây giống phân bố đều trên nền đáy rạn phù hợp và có sinh thái tương đối đồng nhất, mật độ san hô phục hồi trung bình từ 1-2 tập đoàn/m<sup>2</sup>

- Loại bỏ tối đa các loài địch hại với san hô (sao biển gai, ốc ăn san hô...), hạn chế tối đa sự xuất hiện của một số loài gây hại cho san hô như cá thia, cá bướm, cá bò...trong giai đoạn đầu của hoạt động phục hồi;

- Cố định lại các phân mảnh san hô bị tổn thương do các tác động xung quanh (gồm sóng biển, dòng chảy, hoạt động khai thác thủy sản, rác biển, ảnh hưởng do một số loài cá...)

#### **3.1.5.2. Phục hồi trên rạn nhân tạo**

##### **a. Thiết kế, chế tạo và thả rạn nhân tạo**

- Rạn nhân tạo phải được thiết kế đầy đủ thông tin, gồm (bản vẽ hình dáng, kích thước; kết cấu; vật liệu...);

- Vật liệu chế tạo rạn nhân tạo phù hợp cho san hô phát triển;

- Rạn nhân tạo có kết cấu vững chắc và không sụt lún đáng kể sau thả;
- Rạn nhân tạo phục hồi san hô phải đảm bảo không gây ô nhiễm môi trường, không cản trở giao thông thủy;
- Thả rạn nhân tạo theo cụm hoặc riêng lẻ nhưng đảm bảo về kết cấu và tính ổn định rạn theo thời gian.

c. Phục hồi san hô trên rạn nhân tạo

- Phục hồi san hô trên rạn nhân tạo cần đảm bảo san hô được gắn vững chắc vào thành rạn;
- Hướng các polip phát triển của các tập đoàn san hô giống lên trên;
- San hô phục hồi trên rạn nhân tạo cách nền đáy rạn tối thiểu 20 cm;
- Khoảng cách giữa các tập đoàn san hô phục hồi trên bề mặt rạn nhân tạo từ 20-30cm.
- Các tập đoàn san hô/cụm rạn dự kiến theo dõi được gắn thẻ đánh dấu cho các đợt giám sát sinh trưởng tiếp theo.

**3.1.6. Theo dõi, giám sát sinh trưởng san hô phục hồi**

Theo dõi san hô cấy ghép phục hồi cần được triển khai định kỳ nhằm đánh giá về tính hiệu quả, tình trạng sinh trưởng của san hô và nguồn lợi trên rạn phục hồi. Đồng thời, khuyến nghị kiểm tra trực quan thường xuyên để xác định các vấn đề có thể xảy ra trong vườn ươm/vùng phục hồi (như tình trạng phát triển quá mức, tỷ lệ chết hoặc rui ro liên quan đến dịch bệnh, các tác động...) nhằm đưa ra các biện pháp quản lý phù hợp. Một số yêu cầu như sau:

- (i) Tốc độ sinh trưởng (kích thước chiều rộng, dài, cao và số nhánh);
- (ii) Tỷ lệ sống;
- (iii) Tình trạng của tập đoàn san hô (phát triển tốt, chết một phần);
- (iv) Độ phủ của các tập đoàn san hô phục hồi;
- (v) Nguồn lợi cá rạn, sinh vật đáy, nhóm nguồn lợi có giá trị kinh tế khác (gồm thành phần loài và sinh lượng)

**3.1.7. Thực hiện giám sát, đánh giá sau phục hồi**

Hoạt động phục hồi san hô cần xác định rõ ràng các mục tiêu, khung thời gian để theo dõi tính hiệu quả của các hoạt động phục hồi. Các hoạt động giám sát ngắn hạn, trung hạn và dài hạn cần phải thu thập được dữ liệu chuẩn xác, nhất quán bao gồm việc đảm bảo chất lượng và quản lý dữ liệu cho phân tích so sánh và đánh giá.

- Giám sát ngắn hạn (01 năm hoặc ít hơn) được dùng cho đánh giá hiệu quả chung đối với các phương pháp phục hồi, thiết lập các thông số nhất quán cho khu vực được lựa chọn phục hồi;

- Giám sát trung hạn (1 – 5 năm) được triển khai đối với hoạt động giám sát tính hiệu quả phục hồi;

- Giám sát dài hạn (trên 5 năm) được thực hiện nhằm giám sát và thu thập dữ liệu về tác động của hoạt động phục hồi đối với hệ sinh thái rộng lớn hơn.

Tần suất giám sát có thể thay đổi do sự khác biệt về địa lý, điều kiện môi trường, tần suất thực hiện các hoạt động phục hồi, mức tăng trưởng hoặc các yếu tố khác đối với các loài san hô phục hồi.

### **3.2. Một số yêu cầu khác**

#### **3.2.1. Một số thiết bị, dụng cụ cơ bản cần có**

- Thiết bị lặn có khí tài SCUBA
- Máy nén khí áp suất cao
- Máy quy phim, chụp ảnh dưới nước
- Thiết bị định vị GPS
- Thiết bị đo độ sâu, nền đáy khu vực
- Thiết bị đo yếu tố môi trường cơ bản
- Thiết bị kéo Manta tow
- Đĩa Secchi đo độ trong/độ đục
- Dây mặt cắt khảo sát (100m)
- Phao nổi đánh dấu mặt cắt
- Búa, đục, kìm
- Đinh thép, lưới inox
- Dây rút lạt nhựa
- Dụng cụ vận chuyên san hô
- Găng tay vải
- Quần áo bảo hộ lao động

#### **3.2.2. Yêu cầu về nhân sự và vai trò của các bên liên quan**

##### **3.2.2.1 Yêu cầu về nhân sự**

Khi tiến hành trồng phục hồi san hô cần có sự tham gia của các bên như sau:

- (i) Kỹ thuật viên;
- (ii) Cộng tác viên, Ngư dân, người dân.

##### **3.2.2.2. Yêu cầu về năng lực chuyên môn**

- *Kỹ thuật viên*: Được đào tạo chuyên ngành phù hợp (sinh học, thủy sản, nông lâm nghiệp...), có chứng chỉ lặn SCUBA và đã có kinh nghiệm về phục hồi san hô.

- *Cộng tác viên, ngư dân, người dân*: Được tập huấn, phổ biến kiến thức cơ bản về công tác phục hồi san hô; hỗ trợ các kỹ thuật viên trong quá trình phục hồi san hô.

##### **3.2.2.3. Vai trò của các bên liên quan**

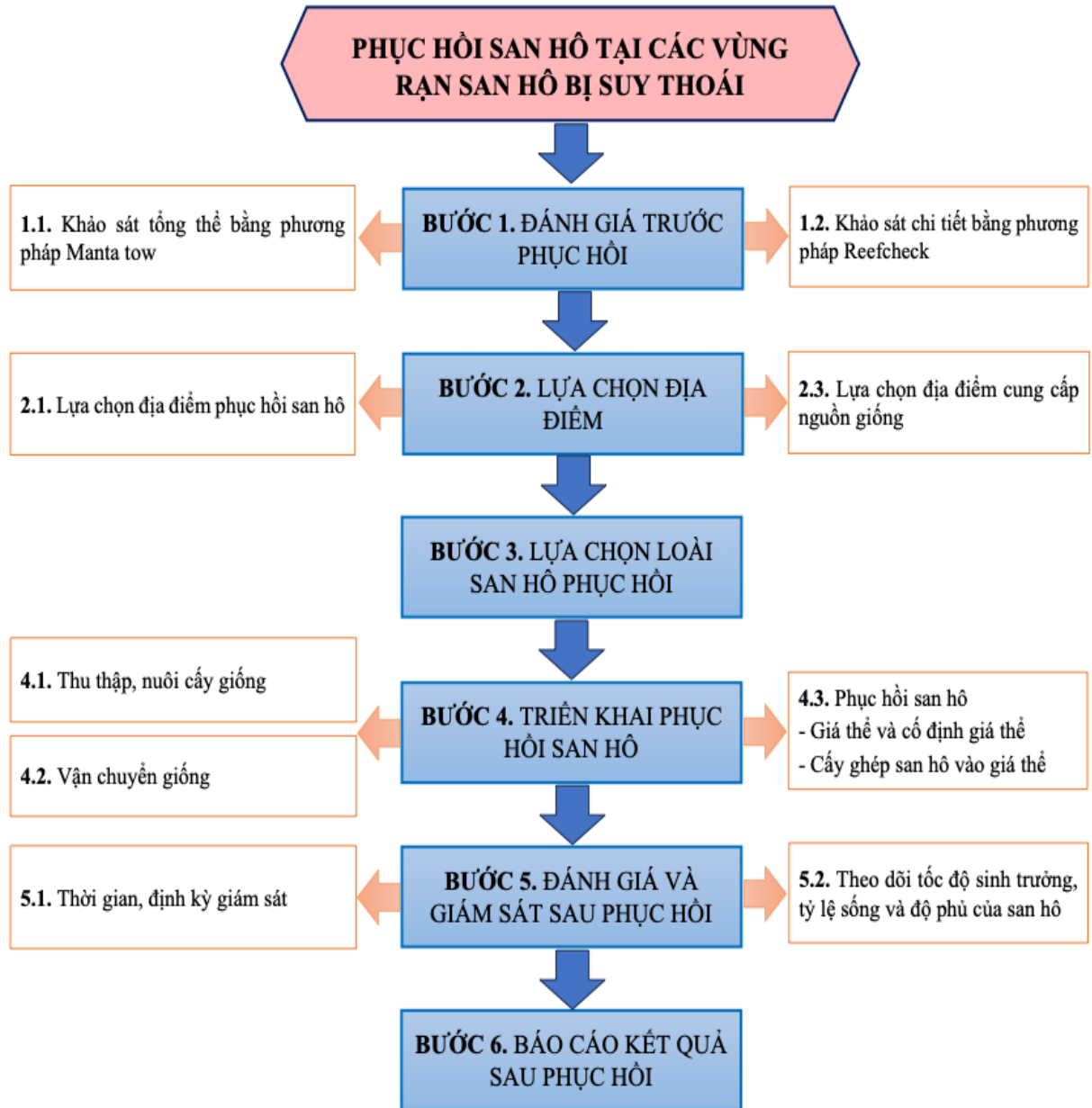
- Nhóm nhân sự địa phương như ngư dân tại địa phương, cán bộ địa phương, cộng tác viên có thể thực hiện hầu hết các bước phục hồi san hô sau khi được tập huấn. Trong quá trình trồng phục hồi, cần xin ý kiến tham vấn chuyên gia (nếu cần).

- Nhóm nhân sự có chuyên môn sâu như kỹ thuật viên có thể tham gia tất cả các bước đặc biệt là các bước chuyên sâu trong quá trình trồng phục hồi.

## PHẦN IV. QUY TRÌNH KỸ THUẬT, NUÔI CÂY PHỤC HỒI SAN HỒ

### 4.1. Quy trình kỹ thuật nuôi cấy phục hồi san hô tại các vùng rạn san hô bị suy thoái

#### 4.1.1. Sơ đồ quy trình kỹ thuật phục hồi san hô tại vùng rạn bị suy thoái



**Hình 1.** Sơ đồ các bước thực hiện phục hồi san hô tại các vùng rạn san hô bị suy thoái

#### 4.1.2. Các bước thực hiện kỹ thuật phục hồi san hô tại vùng rạn bị suy thoái

##### **BUỚC 1. ĐÁNH GIÁ TRƯỚC PHỤC HỒI**

a, Tiến hành khảo sát tổng quan rạn san hô bằng phương pháp Manta tow (English et al., 1997), cụ thể: Trước khi tiến hành kéo người quan sát, một người ghi chép các thông số về thời tiết (mưa/nắng, gió, nhiệt độ), tình trạng mặt biển, mô tả sơ bộ về khu vực khảo sát như tình hình khai thác thủy sản, gần khu dân cư, nước thải...



Sau khi trang thiết bị cần thiết được chuẩn bị đầy đủ và người quan sát đã sẵn sàng, người quan sát buộc dây kéo, gắn bảng số liệu và thả xuống nước. Khi người quan sát ở dưới nước ra ký hiệu xuất phát thì người điều khiển trên tàu bắt đầu cho tàu chạy. Một người trên tàu ghi thời gian và toạ độ tại các điểm dừng. Tốc độ xuống kéo duy trì ở 3-5km/h, sau mỗi 2 phút kể từ lúc xuất phát thì người điều khiển tàu cho tàu dừng lại để người khảo sát ghi chép số liệu là kết thúc 1 lần kéo. Quá trình được thực hiện tương tự như vậy cho những lần kéo tiếp theo. Đường kéo nên giữ song song với mào rạn sao cho người quan sát có thể nhìn toàn cảnh sườn dốc. Để đảm bảo tính chính xác của phương pháp, cứ sau 15 lần kéo nên đổi ca hoặc giải lao. Tổng hợp thông tin khảo sát tổng quan góp phần xác định các mặt cắt đại diện cho việc khảo sát chi tiết các rạn san hô.

Các thông số và chỉ tiêu thu thập được thực hiện theo Bảng 1.

b, Tiến hành khảo sát chi tiết bằng phương pháp Reefcheck (Hodgson and Waddell., 1997), cụ thể:

Tại các mặt cắt đại diện khảo sát chi tiết, một người trải dây mặt cắt 100m song song với đường đẳng sâu ở độ sâu 3 – 6m và một dây khác ở độ sâu 6 – 12m. Ở những rạn hẹp và nông chỉ cần trải 1 dây mặt cắt ở độ sâu 3 – 6m. Dây mặt cắt 100m được chia làm 4 đoạn nhỏ, mỗi đoạn có chiều dài 20m (tức chi khảo sát trong đoạn 0 – 20m, 25 – 45m, 50 – 70m, 75 – 95m) để đảm bảo độ tin cậy trong quá trình tính toán số liệu của phương pháp. Sau khi trải dây mặt cắt xong, thợ lặn lên tàu và lần lượt làm theo thứ tự các nhóm như sau: nhóm cá rạn san hô → nhóm động vật không xương sống → nhóm hợp phần đáy.

- Nhóm cá rạn san hô: Khoảng 10 – 15 phút sau khi trải dây mặt cắt (nước yên tĩnh trở lại) người quan sát cá sẽ xuống trước và tiến hành như sau: người quan sát sẽ bơi thật chậm và bắt đầu đếm số lượng các chỉ tiêu cần quan tâm đó là cá Mú, cá Hồng, cá Kẽm, cá Hè, cá Bướm, cá Mỏ gù, cá Bàng chài gù và các loài cá Trinh dọc theo mặt cắt trong phạm vi tầm nhìn 2,5m về phía mỗi bên của dây mặt cắt. Khi đếm hết khoảng 20m tức là đã hoàn thành đoạn đầu tiên trong số 4 đoạn của dây mặt cắt 100m. Quá trình cứ tiếp tục như vậy đối với các đoạn còn lại (25 – 45m, 50 – 70m, 75 – 95m). Như vậy, tổng diện tích xác định là 4 đoạn x 5m chiều rộng x 20m chiều dài = 400m<sup>2</sup>

- *Nhóm động vật không xương sống đáy*: Người quan sát sẽ ghi các loài động vật không xương sống đáy cần quan tâm là tôm Béc sĩ, Cầu gai đen, Cầu gai bút chì, Hải sâm, Sao biển gai, trai Tai tượng, ốc Đụn, ốc Tù, tôm Hùm trong phạm vi tầm nhìn 2,5m về mỗi bên của dây mặt cắt. Quá trình đếm sẽ diễn ra trên mỗi đoạn của dây mặt cắt mà không cần phải dừng lại như người quan sát cá. Tổng diện tích định lượng là: 4 đoạn x 5m rộng x 20m dài = 400m<sup>2</sup>. Ngoài ra còn ghi số liệu về các tác động đến rạn san hô trên dây mặt cắt.

- *Nhóm hợp phần đáy*: Người cuối cùng sẽ định lượng san hô và các hợp phần đáy khác trên dây mặt cắt theo từng điểm chạm trong 4 đoạn, khoảng cách xác định cách

nhau giữa 2 điểm là 0,5m. Quá trình được thực hiện như sau: người ghi chép san hô và các hợp phần đáy khác bắt đầu ghi chép loại hợp phần ngay bên dưới của dây mặt cắt tại điểm số 0, rồi đến 0,5m, 1m, 1,5m... cho đến 19,5m. Khi đã xong điểm chạm 19,5m tức là đã hoàn thành xong đoạn đầu tiên trong 4 đoạn của dây mặt cắt 100m. Quá trình được thực hiện tương tự từ 25 – 44,5m, 50 – 69,5m, 75 – 94,5m. Như vậy, mỗi đoạn sẽ có 40 điểm chạm và tổng số điểm chạm trên dây mặt cắt dài 100m là 4 đoạn x 40 điểm = 160 điểm phải dừng để ghi các dạng hợp phần đáy. Việc ghi chép các hợp phần đáy vào bảng số liệu được ghi dưới dạng ký hiệu theo chỉ dẫn trên bảng ghi hợp phần đáy. Mười một thành phần đáy cần ghi nhận bao gồm: San hô cứng (HC), San hô mềm (SC), San hô chết (DC), san hô mới chết (RKC), Đá (RC), Vụn san hô (RB), Cát (SD), Bùn (SI), Rong lớn (FS), Hải miên (SP), các sinh vật khác (OT). Ngoài ra còn ghi số liệu về các tác động đến rạn san hô trên dây mặt cắt.

Kết quả đánh giá trước phục hồi được sử dụng để làm cơ sở lựa chọn địa điểm phục hồi, địa điểm cho nguồn giống, loài phục hồi và phương án phục hồi phù hợp nhất. Các chỉ tiêu và biểu thu thập thông tin khảo sát (định tính, định lượng) của các đối tượng quan sát trên hoặc mở rộng các đối tượng quan tâm khác (nếu cần), chi tiết tại Phụ lục 1- Phân Phụ lục.

## **BUƯỚC 2. LỰA CHỌN ĐỊA ĐIỂM**

### ***2.1. Lựa chọn địa điểm phục hồi san hô***

#### ***a. Xác định các khu vực phục hồi tiềm năng***

Phân tích dữ liệu khảo sát trước phục hồi (được thực hiện ở Bước 1 của quy trình này), kết hợp với các yêu cầu liên quan đến lựa chọn địa điểm phục hồi để xác định được các vùng phục hồi tiềm năng phù hợp với yêu cầu và hiện trạng tại địa phương.

#### ***b. Sử dụng khung đánh giá để lựa chọn địa điểm phù hợp nhất***

Xây dựng sơ đồ/bản đồ các khu vực phục hồi tiềm năng đã được xác định để tiến hành sử dụng khung đánh giá theo thang điểm từ 1 đến 5 (tại Bảng 1), kết hợp tham vấn ý kiến chuyên gia phân tích kết hợp dữ liệu hiện trạng và lịch sử tại khu vực phục hồi nhằm lựa chọn địa điểm phục hồi phù hợp nhất, cụ thể

- Dữ liệu lịch sử và hiện tại liên quan đến giám sát rạn san hô về độ che phủ nền đáy và các quần thể cá, cũng như các loài ăn san hô và dịch bệnh ở san hô;

- Dự đoán về rủi ro san hô bị tẩy trắng trong tương lai;

- Mức độ về tính nghiêm trọng của các tác động xáo trộn nền đáy;

- Một số tác động gây xáo trộn khác có thể xảy ra (sự bùng phát của loài sao biển gai, lũ lụt);

- Dữ liệu lịch sử và hiện tại liên quan đến mức độ nghiêm trọng của các tác động lên các rạn san hô do hoạt động của con người (như hoạt động neo đậu tàu thuyền, hoạt động khai thác thủy sản quá mức);

- Dữ liệu lịch sử và hiện tại liên quan đến các mục đích sử dụng tại địa phương, bao gồm hiện trạng quy hoạch vùng biển, kinh tế xã hội của địa phương có liên quan.

- Dữ liệu lịch sử và hiện tại liên quan đến các nỗ lực phục hồi san hô.

### *c. Hoàn thiện việc lựa chọn địa điểm phục hồi*

Lấy ý kiến của nhóm tư vấn bao gồm các nhà quản lý thuộc chính quyền địa phương, đại diện cộng đồng người dân địa phương, các bên liên quan nhằm hoàn thành các mục tiêu đề ra phù hợp với thực trạng địa phương.

## **2.2. Lựa chọn địa điểm cung cấp nguồn giống**

Phân tích kết quả khảo sát trước phục hồi, tiến hành lựa chọn các vùng rạn lân cận khu vực phục hồi có tiềm năng cung cấp nguồn giống và đạt các tiêu chí sau:

- Rạn cung cấp nguồn giống có tính đa dạng loài cao trong khu vực, có các loài ưu thế sinh lượng cao.

- Rạn không có dấu hiệu bị tẩy trắng mô (tissue bleaching), bệnh dải đen (black-band disease), bệnh dải trắng (white-band disease);

- Không xuất hiện đáng kể các loài địch hại phổ biến như sao biển gai, ốc gai ăn thịt san hô.

- Ưu tiên khu vực có tính tương đồng về sinh thái với khu vực phục hồi

## **BUƯỚC 3. LỰA CHỌN LOÀI PHỤC HỒI**

Tiến hành phân tích tổng hợp kết quả khảo sát trước phục hồi, thống kê các loài có tiềm năng phục hồi phù hợp với các yêu cầu tại (Mục 3.1.3. Lựa chọn loài san hô phục hồi) và phù hợp với yêu cầu của địa điểm lựa chọn phục hồi.

Từ danh sách các loài tiềm năng cho nguồn giống, tiến hành tham vấn ý kiến chuyên gia để chọn lọc các loài phù hợp nhất cho hoạt động phục hồi.

## **BUƯỚC 4. TRIỂN KHAI PHỤC HỒI**

### **4.1. Thu thập và nuôi cấy giống**

#### *a. Thu thập giống*

- Các thợ lặn có khí tài SCUBA di chuyển tới khu vực được lựa chọn cung cấp nguồn giống cho hoạt động phục hồi;

- Sử dụng các dụng cụ phù hợp như: búa, kìm, kẹp, giỏ đựng... để tách các mảnh san hô giống từ tập đoàn san hô cho giống, quá trình thu thập nguồn giống đảm bảo các tập đoàn san hô cho giống ít bị tổn thương nhất, tránh làm san hô bật khỏi nền đáy. Việc thu thập nguồn giống phải đảm bảo đáp ứng các yêu cầu (tại mục 3.1.4. Thu thập giống san hô).

- Khi thu thập đầy giỏ giống san hô, chuyên túi cho các thành viên trên tàu, lặn xuống trở lại và tiếp tục thu mẫu. Bên cạnh đó, khi lên đến mặt nước, tiến hành đổ tất cả nước trong túi ra trước khi chuyên túi lên sàn tàu. Nhanh chóng chuyển san hô sang

các thùng chứa đầy nước biển theo trình tự: **(i)** San hô cứng, nặng (hầu hết là các san hô dạng khối) đặt phía dưới; **(ii)** San hô nhẹ, dễ vỡ (hầu hết là các san hô dạng cành) đặt phía trên.

#### *b. Nuôi cấy giống/ vườn ươm*

Vườn ươm san hô được thiết kế và xây dựng trong vùng được lựa chọn phục hồi san hô, diện tích vườn ươm được xác định phù hợp và đáp ứng nhu cầu kế hoạch nguồn giống mà hoạt động phục hồi đã đề ra.

- Đối với vườn ươm cố định trên nền đáy: Khung giá thể nuôi cấy giống thường dùng là hình vuông hoặc hình chữ nhật với diện tích khoảng 1-2m<sup>2</sup> được cố định vững chắc trên nền đáy rạn. Chất liệu thường dùng cho giá thể vườn ươm bao gồm một số vật liệu (nhựa PVC, sắt, lưới thép...). Cây giống san hô lên bề mặt giá thể vườn ươm đảm bảo san hô giống được cố định vững chắc trên giá thể, khoảng cách giữa các san hô giống khoảng 20-30cm.

- Đối với vườn ươm giàn treo: Vật liệu thường sử dụng gồm (dây thừng, lưới, phao nổi, neo đáy...), giàn treo có thể thiết kế vuông góc hoặc song song với nền đáy. Vị trí và độ sâu, tầng sâu của giàn ương nuôi cần phù hợp sinh thái cho san hô phát triển.

- Kích thước san hô giống ương nuôi thường dùng từ 10 - 15 cm. Trong một số trường hợp với các mục đích khác nhau, kích thước giống san hô có thể nhỏ hơn nhưng phải đảm bảo san hô có thể tự phát triển được trong môi trường tự nhiên.

- Khi san hô giống tại vườn ươm tăng sinh lượng, việc khai thác nguồn giống san hô từ vườn ươm được thực hiện tương tự nhưng khai thác nguồn giống san hô ngoài tự nhiên.

#### **4.2. Vận chuyển giống**

- Sau khi thu thập đủ lượng giống vào các thùng chứa, tiến hành di chuyển về khu vực phục hồi để cố định các mảnh san hô. Trong quá trình di chuyển, tiến hành thay nước biển trong các thùng chứa mỗi 30 phút 1 lần, thay 80% lượng nước theo thể tích thùng chứa. Hoạt động vận chuyển giống san hô phải đảm bảo yêu cầu được nêu tại (Mục 3.1.4. Thu thập giống và nuôi cấy giống).

#### **4.3. Phục hồi san hô**

- Giá thể thường dùng trong phục hồi san hô (đỉnh thuyền, cọc sắt, thanh lưới kim loại...), có thể sử dụng loại giá thể khác cũng như cách cấy ghép, tuy nhiên cần đáp ứng những yêu cầu tại (tiểu mục (a)-3.1.5.1, mục 3.1.5, Phần III)

##### *a. Giá thể và cố định giá thể*

- Cách cố định một số giá thể thường dùng phục hồi san hô:

+ *Giá thể đỉnh thuyền, đỉnh thép*: Sử dụng sắt cây độ dài 150-200mm, đường kính 12mm một đầu cắt nhọn đóng chặt trên nền đáy san hô chết

+ *Giá thể thanh lưới kim loại*: Giá thể phục hồi san hô được sử dụng là thanh thép/inox có chiều dài 50-60 cm và chiều rộng (2-3 cm) với mắt lưới vuông 0,5 cm (có thể thay đổi kích thước phù hợp). Giá thể được cố định xuống nền đáy bằng 3-4 đinh bê tông (5 cm) số lượng đinh bằng với số lượng tập đoàn san hô dự kiến trồng trên giá thể. Trên nền rạn phục hồi, giá thể được uốn linh động theo các hướng nhằm lựa chọn được các vị trí đóng đinh vào nền đáy là đá san hô khối chết nhằm đảm bảo đinh cố định giá thể vững chắc trên nền đáy. Hoạt động cấy giá thể được thực hiện hoàn thiện cho mỗi khu vực trước khi triển khai hoạt động phục hồi san hô.

#### *b. Cấy ghép san hô vào giá thể-nền đáy*

- *Giá thể đinh thuyền, đinh thép*: Sử dụng dây nhựa rút để cố định chặt các san hô giống vào nền đáy và cọc sắt, có thể sử dụng 1 hoặc 2 đinh thuyền để cố định vững chắc các san hô phục hồi.

- *Giá thể thanh lưới kim loại*: Tại mỗi vị trí đóng đinh trên giá thể, tiến hành đưa san hô giống xuống dưới lớp lưới thép, kéo san hô về phía đinh cố định sao cho san hô kẹt vững chắc giữa nền đáy và lưới thép. Việc cấy ghép được thực hiện nhẹ nhàng đảm bảo san hô ít bị tổn thương, xoay san hô giống sao cho các polip phát triển của san hô hướng lên trên, mặt dưới của san hô giống được tiếp giáp tối đa trên nền đáy và cố định vững giữa giá thể và nền đáy. Sử dụng dây rút nhựa để cố định chắc chắn san hô giống vào đinh, giá thể và nền đáy. Trên mỗi giá thể ưu tiên cấy đơn loài tránh sự cạnh tranh nhằm tăng sự phát triển cũng như tạo cụm kết nối giữa các san hô, giá thể, nền đáy để phát triển bền vững trên rạn.

### **BƯỚC 5. ĐÁNH GIÁ VÀ GIÁM SÁT SAU PHỤC HỒI**

#### ***5.1. Theo dõi tỷ lệ sống, tốc độ sinh trưởng và độ phủ***

Sau thực hiện phục hồi san hô (dạng cành, dạng khối, phủ...) vững chắc trên giá thể và nền rạn, tiến hành đánh dấu và theo dõi định kỳ tại các ô theo dõi cố định. Quần thể san phục hồi trong các ô sẽ được theo dõi về khả năng sống sót và tốc độ tăng trưởng, cụ thể:

- Chọn 03 ô theo dõi (diện tích 5 m x 5 m ở các khu vực khác nhau dựa trên sự phân bố và đại diện cho các loài san hô phục hồi) tại địa điểm phục hồi.

- Xác định và đánh dấu ranh giới các ô theo dõi đã chọn bằng dây thừng và cọc sắt đóng trên nền đáy. Trong phạm vi các ô theo dõi, đánh dấu bằng thẻ nhựa hoặc mã hiệu các tập đoàn san hô phục hồi để theo dõi định kỳ.

- Tiến hành xác định tổng số quần thể được cấy ghép và tổng số từng loài trong mỗi ô. Theo dõi khoảng từ (3 - 5%) trong tổng số quần thể san hô phục hồi.

#### *a. Theo dõi tỷ lệ sống*

- Sử dụng biểu mẫu ghi lại tình trạng sức khỏe hiện tại (khỏe mạnh, tập đoàn chết một phần dưới 50%, chết hơn 50%, bị chết, bị tẩy trắng) đối với mỗi tập đoàn san hô

theo dõi (loài san hô) để đánh giá tỷ lệ sống tại vườn ương, khu vực phục hồi cho các lần theo dõi tiếp theo.

*b. Theo dõi tốc độ tăng trưởng*

- Thực hiện các phép đo kích thước đối với các phân mảnh san hô được gắn thẻ và cố định phép đo giống nhau trong các lần giám sát tiếp theo. Đo kích thước các phân mảnh san hô phục hồi bằng thước kẹp, mức chính xác đến milimét, cụ thể như sau

+ *Đối với san hô dạng cành*: Đo kích thước chiều dài (dài nhất) của tập đoàn san hô phục hồi, đếm số lượng chồi san hô trên nhánh san hô đo kích thước.

+ *Đối với san hô dạng phủ, khối, bán khối, phiến, lá*: Đo chiều rộng (rộng nhất) của tập đoàn san hô giống phục hồi.

- Có thể chụp ảnh từng phân mảnh san hô phục hồi đã đo (theo chiều từ trên xuống, từ dưới lên và từ bên cạnh) để tạo ra dòng thời gian trực quan sự phát triển của san hô cũng như để xác định các điểm không nhất quán có thể xảy ra. Ảnh chụp có thể kiểm tra lại dữ liệu đo nếu dữ liệu có sai lệch

*c. Theo dõi độ phủ*

Khung định lượng theo dõi độ phủ được đặt trong ô theo dõi sinh trưởng san hô. Khung định lượng theo dõi bằng lưới thép có chia ô lưới 1cm<sup>2</sup> ( khung định lượng có chiều dài 1m, chiều rộng 1 m). Sự gia tăng độ phủ san hô phục hồi trên các ô lưới 1cm<sup>2</sup> được ghi nhận qua các lần giám sát. Ngoài ra cần chụp ảnh vuông góc tại các tập đoàn san hô theo dõi để lưu trữ, kiểm chứng số liệu khi có sai sót.

**5.2. Đánh giá và định kỳ giám sát**

*a. Thời gian, định kỳ*

- i) Ngắn hạn (1 năm hoặc ít hơn);
- (ii) Trung hạn (1 - 5 năm);
- (iii) Dài hạn (> 5 năm).

*b. Đối tượng và tần suất giám sát*

Sử dụng phương pháp Reefcheck (khảo sát chi tiết) để thu thập thông tin tại các lần giám sát, theo dõi.

- *Đối tượng giám sát*: đối tượng và các chỉ tiêu theo dõi được thực hiện đồng bộ với các chỉ tiêu đánh giá trước phục hồi.

- *Tần suất giám sát*:

- + *Đánh giá và giám sát ngắn hạn (1 năm hoặc ít hơn)*: Thực hiện 3 tháng/lần
- + *Đánh giá và giám sát trung hạn (1- 5 năm)*: Thực hiện từ 1 – 2 lần/năm;
- + *Đánh giá và giám sát dài hạn (trên 5 năm)*: Thực hiện 1 - 2 lần/năm

- Tùy thuộc vào nhu cầu và tài chính, mục tiêu của dự án phục hồi mà có thể điều chỉnh tần suất theo dõi hoặc mở rộng đối tượng giám sát tại các khu vực phục hồi.

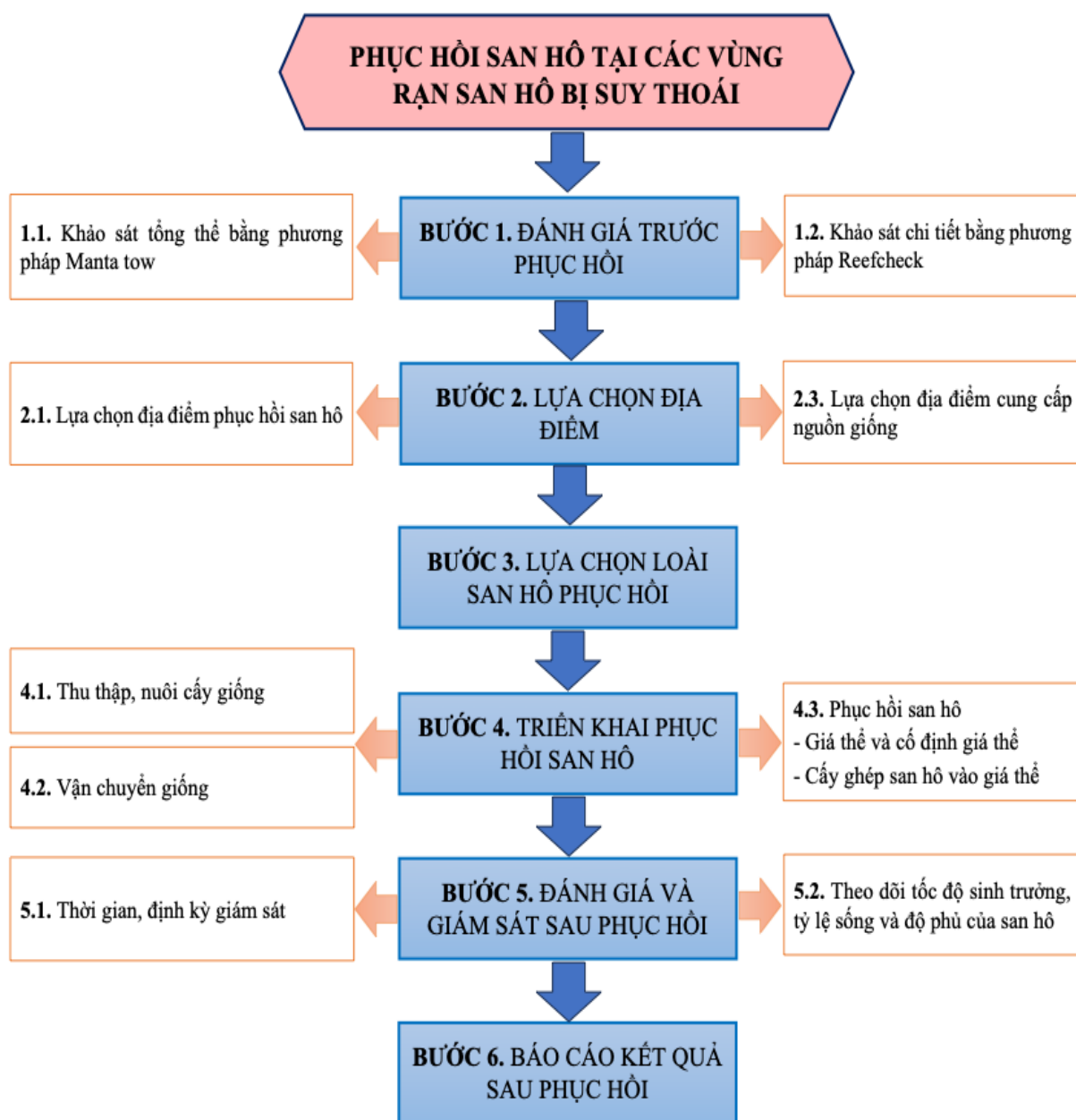
## **BƯỚC 6. BÁO CÁO KẾT QUẢ PHỤC HỒI SAN HỒ**

Các kết quả nghiên cứu phục hồi san hô tại các vùng rạn san hô bị suy thoái được báo cáo với cơ quan quản lý tại địa phương, KBTB, Sở ban Ngành có thẩm quyền liên quan và một số bên liên quan khác. Báo cáo kết quả được thực hiện thông qua một số nội dung chính như sau:

- Vị trí, quy mô khu vực phục hồi san hô;
- Sự thay đổi về sinh thái, nguồn lợi thủy sản trên rạn san hô phục hồi;
- Đánh giá sinh trưởng và phát triển của san hô phục hồi;
- Các tác động ảnh hưởng đến khu vực phục hồi san hô;
- Các giải pháp bảo tồn, quản lý hiệu quả và phát triển bền vững các rạn san hô san phục hồi tại địa phương.

## 4.2. Quy trình kỹ thuật nuôi cấy phục hồi san hô trên rạn nhân tạo

### 4.2.1. Sơ đồ quy trình kỹ thuật nuôi cấy phục hồi san hô trên rạn nhân tạo



**Hình 2.** Sơ đồ các bước thực hiện phục hồi san hô trên rạn nhân tạo

### 4.2.2. Các bước thực hiện kỹ thuật nuôi cấy phục hồi san hô trên rạn nhân tạo

#### **BƯỚC 1. ĐÁNH GIÁ TRƯỚC PHỤC HỒI**

- Tương tự như quy trình kỹ thuật phục hồi san hô tại các vùng rạn san hô bị suy thoái (Bước 1, Mục 4.1.2, Phần IV).

#### **BƯỚC 2. LỰA CHỌN ĐỊA ĐIỂM**

##### **2.1. Lựa chọn địa điểm phục hồi san hô trên rạn nhân tạo**

Từ kết quả khảo sát trước phục hồi, tiến hành đánh giá và lựa chọn khu vực nuôi cấy phục hồi san hô trên rạn nhân tạo phải đáp ứng 02 vấn đề chính sau, cụ thể:



(i). Địa điểm phù hợp cho phục hồi san hô: Thực hiện tương tự như quy trình kỹ thuật phục hồi san hô tại các vùng rạn san hô bị suy thoái (tiểu mục 2.1, Bước 2, Mục 4.1.2, Phần IV).

(ii). Nền đáy, khu vực phù hợp cho phục hồi san hô trên rạn nhân tạo:

- Từ kết quả phân tích hợp phần đáy: Lựa chọn khu vực có nền đáy mềm (cát; cát sỏi; vụn san hô) hoặc khu vực rạn san hô bị suy thoái hoàn toàn đã mất kết cấu rạn do tác động rửa trôi của sóng biển; Khu vực lân cận các rạn san hô có nền đáy mềm (cát; cát sỏi; vụn san hô) tương đối bằng phẳng, có điều kiện môi trường phù hợp cho sự phát triển của san hô, nền đáy đảm bảo rạn nhân tạo không bị lún, trôi hoặc vùi lấp sau khi thả;

- Việc thả rạn nhân tạo không cản trở giao thông đường thủy tại khu vực.

## **2.2. Lựa chọn khu vực cung cấp nguồn giống**

- Tương tự như quy trình kỹ thuật phục hồi san hô tại các vùng rạn san hô bị suy thoái (tiểu mục 2.2, Bước 2, Mục 4.1.2, Phần IV).

## **BUƯỚC 3. LỰA CHỌN LOÀI PHỤC HỒI**

- Tương tự như quy trình kỹ thuật phục hồi san hô tại các vùng rạn san hô bị suy thoái (Bước 3, Mục 4.1.2, Phần IV).

## **BUƯỚC 4. TRIỂN KHAI PHỤC HỒI SAN HÔ**

### **4.1. Thu thập giống san hô**

- Tương tự như quy trình kỹ thuật phục hồi san hô tại các vùng rạn san hô bị suy thoái (tiểu mục (a)-4.1; Bước 4, Mục 4.1.2, Phần IV).

### **4.2. Vận chuyển giống san hô**

- Tương tự như quy trình kỹ thuật phục hồi san hô tại các vùng rạn san hô bị suy thoái (tiểu mục 4.2, Bước 4, Mục 4.1.2, Phần IV).

### **4.3. Triển khai phục hồi**

#### **a. Lựa chọn kiểu rạn, kết cấu rạn**

- Rạn nhân tạo phục hồi san hô được thiết kế về kiểu hình, kết cấu vật liệu;

- Rạn nhân tạo thường dùng trong phục hồi san hô (khung kim loại, cột nhựa PVC, rạn vòm bê tông...), ngoài ra trong một số trường hợp có thể sử dụng tàu gỗ, tàu sắt cũ, các kết cấu, vật liệu khác... Tuy nhiên cần đáp ứng những yêu cầu tại (tiểu mục (a)-3.1.5.2, mục 3.1.5, Phần III)

- Một số kiểu rạn phục hồi san hô được tiến hành như sau:

(i) *Khung kim loại*: Mô hình này được thiết kế bao quanh bởi khung thép và bề mặt được phủ bằng lưới thép. Đồng thời, khung kim loại được sơn để chống ăn mòn và kéo tuổi thọ khi triển khai trong môi trường nước biển. Các phân mảnh san hô được gắn vào

khung kim loại bằng dây nylon và nhôm. Mật độ cây ghép là 15-20 tập đoàn/m<sup>2</sup>. Kiểu hình thường dùng (hình chữ nhật, hình vuông, hình tròn...).

(ii) *Cột nhựa PVC*: Mô hình này được thiết kế bằng ống PVC lõi bê tông có một số lỗ khoan trên thân phù hợp để gắn các phân mảnh san hô phục hồi. Cột ống nhựa được cắm sâu xuống nền đáy từ 50-70 cm, đường kính ống thường dùng có kích thước từ 10 - 20 cm đảm bảo vững trên nền đáy.

(iii) *Rạn dạng vòm bê tông*: Mô hình này được thiết kế theo dạng hình tròn (Reefball) có khoảng trống bên trong, thành rạn dày 10 cm, kích thước đường kính rạn có thể 0,6-1,2 m đảm bảo thả vững trên nền đáy. Có từ 6-10 lỗ xung quanh, mỗi lỗ có đường kính 10 cm tạo không gian cho các loài sinh vật biển vào cư trú. Mật độ cây ghép là 15-20 tập đoàn/m<sup>2</sup>

#### *b. Vận chuyển rạn nhân tạo đến vùng thả rạn*

- Sau khi đã lựa chọn được địa điểm phục hồi san hô trên rạn nhân tạo (được thực hiện tại Bước 2 của quy trình này), lựa chọn kiểu và tạo rạn, tiến hành vận chuyển rạn nhân tạo bằng tàu thủy đến vùng thả rạn.

- Sử dụng tời nâng/hạ rạn nhân tạo theo các vị trí đã được lựa chọn. Hoạt động thả rạn có thể được thực hiện theo một số kỹ thuật như:

+ Thả rạn đơn lẻ;

+ Thả theo kết cấu 2 - 3 rạn tạo cụm rạn vững chắc hơn

+ Thả theo kết cấu  $\geq 3$  rạn tại cụm rạn tại vùng sóng

+ Mật độ rạn nhân tạo: Tùy thuộc vào nhu cầu thả rạn và quy mô của mỗi dự án, độ phủ rạn rạn trên nền đáy trung bình có thể từ 5-10%, ưu tiên thả rạn phân bố đều trên nền đáy có sinh thái tương đối đồng nhất.

- Hoạt động thả rạn xuống nền đáy biển đảm bảo rạn không bị vỡ, rạn ổn định trên nền đáy, chân rạn áp, lún xuống nền đáy khoảng từ 3 - 5 cm. Các rạn có kết cấu tạo cụm phải có dây cố định các rạn với nhau tạo sự ổn định rạn trên nền đáy.

#### *c. Cấy san hô trên rạn nhân tạo*

- Dùng dây rút nhựa để cố định các tập đoàn san hô lên thành các rạn nhân tạo, hướng các polip phát triển của san hô giống lên trên;

- San hô cấy ghép trên bề mặt rạn nhân tạo nên cách nhau 20-30 cm.

- Trên một rạn nhân tạo có thể cấy ghép đơn loài hoặc đa loài san hô tùy thuộc theo mục đích và yêu cầu

- Vị trí cấy ghép san hô trên rạn nhân tạo cách nền đáy mềm tối thiểu 20 cm;

- Gắn thẻ, ghi mã số cho các tập đoàn san hô, các rạn, cụm rạn để theo dõi, đánh giá ở các đợt tiếp theo.

- Tại các san hô phục hồi dự kiến theo dõi độ phủ, tiến hành cố định san hô vào các mảnh lưới thép có chia ô 1cm<sup>2</sup> trước khi gắn vào thành rạn.

## **BUƯỚC 5. ĐÁNH GIÁ VÀ GIÁM SÁT SAU PHỤC HỒI**

### ***5.1. Theo dõi tỷ lệ sống, tốc độ sinh trưởng và độ phủ***

Sau thực hiện phục hồi san hô (dạng cành, dạng khối, phủ...) trên các rạn nhân tạo đã được đặt ổn định trên nền đáy biển, tiến hành lựa chọn và đánh dấu các san hô, cụm rạn (cố định) để theo dõi định kỳ. Các quần thể san hô trên các cụm rạn sẽ được theo dõi về tỷ lệ sống và sinh trưởng, tiến hành chọn ngẫu nhiên 10 - 15% trong tổng số rạn được thả.

#### ***a. Theo dõi tỷ lệ sống***

- Tại các cụm rạn, tập đoàn san hô được lựa chọn theo dõi tại khu vực phục hồi. Ghi lại số hiệu/ký hiệu mã rạn/cụm rạn và tập đoàn san hô.

- Ghi lại tình trạng sức khỏe hiện tại (khỏe mạnh, tập đoàn chết một phần dưới 50%, chết hơn 50%, bị chết, bị tẩy trắng) đối với mỗi tập đoàn san hô theo dõi (loài san hô) để đánh giá tỷ lệ sống tại các vườn ươm và khu vực phục hồi theo thời gian.

#### ***b. Theo dõi tốc độ tăng trưởng***

- Tương tự như quy trình kỹ thuật phục hồi san hô tại các vùng rạn san hô bị suy thoái (tiểu mục (b)-5.1, Bước 5, Mục 4.1.2, Phần IV).

#### ***c. Theo dõi độ phủ***

Theo dõi mức gia tăng độ phủ san hô phục hồi được xác định theo các ô lưới định lượng được phủ dần san hô theo thời gian. Ngoài ra cần chụp ảnh vuông góc tại các tập đoàn san hô theo dõi để lưu trữ, kiểm chứng số liệu khi có sai sót.

#### ***d. Theo dõi sự ổn định rạn nhân tạo trên nền đáy***

- Ghi nhận các tác động đến rạn nhân tạo tại các thời điểm (đo độ sụt lún, góc nghiêng, tình trạng kết cấu rạn, tình trạng rạn...) theo các đợt giám sát. Các tác động khác liên quan. Thực hiện trên số lượng các cụm rạn theo dõi, khuyến khích mở rộng quan sát để có đánh giá tổng thể hơn.

### ***5.2. Đánh giá và định kỳ giám sát***

- Tương tự như quy trình kỹ thuật phục hồi san hô tại các vùng rạn san hô bị suy thoái (tiểu mục 5.2, Bước 5, Mục 4.1.2, Phần IV).

## **BUƯỚC 6. BÁO CÁO KẾT QUẢ PHỤC HỒI SAN HÔ**

Kết quả nghiên cứu phục hồi san hô trên rạn nhân tạo được báo cáo với cơ quan quản lý tại địa phương, KBTB, Sở ban Ngành có thẩm quyền liên quan và một số bên liên quan khác. Qua đó, hoạt động báo cáo sẽ được thực hiện thông qua một số nội dung chính như sau:

- Vị trí, diện tích khu vực phục hồi san hô trên rạn nhân tạo;

- Quy mô thả và kết cấu rạn nhân tạo;
- Sự thay đổi về sinh thái, nguồn lợi thủy sản trên rạn san hô phục hồi;
- Đánh giá sinh trưởng và phát triển của san hô phục hồi;
- Các tác động ảnh hưởng đến khu vực phục hồi san hô trên rạn nhân tạo;
- Tình trạng và các tác động đến hệ thống rạn nhân tạo phục hồi san hô;
- Các giải pháp bảo tồn, quản lý hiệu quả và phát triển bền vững các rạn san hô san hô phục hồi tại địa phương.

## PHỤ LỤC

### Phụ lục 1. Biểu ghi chép và các thông số khảo sát chi tiết rạn san hô trước phục hồi (phương pháp Reefcheck)

**Bảng 1. Các tác động đến rạn san hô**

<b>San hô bị phá hủy/dịch bệnh/tẩy trắng và rác</b>				
<b>Điền theo mức độ sau: Không bị = 0, Thấp = 1, Trung bình = 2, Cao = 3</b>				
	0 – 20m	25 – 45m	50 – 70m	75 – 95m
Neo đậu tàu thuyền				
Khi thác huỷ diệt				
Khác				
Rác				
Tẩy trắng (% mật độ)				
Tẩy trắng (% tập đoàn)				
Bệnh dịch (có/không và %)				
Các loài quý hiếm				
Khác				
Ghi chú:				

**Bảng 2. Bảng ghi cá rạn san hô**

Địa điểm:		Tên đảo:		
Độ sâu:		Toạ độ:		
Ngày tháng:		Thời gian:		
	<b>0 – 20m</b>	<b>25 – 45m</b>	<b>50 – 70m</b>	<b>75 – 95m</b>
Cá bướm				
Cá kềm				
Cá hồng				
Cá mú gù				
Cá mó gù				
Cá bàng chài gù				
Cá hề				
Cá mú				
Cá trình				

**Bảng 3. Bảng ghi động vật không xương sống đáy**

Địa điểm:			Tên đảo:	
Độ sâu:			Toạ độ:	
Ngày tháng:			Thời gian:	
	<b>0 – 20m</b>	<b>25 – 45m</b>	<b>50 – 70m</b>	<b>75 – 95m</b>
Tôm Bắc sĩ				
Cầu gai Diadema				
Cầu gai bút chì				
Hải sâm				
Sao biển gai				
Trai tai Tượng				

**Bảng 4. Các ký hiệu hợp phần đáy**

HC: San hô cứng	SC: San hô mềm	RKC: San hô mới chết
FS: Rong lớn	SP: Hải miên	RC: Đá
RB: Vụn san hô	DC: San hô chết	SI: Bùn
OT: Các hợp phần khác		SD: Cát

<b>Đoạn 1</b>			<b>Đoạn 2</b>			<b>Đoạn 3</b>			<b>Đoạn 4</b>		
0 – 19,5m			25 – 44,5m			50 – 60,5m			75 – 94,5m		
0		10	25		35	50		60	75		85
0.5		10.5	25.5		35.5	50.5		60.5	75.5		85.5
1		11	26		36	51		61	76		86
1.5		11.5	26.5		36.5	51.5		61.5	76.5		86.5
2		12	27		37.5	52		62	77		87
2.5		12.5	27.5		38	52.5		62.5	77.5		87.5
3		13	28		38.5	53		63	78		88

3.5		13.5		28.5		39		53.5		63.5		78.5		88.5	
4		14		29		39.5		54		64		79		89	
4.5		14.5		29.5		40		54.5		64.5		79.5		89.5	
5		15		30		40.5		55		65		80		90	
5.5		15.5		30.5		41		55.5		65.5		80.5		90.5	
6		16		31		41.5		56		66		81		91	
6.5		16.5		31.5		42		56.5		66.5		81.5		91.5	
7		17		32		42.5		57		67		82		92	
7.5		17.5		32.5		43		57.5		67.5		82.5		92.5	
8		18		33		43.5		58		68		83		93	
8.5		18.5		33.5		44		58.5		68.5		83.5		93.5	
9		19		34		44.5		59		69		84		94	
9.5		19.5		35		45		59.5		69.5		84.5		94.5	

## **Phụ lục 2. Một số yêu cầu khác về đánh giá sinh trưởng và độ phủ của san hô**

- Một số yêu cầu khác:

Thời gian phù hợp nhất là sau một tuần sau khi cố định các phân mảnh san hô tại vị trí phục hồi, công việc kiểm tra phải được thực hiện nhằm sửa chữa những sai sót trong quá trình phục hồi. Việc giám sát định kỳ nên được tiến hành khoảng 3 tháng/lần. Mục đích giám sát định kỳ là ghi nhận sự sống sót của các phân mảnh san hô theo thời gian, rút ra các bài học về thuận lợi và bất lợi khi gắn các phân mảnh san hô vào một tiểu sinh cảnh, và báo cáo sự bổ sung tự nhiên cũng như sự gia tăng của hệ động vật không xương sống theo mùa của điều kiện tự nhiên nhằm xác định sự thích nghi của các phân mảnh san hô được di dời. Việc theo dõi cũng nên được phân loại theo trạng thái của san hô (sống tốt, chết 1/2, chết 1/4). Qua đó, sau 3 tháng phục hồi, tỷ lệ sống tốt phải đạt trên 90% trong điều kiện thuận lợi, đồng thời cũng đưa các nguyên nhân gây chết hàng loạt của san hô (như độ di chuyển của cát bùn trên nền đáy, các loài địch hại ăn san hô, phân mảnh san hô bị lệch so với vị trí ban đầu (Võ Sĩ Tuấn & cs., 2013). Ngoài ra, các khu vực phục vụ cho hoạt động ương giống hoặc trồng phục hồi cần tiến hành các hoạt động duy trì và giám sát, qua đó giúp ngăn chặn việc mất đi nhiều quần thể mới

trồng do các loài ăn san hô hoặc một số loài tảo phát triển quá mức. Nên gắn thẻ các san hô được trồng để ghi lại và xác định chúng (các kiểu gen hoặc nguồn gốc khác nhau) cho các hoạt động giám sát và duy trì trong tương lai. Các khía cạnh dưới đây cần được giám sát và đánh giá:

- + Tỷ lệ phát triển của các tập đoàn san hô;
- + Sức khỏe của san hô, xét về sự hiện diện và tỷ lệ tẩy trắng, dịch bệnh, mất mô, tỷ lệ tử vong ngày càng tăng và còn tiếp tục;
- + Sự phát triển của các sinh vật cạnh tranh và loài gây tổn hại đến san hô;
- + Kích thước tương đối của các tập đoàn nhằm xác định thời điểm tái phân mảnh hoặc trồng phục hồi trong rạn san hô;
- + Các yếu tố môi trường như nhiệt độ, các chất dinh dưỡng trên bề mặt, đặc điểm cột nước và nền trầm tích.

- Theo dõi tốc độ tăng trưởng về chiều dài của san hô bằng phương pháp buộc thẻ đánh dấu. Việc đo mức độ tăng trưởng đơn giản với việc sử dụng thước kẹp, cụ thể:

(i) Đối với tập đoàn không phải dạng cành, hai kích thước được đo là chiều dài và chiều rộng tối đa;

(ii) Đối với san hô dạng cành và cành ngón, sử dụng phương pháp đánh dấu bằng cách buộc thẻ có đánh số vào góc rẽ cành và đo từ góc rẽ lên đỉnh của cành theo định kỳ. Hiệu các số đo là mức tăng trưởng:  $L_0 = (L_2 - L_1)/(t_2 - t_1)$ . Trong đó:  $(L_2 - L_1)$  là mức chênh lệch kích thước giữa 2 lần kiểm tra (mm) và  $(t_2 - t_1)$  là thời gian giữa 2 lần kiểm tra (tháng). Ngoài ra, tốc độ sinh trưởng cũng có thể được tính theo trọng lượng của san hô bằng phương pháp cân các tập đoàn san hô có buộc thẻ đánh dấu (từ 8 - 10 tập đoàn cho mỗi loài) trước và sau thời gian theo dõi. Tốc độ tăng trưởng trọng lượng của san hô được tính toán theo công thức:

$$\mu = \frac{P_1 - P_0}{P_0 \cdot t} \times 100 \times 30$$

Trong đó:  $\mu$  : Tốc độ tăng trưởng trọng lượng của san hô trong 1 tháng (%/tháng)

$P_0$ : Trọng lượng của tập đoàn san hô ban đầu

$P_1$ : Trọng lượng của tập đoàn san hô sau thời gian t trồng (g)

t: Thời gian trồng (ngày)

- Độ phủ san hô sống và các hợp phần đáy khác

Độ phủ cho từng danh mục hợp phần đáy (san hô cứng, san hô mềm, san hô chết, cát, đá...) tại mỗi điểm (trạm) khảo sát ( $DP_{ij}$ ) được tính toán bằng cách lấy số lượng điểm có loại hợp phần đáy đó quan sát được ( $n_{ij}$ ) chia cho tổng số lượng các điểm quan sát được tại mỗi điểm ( $N_{ij}$ ) (công thức 1).



Độ phủ trung bình cho mỗi danh mục hợp phần đáy tại mỗi đảo khảo sát (DPj) được tính toán bằng cách lấy tổng độ phủ trung bình của hợp phần đáy đó tại tất cả các điểm khảo sát (DPij) chia cho số điểm khảo sát (công thức 2).

$$DP_{ij} = \frac{n_{ij} * 100}{N_{ij}} \quad (\text{Công thức 1})$$

$$DP_j = \frac{\sum_{i=1}^m DP_{ij}}{m} \quad (\text{Công thức 2})$$

*Ghi chú:* DP<sub>ij</sub>- Độ phủ trung bình của 1 hợp phần đáy tại mặt cắt i khu vực j (%)

n<sub>ij</sub>- Số điểm quan sát có hợp phần đáy đó tại mặt cắt i khu vực j

N<sub>ij</sub>- Tổng số điểm quan sát ở mặt cắt i khu vực j

DP<sub>j</sub>- Độ phủ trung bình của 1 hợp phần đáy tại khu vực j (%)

m- Số điểm (trạm) khảo sát

- Tỷ lệ sống được tính bằng công thức: TLS (%) = A/B \* 100 (A là tổng số tập đoàn còn sống tại thời điểm kiểm tra; B là tổng số tập đoàn tại thời điểm ban đầu).