چگونگی توسعه آبسنگ‌های مرجانی از طریق ساخت، ایجاد و نگهداری صخره‌های مصنوعی

پگاه جاوید [۱]، محسن احمدی سلخی[۲]، حسنعلی لقائی [۳] ، لاله دارائی [۴] ، محمد شریف رنجبر*[۱]

۱- دانشگاه هرمزگان، دانشکده علوم و فنون دریایی، گروه زیست‌شناسی دریا
۲- عضو شورای اسلامی روستای سلخ
۳- دانشگاه تهران دانشکده محیط زیست
٤- برنامه کمک‌های کوچک تسهیلات جهانی محیط زیست در ایران
sharif.ranjbar@gmail.com

تاریخ دریافت : ۹۷/۸/۱ تاریخ پذیرش : ۹۷/۱۱/۲۴

چکیده

آبسنگ‌های مرجانی محل زیست و زادآوری بسیاری از گونه‌های دریایی می‌باشند. تولید بسیار بالای زیست بوم آبسنگ‌های مرجانی، آنها را به محلی مناسب برای صیادی بسیاری از ماهیگیران و سازمان‌های شیلاتی تبدیل کرده است. رشد روزافزون جمعیت، فعالیت‌های انسانی ازجمله بهره‌برداری کنترل نشده از منابع خوراکی و غیرخوراکی یا تزئینی آبسنگ‌های مرجانی، همچنین گرم شدن جهانی که آن‌هم به‌نوبه خود بازتابی گسترده از ردپای فعالیت‌های انسانی می‌باشد، آبسنگ‌های مرجانی را به نابودی هرچه سریع‌تر جهت داده است. در طی سال‌های اخیر بسیاری از جوامع در سراسر دنیا با توجه به شرایط در حال ایجاد، به فکر ایجاد بسترهای آبسنگی مصنوعی یا Artificial Reef برای جایگزینی بسیاری از زیستمندان دریایی افتاده‌اند. بسترهای آبسنگی مصنوعی به‌مرور زمان زیست بومی جدید به‌وجود می‌آورد که با توجه به ویژگی‌هایش قابل مقایسه با آبسنگ-های مرجانی طبیعی می‌باشد. این نوآوری در سال ۱۳۸۰، با بودجهٔ حمایتی سازمان ملل متحد GEF/SGP، محیط‌زیست منطقه آزاد قشم و شورای روستای سلخ جزیرهٔ قشم اجرا شد. تمامی مراحل انجام این پروژه از ابتدای کار و ساخت بخش‌های مختلف سازه‌های مصنوعی تا جایگذاری آن‌ها در بستر دریا با همکاری و به دست مردم روستای سلخ انجام پذیرفت. بسترهای آبسنگی مصنوعی در حفظ تنوع زیستی، زیبایی‌آفرینی بستر دریا، ایجاد محل‌های مناسب برای جایگزینی و رشد جانوران دریایی، افزایش تنوع زیستی، بازچرخ مواد، ایجاد مناطق نوزادگاهی و همچنین فراهم آوردن فضایی در جهت مطالعهٔ زیست بوم‌های شبه مرجانی، تأثیر بسزایی داشته‌اند. در این مطالعه چگونگی انجام عملیات احداث و جایگذاری بسترهای صخره‌ای مصنوعی در روستای سلخ قشم بررسی شده است.

واژه‌های کلیدی: آبسنگ‌های مرجانی، صخره‌های مرجانی مصنوعی، جزیرهٔ قشم، خلیج‌فارس

مقدمه

آبسنگ‌های مرجانی برای میلیون‌ها نفر از مردم در سراسر جهان معیشت، امنیت غذایی، شیوه‌های فرهنگی و خدمات زیست بومی را فراهم می‌کنند، مثلاً یک‌چهارم ماهیگیری کوچک مقیاس جهان را پوشش می‌دهند، اما با افزایش فشار انسانی، عملکردهای ارزشمند زیست‌محیطی به‌طور غیرمنتظره از بین می‌روند (Allgeier *et al*., 2016; D'agata *et al*., 2016). مدیریت پایدار صید در صخره‌های مرجانی نیازمند بازسازی منابع صخره‌ای و عملکرد زیست بوم و همچنین تقویت معیشت و بازرسی در جوامع وابسته به صخره‌ها می‌باشد (McClanahan 2010; Cinner *et al*., 2009). با این‌حال، تصمیمات مدیریتی اشتباه اغلب شاخص‌های ساده و مرجع، ازجمله تعداد ماهی‌ها و یا مقدار زیستگاه برای نگهداری آبزیان را در دراز مدت از دست می‌دهد (Graham *et al.,* 2017). شیلات و صیادی پایدار باید از فقر منابع جلوگیری و درعین‌حال بهره‌برداری از زیست بوم را حفظ کند. در صخره‌های مرجانی، مدیریت هرم‌های غذایی باید به‌گونه‌ای باشد که هم به نفع مردم و هم زیست بوم‌ها باشد و این امر با فراهم آوردن صید صحیح و ماندگاری عملکردهای اکولوژیکی مهم صورت می‌گیرد (Darling and D'agata, 2016).

شبکه تحقیقاتی اروپایی آبسنگ‌های مصنوعی (EUROPEAN ARTIFICIAL REEF RESEARCH NETWORK. EARRN) آن را یک ساختار زیرآبی تعریف می‌کند که عمدتاً بر روی بستر دریا قرار می‌گیرد تا برخی از خصوصیات یک صخره طبیعی را تقلید کند (Jensen, 1998). هم چنین تعریفی دیگر که از زیستگاه‌های مصنوعی شده است، عنوان می‌دارد که زیستگاه‌های مصنوعی دریک تعریف کلی ابزارهای ساخته شده دست بشر هستند که پس از استقرار در محیط بستر دریا، بستر و شعاع پیرامون خود را تحت تأثیر فیزیکی، شیمیایی، هیدرولوژیکی و زیستی قرار می‌دهند، هرچند که کلیه عوامل ذکرشده از منظر کمی و کیفی به جنس و نوع سازه، چیده‌مان (Placement)، استقرار (Installation) و فون و فلور طبیعی هر زیست‌بوم بستگی دارد (Dos Santos *et al*., 2005). استفاده از آن‌ها به‌عنوان یک ابزار در مدیریت ساحلی اهداف کلیدی زیادی دارد، ازجمله استقرار آنها در ژاپن برای افزایش تولید و گسترش شیلات (Tsumura *et al.,* 1999)، غواصی تفریحی در ایالات‌متحده (Ditton *et al*., 1999) و پیشگیری از استفادهٔ تور ترال در اروپا (Relini 2000). بسترهای آبسنگی مصنوعی از لحاظ تاریخی نیز ابزارهای جمع‌آوری (یا جذب) ماهی (Fish, Aggregating Device, FAD)، بوده‌اند که معمولاً شامل سازه‌های میان ـ آبی هستند و به بستر دریا لنگر می‌شوند، همچنین هدف آن‌ها جذب ذخایر ماهیان پلاژیک است (Buckley *et al*., 1989; Rountree 1989). هر چند که در این خصوص دو ایده وجود دارد برخی از دانشمندان شیلاتی این ابزارها را همان گونه که در بالا قید گردید به عنوان ابزارهای تجمع آبزیان (FAD)، دانسته‌اند و برخی دیگر معتقدند هر چند این سازه‌ها به عنوان یک ابزار تجمع تلقی می گردند و در صورت عدم مدیریت صید سبب صید مولدین و کاهش ذخایر جمعیت‌های تخم‌گذار می شوند اما در صورت مدیریت بهینه به عنوان یک منطقه نوزادگاهی تلقی شده و بیشترین منفعت‌های حاصل از تأسیس آنها تبدیل شدن آن‌ها به صخره‌های طبیعی در یک بازه زمانی خواهد بود (Bortone *et al*., 2011).

زیست‌شناسان و زمین‌شناسان بر این عقیده‌اند که ماهیگیری یکی از بزرگترین دستکاری‌های انسانی است که بر محیط‌زیست و تنوع صخره‌های مرجانی وارد می‌آید (Polunin and Robert, 1996; Birkeland, 1997). اثری که صیادی ممکن است روی جمعیت ماهی داشته باشد به صورت کاهش تعداد کلی و وزن تر گونه‌های هدف دیده می‌شود، اما مطالعات نشان می‌دهند که ماهیگیری تغییرات قابل توجهی در ساختار زیست‌محیطی جامعه صخره‌های مرجانی ایجاد می‌کند (McClanahan, 1995) و باعث از بین رفتن گونه‌های موجود در منطقه می‌شود (McClanahan 1994; Jennings *et al*., 1996). مرجان‌ها، گونه‌های بنیادی و اصلی زیست بوم‌های آبسنگ‌های مرجانی می‌باشند که زیستگاه ساختاری غالب را تشکیل می‌دهند و شرکت‌کنندگان پیشرو در رشد و گسترش آبسنگ‌ها هستند (Reaka-Kudla, 1997). مرجان‌ها در فراهم آوردن زیستگاه و منابع ضروری برای انواعی از موجودات ثابت و متحرک، حیاتی هستند. یکی از مهمترین آن‌ها ماهی‌های صخره‌های مرجانی، یک گروه فوق‌العاده متنوع از گونه‌ها می‌باشند که به‌واسطهٔ ارتباط نزدیک خود با صخره‌های مرجانی شناخته می‌شوند

(Bellwood and Hughes, 2001). جنبه‌های کلیدی زیستگاه‌های صخره‌ای که بر ساختار جوامع ماهیان ساکن تاثیر می‌گذارند، پوشش زنده مرجانی و پیچیدگی توپوگرافی است (Garpe and Ohman, 2003). بااین‌حال، ماهی‌ها خود نیز بر زیستگاه‌های صخره‌های مرجانی تأثیراتی دارند

تعدادی از مطالعات انجام شده روی جمعیت‌های ماهی‌های آبسنگ‌های مرجانی، به‌عنوان ماهی‌های مرجان‌خوار (Corallivore)، شناخته شده‌اند که نقش اساسی در زیست بوم‌های مرجانی دارند (Robertson 1970; Hixon 1997). تعاملات بین مرجان‌ها و ماهی‌های مرجان‌خوار، ازلحاظ افزایش خطر در تنوع زیستی صخره‌های مرجانی که به‌واسطهٔ سفیدشدگی ناشی از آب و هوا، افزایش بروز بیماری‌های مرجانی و تنش‌های مستقیم انسانی مانند رسوب، تخریب و صید بی‌رویه حاصل می‌شود، اهمیت بالایی دارد (Hughes 1994)، همچنین این گروه از ماهیان جزء فرسایش‌گرهای زیستی تلقی می‌گردند که پس از پدیدهٔ سفیدشدگی تخریب جوامع مرجانی را تسریع می‌بخشند . به‌طور مشخص، ماهی‌های مرجان‌خوار به کاهش فراوانی طعمهٔ خود حساس هستند و معمولاً در میان اولین و بدترین ماهی‌های آسیب‌دیده در طی تخریب گسترده اخیر مرجانی هستند (Wilson *et al*., 2006; Pratchett *et al*., 2007). بسیاری از اکولوژیست‌ها نگرانی‌هایی را در رابطه با کاهش جهانی پوشش مرجانی ناشی از گرم‌شدن جهانی و سفیدشدگی (Bleaching or Whitening) مرجان‌ها، صید بی‌رویه و آلودگی‌های ساحل عنوان کرده‌اند (Hughes *et al*., 2003; McClanahan 2002; Gardner *et al*., 2003). زیست‌بوم آبسنگ مرجانی تنوع بالایی از ماهی‌ها را درخود دارد که زندگی آنها به مرجان‌ها وابسته است. بیشتر توجه به حفاظت از جمعیت ماهی‌ها بر مزایای کنترل بهره‌برداری طی عدم برداشت از ذخایر دریایی استوار است (Lubchenco *et al*., 2003). با این‌حال استراتژی‌های جامع برای حفظ تنوع زیستی دریایی، نیاز به این درک دارد که چگونه گونه‌ها به تنزل زیستگاه‌های خود پاسخ می‌دهند. کاهش جهانی در پوشش آبسنگ‌های مرجانی پیامدهای جدی برای سلامت آبسنگ‌های مرجانی دارد و همینطور جمعیت ماهی‌های زیست بوم نیز به خطر می‌افتد. منابع دریایی می‌توانند ماهی‌ها را از بهره‌برداری حفظ کنند اما لزوماً تنوع زیستی ماهی‌ها در محیط‌های در حال تخریب حفظ نمی‌شود. بنابراین کاهش ناگهانی در پوشش مرجانی موجب کاهش همزمان تنوع زیستی ماهی در ذخایر دریایی و در مناطق ماهیگیری می‌گردد. هرچه وابستگی گونه‌های ماهی در محل‌های زیست نمونه‌های نابالغ به مرجان‌های زنده بیشتر باشد، با تنزل در سلامت مرجان‌ها، کاهش بیشتری در فراوانی ماهی‌ها صورت می‌گیرد. هرکجا کاهش مداوم در آبسنگ‌ها اتفاق افتد، تنوع زیستی ماهی مورد تهدید قرار می‌گیرد و این هشدار وجود دارد که ذخایر دریایی همیشه برای تأمین بقای آنها کافی نخواهد بود (Jones *et al*., 2004).

در اواخر دهه ۷۰ هجری شمسی صیادان بندر سلخ و جزیرهٔ قشم متوجه کاهش میزان صید شده بودند. آمارهای رسمی ارائه شده از طرف شیلات ایران نیز نشان داد که از ۱۰ گونه ماهیان شیلاتی خلیج‌فارس، ۸ گونه در یک دورهٔ ۵ ساله ۷۶ تا ۸۱ به ترتیب حلوا سفید ۵۵، شوریده ۲۸، راشگو ۷۳، هامور ۶۹، سنگسر ۶۵، میش ۲۶، سرخو ۱۶ و کوسه ۴۳ درصد کاهش داشته‌اند (گزارش وضعیت صید شیلات قشم، ۱۳۸۱). کاهش میزان صید نگرانی‌هایی را در بین صیادان سلخ ایجاد کرده بود. لذا آنان از صندوق کمک‌های کوچک تسهیلات جهانی محیط‌زیست سازمان ملل (UNDP-GEF/SGP)، (Global Environment Facility)، در جهت بازسازی ذخایر درخواست همکاری نمودند که در این مطالعه به بررسی چگونگی روند کارخواهد پرداخت.

منطقه استقرار سازه

صیادان منطقه سلخ به‌منظور بازسازی ذخایر آبزیان و استحصال بیشتر ماهی، از زمان‌های دور و به‌طور سنتی اقدام به ایجاد زیستگاه برای آبزیان می‌کرده‌اند. آنان دریافته بودند که غالباً ماهیان کف‌زی را در مناطقی که بستر صخره‌ای مرجانی دارد صید می‌کنند و در بسترهای ماسه‌ای و گلی به‌ندرت این ماهیان صید می‌شوند. رستمیان (۱۳۷۴)، در منطقه جفره بندر بوشهر و بهزادی و همکاران (۱۳۸۶)، در مناطق صیادی بندرعباس نظیر این فرهنگ را در جوامع سنتی صیادی گزارش نموده‌اند. لذا با انتقال اشیاء مختلف مانند سنگ، بدنه فرسوده موتورسیکلت و مانند آن، قایق‌های فایبرگلاس از رده خارج‌شده، به بسترهای ماسه‌ای و گلی مناسب در دریا، اقدام به ایجاد بسترهای مرجانی و درنهایت زیستگاه ماهیان می‌کردند. اما این سؤال وجود دارد که آیا می‌توان از هر ماده‌ای برای ایجاد بستر مرجانی و زیستگاه برای ماهیان استفاده کرد؟

درخواست اولیه صیادان سلخ از برنامه کمک‌های کوچک تسهیلات جهانی محیط‌زیست، فراهم آوردن امکاناتی جهت استفاده از تجربیات و دانش علمی در سطح ملی و بین‌المللی و ساخت یک زیستگاه با استفاده از مواد مجاز و سالم ازنظر زیست‌محیطی با مشارکت خود اهالی و صیادان بود. که نهایتاً این پروژه در سال ۱۳۸۰ با عنوان «توسعه آبسنگ‌های مرجانی از طریق ساخت و نگهداری صخره‌های مرجانی مصنوعی» به تصویب رسید و از سال ۱۳۸۲ با مشارکت محیط‌زیست منطقهٔ آزاد قشم پروژه ادامه یافت.

طراحی سازه

در طراحی سازه مناسب برای منطقه سلخ چند نکته موردتوجه قرار گرفت: ۱- دست‌یابی به حداکثر سطح برای نشست مرجان‌ها و حداکثر حجم برای لانه‌گزینی ماهیان و سایر آبزیان با استفاده از کمترین مواد، ۲- طراحی سازه متناسب با عمق، امواج و جریان‌های موجود در منطقه و داشتن مقاومت لازم، ۳- توجه به نوع و گونه آبزی موردنظر، شیوه لانه‌گزینی و رفتار آن در هنگام طراحی برای ایجاد صیدگاه، ۴- دارا بودن قابلیت ساخت و توسعه توسط اهالی روستا، ۵- قابلیت حمل به دریا و قرار دادن سازه‌ها در بستر دریا توسط اهالی، ۶- رعایت موارد زیست‌محیطی و اکولوژیک دریا، ۷- همچنین به منظور حفظ و تعادل هر سازه در بستر دریا طراحی سازه ها به گونه ای بوده که ۸۰ در صد وزن در ۰/۶۶ قاعده آن قرار گیرد.

ساخت سازه‌های مرجانی مصنوعی هرمی شکل

در دوران قدیم مردم منطقه سلخ از سنگ و نوعی حصار بافته شده با برگ خرما بنام سووند (Cevend)، به‌منظور ساخت سازه‌های مصنوعی مرجانی استفاده می‌کرده‌اند. در این پروژه تلاش شد به جای استفاده از لاستیک فرسوده، قطعات فایبرگلاس و اشیاء مشابه، با توجه به موارد زیست‌محیطی و اکولوژیک دریا به سازه مناسب دست یابند.

برای ساخت صخره‌های مرجانی مصنوعی هرمی شکل مراحل زیر طی گردید:

الف: انتخاب محل ساخت:

برای ساخت این صخره‌ها نیاز به یک زمین تسطیح شده بود، بنابراین با در اختیار داشتن زمینی به مساحت ۲۰۰ مترمربع یا کمتر عملیات آغاز گردید.

ب: انتخاب مصالح و تهیه قالب:

یکی از نکات مهم که در ساخت این نوع صخره‌ها باید در نظر گرفته می‌شد، تهیه قالب و انتخاب مصالح مناسب و ارزان بود. از چوب به‌منظور تهیه قالب و از بتن مصلح برای ساخت هرم‌ها استفاده گردید.

ج: اجرا و ساخت وجه‌های صخره‌های مصنوعی هرمی شکل:

برای اجراء و ساخت وجه‌ها، پس از نصب قالب‌های چوبی ساده روی زمین و قرار دادن میلگردها (شکل ۱) در داخل آنها، بتون آماده‌شده در قالب‌ها ریخته و تا زمان خشک شدن سیمان در معرض هوا قرار داده شدند.

شکل ۱. ساخت وجه‌های صخره‌های مصنوعی هرمی شکل: A. نصب قالب‌های چوبی ساده روی زمین و قرار دادن میلگردها و ریخته شدن بتون در قالب‌ها، B. وجه آماده در حال خشک شدن، C. تعدادی از وجه‌های آماده جهت ساخت صخره‌های مصنوعی هرمی شکل

مشخصات سازه‌های اجراشده در منطقه سلخ

سازه‌های اجرایی که البته توسط اهالی روستا ساخته شدند، به شکل هرم ناقص و از جنس بتن مسلح بودند. سه وجه یک هرم، که هرکدام به‌صورت مجزا ساخته شدند، به کشتی انتقال یافت (شکل ۲) و بر روی عرشه سه وجه هرم به هم وصل شدند. اندازه قاعده هر وجه هرم ۱۴۵سانتی‌متر، ارتفاع آن ۱۱۵سانتی‌متر و قطر آن ۸ سانتی‌متر بود. وزن سازه کامل در حدود۳۰۰ کیلوگرم بود. مشخصه مهم آن ارزانی و سبکی سازه بود به طوری که صیادان روستا به آسانی و با ابزار سنتی آنها را به دریا انتقال دادند (در روستای سلخ هیچ نوع جرثقیلی که قادر به جابجایی وسایل با تناژ بالا باشد، وجود نداشت). هم چنین لازم به ذکر است سوراخ‌های تعبیه شده در بدنه هر سازه به اندازه‌ای در نظر گرفته شد که در اثر نشست موجودات چسبنده (Biofoulings)، بسته نشود.

ساخت شکل ۲. انتقال وجه‌های ساخته‌شده طی ۳ مرحله A و B و C از محل به درون لنج

چگونگی انتخاب مکان مناسب نصب صخره‌ها در منطقه سلخ جزیره قشم

پس از نشست‌های متعدد و مشورت با صیادان مشخص شد که صیادی در منطقه سلخ در عمق‌های بیش از ۱۵ متر و با تورهای شناور انجام می‌شود. این تورها بیش از ۱۵ متر پهنا و گاهی تا چند کیلومتر طول داشتند و غالباً برای صید تون‌ماهیان و ماهیان توده میان‌زی استفاده می‌شدند. در اعماق کمتر از ۱۵ متر، از تورهای ثابت برای صید استفاده می‌شد طول این تورها غالباً کوتاه بود (۵۰-۲۰۰ متر) و در نقطه‌ای از دو سر با لنگر ثابت می‌شدند. در این شرایط قرق زیستگاه خیلی آسانتر صورت می‌گرفت. پیشنهاد صیادان محلی نیز عمق کمتر از ۱۵ متر بود. این پیشنهاد به دلیل نزدیکی زیستگاهی به ساحل (فاصله از ساحل حدود ۸۰۰ متر) و کنترل آسان آن توسط اهالی محلی بود. هر چند این لایه عمقی بر اساس پیشنهاد و تجارب صیادان محلی صورت پذیرفت، یافته‌های سایر محققین جهت تعیین بهترین مکان استقرار زیستگاه‌های مصنوعی در آب‌های خلیج فارس نیز لایه عمقی بین ۱۰- ۲۰ متر را نتیجه‌گیری نموده‌اند (بهزادی و همکاران، ۱۳۸۶). همچنین ایجاد محل مناسب جهت صید تفریحی با قلاب طی یک برنامه مدیریتی صحیح از برنامه‌های آتی این انتخاب بود. نهایتاً نقطه‌ای در آب‌های غرب روستای سلخ انتخاب شد و جهت هماهنگی، به ادارات شیلات و بنادر و کشتیرانی به‌منظور مطابقت با راه‌های دریایی و سایر قوانین اعلام گردید.

انتقال سازه‌ها به دریا

پس از هماهنگی با ادارات شیلات، بنادر و کشتیرانی، منطقه آزاد قشم و سازمان ملل UNDP-GEF/SGP، سازه‌ها از کارگاه به اسکله و سپس به درون لنج منتقل شدند. سازه‌ها بر روی عرشه، آماده، اتصال و سپس به کمک وینچ و جرثقیل لنج در ایستگاه تعیین‌شده به آب انداخته شدند. روش مونتاژ قطعات سازه‌ها بسیار ساده بود؛ بدین‌ترتیب که پس از قرار دادن وجه‌های هرم در کنار یکدیگر، با تاباندن میلگردهای اتصال که از قبل برای این هدف در نظر گرفته‌شده بودند به هم متصل شدند (شکل ۳.A). برای اطمینان از نحوه قرار گرفتن سازه‌های Artificial Reef و مشاهده آنها در زیرآب، عملیات غواصی انجام شد. توجه به شرایط جوی، سرعت باد و شدت امواج، در زمان نصب صخره‌ها به‌منظور جلوگیری از هرگونه ورود خسارت به بدنه لنج و خطرات دیگر در دریا، اهمیت بسیار بالایی دارد.

مراقبت و مطالعه تغییرات سازه‌ها در دریا

پس از توافق با صیادان، منطقه‌ای که صخره‌های مصنوعی در آنجا قرار داده‌شده، منطقه «صید ممنوع» اعلام گردید. صیادان به‌درستی می‌دانستند که این منطقه برای مطالعهٔ این فعالیت در جزیره و همچنین به‌عنوان پس‌انداز یا بانک ماهیان مولد و ترمیم و تکثیر ذخایر، اهمیت ویژه‌ای دارد. تغییرات ناشی از نصب صخره‌های مصنوعی، اعم از نشست مرجان‌ها و نرم‌تنان، تجمع ماهی‌ها، تغییر جلبک‌ها و غیره از طریق مشاهده مستقیم طی غواصی و نمونه‌برداری با روش‌های علمی و مناسب حداقل به مدت یک سال ثبت و مطالعه گردید.

بهره‌برداری

بهره‌برداری مستقیم از این زیستگاه انجام نگرفت، تصمیم مبنی بر اینکه آیا این زیستگاه فقط به‌عنوان یک بانک مولد ماهی و آبزیان حفظ شود یا اینکه تغییر دیگری در شیوهٔ بهره‌برداری از آن ایجاد گردد، طی سال‌های بعد توسط صیادان محلی تصمیم گرفته خواهد شد.

شکل ۳. A. مونتاژ سازه‌ها بر روی عرشه، B. اتصال سازه‌ها به وینچ‌های بالابر، C. انتقال بسترهای مصنوعی به درون دریا

بودجه پروژه

بودجه انجام این پروژه جمعاً ۴۳۷۵۰ هزار دلار بود که ۲۵ هزار دلار آن از طرف سازمان ملل GEF/SGP و مابقی از طرف محیط‌زیست منطقه آزاد قشم و شورای اسلامی سلخ هزینه گردید.

توصیه ترویجی

آبسنگ‌های مرجانی، جنگل‌های دریایی حرا و جنگل‌های پرباران مناطق استوایی، سه اکوسیستم پربار با تولید بالا در جهان می‌باشند. امروزه در بسیاری از کشورها به‌طور مصنوعی با ساخت و نصب سازه‌هایی تحت عنوان Artificial Reef اقدام به توسعه مرجان‌ها می‌کنند. مهم‌ترین اهداف ساخت صخره‌های مرجانی مصنوعی عبارتند از:

۱- احداث نوزادگاه و چراگاه برای ماهیان
۲-کمک به صیادی محلی از طریق افزایش آبزیان
۳ -کمک به حفظ تنوع زیستی
۴ -ایجاد فرصت بیشتر برای انجام مطالعات زیست‌محیطی و آزمایشاتی که در بسترهای طبیعی مجاز به انجام آن نیست
۵ -انجام غواصی تفریحی و ورزشی (Snorkeling and Scuba diving)
۶ -کمک به ایجاد و رونق کلوپ‌های ماهیگیری تفریحی و ورزشی و توریسم
۷ -توسعه هتل‌های دریایی و ساحلی
۸-ایجاد مراکز و مدرسه‌های آموزش کودکان در زمینهٔ حیات آبزیان دریا

تشکر و قدردانی

با تشکر از آقای مهندس سید فخرالدین انوار مدیرعامل وقت سازمان منطقه آزاد قشم، آقای مهندس بیژن فرهنگ دره شوری، آقای دکتر وحید یاوری، سرکار خانم یاسمین شهربابکی، شورای اسلامی روستای سلخ، شورای اسلامی روستای گمبرون، تعاونی صیادان سلخ، آقای محمد احمدی سلخی مدیرعامل تعاونی صیادان سلخ، آقای عبدالله پوزن رئیس شورای اسلامی سلخ، آقای محمد مالکی نژاد رئیس شورای اسلامی گمبرون، ناخدا علی تلنده رئیس هیأت مدیره تعاونی صیادان سلخ، مهندس سید محمدهاشم داخته، ناخدا ابراهیم ساجدی، آقای عیسی ملاح پور، آقای صابر شاهی و خانم زینت دریایی.

منابع

۱- بهزادی، س.، سالارپور، ع.، درویشی، م.، دقوقی، ب.، اکبر زاده، غ.ع.، ابراهیمی، م.، سراجی، ف.، شجاعی، م.، آقاجری، ش.، رامشی، ح.، محبی، پ.، ۱۳۸۶. بررسی امکان توسعه زیستگاه مصنوعی در خلیج‌فارس (استان هرمزگان). سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، ۱۲۲صفحه.

۲- رستمیان، ح.، ۱۳۷۴. گزارش نهایی پروژه مطالعه ایجاد چراگاه‌های مصنوعی در خلیج‌فارس. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، مرکز تحقیقات شیلاتی دریای عمان، ۷۶ صفحه.

۳- گزارش وضعیت صید شیلات قشم (۱۳۸۱). جدول آمار تعمیم‌یافته محل تخلیه سلخ به تفکیک نوع ماهی و مقایسه جدول‌های آمار سال‌های متوالی در بازه زمانی ۱۳۷۵-۱۳۸۱.

4- Allgeier, J.E., Valdivia, A., Cox, C. and Layman, C.A., 2016. Fishing down nutrients on coral reefs. *Nature communications*, 7, p.12461.

5- Bellwood, D.R. and Hughes, T.P., 2001. Regional-scale assembly rules and biodiversity of coral reefs. *Science*, 292(5521), pp.1532-1535.

6- Birkeland, C., 1997. Life and death of coral reefs. *Springer Science & Business Media*.

7- Bortone, S.A., Brandini, F.P., Fabi, G. and Otake, S., 2011. Artificial reefs in fisheries management. *CRC Press*.

8- Buckley, R.M., Itano, D.G. and Buckley, T.W., 1989. Fish aggregation device (FAD) enhancement of offshore fisheries in American Samoa. *Bulletin of Marine Science*, 44(2), pp.942-949.

9- Cinner, J.E., McClanahan, T.R., Daw, T.M., Graham, N.A., Maina, J., Wilson, S.K. and Hughes, T.P., 2009. Linking social and ecological systems to sustain coral reef fisheries. *Current Biology*, 19(3), pp.206-212.

10- D'agata, S., Vigliola, L., Graham, N.A., Wantiez, L., Parravicini, V., Villéger, S., Mou-Tham, G., Frolla, P., Friedlander, A.M., Kulbicki, M. and Mouillot, D., 2016. Unexpected high vulnerability of functions in wilderness areas: evidence from coral reef fishes. *Proc. R. Soc. B*, 283(1844), p.20160128.

11- Darling, E.S. and D'agata, S., 2017. Coral reefs: Fishing for sustainability. *Current Biology*, 27(2), pp. R65-R68.

12- Ditton, R.B., Osburn, H.R., Baker, T.L. and Thailing, C.E., 2002. Demographics, attitudes, and reef management preferences of sport divers in offshore Texas waters. *ICES Journal of Marine Science,* 59(suppl), pp. S186-S191.

13- Dos Santos, M.N., Monteiro, C.C. and Lasserre, G., 2005. Observations and trends on the intra-annual variation of the fish assemblages on two artificial reefs in Algarve coastal waters (southern Portugal). Scientia Marina, 69(3), pp.415-426.Teh, L.S., Teh,

L.C. and Sumaila, U.R., 2013. A global estimate of the number of coral reef fishers. *PLoS One*, 8(6), p. e65397.
14- Gardner, T.A., Côté, I.M., Gill, J.A., Grant, A. and Watkinson, A.R., 2003. Long-term region-wide declines in Caribbean corals. *Science*, 301(5635), pp.958-960.
15- Garpe, K.C. and Öhman, M.C., 2003. Coral and fish distribution patterns in Mafia Island Marine Park, Tanzania: fish–habitat interactions. *Hydrobiologia*, 498(1-3), pp.191-211.
16- Graham, N.A., McClanahan, T.R., MacNeil, M.A., Wilson, S.K., Cinner, J.E., Huchery, C. and Holmes, T.H., 2017. Human disruption of coral reef trophic structure. *Current Biology,* 27(2), pp.231-236.
17- Hixon, M.A., 1997. Effects of reef fishes on corals and algae. Life and death of coral reefs. Chapman and Hall, New York, pp.230-248.
18- Hughes, T.P., 1994. Catastrophes, phase shifts, and large-scale degradation of a Caribbean coral reef. *Science*, 265(5178), pp.1547-1551.
19- Hughes, T.P., Baird, A.H., Bellwood, D.R., Card, M., Connolly, S.R., Folke, C., Grosberg, R., Hoegh-Guldberg, O., Jackson, J.B., Kleypas, J. and Lough, J.M., 2003. Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *science*, 301(5635), pp.929-933.
20- Jennings, S., Marshall, S.S. and Polunin, N.V., 1996. Seychelles' marine protected areas: comparative structure and status of reef fish communities. *Biological Conservation*, 75(3), pp.201-209.
21- Jensen, A., 1998. European artificial reef research network (EARRN): final report and recommendations. University of Southampton, UK.
22- Jones, G.P., McCormick, M.I., Srinivasan, M. and Eagle, J.V., 2004. Coral decline threatens fish biodiversity in marine reserves. *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 101(21), pp.8251-8253.
23- Lubchenco, J., Palumbi, S.R., Gaines, S.D. and Andelman, S., 2003. Plugging a hole in the ocean: the emerging science of marine reserves 1. *Ecological applications*, 13(sp1), pp.3-7.
24- McClanahan, T.R., 1994. Kenyan coral reef lagoon fish: effects of fishing, substrate complexity, and sea urchins. *Coral reefs,* 13(4), pp.231-241.
25- McClanahan, T.R., 1995. A coral reef ecosystem-fisheries model: impacts of fishing intensity and catch selection on reef structure and processes. *Ecological Modelling*, 80(1), pp.1-19.
26- McClanahan, T.R., 2002. The near future of coral reefs. *Environmental conservation*, 29(4), pp.460-483.
27- McClanahan, T.R., 2010. Effects of fisheries closures and gear restrictions on fishing income in a Kenyan coral reef. *Conservation Biology*, 24(6), pp.1519-1528.
28- Polunin, N.V.C., Robert, C.M., 1996. Reef Fisheries Chapman & Hall, London p.477.
29- Pratchett, M.S., Wilson, S.K., Graham, N.A.J., Munday, P.L., Jones, G.P. and Polunin, N.V.C., 2009. Coral bleaching and consequences for motile reef organisms: past, present and uncertain future effects. In Coral bleaching (pp. 139-158). Springer, Berlin, Heidelberg.
30- Rountree, R.A., 1989. Association of fishes with fish aggregation devices: effects of structure size on fish abundance. *Bulletin of Marine Science*, 44(2), pp.960-972.

31- Reaka-Kudla, M.L., 1997. The global biodiversity of coral reefs: a comparison with rain forests. Biodiversity II: Understanding and protecting our biological resources, 2, p.551.
32- Relini, G., 2000. The Loano artificial reef. In Artificial reefs in European seas (pp. 129-149). Springer, Dordrecht.
33- Robertson, R., 1970. Review of the predators and parasites of stony corals, with special reference to symbiotic prosobranch gastropods.
34- Tsumura, K., Kakimoto, H. and Noda, M., 1999. The history and future of artificial reefs and related aquatic habitats in Japan. Proceedings 7th CARAH, 1, pp.264-271.
35- Wilson, S.K., Graham, N.A., Pratchett, M.S., Jones, G.P. and Polunin, N.V., 2006. Multiple disturbances and the global degradation of coral reefs: are reef fishes at risk or resilient?. *Global Change Biology*, 12(11), pp.2220-2234.