سازمان حفاظت محیط زیست

حوزه معاونت محیط زیست دریایی

برنامه مدیریت جامع آبسنگ های مرجانی جزایر تنب، ابوموسی و سیری از طریق شناسایی گونه ای، بررسی وضعیت سلامت و تهیه نقشه پراکنش آنها

سازمان مجری

دانشگاه هرمزگان

دانشکده علوم دریایی-گروه زیست شناسی

این طرح با تصویب و حمایت مالی حوزه معاونت محیط زیست دریایی سازمان حفاظت محیط زیست اجرا گردیده است

۱۳۹۶

بسم الله الرحمن الرحيم

شناسنامه پروژه

عنوان پروژه:

برنامه مدیریت جامع آبسنگ های مرجانی جزایر تنب، ابوموسی و سیری از طریق شناسایی گونه ای، بررسی وضعیت سلامت و تهیه نقشه پراکنش آنها

کارفرما:

سازمان حفاظت محیط زیست

حوزه معاونت محیط زیست دریایی

مجری:

دانشگاه هرمزگان

دانشکده علوم دریایی-گروه زیست شناسی

نگارنده:

محمد شریف رنجبر، مجید عسکری حصنی

همکاران:

محمد غواصی، کوشا داب، امیرمسعود چگونیان

ناظرین:

مهدی بلوکی

تشکر و قدردانی

سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

سپاسگذار کسانی هستم که در تمام مراحل انجام این پروژه با اینجانب همکاری نموده اند. بر خود لازم می دانم از زحمات بی دریغ همکاران و اساتید بزرگوارم در دانشگاه هرمزگان جناب آقای دکتر حسینی معاونت محترم پژوهشی و فن آوری و سرکار خانم دکتر نرگس امرالهی بیوکی ریاست محترم گروه زیست شناسی که در تمام مراحل انجام این پروژه اعم از موارد پژوهشی، ماموریت ها و آزمایشات مورد نظر با اینجانب بی دریغانه همکاری نموده اند، تشکر نمایم.

از حمایت های دلسوزانه و مدبرانه معاونت محترم محیط زیست دریایی سازمان حفاظت محیط زیست سرکار خانم دکتر فرشچی و جناب آقای دکتر میرشکار مدیر کل محترم دفتر زیست‌بوم‌های دریایی نهایت سپاسگزاری را دارم.

اززحمات همکاران و ناظرین گرامی در معاونت محیط زیست دریایی سازمان حفاظت محیط زیست ایران به ویژه آقایان دکتر بلوکی، مهندس صدیقی، مهندس متین و مهندس تیموری کمال تشکر و امتنان را دارم.

از همکاری بی دریغ سپاه پاسداران و نیروهای فداکار آنان در بندرعباس، بندر لنگه، جزایر ابوموسی، سیری، تنب بزرگ و تنب کوچک و بخصوص سردار فدوی، سرهنگ سالاری، سرهنگ آزاد روش و .... کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.

از زحمات همکاران گرانقدر و زحمتکش در اداره کل حفاظت محیط زیست استان هرمزگان و اداره حفاظت محیط زیست جزیره ابوموسی کمال تشکر و امتنان را دارم.

چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی وضعیت سلامت مرجان‌های سخت، شناسایی و معرفی گونه های مرجانی و تهیه نقشه پراکنش آبسنگ های مرجانی جزایر ابوموسی، سیری، تنب بزرگ و تنب کوچک در طی سال های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ صورت گرفت. برای ارزیابی سلامت از روش های استاندارد مانند Reef Check، Coral Watch و فاکتورهای زیستی از جمله تراکم ماهیان و بی مهرگان و همچنین بررسی عوامل تخریب کننده طبیعی و انسانی استفاده شد. در زمان نمونه برداری از جزایر مختلف، یک تکه کوچک از کلنی های مرجانی مختلف جداسازی و در الکل تثبیت و سپس با روش بلیچینگ، نمونه ها جهت شناسایی آماده گردید و سپس بر اساس کلیدهای شناسایی معتبر شناسایی شدند. برای تعیین نقشه پراکنش مرجان ها از روش استاندارد مانتاتو محدوده پراکنش مرجان ها تعیین و سپس برای تهیه نقشه پوشش بستر دریا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای بزرگ مقیاس چارچوب طبقه‌بندی طراحی شده مطابق با چارچوب توسعه داده شده توسط NOAA استفاده شد و تصاویر ماهواره‌ای از ماهواره‌های Worldview-2 و Worldview-3 که از سنجنده‌های بزرگ مقیاس تولید ایالات متحده هستند، به عنوان منبع تهیه تصاویر انتخاب شدند. بر اساس نتایج به دست آمده، وضعیت سلامت آبسنگ های مرجانی هر چهار جزیره از جایگاه نسبتاً مناسبی برخوردار هستند. بالاترین درصد پوشش مرجانی به ترتیب در شرق جزیره تنب کوچک با حدود ۸۳ درصد بستر توسط مرجان های سخت زنده، سپس شرق جزیره سیری و شمال غرب جزیره تنب کوچک هر دو با ۵۸ درصد مرجان سخت زنده، شمال غرب جزیره ابوموسی با حدود ۵۴ درصد مرجان سخت زنده و کمترین میزان پوشش مرجانی در غرب جزیره تنب بزرگ با ۲۷ درصد پوشش مرجانی مشاهده گردید. اما بر اساس میزان پوشش مرجانی در کل آب های اطراف جزایر بیشترین میزان درصد پوشش مرجانی به ترتیب در جزایر تنب کوچک (۷۰/۵ درصد)، ابوموسی (۵۲ درصد)، سیری (۴۲ درصد) و سپس تنب بزرگ (۳۷ درصد) مشاهده گردید. از دلایل اصلی درصد پوشش بالا در جزیره تنب کوچک وسعت کم این جزیره و از طرفی وجود جریان مناسب در اطراف این جزیره می باشد. جزیره تنب کوچک علیرغم پوشش مرجانی بالا از سلامت نسبتا پایینی برخوردار بود، به طوری که بیشترین سلامت مرجانی به ترتیب در جزایر تنب بزرگ (۱۰۰٪)، سیری (۶۷٪)، تنب کوچک (۵۰٪) و ابوموسی (۵۰٪) مشاهده گردید. بر اساس مطالعات تاکسونومیک گونه های مرجان های سخت در جزایر تنب بزرگ، تنب کوچک، ابوموسی و سیری، ۵۲ گونه مرجان سخت متعلق به ۲۵ جنس و ۱۱ خانواده شناسایی شدند. از این میان خانواده Acroporidae با ۱۲ گونه، خانواده Merulinidae با ۱۰ گونه و خانواده Poritidae با ۹ گونه دارای بیشترین فراوانی گونه و خانواده‌های Psammocoridae و Siderastreidae با تنها یک گونه دارای کمترین فراوانی گونه در این جزایر بودند. در مجموع تعداد ۳۴ گونه مرجان سخت در جزیره تنب بزرگ، ۳۶ گونه در تنب کوچک، ۳۰ گونه در ابوموسی و ۱۴ گونه در جزیره سیری به ثبت رسید. بر اساس آنالیز نقشه های GIS، نقشه زون‌بندی جغرافیایی جزیره ابوموسی، نشان‌دهنده وجود ۶ ساختار متفاوت در این جزیره می‌باشد. این نقشه به خوبی نشان می‌دهد که سمت شرقی جزیره با شیب شدیدی به Bank/Shelf Escarpment و در نهایت به آب‌های عمیق وصل می‌شود، که این مسئله تشکیل کلونی‌های مرجانی را در این منطقه محدود ساخته است. برعکس این مسئله در مورد غرب، شمال غرب و جنوب غربی جزیره صادق است که وجود ساختارهای Bank/Shelf و Fore reef

محل مناسبی را برای تشکیل بستر مرجانی پدید آورده است. نقشه درصد پوشش مرجان زنده برای جزیره ابوموسی نشان می‌دهد که شمال غربی جزیره غنی‌ترین پوشش مرجانی را در این جزیره دارد. به طوری که اکثر پلیگونهای با پوشش مرجان بالای ٪۶۰ در این قسمت از جزیره واقع شده‌اند. همچنین در شمال، جنوب غرب، و غرب جزیره نیز اکثر پلیگونها با پوشش مرجان ٪۴۰-٪۶۰ می‌باشند. در جنوب و شمال شرق جزیره اکثر مناطق پوشش مرجان ٪۲۰-٪۴۰ دارند و در قسمت شرقی جزیره اکثراً دارای پوشش مرجانی کمتر از ٪۲۰ هستند. در مجموع باید گفت که اکثر پلیگونها در حاشیه جزیره ابوموسی دارای پوشش مرجانی کمتر یا برابر با ٪۵۰ هستند. نقشه زون‌بندی جغرافیایی جزیره سیری نشان‌دهنده وجود ۷ ساختار متفاوت در این جزیره می‌باشد. مانند جزیره ابوموسی، سمت شرقی جزیره سیری نیز با شیب شدیدی به Bank/Shelf Escarpment و در نهایت به آبهای عمیق وصل می‌شود، که این مسئله تشکیل کلونی‌های مرجانی را در این منطقه محدود خواهد ساخت. برعکس این مسئله در مورد غرب، شمال و جنوب جزیره صادق است که وجود ساختارهای Bank/Shelf و Fore reef محل مناسبی را برای تشکیل بستر مرجانی پدید می‌آورد. نقشه درصد پوشش مرجان زنده برای جزیره سیری نشان می‌دهد که پلیگون‌های بسیار اندک و کوچکی دارای پوشش مرجانی بالای ٪۹۰ هستند که در قسمت غربی جزیره قرار دارند. همچنین اکثر مناطق با پوشش مرجان ٪۵۰-٪۹۰ نیز در بخش‌های غرب، شمال غرب و جنوب غرب جزیره قرار دارند. در شمال جنوب و شرق جزیره اکثر پلیگون‌ها دارای پوشش مرجانی کمتر از ٪۵۰ هستند. نقشه زون‌بندی جغرافیایی جزیره تنب بزرگ نشان‌دهنده وجود ۴ ساختار طبیعی متفاوت در این جزیره می‌باشد. نقشه درصد پوشش مرجان زنده برای جزیره تنب بزرگ نشان می‌دهد که مساحت بسیار کمی به پوشش مرجانی بالای ٪۹۰ اختصاص دارد که در شرق جزیره واقع شده‌اند. در مجموع مساحت بسیار بیشتری به پوشش مرجانی کمتر از ٪۵۰ اختصاص دارد که در غرب، جنوب غربی و شمال غربی جزیره قرار دارند. نقشه زون‌بندی جغرافیایی جزیره تنب کوچک نشان‌دهنده وجود ۵ ساختار متفاوت در این جزیره می‌باشد. نقشه درصد پوشش مرجان زنده برای جزیره تنب کوچک نشان می‌دهد که مساحت بسیار کمی به پوشش مرجانی بالای ٪۹۰ اختصاص دارد که عمدتاً در غرب جزیره واقع شده‌اند. در مجموع مساحت بسیار بیشتری به پوشش مرجانی کمتر از ٪۵۰ اختصاص دارد که در شمال و جنوب جزیره قرار دارند. بطور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که آبسنگ های مرجانی این چهار جزیره نسبت به سایر جزایر خلیج فارس از سلامت مطلوب تری برخوردارند و دارای تنوع گونه ای مناسبی هستند.

کلمات کلیدی: آبسنگ های مرجانی، تنوع گونه ای، نقشه پراکنش، خلیج فارس، جزایر ایرانی.

فهرست مطالب

فهرست شکل ها

فهرست جدول ها

فصل اول

کلیات پروژه

۱- مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه

آبسنگ‌های (سنگفرش‌های) مرجانی یکی از بارورترین اکوسیستم‌های دریایی جهان می‌باشند که بعد از جنگل‌های پرباران استوایی دومین زیستگاه حاصلخیز جهان و از لحاظ ارزش‌های طبیعی، اکولوژیکی، اقتصادی و فرهنگی در جهان حائز اهمیت می‌باشند (Nybakken, 2004). سنگفرش‌های مرجانی حاوی جوامع گیاهی و جانوری متعدد (Reaka-Kuldla) و این اکوسیستم به دلیل تولیدات اولیه و ثانویه بالا، تنوع بالای جانوری، مکانی امن برای تولیدمثل، پرورش، تغذیه و استراحتگاه آبزیان و از نظر زیست محیطی و کنواسیون تنوع زیستی بسیار حائز اهمیت می باشند. بسیاری از گونه های آبزی از جمله ماهیان، سخت پوستان، نرمتنان، کرم ها و حتی جانوران در حال انقراض (لیست قرمز IUCN) از جمله لاک پشت های دریایی وابستگی شدیدی به این اکوسیستم دارند. مساحت صخره‌های مرجانی ۰/۱۷ درصد تمام بیوم های آبی است که در نواحی گرمسیری کره زمین پراکنش دارند (Birkeland,1996). به غیر از گونه ها و جوامع زیستی وابسته به صخره های مرجانی این اکوسیستم ها تعداد بسیار زیادی از آبزیان آب های آزاد را نیز از این اکوسیستم غنی و بارور استفاده می نمایند. این آبزیان که تقریبا ۶۵ درصد تمام ماهی های اقیانوسی را در برمی گیرند، برای بخشی از چرخه زندگی خود به صخره های مرجانی وابسته هستند (Nybakken, 2004). همچنین، در حدود بیش از ۱۰۰،۰۰۰ گونه جانوری و گیاهی در صخره های مرجانی به ثبت رسیده است و برخی از دانشمندان تخمین می زنند که پنج یا شش برابر این میزان در این مناطق می تواند وجود داشته باشد که هنوز ناشناخته مانده اند (Edwards and Gomez, 2007). همچنین ۱۰درصد صید ماهیان شیلاتی دنیا در مناطق مرجانی صورت می پذیرد. بنابراین، آبسنگهای مرجانی به دلیل داشتن گونه های زیاد، بسیار حساس به شمار می روند و از آنجا که بسیاری از موجودات وابسته به آبسنگ های مرجانی، منبع اصلی غذای ماهی ها، میگوها و دیگر گونه های حائز اهمیت محسوب می گردند. در مقیاس جهانی، ارزش کل

کالاها و خدمات اقتصادی ارائه شده توسط صخره های مرجانی در حدود ۳۷۵،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰ دلار آمریکا در سال غذایی تخمین زده شده است، که این مقدار برابر با مقدار متوسط حدود ۶۰۷۵ دلار در هر هکتار از صخره های مرجانی در سال می باشد (Edwards and Gomez, 2007).

از طرفی صخره های مرجانی منطقه اکوتوریسم و همچنین صیدگاه اصلی صیادان محلی بوده و صید و صیادی مردم محلی شدیداً وابسته به این زیستگاه می باشد. با تمام این مزایا، متأسفانه به علت عوامل طبیعی و غیرطبیعی از جمله گرم شدن زمین، اسیدی شدن اکوسیستم های آبی، کشند قرمز، عدم آگاهی و توجه در زمان صید و صیادی، حمل و نقل، ورود آلاینده های مختلف شیمیایی و صنعتی، بیماری، فرسایش و طوفانهای شدید صدمات شدیدی به این اکوسیستم وارد شده و سالانه بخش زیادی از این اکوسیستم رو به تخریب است و فراوانی و تنوع مرجانی را به شدت کاهش داده است (Wolanski et al., 2008; Takesue et al., 2009; Tseng et al., 2011; Chan et al., 2012). مطالعات نشان داده که در حدود ۳۰ درصد از مرجان ها در شرایط حاد می باشند و به حدی تخریب شده اند که امکان برگشت آنها وجود ندارد، ۳۰ درصد از آبسنگ های مرجانی در شرایط خطر تخریب شدید و حدود ۴۰ درصد از آنها در شرایط نسبتاً مساعد می باشند لذا توجه به این اکوسیستم مهم بسیار حائز اهمیت است (Wilkinson, 1996).

به لحاظ اهمیت جوامع انسانی محلی و تأثیر فزاینده عوامل طبیعی و انسانی بر مرجان‌ها، هم اکنون ۵۸٪ سنگفرش های مرجانی دنیا در معرض خطر بر اثر فعالیت های انسانی (Bryant et al., 1998) و یا در معرض گرم شدن آب و هوایی قرار دارند (Hughes et al., 1998; Coles and Riegl, 2013). صید بی رویه، کشاورزی و از میان رفتن جنگل ها و شهر نشینی باعث بار زیاد رسوبات و سایر آلاینده ها در آب‌های ساحلی شده است که یوترفیکاسیون وسیع و فرسایش زیستگاه‌های بارور را به دنبال دارد (Grall and Chauvaud, 2002).

با تخریب سنگفرش های مرجانی، شالوده بسیاری از جوامع ساحلی تحت الشعاع قرار گرفته و صنعت گردشگری در کشورهای در حال توسعه استوایی را به نابودی خواهد کشاند (Wilkinson, 2004). بسیاری از کشورهای استوایی که دارای سنگفرش های مرجانی می باشند فاقد منابع کافی جهت تربیت پرسنل، تجهیزات و امکانات مالی برای تأسیس پارک ملی دریایی برای حفاظت از سنگفرش های مرجانی اند تا بتوانند بازوی اجرایی را در مورد قوانین کنونی اجرا نمایند. اطلاعات در مورد تخریب و احیاء آبسنگ های مرجانی بر اثر عوامل طبیعی و انسانی قبلاً توسط Endean (1976) نقد شده است و وی به بررسی های بیشتر در این مورد تأکید ورزیده است.

خلیج فارس با تنوع زیستی آبسنگی نسبتاً کم در مقایسه با تنوع زیستی موجود در اقیانوس هند یکی از وسیع ترین محیط ها برای رشد مرجان است (Price, 1993; Tavakoli, 1998). آبسنگ های حاشیه ای ساختار اصلی خطوط ساحلی را در منطقه خلیج فارس تشکیل می دهد (Sheppard & Salm, 1988; Sheppard & Sheppard, 1991) و با توجه به نوسانات شدید دمای آب و همچنین شوری زیاد، آبسنگ های مرجانی در این منطقه با شرایط بسیار سخت اکولوژیک زیست می کنند که این فاکتورهای اکولوژیک اثر عمیقی را بر ساختار جمعیت مرجان های سخت می گذارد به طوری که دمای آب در تابستان به بالاتر از حد نرمال قابل زیست برای مرجان ها می رسد (Bolouki-Kourandeh et al., 2013).

به طور کلی خلیج‌فارس به علّت قرار گرفتن در عرض‌های جغرافیایی نیمه گرمسیری و شرایط استراتژی نفتی و صنعتی خاص، محدودیت‌هایی را برای جوامع مرجانی به وجود آورده است، به طوری که دامنهٔ وسیع تغییرات دمای آب، شوری بالا و کدورت نسبتاً زیاد آب، حمل و نقل وسیع دریایی و آلودگی‌های نفتی و صنعتی موجب کاهش تنوع سنگفرش‌های مرجانی در این منطقه گردیده است و این ساختارها به علّت شرایط خاص محیطی مذکور همواره تحت استرس می‌باشند (Baker et al., 2004; Coles and Riegl, 2013).

برای حفاظت از تنوع زیست دریایی از جمله خلیج فارس، به دانش چگونگی واکنش گونه ها به تغییرات زیست محیطی نیاز مبرمی است. این مسئله به ویژه در مورد سنگفرش های متنوع مرجانی ولی در معرض خطر بخش ایرانی خلیج فارس احساس می شود. از این‌رو به پایش دقیق و بررسی سلامتی سنگفرش های مرجانی نیاز مبرمی می باشد تا توسعه پایدار و مدیریت صحیحی بر آنها اعمال گردد.

سواحل جزایر موجود در استان هرمزگان دارای جایگاه اجتماعی-اقتصادی ویژه ای می باشد، از آن جمله صنعت شیلات و گردشگری قابل ذکرند که هر دو در حال رشد بوده و به جوامع مرجانی و تا حدودی به آبسنگ های مرجانی وابسته اند. آبسنگ های مرجانی جزایر استان هرمزگان دارای اهمیت ملی جهت بررسی های علمی، فرهنگی، تنوع زیست و حفاظت ساحلی می باشند و بخشی از اکوسیستم های دریایی محلی محسوب می گردند.

از لحاظ اکولوژیک، آبسنگ های مرجانی دارای جایگاه ویژه ای در سلسله زنجیره های غذایی خلیج فارس می باشند. به غیر از اینکه به مصرف ماهی‌های مرجانی می‌رسند، نقش ویژه ای در سیکل تغذیهء سایر جانوران دریایی ایفا می کنند. اگرچه ممکن است اطلاعات بسیاری در رابطه با آبسنگ های مرجانی خلیج فارس موجود باشد، لکن این اطلاعات بیشتر منحصر به کشورهای همجوار خلیج فارس است و بررسی های کمی در آبهای پیرامون جزایر بسیار اندک بوده و به ویژه در مورد برخی از جزایر این بررسی تحقق نیافته است.

عدم بررسی پراکنش و تخمین آبسنگ های مرجانی در برخی از جزایر ایرانی خلیج فارس و نبود اطلاعات کافی و جامع در زمینهی این زیستگاه‌ها در مناطق مذکور و نیاز اطلاعاتی به تخمین پوشش مرجانی و تنوع زیستی، انجام این بررسی را در الویت قرار می دهد. در حالی که اطلاعات کمی مطلوبی در مورد جمعیتهای مرجانی بخش جنوبی خلیج فارس موجود است، اطلاعات اندکی راجع به مرجانهای بخش ایرانی خلیج فارس، به خصوص اطراف جزایر در استان هرمزگان موجود می باشد و از این رو مطالعه مرجانهای این جزایر به روشن ساختن برخی از مجهولات اکوسیستم دریایی خلیج فارس مدد می رساند.

از طرف دیگر، به دنبال شناسایی آبسنگ های طبیعی جدید، کار حفاظت از آنها تحت الویت قرار خواهد گرفت تا ذخایر موجود حدالمکان حفظ گردند و راه هایی جهت جلوگیری از تخریب غیر طبیعی آنها ارائه گردد.

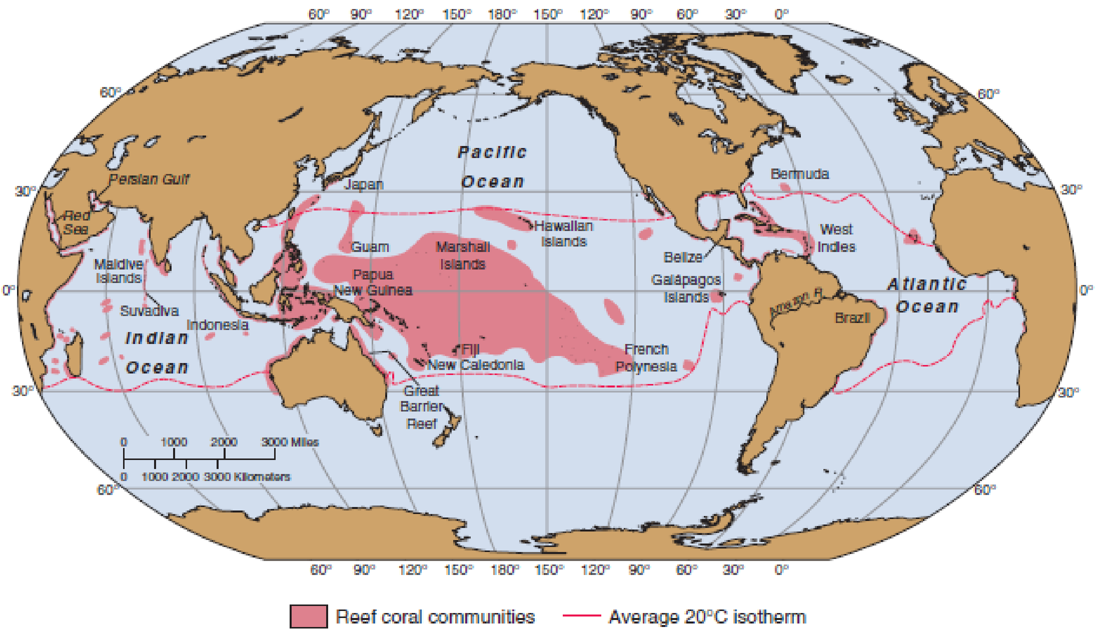
همچنین، با توجه به مرجانی بودن این جزایر و فون و فلور آن و همچنین اهمیّت شیلاتی موجودات همزیست مرجانها همچون صدفهای مروارید ساز و ماهیهای مرجانی و حتی اکوتوریسم که از منابع اصلی در آمد برای بخش عمده ای از ساحل نشینان این جزایر بویژه صیادان بومی می باشد، انجام مطالعات پایه در مورد اهمیت اجتماعی-اقتصادی مرجانهای اطراف این جزایر و استفاده مستقیم یا غیر مستقیم مردم از آنها ضروری است. با انجام این تحقیق و پروژه های آتی مشابه و نتایج حاصل از آن، می توان این جزایر را به عنوان پارک ملی دریایی در آینده نزدیک مورد توجه قرار داده و معرفی نمود.

۲-۱ پراکنش مرجانیان

شاخه مرجانیان از جمله جانورانی هستند که از آب های کم عمق ساحلی و بین جزر و مدی تا اعماق زیاد و حتی در اطراف چشمه های آب گرم اقیانوسی پراکنش دارند. این موجودات را از ناحیه سطحی تا ناحیه بنتیک می توان مشاهده کرد. از نمونه های سطحی می توان به عروس های دریایی و از نمونه های بنتیک (کفزی) می توان به آبسنگ های مرجانی اشاره کرد. برخی از این جانوران از جمله هیدر آب شیرین در چشمه ها و آب های جاری شیرین یافت می شوند (Hickman, 2011).

آبسنگ های مرجانی مختص آب های دریایی و اقیانوسی هستند و پراکنش محدودی دارند. بیشترین پراکنش آنها در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری می باشد و بیشتر در مناطقی یافت می شوند که

دمای آب در حدود ۲۰ درجه سانتی گراد به بالا می باشد. بنابراین بیشتر مختص عرض های جغرافیایی استوایی تا ۲۵ درجه شمالی و جنوبی هستند (شکل ۱-۱) (Nybakken, 2004; Wilkinson, 2008).



شکل ۱-۱. پراکنش آبسنگ های مرجانی در جهان، بیشترین پراکنش در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد

۱-۲-۱ عوامل موثر بر پراکنش آبسنگ های مرجانی

عوامل متعددی در پراکنش آبسنگ های مرجانی موثرند که می توان به نور، عمق، شوری، دما، کدورت، جریانات و غیره اشاره کرد. یکی از مهمترین دلایل محدودیت های بالای پراکنش آبسنگ های مرجانی بخصوص پراکنش عمودی آنها همزیستی با تک سلولی های تاژکدار زوزانتلا می باشد که به عنوان تولیدکننده مواد آلی مورد نیاز آبسنگ ها هستند. به علت نیاز شدید این تک سلولی ها به نور به همین علت اکثریت گونه ها، حداکثر تا اعماق ۲۵ الی ۳۰ متری یافت می شوند (Castro and Huber, 2003).

۱-۲-۱-۱ نور

یکی از مهمترین عوامل در رشد و پراکنش مرجان‌ها نور می باشد، زیرا تک سلولی های همزیست با مرجانیان برای انجام فتوسنتز و تولید اولیه به نور نیازمند هستند لذا مرجانیان تا اعماقی دیده می شوند که نفوذ نور وجود دارد. با کاهش نور میزان فتوسنتز کاهش می یابد. بنابراین میزان مواد آلی کاهش یافته و کلسیمی شدن کلنی مرجانی کم می شود و کلنی کوچک شده و پس از آن کلنی ها به صورت تکه های (Pachs) کوچک دیده می شوند و پس از آن دیگر مرجان سخت یافت نمی شود.

۱-۲-۱-۲ دما

مرجانیان از استوا تا قطبین در دماهای مختلف یافت می شوند اما آبسنگ های مرجانی بیشتر در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری دیده می شوند. بنابراین بیشتر در آب هایی با محدوده دمایی بالاتر از ۲۰ درجه سانتیگراد یافت می شوند و در این محدوده دمایی بهترین متابولیسم و بیشترین رشد را خواهند داشت درنتیجه بهترین شرایط تولیدمثلی و گسترش کلنی ها را دارا هستند. دمای اپتیمم برای گسترش، رشد و بقای مرجانها حدود ۲۸-۲۲ درجه است. سرعت رشد مرجانها نیز به دما بستگی دارد (Castro and Huber, 2003; Nybakken, 2004). محدوده های دمایی پایین تر از ۲۰ درجه سانتی گراد و بالاتر از ۳۰ درجه سانتیگراد نیز برای مرجانیان مضر می باشد بطوری که در دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سانتیگراد میزان سفیدشدگی[1] به شدت افزایش می یابد و پس از آن کلنی ها ضعیف شده و احتمال تخریب و شکستگی کلنی ها افزایش می یابد و در صورت افزایش دمایی در بازه طولانی مدت مرگ و میر مرجان ها اتفاق می افتد. در مراحل اولیه استرس دمایی معمولاً میزان موکوس در سطح کلنی افزایش می یابد و پس از آن به مرور سفید شدگی و در طولانی مدت مرگ و میر کلنی اتفاق می افتد

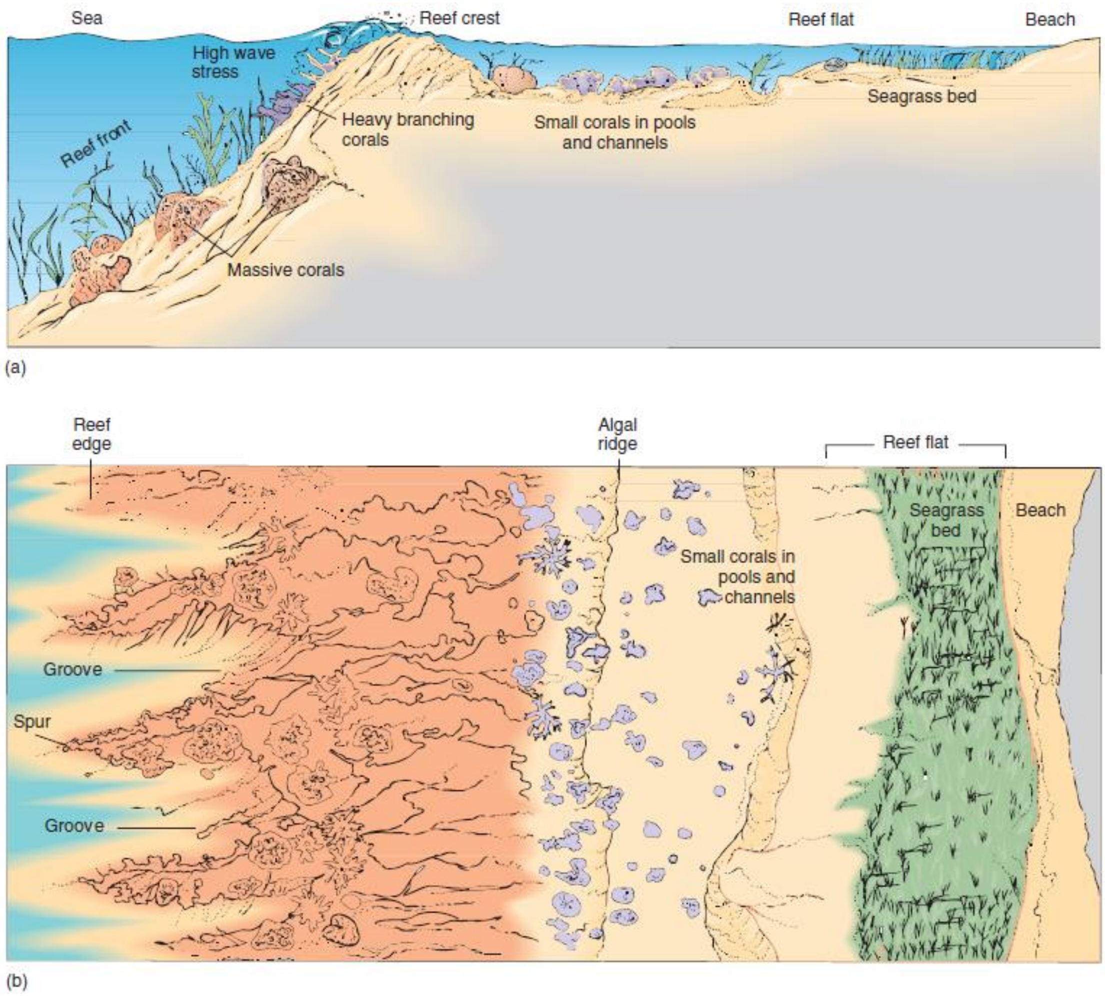
[1] Bleaching

(Castro and Huber, 2003). در دماهای بالا میزان نشست کلسیمی کاهش یافته و میزان فرسایش و تخریب آبسنگ ها افزایش می یابد.

میزان تحمل دمایی آبسنگ های مرجانی بر اساس شرایط اکولوژیکی و اقلیمی اکوسیستم و عرض جغرافیایی از منطقه ای به منطقه دیگر متفاوت است. به طور مثال آبسنگ های مرجانی خلیج فارس محدوده دمایی ۱۶ تا ۴۰ درجه سانتی گراد را تحمل کنند و در اکثریت تابستان ها میزان دمای آب در ناحیه جنوبی خلیج فارس به بالاتر از ۳۵ درجه سانتیگراد می رسد (Castro and Huber, 2003; Sheppard et al., 2010; Riegl et al., 2011).

۱-۲-۱-۳ عمق

وضعیت حضور مرجان ها در اعماق بسیار وابسته به میزان نور و وضعیت کدورت آب و آلاینده ها دارد. به دلیل شرایط فتوسنتری زوزانتلا مرجان ها در اعماق محدودی دیده می شوند و به ندرت در آب‌های عمیق تر از حدود ۵۰ متر یافت می شوند. بنابراین آبسنگ های مرجانی بیشتر در مناطق فلات قاره ای، اطراف جزایر و همچنین در سطح کوه ها و تپه های سخت اقیانوسی در ناحیه نریتیک (ساحلی) دیده می شوند (شکل۱-۲). در اعماق بیشتر از ۳۰ متر اکثریت مرجان های نرم و شقایق ها مشاهده می شوند که به علت عدم وجود تک سلولی زوزانتلا در آنها، نیاز چندانی به نور ندارند (Castro and Huber, 2003).



شکل۱-۲. وضعیت پراکنش آبسنگ های مرجانی بر اساس تغییر عمق از نقطه ساحلی به سمت دریا

۱-۲-۱-۴ رسوبگذاری و کدورت آب

کدورت آب و نفوذ نور در لایه های آب نسبت عکس دارند. با افزایش کدورت میزان نفوذ نور کاهش یافته درنتیجه شرایط فتوسنتزی زوزانتلا دچار مشکل شده و رشد مرجان ها کاهش می یابد. با افزایش کدورت میزان نشست ذرات معلق بر سطح مرجان ها افزایش می یابد و درنتیجه رسوبات نرم مانند سیلت برای مرجانها بسیار مضر می باشد. در آب‌های غیرشفاف نور لازم برای زوگزانتلا کاهش می یابد. حتی یک لایه نازک از رسوبات بر روی لایه سطحی کلنی، باعث اختلالات تنفسی، تغذیه ای، کاهش جذب کلسیم و سایر آسیب ها در مرجان‌ها می شود. با افزایش نشست رسوبات، میزان ترشحات موکوسی

افزایش می یابد که به عنوان یک استراتژی حفاظتی و ایمنی در مرجان ها می باشد. یکی از دلایل عدم حضور آبسنگ های مرجانی در دهانه رودخانه ها و مصب ها، کدورت زیاد و میزان بالای ذرات معلق به خصوص ذرات سیلتی می باشد (Castro and Huber, 2003).

۱-۲-۱-۵ شوری

اکوسیستم آبسنگ های مرجانی در آب های شور قابل مشاهده هستند. با کاهش شوری میزان رشد آنها کاهش می یابد و در آب های شیرین مشاهده نمی شوند. به طور مثال یکی از دلایل عدم حضور آبسنگ های مرجانی در دهانه رودخانه ها و مصب علاوه بر رسوبات زیاد کاهش شوری آب نیز می باشد (Castro & Huber, 2003). بیشترین رشد و توسعه آبسنگ های مرجانی در دریاهای با شوری ppt ۳۵-۳۲ مشاهده می گردد (Nybakken, 2004). اما در مناطقی مانند خلیج فارس با شوری بالاتر از ppt ۳۵ هم دیده می شوند، به طوری که در جنوب خلیج فارس در شوری بالاتر از ppt ۴۵ هم وجود دارند و یکی از دلایل تنوع پایین خلیج فارس نسبت به مناطقی با عرض جغرافیایی مشابه شوری بالای این اکوسیستم می باشد (Sheppard and Loughland, 2002).

۱-۲-۱-۶ در معرض هوا قرار گرفتن

جزر در ابتدای صبح و غروب ممکن است صدمه ای برای مرجان به همراه نداشته باشد، اما اگر این اتفاق در طول روز رخ دهد، ممکن است مرجان در معرض تابش زیاد نور خورشید قرار گیرد و اگر شدت تابش نور ادامه یابد، باعث شود که مرجان زوگزانتلای همزیست خود را دفع کند. میزان آسیب ایجاد شده به طول روز و وضعیت آب و هوا که با زمان جزر همزمان است بستگی دارد. جزر به همراه سرما و هوای بارانی صدمات شدیدی به مرجانها وارد می کند. به همین دلیل است که گسترش اغلب آنها محدود به

پایین ترین حد جزر است. اگر مرجانها بیش از ۲-۱ ساعت در معرض هوا قرار گیرند، از بین می روند. اما برای مدت کوتاه با ترشح موکوس می توانند مانع خشک شدن خود شوند (Nybakken, 2004).

۱-۲-۱-۷ آلودگی

مرجانها همچنین نسبت به انواع آلودگی ها حساس می باشند. حتی غلظت کم مواد شیمیایی از قبیل آفت کشها و پسماندهای صنعتی می تواند به آنها ضرر برساند. غلظت بالای نوترینتها نیز می توانند برای رشد صخره ها مضر باشند. انسانها مقدار زیادی از نوترینتها را از طریق فاضلابها و کودهای شیمیایی که در زمینهای کشاورزی استفاده می شود، به دریا منتقل می کنند. نوترینتها ممکن است مستقیماً به وسیله مزاحمت در شکل گیری اسکلتشان برای مرجانها مضر باشند. اکثر صخره های مرجانی در آبهایی که به صورت طبیعی میزان نوترینت ها کم می باشد، رشد می کنند. در آبهای با نوترینت کم seaweedها (علفهای یا جلبکهای دربایی) نمی توانند به سرعت رشد نمایند و توسط موجودات چرا کننده تحت کنترل قرار می گیرند. این مسئله به مرجانها اجازه می دهد با موفقیت برای مکان و نور رقابت کنند. وقتی نوترینت ها اضافه می شوند، seaweed ها می توانند سریعتر رشد نموده، سایه نمایند و رشد مرجانها را کند نمایند (Castro & Huber, 2003).

۱-۲-۱-۸ طوفان و تغییر ناگهانی هوا

طوفانهای گرمسیری و بادهای موسمی برروی آبسنگهای مرجانی اثر می گذارند که اکثر آنها بستگی به شدت آنها و فاصله از آبسنگ دارد (Nybakken, 2004).

۳-۱ زیست شناسی مرجانیان

۱-۳-۱ شاخه مرجانیان

در شاخه مرجانیان بیش از ۹۰۰۰ گونه شناسایی شده است. موجوداتی مثل هیدرها، ژله ماهیان، شقایق های دریایی، آبسنگ های مرجانی و سایر مرجان های آهکی در این شاخه جای دارند. تنوع شکلی و زیستگاهی یکی از ویژگی های شاخص این شاخه می باشد که تنوع گونه ای و ساختاری خاصی را در این شاخه ایجاد کرده است به طوری که به اشکال مختلف مدوزی (شناور) و پولیپی (ساکن) دیده می شوند.

مرجان ها دارای انتهای جلویی یا عقبی مشخص نیستند و جهت بدن با در نظر گرفتن محل دهان مشخص می شود. آن بخشی که دهان قرار گرفته انتهای دهانی[2] و نقطه مقابل آن، انتهای مقابل دهانی[3] نامیده می شود. اعضای شاخه مرجانیان دارای مشخصات عمومی هستند که در ذیل ارائه شده است.

۱- دارای دو لایه جنینی مشخص اکتودرم و آندودرم هستند. لایه سوم مزانشیمی است و از دیدگاه جنین شناسی از اکتودرم مشتق شده است که ماده زمینه ای ژلاتینی یا مزوگله نامیده می شود.

۲- حفره درونی به نام حفره گوارشی- عروقی[4] دارند که توسط گاسترودرم پوشیده شده است و یک دهانه به خارج راه دارد که نقش مخرج را ایفاء می کند.

۳- در حفره درونی، گوارش خارج سلولی برای بلعیدن ذرات درشت صورت می گیرد، اما گوارش داخل سلولی هم در سلول های گاسترودرم دیده می شود.

۴- این جانوران ساده ترین جانورانی هستند که سلول های عصبی واقعی (پروتونورون[5]) دارند، اما در آنها اعصاب فقط به صورت شبکه توزیع شده اند و سیستم عصبی مرکزی وجود ندارد.

---

[2] Oral end (Disc)

[3] Aboral end

[4] Gastrovascular Cavity

[5] Protoneurons

۵- ساده ترین جانورانی هستند که در آنها اندام های حسی دیده می شود و دارای استاتوسیست های[6] پیشرفته (اندام تعادلی) و اوسلوس[7] (اندام گیرنده نور) هستند.

۶- حرکت در انواع گونه های آزادزی، یا از طریق انقباض ماهیچه ای و یا حرکت شاخک ها و دیسک پایه ای صورت می گیرد.

۷- برخی از ویژگی های منحصر به فرد در این شاخه ها وجود نماتوسیست[8] (اندام های نیش زننده) است.

به شاخه مرجانیان کنیداریا[9] نیز می گویند، زیرا از سلول هایی به نام کنیدوسیت[10] مشتق شده اند که دارای نماتوسیست هستند. نماتوسیست ها فقط در مرجانیان و نوعی از شانه داران یافت می شوند. نام دیگر این شاخه، کیسه تنان[11] است.

مرجان ها در زیستگاه های دریایی گستردگی زیادی دارند و فقط چند گونه از آنها ساکن آب شیرین می باشند. این جانوران، یا ساکن اند یا حرکت اندک و کند دارند. مرجانیان در زیستگاه های کم عمق دریا، به ویژه آب های گرم استوایی فراوان اند اما در آب های عمیق هم دیده شده اند. گونه خشکی زی در بین آنها شناسایی نشده است. مدوز های شناگر آزاد از جمله کلنی های شناور مرد جنگجوی پرتغالی[12] و وللا[13] در دریاهای باز که کاملاً از ساحل دور اند، به سر می برند.

مرجانیان گاهی با جانوران دیگر همزیست می شوند، یا آنکه به صورت همسفره بر روی صدف یا سایر سطوح بدن میزبان خود قرار می گیرند. جلبک های تک سلولی همزیست (زوزانتلا[14]) به صورت

---

[6] Statocyst

[7] Ocelli (Ocellus)

[8] Nematocyst

[9] Cnidaria

[10] Cnidocyte

[11] Coelenterata

[12] Physalia

[13] Vellela

[14] Zooxanthellae

همزیستی در بافت های مرجانیان به سر می برند، که هیدرهای آب شیرین و مرجان های ریف ساز (آبسنگ های مرجانی) از مهمترین آنها هستند. وجود جلبک های تک سلولی در بدن مرجان های آبسنگ ساز، این مرجان ها را به زندگی در آب های کم عمق و زلال مجبور می کند؛ زیرا نور خورشید برای فعالیت های فتوسنتزی جلبک ها ضروری است. آبسنگ های مرجانی را باید از زیستگاه های مهم آب های استوایی دانست.

از نظر تکاملی منشاء مرجانیان را مربوط به قسمت های پایین مسیر پرسلولی ها می دانند. این جانوران، بسیار قدیمی اند و آثار فسیلی آنها به ۷۰۰ میلیون سال قبل، یعنی پیش از همه پرسلولی ها می رسد. مرجانیان دارای چهار رده اند: هیدروزوآ[۱۵] (متنوع ترین رده، شامل هیدروئیدها، مرجان های آتشین، مرد جنگجوی پرتغالی و غیره)، سیفوزوآ[۱۶] (عروس های دریایی واقعی)، کوبوزوآ[۱۷] (عروس های دریایی مکعبی) و آنتوزوآ[۱۸] (بزرگترین رده، که شقایق های دریایی، مرجان های آهکی، مرجان های نرم و غیره را شامل می شود).

۱-۳-۲ ساختمان و عمل

یکی از جالب ترین جنبه ها در این شاخه، وجود حالت دوشکلی و اغلب چند شکلی (پلی مورفیسم) در بسیاری از اعضای آن است. به طور کلی شکل همه مرجانیان در یکی از دو حالت زیر قرار می گیرد: حالت پولیپ یا هیدروئید که برای زندگی به شکل ثابت و ساکن، و حالت مدوز یا شناگر که برای زندگی در سطح آب، سازش یافته است (شکل ۱-۳).

---

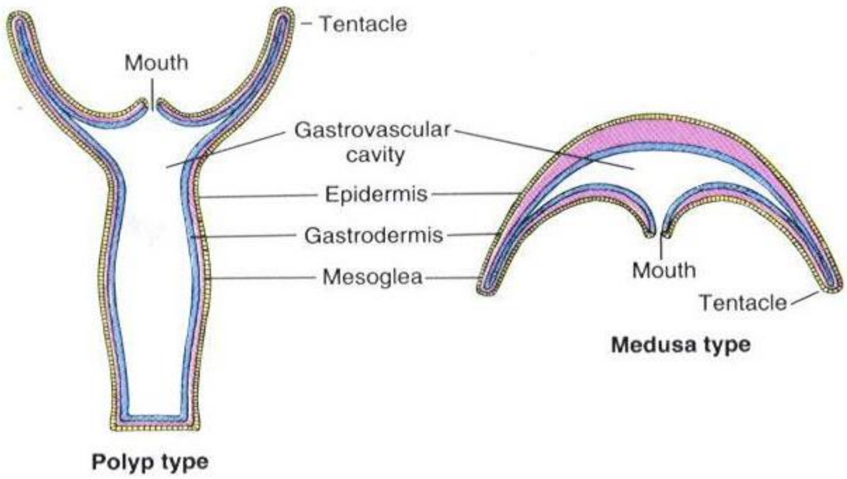
15 Hydrozoa

16 Scyphozoa

17 Cubozoa

18 Anthozoa

بیشتر پولیپ ها بدنی استوانه ای دارند که در یک انتهای آن دهان با تعدادی بازو در اطرافش می باشد و بخش انتهایی بدن معمولاً توسط صفحه قاعده ای به بستر چسبیده است. پولیپ ها ممکن است به صورت منفرد یا کلونی باشند. کلونی بعضی از گونه ها حالت چند شکلی دارد که افراد مختلف



شکل۱-۳. دو شکل مدوز و پولیپ در مرجانیان (برگرفته از Hickman et al., 2011).

در آن حضور دارند (پلی مورفیسم) که هر کدام، برای انجام کار ویژه ای از قبیل تغذیه، تولید مثل یا دفاع تخصص یافته اند.

مدوز ها آزادند و بدنی چترمانند دارند. تقارن در آنها چهار شعاعی است. دهان معمولاً در وسط بخش مقعر واقع است و تعدادی بازو از حاشیه چتر خارج می شوند.

شقایق های دریایی و مرجان ها (رده آنتوزوآ)، همگی فقط به شکل پولیپ دیده می شوند و عروس های دریایی واقعی (رده سیفوزوآ) همگی به شکل مدوز اند، اما بسیاری، در مرحله لاروی حالت پولیپ دارند. کلونی هیدروئید (رده ی هیدروزوآ)، گاهی دارای هم پولیپ و هم مدوز است. گونه ای که هر دو این حالت ها را دارا باشد، از لحاظ روش تغذیه و پراکندگی، می تواند در هر یک از محیط های سطح (شناور) و بستر (ساکن) زندگی کند و در واقع، از مزایای بیشتری برخوردار است.

حالت های پولیپ و مدوز، از نظر ظاهری متفاوت اند و هر کدام از آنها بدن کیسه مانند و طرح اساسی شاخه خود را حفظ کرده اند. یعنی مدوز در اصل، پولیپ شناوری است که بخش لوله مانند آن وسعت یافته و به شکل چتر گسترده شده است.

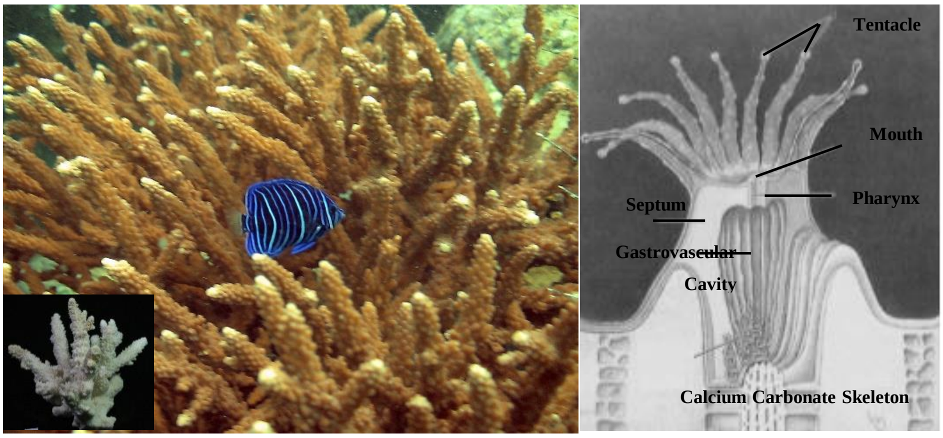
هر دو حالت پولیپ و مدوز، سه لایه مخصوص بدن مرجانیان را دارا هستند، اما لایه ژله مانند مزوگلا در حالت مدوز بسیار قطورتر است و بخش اعظم بدن جانور را تشکیل می دهد و آن را شناور نگه می دارد (شکل۱-۳).

۱-۳-۳ مرجان های زوآنتارین (Zoantharian Corals)

این مرجان ها به راسته اسکلراکتی نیا[19] تعلق دارند که گاهی مرجان های واقعی یا سنگی هم نامیده می شوند. این مرجان ها واحدهای سازنده آبسنگ های مرجانی[20] هستند. این قبیل مرجان ها را می توان شقایق های دریایی میکروسکوپی نامید که در جایگاه های آهکی ترشح شده توسط خودشان زندگی می کنند (شکل ۱-۴). در این جانوران مشابه شقایق های دریایی، حفره گوارشی توسط دیواره هایی به شش جایگاه (یا بیشتر) تقسیم شده است و بازوهای توخالی در اطراف دهان قرار دارند، اما سیفونوگلیف در آنها وجود ندارد. به جای صفحه قاعده ای، لایه اپیدرم تنه، اسکلتی آهکی ترشح می کند که شامل دیواره های اسکلتی[21] هم هست و در فاصله دیواره های اصلی و واقعی پولیپ ظاهر می شوند. پولیپ زنده در مواقعی که تغذیه نمی کند، می تواند بدن را به درون حفره یا جایگاه خود عقب بکشاند. از آنجا که اسکلت به جای آنکه در درون بافت زنده باشد، در زیر آن قرار می گیرد، ماده آهکی، نوعی اسکلت خارجی به شمار می آید (شکل۱-۴).

[19] Scleractinia
[20] Coral reefs
[21] Sclerosepta

برای ترشح این اسکلت، کربنات کلسیم موجود در محیط یا دریا قبلاً در مزوگله ذخیره می شود. در مرجان های کلونی دار، اسکلت ممکن است در طول سال ها ساخته و بسیار حجیم شود و در همین حال، جانوران زنده، لایه سطحی آن را تشکیل دهند. حفره های گوارشی همه پولیپ ها از طریق همین لایه بافتی به یکدیگر مرتبط اند. تولیدمثل غیرجنسی از طریق جوانه زدن و تولیدمثل جنسی این مرجان ها بسیار شبیه به شقایق دریایی می باشد. سه راسته کوچک دیگر هم از زوآنتاریا شناخته شده اند.



شکل ۱-۴. کلونی مرجان شاخ گوزنی (یک نمونه از مرجان های زوآنترین) (در چپ) (عکس از نگارنده) و ساختار بدن یک مرجان تکی در کلونی (سمت راست) (برگرفته از Hickman et al., 2011).

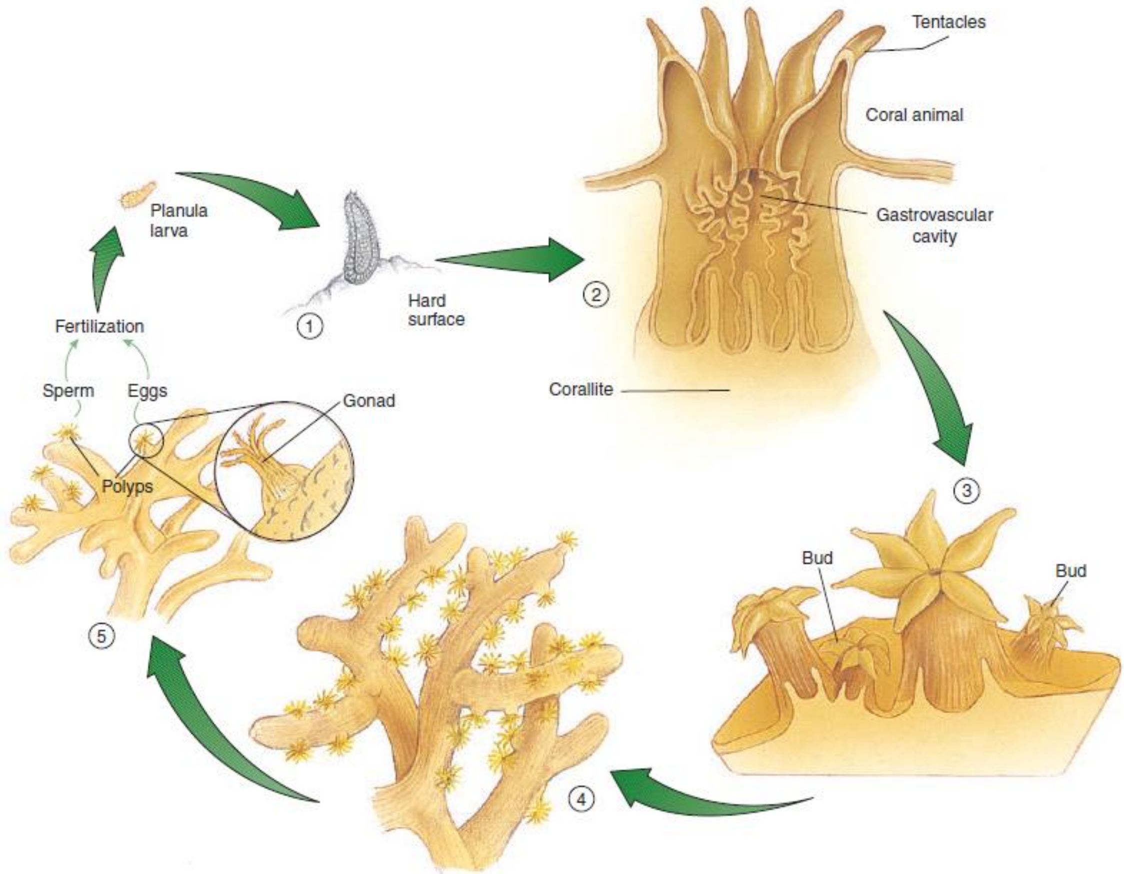
۴-۳-۱ تولیدمثل در مرجان های سخت

در مرجان های سخت هم تولیدمثل جنسی و هم غیرجنسی مشاهده می شود. تولیدمثل غیرجنسی بیشتر از طریق جوانه زدن[۲۲] و همچنین قطعه قطعه شدن[۲۳] صورت می گیرد. تولیدمثل غیر جنسی

[22] Budding
[23] Fragmentation

بیشتر در جنس های *Acropora* و *Pocillopora* دیده می شود. در برخی مواقع در اثر جریانات و طوفان های شدید و یا در اثر برخورد عوامل خارجی به کلنی مرجان ها، قطعاتی از آنها جدا شده و در بستری دیگر نشست می کند و به مرور در اثر ترشحات موکوسی بر بستر متصل شده و به تدریج کلنی جدید را ایجاد می کند. در فرآیند جوانه زنی در قسمتی از کلنی جوانه های جدید رشد می کنند و کلنی را گسترش می دهند (شکل ۱-۵) (Karleskint et al., 2010).

در تولیدمثل جنسی گامت ها تشکیل می شوند. اکثریت مرجان های آهکی هرمافرودیت هستند و هر دو گناد تخمدان و بیضه را دارا می باشند و برخی گونه ها هم جداجنس هستند. برخی مرجان ها در فصل تولیدمثل گامت های خود را به داخل آب رها کرده و پس از لقاح خارجی سلول تخم و در نهایت لارو Planula تشکیل می گردد، اما در اکثریت گونه ها ابتدا اسپرم بالغ از گناد خارج و در حفره آوندی-گوارشی جای می گیرد. پس از رسیدگی تخمک، تخمک رها شده و در این حفره لقاح صورت می گیرد و سپس لارو پلانولا به آب آزاد می گردد. لارو بر بستر سخت می نشیند و به مرور یک مرجان سخت را بوجود می آورد. تولیدمثل و رهاسازی لاروها در مناطق مختلف و بر اساس شرایط محیطی و مواد غذایی موجود متفاوت است، اما معمولا رهاسازی لاروها در نیمه ماه قمری (تربیع دوم) اتفاق می افتد (شکل؟؟؟) (Karleskint et al., 2010).



شکل۱-۵. تولیدمثل جنسی و غیرجنسی (جوانه زدن) در مرجان سخت.

یکی از یافته های تماشایی درباره آبسنگهای مرجانی که در سالهای اخیر کشف شده است تخمریزی[۲۴] دسته جمعی فصلی مرجانها در Great Barrier Reef می باشد. در یکی از شب‌های سال بین ماه اکتبر تا اوایل دسامبر تمامی گونه های مختلف مرجان به صورت یکجا تخم ریزی می نمایند. این حادثه فقط بعد از ماه شب چهارده رخ می دهد. در یک مکان معین، زمان تخمریزی دسته جمعی را می توان پیش بینی نمود. بعد از اینکه این اتفاق در Great Barrier Reef کشف شد، تعداد دیگری از تخمریزی های دسته جمعی که در سایر صخر های مرجانی رخ می دهد نیز گزارش شد.

تخمها و اسپرمها ممکن است مستقیما به داخل آب رها شوند و یا در یکسری کیسه های کوچک که از طریق دهان رها می شوند محصور شده باشند.

---

24 Spawning

بسته به گونه مرجان Bundles و یا کیسه ها ممکن است حاوی تخم و اسپرم به صورت یکجا باشد و یا اینکه فقط حاوی یکی از آنها باشد. کیسه های شناور به سطح آب آمده و پاره می شوند، در نتیجه تخمها و اسپرم ها با یکدیگر مخلوط می شوند.

هیچکس نمی داند که چرا مرجانها به صورت یکجا تخمریزی می کنند. ممکن است شکارچیان تخمها به قدری سیر شوند که بسیاری از تخمها خورده نشوند. ممکن است امری باشد که در مواجه با جزر و مد انجام می دهند. اگرچه تخمریزی دسته جمعی در برخی از ریفها و یا صخره ها رخ می دهد، اما در برخی دیگر رخ نمی دهد (Castro & Huber, 2003).

۵-۳-۱ تغذیه مرجان‌ها [۲۵]

زوگزانتلا مواد غذایی مورد نیاز برای مرجان‌ها را تأمین می نماید. آنها فتوسنتز[۲۶] می کنند و برخی از مواد معدنی را برای مرجان‌ها فراهم می کنند. اگرچه مرجان‌ها اغلب غذایشان را از زوگزانتلاها بدست می آورند، اما آنها از زئوپلانکتون‌ها نیز تغذیه می نمایند. بیلیونها پولیپ مرجانی روی یک آبسنگ همراه با سایر موجودات زنده در تغذیه از زئوپلانکتونهای آورده شده توسط جریانات دریایی فعال می باشند (Castro & Huber, 2003).

پولیپهای مرجانی، زئوپلانتکونها را با استفاده از شاخک‌هایشان (تانتاکل‌هایشان) و یا لایه ای از موکوس که بر روی لایه سطحی کلنی ترشح می شود شکار می کنند.

برخی از مرجانها به ندرت از تنتاکلها استفاده می کنند و به روش جذب غذا از موکوس وابسته می باشند. حتی معدودی از مرجانها تمامی تنتاکلهای خود را از دست داده اند.

---

25 Coral Nutrition

26 Photosynthesis

مرجانها از راههای دیگری هم تغذیه می نمایند. آنها دارای تعداد زیادی لوله های حلقوی بلند می باشند که Mesenterial filaments نامیده می شوند که به دیواره لوله گوارش چسبیده می باشند. Mesenterial filaments آنزیمهای گوارشی را ترشح می کنند. پولیپ می تواند رشته ها را از دهان و یا دیواره بدن خود جهت هضم و یا جذب ذرات غذایی خارج نمایند. مرجان ها همچنین از Mesenterial filaments برای هضم مواد آلی از رسوبات استفاده می کنند. بعلاوه مرجان ها از معدود جانورانی می باشند که می تواند مواد معدنی محلول را جذب نمایند (Castro & Huber, 2003).

۶-۳-۱ همزیستی مرجان و زوگزانتلا

تقریباً تمام مرجانهای صخره ساز دارای زوگزانتلاهای همزیست می باشند. در واقع مرجانهای هرماتیپیک اغلب با زوگزانتلا معنی پیدا می کند تا اینکه با ساختن صخره ها.

تعداد کمی ازمرجانهای صخره ساز فاقد زوگزانتلا می باشند. برخی از مرجانهای آبهای عمیق که فاقد زوگزانتلا می باشند به آرامی تپه های کربنات کلسیمی را بر روی بستر اقیانوس می سازند. این تپه ها اصولا صخره نمی باشند اما اغلب چنین نامیده می شوند.

مرجانهای فاقد زوگزانتلا اسکلتشان را بسیار آرام می سازند و فاقد سرعت لازم را برای ساختن یک صخره می باشند. زوگزانتلا مرجانها را قادر می سازد که کربنات کلسیم را سریعتر رسوب دهند. زوگزانتلا به قدری در مرجان‌ها وجود دارند که چهارچوب صخره ها را ایجاد می کنند. بدون آنها آبسنگ‌های مرجانی ایجاد نمی شوند (Castro & Huber, 2003).

زوگزانتلاها دینوفلاژله هایی[۲۷] تک سلولی می باشند که به صورت همزیست در واکوئل های غشایی مرزی سلولهای گاسترودرم مرجان زندگی می کند (Rowan & Powers, 1992).

---

27 Dinoflagellate

آنها دارای قدرت فتوسنتز می باشند یعنی برای تثبیت کربن فتوسنتزی نیاز به مواد معدنی و دی اکسید کربن و نور دارند. این جلبک های همزیست دارای رنگدانه های ویژه دینوفلاژله ها، Perdinin_diadinoxanthin به اضافه کلروفیل a و c بوده و از نظر رنگ قهوه ای یا قهوه ای – زرد می باشند. زوگزانتلا دارای دو مرحله متحرک[28] و غیرمتحرک[29] است که معمولاً مرحله غیرمتحرک و فاقد تاژک از چرخه زوگزانتلا، در بدن مرجان طی می شود (Hubbard, 1997).

تاژکداران مزبور رابطه همزیستی با مرجان ها برقرار می کنند و اکسیژن کافی را با انجام فتوسنتز در اختیار میزبان قرار داده و خود از بقایای حاصل از متابولیسم مرجان استفاده می کنند. همچنین آنها میزان کلسیمی شدن را افزایش داده و دلیل عمده شکل گیری آبسنگ های مرجانی می باشند. به این ترتیب می توانند با اصلاح شرایط فیزیکو شیمیایی، شرایط مساعد برای کلسیمی شدن را فراهم نماید. زوگزانتلا همچنین pH را بالا برده و یونهای کربنات بیشتری را برای رسوب کربنات کلسیم ایجاد کرده و بعلاوه یونهای فسفات که بازدارنده ایجاد کربنات کلسیم است را، از منطقه کلسیمی شدن دور می نماید، لذا فتوسنتز، انرژی لازم برای کلسیمی شدن را تأمین می کند (Hubbard, 1997).

امروزه همزیستی زوگزانتلا و مرجان در معرض خطر ناشی از فعالیتهای بشری و تغییر آب و هوای جهانی قرار دارد . افزایش دمای آب دریا، آلودگی های شیمیایی (Jones & Hoegh-Guldberg, 1999) افزیش اشعه فرابنفش (Le Tissier & Brown, 1996)، اسیدی شدن اقیانوس (Kleypas *et al*., 2006) و آلودگی باکتریایی (Rosenberg *et al*., 2007) استرس هایی می باشند که بر روی ثبات همزیستی زوگزانتلا و مرجان تأثیر گذار می باشند و منجر به سفید شدگی می شوند. سفید شدگی مرجانها عموماً به صورت زیر تعریف می شود:

۱- از دست دادن زوگزانتلا ها

---

28 Dinomastigote

29Coccoid

۲- و یا کاهش رنگدانه های فتوسنتزکننده مرجانها

۳- و یا از دست دادن سلوهای درونی (Lesser, 1997)

مکانیسم های متعددی سبب کاهش تراکم زوگزانتلا می شوند که در هنگام افزایش استرس هر کدام باعث آسیب های متفاوتی به سلول های میزبان می شوند (Lesser & Farrell, 2004).

۱-۳-۷ انواع صخره های مرجانی

صخره های مرجانی معمولاً به سه دسته اصلی تقسیم می شوند آبسنگهای حاشیه ای[۳۰]، آبسنگهای سدنما[۳۱] و آبسنگهای حلقوی[۳۲] (شکل-۱-۶).

برخی از صخره ها را نمی توان در دسته خاصی قرار داد و برخی بین دو دسته قرار می گیرند.

۱-۳-۷-۱ آبسنگ‌های حاشیه ای

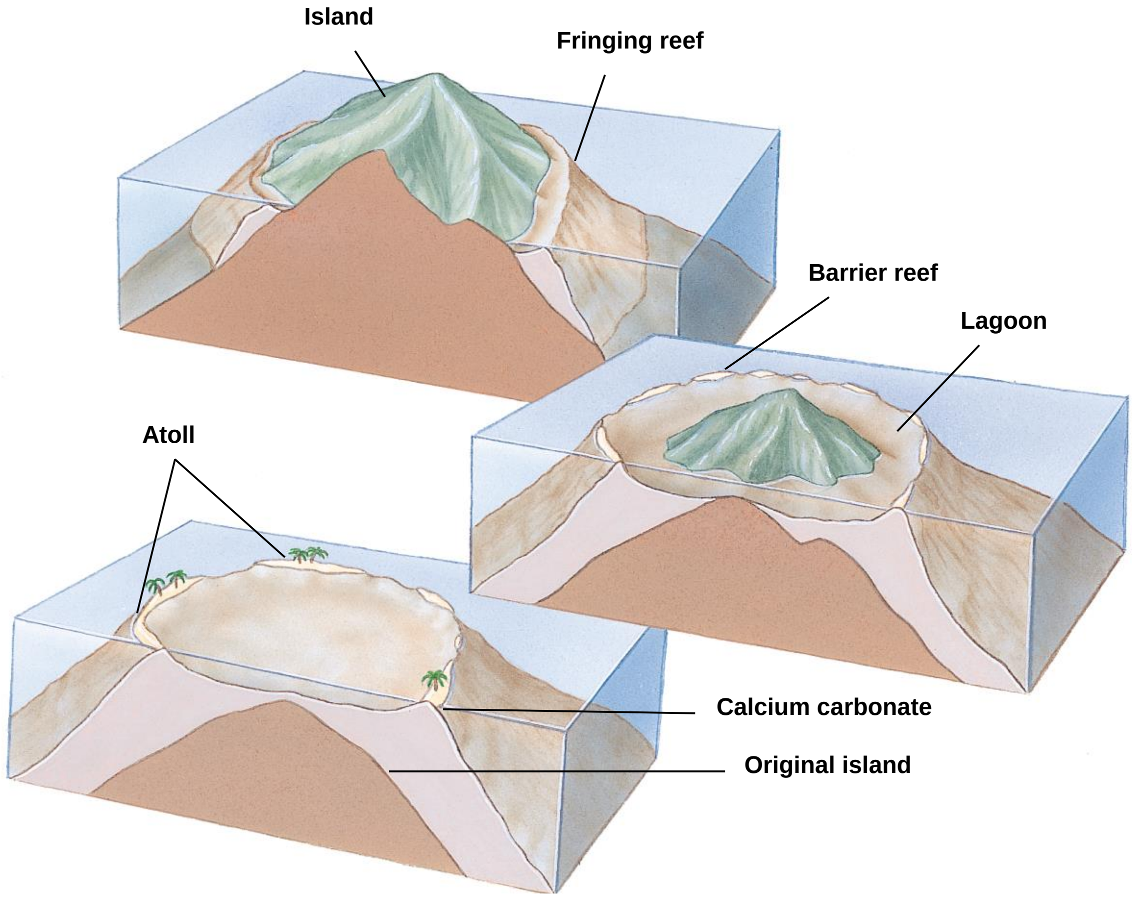
آبسنگ‌های حاشیه ای ساده ترین و عمومی ترین نوع آبسنگها می باشند. آنها در نزدیکی سواحل نواحی گرمسیری در جاهایی که انواعی از سطوح سخت برای استقرار لاروهای مرجان ها وجود دارند گسترش می یابند. خطوط ساحلی صخره ای بهترین شرایط را برای آبسنگهای حاشیه ای تأمین می کنند. مرجانهای حاشیه ای روی یک نوار باریکی یا در طول حاشیه ساحل رشد می یابند (شکل۱-۷). واقع شدن در نزدیکی سواحل آنها را در معرض تهدیدات ویژه از جمله رسوبات، جریانات آب شیرین و مزاحمت های انسانی قرارمی دهند (Castro & Huber, 2003).

---

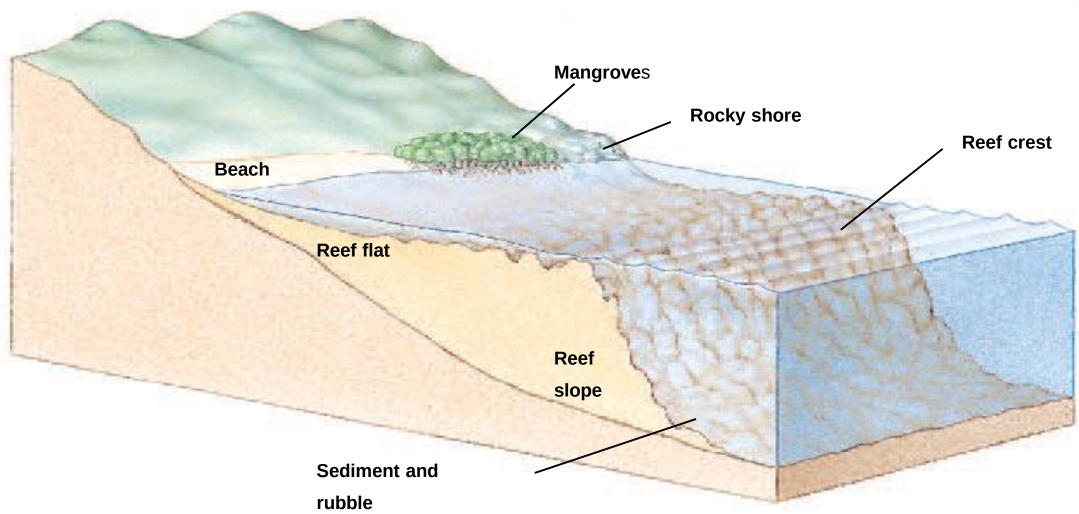
30 Fringing reefs

31 Barrier reefs

32 Atoll reefs



شکل ۱-۶. انواع صخره های مرجانی (Castro & Huber, 2003).



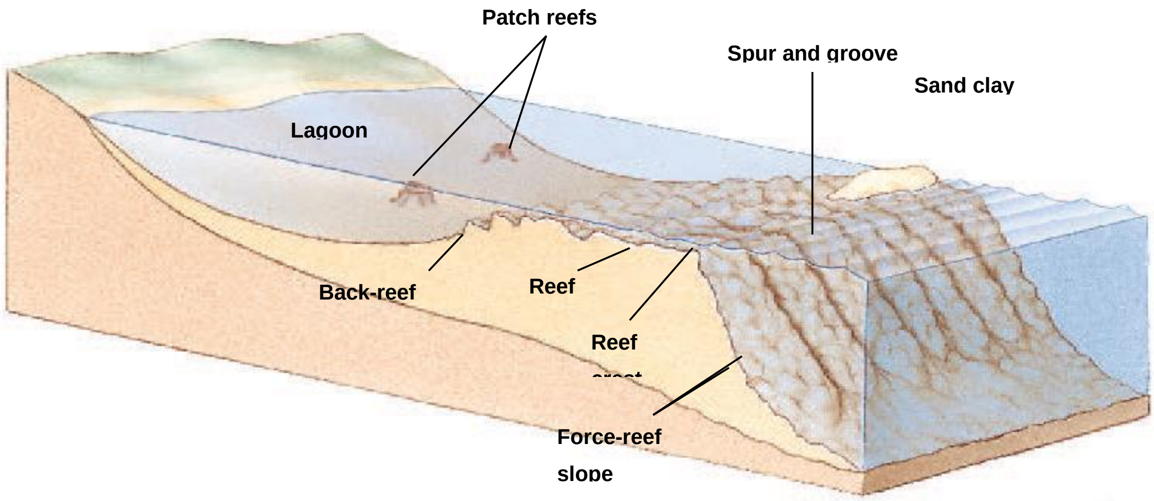
شکل ۱-۷. نمایی از یک آبسنگ حاشیه ای (Castro & Huber, 2003).

۲-۷-۳-۱ آبسنگ‌های سدنما

در بعضی مواقع تفاوت آبسنگ های سد نما و آبسنگ های حاشیه ای مشخص نیست. زیرا سطح هر دو با یکدیگر هموار می شود. آبسنگ های سدنما مانند آبسنگ های حاشیه ای در طول سواحل گسترش می یابند، اما آبسنگ های سدنما به طور قابل ملاحظه ای دورتر از ساحل، تقریباً ۱۰۰۰ کیلومتر(۶۰ مایل) یا بیشتر واقع می شوند.

آبسنگ های سدنما با یک کولاب (Lagoon) نسبتاً عمیق از ساحل جدا شده اند (شکل ۱-۸) و تا حد زیادی از امواج و جریانات محافظت می شوند، کولاب معمولاً دارای بستر رسوبی نرم می باشد. بزرگترین و معروفترین آبسنگ سدنما، Great Barrier Reef می باشد، که موازی با سواحل شمال شرقی استرالیا به طول ۲۰۰۰ کیلومتر (۱۲۰۰ مایل) امتداد دارد، عرض آن بین ۱۵ تا ۳۵۰ کیلومتر (۱۰ تا ۲۰۰ مایل) متغییر است و ناحیه ای با مساحت بیش از ۲۲۵۰۰۰ کیلومتر مربع (۸۰۰۰۰ مایل مربع) را می پوشاند. در واقع Greate Barrier Reef یک آبسنگ واحد نمی باشد، بلکه مجموعه ای شامل ۲۵۰۰ آبسنگ کوچکتر، کولاب ها، کانال ها، جزایر و سواحل شنی می باشد (Castro & Huber, 2003).

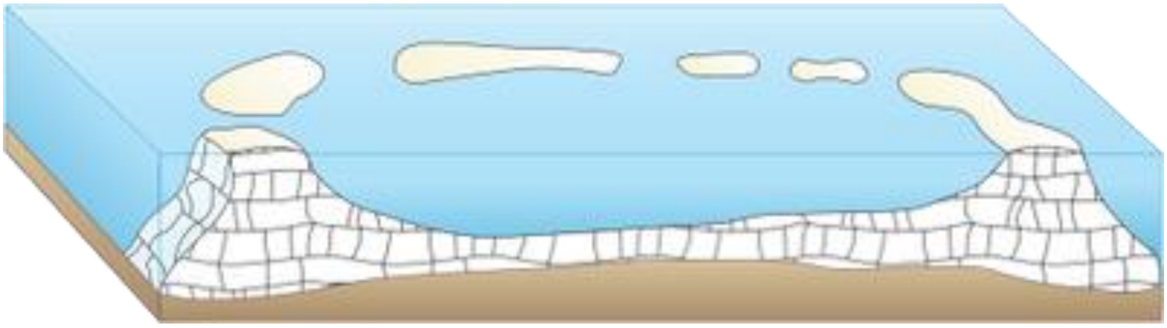
شکل ۱-۸. نمایی از آبسنگ سد نما اقتباس از (Castro & Huber, 2003).



۳-۷-۳-۱ آبسنگهای حلقوی

آبسنگ حلقوی، حلقه ای از آبسنگ است و غالباً خشکی ها یا جزایر شنی می باشند که اطراف یک کولاب را احاطه کرده اند (شکل۱-۹). وسعت بسیار زیادی از آبسنگ های حلقوی در منطقه هند و غرب آرام (Indo-west pacific region) قرار دارند که شامل منطقه استوایی اقیانوس هند و اقیانوس آرام غربی است.

بر خلاف آبسنگ های سدنما و حاشیه ای، آبسنگ های حلقوی دور از خشکی یافت می شوند و از عمق های هزاران متر یا بیشتر بیرون آمده اند. دو تا از بزرگترین آبسنگ های حلقوی، **Suvadiva** در جزایر مالدیو واقع در اقیانوس هند و Kwajalein در اقیانوس آرام مرکزی می باشند (Castro & Huber, 2003).



شکل۱-۹. نمایی از آبسنگ حلقوی اقتباس از (http://ian.umces.edu).

علی رغم تقسیم بندی هایی که در بالا ذکر شد نوع دیگری از تقسیم بندی برای آبسنگها وجود دارد که به شرح ذیل می باشد:

۱- Apron Reef: ریفهای کوچک، مشابه با ریف های حاشیه ای اما با شیب بیشتر که به سمت خارج یا پایین نوک ساحل گسترش یافته است.

۲- Fringing Reef: ریف های حاشیه ای.

۳- Barrier Reef: ریف های سدنما.

۴- Patch Reef: یک ریف مجزا و اغلب دایره ای شکل، که معمولا داخل یک لاگون یا خلیج محصور می باشد.

۵- Ribbon Reef: دراز، کم عرض، تقریباً مارپیچی، معمولاً وابسته به یک لاگون آتول است.

۶- Table Reef: ریفی مجزا، مشابه با آتول، اما بدون لاگون است.

۷- Atoll Reef: ریف های حلقوی.

۸- Bank Reef: بزرگتر و گسترده تر از بقیه ریفهاست و در نمای کلی به صورت خطی یا نیم دایره است.

۱-۳-۸ طبقه بندی شاخه مرجانیان (مرجانیان)

رده هیدروزوآ: منزوی یا کلونی دارند. تولیدمثل در پولیپ غیرجنسی و در مدوز جنسی است، اما یک نوع ممکن است غالب باشد. هیدرانت ها روده بند ندارند. مدوز ها (در صورت وجود) ولوم دارند و هر دو نوع، ساکن آب های شور و شیرین هستند. مثال ها: *Tubolaria, Physalia, Obelia, Hydra*.

رده سیفوزوآ: منزوی اند، در آنها مرحله پولیپ کاهش یافته یا آنکه وجود ندارد. مدوز چترمانند فاقد ولوم است. مزوگلای ژله مانند گسترش زیادی یافته است. حاشیه چتر معمولاً دارای هشت شکاف است و اندام های حسی در آن مستقرند. همگی دریازی اند؛ مثال ها: *Rhizostoma, Cassiopera, Aurelia*.

رده کوبوزوآ: منزوی اند؛ مرحله پولیپ کاهش یافته است. جانور در مرحله مدوز، چترمانند است که مقطع مربعی دارد و بازوها یا گروه بازوها از یک پدالیوم تیغه مانند واقع در هر گوشه چتر آویزان اند. حاشیه چتر کامل و بدون ولوم است، اما ولاریوم دارد. همگی دریازی اند؛ مثال ها: *Chironex, Carybdea, Tripedalia, Chiropsalmus*.

رده آنتوزوآ: فقط پولیپ دارند و فاقد مدوزند. منزوی یا کلونی دارند. آنترون توسط حداقل هشت دیواره یا روده بند محتوی نماتوسیست تقسیم شده است. گنادها آندودرمی اند. همگی دریازی اند.

شقایق های دریایی و مرجان های آهکی سخت و نرم از این جمله اند؛ مثال ها: *Porites*, *Favia*, *Anthopleura*, *Metridium*, *Acropora*, *Astrangia*, *Pavona*, *Plexaura*, *Gorgonia*, *Alcyonium*, *Tobipora*

۱-۳-۸-۱ جایگاه مرجان‌های سخت در سلسله جانوری

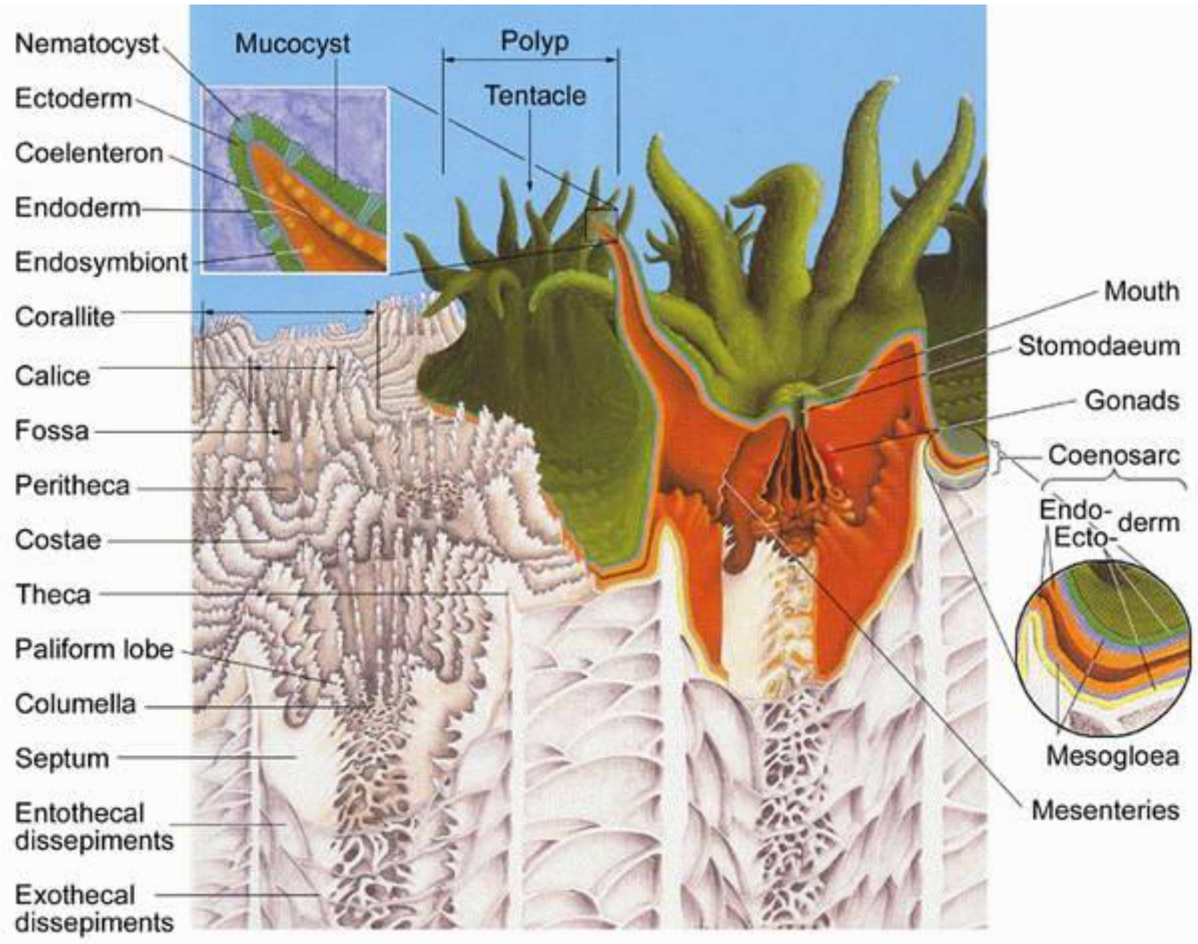
از نظر سیستماتیک جانوری و بر اساس آخرین رده‌بندی‌ها مرجان‌های سخت در رده‌بندی زیر قرار می‌گیرند (Hoeksema & Cairns, 2015):

سلسله: جانوران	Kingdom: Animalia
شاخه: مرجانیان	Phylum: Cnidaria
رده: آنتوزوا	Class: Anthozoa
زیررده: هگزاکورالیا	Subclass: Hexacorallia
راسته: اسکلراکتینیا	Order: Scleractinia

۱-۳-۹ آناتومی مرجان‌های سخت

مرجان‌های سخت، مرجان‌های آبسنگ‌ساز یا مرجان‌های hermatypic نیز نامیده می‌شوند که قرابت نزدیکی با شقایق‌های دریایی دارند و به دلیل تشکیل اسکلت کربنات کلسیم از گروه دیگر مرجان‌ها یعنی مرجان‌های غیر آبسنگ‌ساز (ahermatypic)، متمایز می‌گردند. ساختمان مرجان سخت متشکل از هزاران واحد زنده ریز به نام پولیپ (polyp) است. پولیپ مرجان در واقع نوعی کیسهٔ انقباضی متشکل از ۲ لایهٔ سلولی به نام اپیدرم (epidermis) و گاسترودرم (gastrodermis) است. یک لایهٔ فاقد سلول

نیز بین گاسترودرم و اپیدرم وجود دارد که مزوگلیا (mesoglea) نامیده می‌شود. دهان در مرکز دیسک دهانی پولیپ قرار دارد و از طریق ناحیه حلقی (pharynx) به حفره داخلی گاستروواسکولار (gastrovascular cavity) مرتبط می‌شود. در مرجان‌های سخت بر خلاف سایر مرجانیان، حفره گاستروواسکولار به وسیله صفحات نازک شعاعی از بافت زنده به نام mesenteries تقسیم‌بندی می‌شود که هدف آن افزایش سطح برای هضم غذا، فتوسنتز و نیز تنفس است. تعداد این صفحات معمولاً ۶ عدد و یا مضربی از ۶ می‌باشد، هرچند در موارد زیادی وجود دارد که از این قاعده پیروی نمی‌کند. پولیپ‌های مرجان از طریق بافتی به نام سنوسارک (coenosarc) به یکدیگر مرتبط می‌باشند. بازوها یا تنتاکل‌ها (tentacles) پیرامون ناحیه دهانی پولیپ قرار دارند و در واقع امتداد دیواره‌های بدن بوده که حفره داخلی آن‌ها با حفره گاستروواسکولار مرتبط می‌باشد (شکل ۱-۱۰). هر تنتاکل حاوی تعداد زیادی سلول نماتوسیست (nematocyst) است. نماتوسیت ساختار ۲ جداره پیازی شکلی بوده که شامل پیچ‌خوردگی مارپیچی (coiled tube)، کپسول حاوی مادهٔ زهری محرک با خار کوچکی در نوک آن (spine) و همچنین یک حس‌گر کوچک (cnidocil) در بیرون است. هنگامی که حس‌گر به‌طور فیزیکی یا شیمیایی تحریک شود، کپسول منبسط شده و خار را با شدت و سرعت زیاد به خارج پرتاب می‌کند. خار به درون پوست طعمه فرو می‌رود و سم را به بدن آن وارد می‌کند. در ناحیه گاسترودرم بافت مرجان‌های آبسنگ‌ساز و برخی دیگر از مرجانیان، جلبک‌های همزیست تک‌سلولی فتوسنتزکننده به نام زوزانتلا (zooxanthellae) وجود دارد که از گروه جلبک‌های دینوفلاژله (Dinoflagellata) می‌باشند. در شرایط نامساعد محیطی مانند استرس‌های دمایی، جلبک‌های زوزانتلا از مرجان خارج می‌شوند که سبب بروز پدیده سفیدشدگی (bleaching) در مرجان می‌گردد.



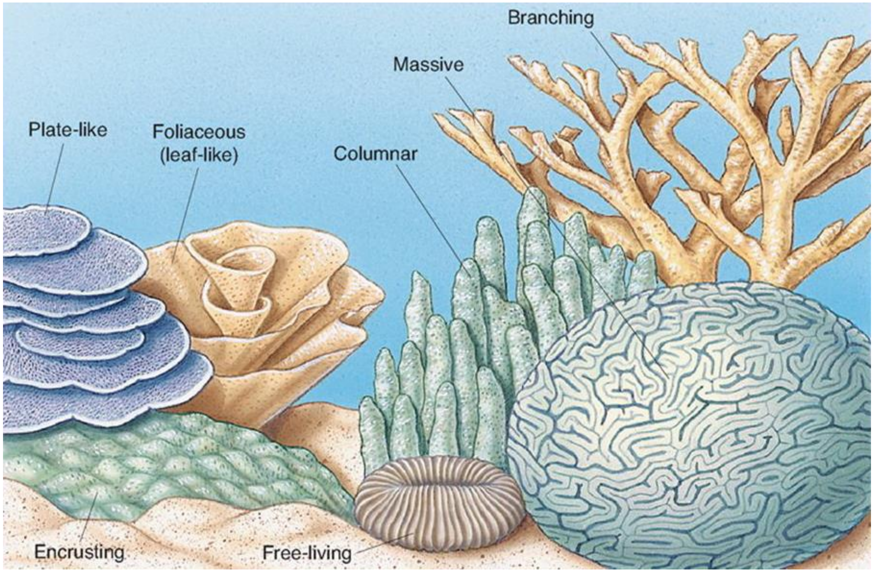
شکل ۱-۱۰. آناتومی مرجان سخت (برگرفته از: Veron, 2000).

۱-۳-۱۰ ساختار اسکلت مرجان‌های سخت

ویژگی‌های ماکرومورفولوژیک مرجان‌های سـخت یکی از روش‌های اولیه و مهم برای شـناسـایی آن‌ها به شمار می‌رود. این ویژگی‌ها شامل فرم ر شد کلنی، فرم ت شکیل کورالیت‌ها و اجزای ساختار آن‌ها، نحوه جوانه‌زدن کورالیت‌ها و نیز شـکل بافت زنده و پولیپ‌ها می‌باشـد. مهم‌ترین ویژگی‌هایی که در شناسایی مورفولوژیک مرجان‌ها استفاده می‌شود شامل موارد زیر است:

۱-۳-۱۰-۱ فرم‌های رشد کلنی ها

در مرجان‌های سخت اشکال رشد کلنی های بسیار متنوع می باشد که این تنوع رشد باعث شده است. ریخت شناسی مرجان های سخت متنوع باشد. این تنوع به عنوان یک عامل بسیار مهم در تنوع گونه ای مرجان ها است و به عنوان یکی از کلید های مهم شناسایی مرجان های سخت محسوب می شود. به طور کلی مرجان های سخت به اشکال توده‌ای (Massive)، شاخه‌ای (Branching)، ستونی یا انگشتی (Columnar)، پوششی (Encrusting)، ورقه‌ای (Laminar)، اکسپلنیت (Explanate)، برگی (Foliaceous) و منفرد (Solitary) قابل مشاهده هستند (شکل ۱-۱۱) (Veron, 2000).



شکل ۱-۱۱. اشکال متنوع مرجان های سخت (Veron, 2000).

۱-۳-۱۰-۲ ساختار کلنی و کورالیت‌ها در مرجان‌های سخت

به طور کلی ساختار کلنی در مرجان‌های سخت براساس نحوه شکل‌گیری کورالیت‌ها به گروه‌های زیر تقسیم‌بندی می‌شود (شکل ۱-۱۲) (Veron, 2000):

۱. **پلوکوئید** (**Plocoid**): کورالیت‌های با دیواره‌های مجزا، مانند جنس *Favia*

۲. **سریوئید** (**Cerioid**): کورالیت‌های با دیواره مشترک، مانند جنس *Favites*

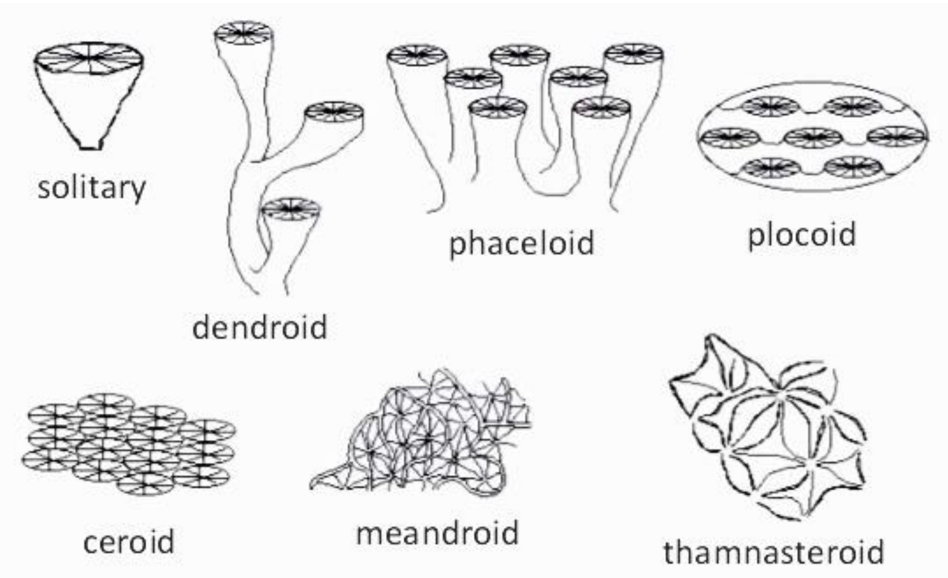
۳. مِئاندروئید (Meandroid): کورالیت های شـــیاری شـــکل، مانند مرجان مغزی یا جنس *Platygyra*

۴. فاسِلوئید (Phaceloid): کورالیت‌های لوله‌ای یا جوانه‌ای، مانند جنس *Blastomussa*

۵. تامناســتریوئید (Thamnasterioid): کورالیت های ســـتاره‌ای شـــکل، مانند جنس های *Psammocora, Pavona*

۶. دِندروئید (Dendroid): کورالیت‌های ترومپت شکل شاخه‌ای، مانند جنس *Dendrophyllia*

۷. سالیتِری (Solitary): کورالیت‌های منفرد، مانند جنس *Fungia*



شکل ۱-۱۲. انواع ساختار کلنی و کورالیت‌ها در مرجان‌های سخت

اسکلت ترشح‌شده در مرجان‌های سخت، فنجانی شکل بوده و محل استقرار و تثبیت پولیپ‌های مرجانی است. شکل اسکلت در مرجان‌های مختلف در ارتباط با الگوی رشد کلنی و نیز نحوه استقرار پولیپ‌ها در کلنی است. در مرجان‌های مغزی (مانند *Platygyra*)، پولیپ‌ها به‌صورت ردیف‌هایی منظم هستند و اگر چه ردیف‌ها به‌خوبی از یکدیگر متمایزند، اما پولیپ‌های مستقر در یک ردیف آن قدر به‌هم نزدیکند

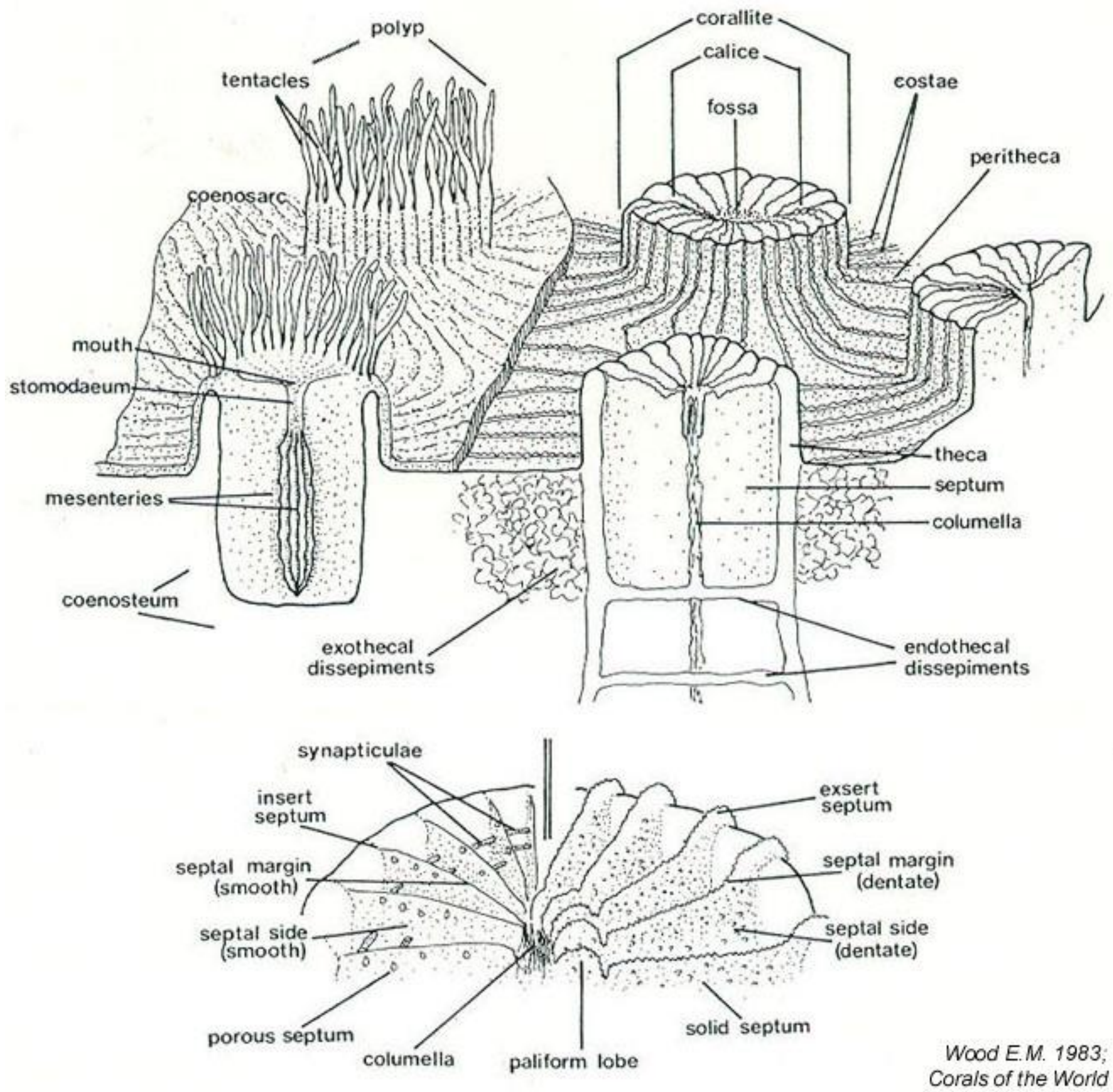
که با یکدیگر تلاقی کرده و در نتیجه اسکلت ظاهری شبیه به مغز انسان پیدا می‌کنند. در برخی گونه‌ها نیز نحوهٔ استقرار پولیپ‌ها به‌شکل کندوی زنبور است.

بخش زندهٔ هر پولیپ مرجانی، اسکلتی فنجانی شکل به نام کورالیت (corallite) را ترشح می‌نماید. حفرهٔ دهانی هر کورالیت را کالیس (calice) نامیده می‌شود که معمولاً به شکل مقعر است. درون هر کورالیت تیغه‌های عمودی به نام سپتا (septa) وجود دارد که ممکن است حاشیه داخلی آن دندانه‌های ریز و اره‌مانند داشته باشد که این ویژگی در شناسایی مرجان‌های سخت از جمله در خانواده Faviidae کاربرد دارد. محلی که تیغه‌های عرضی یا سپتاها از قسمت دهانه کورالیت شروع می‌شوند را کاستا (coastae) نامیده می‌شود.

در برخی موارد کاستاها و سپتاها در دیواره فوقانی کورالیت ضخیم شده و تکا (theca) را به وجود می‌آورند. دیواره‌های عرضی درون هر کورالیت ممکن است به هم متصل شوند که در آن صورت، کولومِلا (columella) را تشکیل می‌دهند.

گاهی اوقات نیز در پایین هر سپتا برآمدگی عمودی شکلی شبیه علامت تیک (√) تشکیل می‌شود که به آن لوبِ پالی‌فرم (palliform lobes) گفته می‌شود. در مواردی که مجموعه‌ای از لوب‌های پالی‌فرم حول یک محور دایره‌ای قرار می‌گیرند، از منظره فوقانی شبیه تاج بوده که این مجموعه تاج پالی‌فرم (crown of palliform lobes) نامیده می‌شود.

فضای بین دو کورالیت را نیز در گونه‌هایی که کورالیت با دیواره‌های مجزا دارند (plocoid)، سنوستیوم (coenosteum) نامیده می‌شود، که در برخی گونه‌ها دارای برجستگی‌ها و دانه‌بندی‌های ریز است (شکل ۱-۱۳).



شکل ۱-۱۳. اجزای ساختار اسکلت مرجان سخت

۱-۴ خلیج فارس

خلیج فارس یک گستره کم عمق (میانگین عمق آن ۳۵ متر می باشد) و دریای نیمه بسته ای می باشد که بوسیله نواحی نیمه خشک یا خشک که از لحاظ درجه حرارت جزء مناطق نیمه گرمسیری و گرمسیری می باشند، احاطه شده است . میزان ذخیره حرارتی خلیج فارس پایین می باشد. بنابراین

دارای دامنه درجه حرارتی گسترده ای می باشد. از این رو دامنه درجه حرارتی آبهای ساحلی آن بین ۳۶–۱۰ درجه بطور سالانه تغییر می کند. میزان تبخیر در خلیج فارس بسیار بالا است. همچنین میزان نزولات جوی پایین می باشد. دامنه شوری در خلیج فارس بین ppt ۴۲–۳۸ تغییر می کند. سطح نرمال شوری خلیج فارس حدود ppt ۴۰–۳۸ است. این میزان ممکن است به میزان قابل ملاحظه ای در مناطق بسته مثل خورها یا استخرهای بین جذر و مدی بالا رود. گردش آب در خلیج فارس بر خلاف جهت عقربه های ساعت می باشد. این گردش تحت تأثیر جریانهای اقیانوسی هند می باشد. به طوری که ورود آب به داخل از مناطق سطحی صورت می گیرد و آبهای خروجی از مناطق عمیق تنگه هرمز خارج می شوند. به دلیل تبخیر شدید در خلیج فارس و گرادیان شوری، همیشه آبهای با شوری کمتر از سمت اقیانوس هند و در سطح به سمت خلیج فارس انجام می شود که در موازات ضلع شمالی خلیج فارس وارد می گردد و در اثر افزایش شوری و جرم حجمی در خلیج فارس سنگین شده، به عمق رفته و در ناحیه عمقی از تنگه هرمز خارج می شود. مهمترین جریان دریایی خلیج فارس در تنگه هرمز وجود دارد و همراه با این جریان، جریان ملایمتری در سمت شمالی خلیج فارس با سرعت ۱۱ کیلومتر در روز و در جهت عکس عقربه های ساعت پیدامی شود. خلیج فارس از تنگه هرمز در جنوب تا اروند رود در شمال گسترده است و احتمالاً در اواخر دوره پلیوسن (Pliocene) شکل گرفته است. از مهمترین رودهای بزرگی که به خلیج فارس می ریزند، اروند رود می باشد. خلیج فارس در عرضهای مناطق گرمسیری کره زمین و بین عرضهای ۲۵ تا ۳۰ درجه شمالی قرار گرفته و به همین جهت آب و هوای غالب آن گرم و مرطوب است. میزان متوسط سالانه تولید اولیه (که بر مبنای توده زنده فیتوپلانکتون ها می باشد) اندکی بیش از ۲۰۰ میلی گرم در متر مکعب گزارش شده است. بر طبق اندازه گیریهای جهانی بارورترین مناطق اقیانوسی در مناطق ساحلی و مناطق آپ ولینگ با میزان بیش از ۵۰۰ میلی گرم کربن بر متر مکعب در روز قرار دارد که آبهای خلیج فارس و دریای عمان در این زمره هستند. مساحت خلیج فارس در حدود ۲۴۰۰۰ کیلومتر مربع است و طول آن حدود ۱۰۰۰ و عرض آن بین

۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلومتر است. زمان ماندگاری آب در خلیج فارس به علت نیمه بسته بودن آن بین ۳ تا ۵ سال می باشد که مدت زیادی است. به همین خاطر نیز آثار بروز هر گونه آلودگی تا مدت های زیادی در آن باقی می ماند.

خلیج فارس علاوه بر اهمیت نظامی و تجاری و اقتصادی و وجود منابع غنی معدنی و غذایی از اکوسیستم های خاصی نظیر جنگل های مانگرو، آبسنگ های مرجانی و زیستگاه لاک پشت های دریائی، زیستگاه پرندگان و اشکال آب‌شناختی مختلفی از نواحی ساحلی نظیر کولاب های سواحل، مصب ها، خورها، خلیج های کوچک (Bay) و تالاب های ساحلی برخوردار بوده که تنوع محیطی حاشیه سواحل خلیج فارس (سواحل جنوبی ایران) از لحاظ فرم و ساختمان فیزیکی شامل پهنه های گلی جزرومدی، سواحل شنی و ماسه ای و کرانه های سنگی می باشند.

شوری آب خلیج فارس به عوامل زیر بستگی دارد:

۱- کند بودن جریان آب در تنگه هرمز

۲- واقع شدن خلیج فارس در نزدیکی خط استوا

۳- تبخیر بیشتر آبهای آن و نمکزار بودن بستر رودهای دجله و فرات که به خلیج فارس می ریزند. این شوری در سواحل جنوبی بسیار زیاد است.

خلیج فارس دارای جزایر بسیاری است که عبارتند از: ابوموسی، بنی فارور، تنب بزرگ، تنب کوچک، سیری، شتور، فارور، قشم، کیش، لارک، لاوان، هرمز، هندورابی و هنگام که از نظر تقسیمات سیاسی جز استان هرمزگان هستند و جزایر خارک، خارکو و فارسی که جز استان بوشهر می باشند.

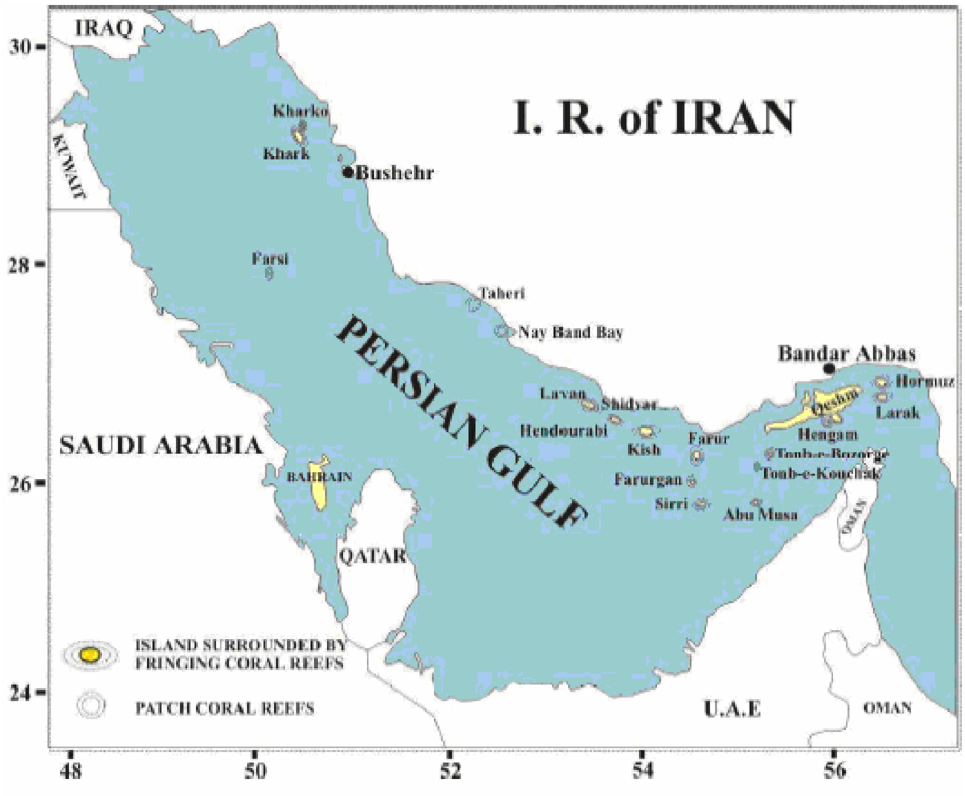
۱-۴-۱ آبسنگ های مرجانی خلیج فارس

۱-۱-۴-۱ تنوع و پراکنش

خلیج فارس دریایی نیمه بسته که در طول و عرض ۴۸ -۵۶º شرقی و ۲۵ -۳۲º شمالی قرار دارد. بیشترین طول آن ۱۰۰۰ کیلومتراست. این خلیج منشعب از اقیانوس هند است و از طریق تنگه هرمز و

دریای عمان با این اقیانوس متصل است (Linden, 1990). عرض آن از حداکثر ۳۴۰ کیلومتر تا ۶۰ کیلومتر در تنگه هرمز متغیر است. عمق متوسط خلیج فارس تقریبا ۳۵ متر با حداکثر عمق ۱۰۰ متر در آب های ایران است.

خلیج فارس با تنوع زیستی آبسنگی نسبتا کم در مقایسه با تنوع زیستی موجود در اقیانوس هند یکی از وسیع ترین محیط ها برای رشد مرجان است (Price, 1993; Tavakoli, 1998). وسیع ترین گستره ی آبسنگ مرجانی در قسمت غربی خلیج فارس بین بحرین و مرز کویت یافت شده است. اطلاعات درباره گستردگی آبسنگ های مرجانی خلیج فارس در مناطق ایران بسیار محدود است که در شکل ۱-۱۴ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۴. پراکنش آبسنگ های مرجانی در خلیج فارس

این خلیج به علت عمق کم، تبخیر زیاد و بارندگی کم، همچنین محدود بودن ورودی آب شیرین به آن، شوری بیشتری نسبت به سایر قسمت های آب اقیانوس هند دارد دمای سطحی دریا به طور متوسط از ^{o}C ۱۷-^{o}C ۱۸ در زمستان و ^{o}C ۳۶-^{o}C ۳۷ در تابستان است. میزان شوری از ۳۵٪ (از آب های ورودی دریای عمان تا تنگه هرمز) تا بیش از ۴۰٪ (آب های خروجی) متغیر است، اما حداکثر شوری در مناطقی همچون کولاب ها و خلیج های کم عمق مشاهده می شود. زمان ماندگاری آب در خلیج فارس بین ۵-۲ ۲-۵ سال تخمین زده می شود. با شوری زیاد و کم و زیاد شدن دمای سطحی دریا ((Sea Surface Temperature (SST)، به ویژه دمای پایین زمستان، شرایط برای رشد و گسترش مرجان پایین تر از حد مطلوب است.

جزایر ایرانی با آبسنگ های مرجانی محاصره شده است (Sharabati, 1981) که آبسنگ های حاشیه ای ساختار اصلی خطوط ساحلی را تشکیل می دهد (جدول ۱) (Sheppard & Salm, 1988; Sheppard & Sheppard, 1991).

بیشترین گسترش آبسنگ ها در مناطق ایرانی مجاور جزایر خارک و خارکو در مناطق دوردست شمالی و اطراف جزایر جنوبی از لاوان تا جزایر هرمز قرار دارد (Harrington, 1976; Harger, 1984; IUCN/UNEP, 1988; Fatemi *et al*., 1989).

فراوانی مرجانهای آبسنگ ساز در اعماقی که به راحتی تحت تاثیر نور است، مشاهده می شود. بیشترین رشد وتنوع در مرجانهای ایران در اعماق کمتر از ۱۰ متر وجود دارد. در مناطق عمیق تر از ۱۰متر، به علت کدورت آب، نور کافی برای رشد مرجانها وجود ندارد (Rezai, 1995).

اکثر مرجان های مشاهده شده در اطراف جزایر ایرانی خلیج فارس از نوع حاشیه ای می باشند. مرجانهای Porites و Acropora مهمترین سازندگان آبسنگ در خلیج فارس محسوب شده (Sheppard, 1992) و بیشترین پوشش مرجانی مشاهده‌شده مربوط به این دو جنس می باشد (Rezai, 1995).

جدول۱-۱ جزایر مرجانی خلیج فارس

نام منطقه	نوع آبسنگ	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	توضیحات
خارک	حاشیه ای	۲۹° ۱۵′	۵۰° ۱۸′	پایانه نفتی
خارکو	حاشیه ای	۲۹° ۱۹′	۵۰° ۲۰′	پناهگاه حیات وحش
فارسی	حاشیه ای	۲۷° ۵۹′	۵۰° ۱۰′	---------
طاهری	تکه تکه	۲۷° ۳۸′	۵۲° ۳۱′	---------
کیش	حاشیه ای	۲۶° ۳۳′	۵۳° ۵۷′	منطقه آزاد تجاری
لاوان	حاشیه ای	۲۶° ۴۹′	۵۳° ۱۶′	پایانه نفتی
هندورابی	حاشیه ای	۲۶° ۴۰′	۵۳° ۳۸′	---------
فارور	حاشیه ای	۲۶° ۱۷′	۵۴° ۳۱′	منطقه حفاظت شده
بنی فارور	حاشیه ای	۲۶° ۰۷′	۵۴° ۲۶′	---------
شیدور	حاشیه ای	۲۶° ۴۷′	۵۳° ۲۵′	منطقه حفاظت شده
تنب بزرگ	حاشیه ای	۲۶° ۱۶′	۵۵° ۱۷′	---------
تنب کوچک	حاشیه ای	۲۶° ۱۴′	۵۵° ۰۹′	---------
سیری	حاشیه ای	۲۵° ۵۴′	۵۴° ۳۱′	پایانه نفتی
لارک	حاشیه ای	۲۶° ۵۰′	۵۶° ۲۱′	---------
ابوموسی	حاشیه ای	۲۵° ۵۲′	۵۵° ۰۱′	---------
هنگام	حاشیه ای	۲۶° ۴۰′	۵۵° ۵۰′	---------
قشم	حاشیه ای	۲۶° ۴۰′	۵۵° ۴۴′	منطقه آزاد تجاری
هرمز	حاشیه ای	۲۷° ۰۴′	۵۶° ۲۵′	----------

۲-۱-۴-۱ تهدیدهای تخریب آبسنگ های مرجانی خلیج فارس

عوامل تهدید کننده آبسنگ های مرجانی و اکوسیستم های مرتبط با آنها در ایران به دو گروه اصلی تقسیم می شوند:

الف- تهدیدهای حاصل از فعالیت های انسانی

- آلودگی حمل و نقل دریایی که عمدتاً حاصل از تانکرهای نفتی می باشند (Anonymous, 1993).
- آلودگی حاصل از فعالیت های زمینی مانند ساخت و سازهای ساحلی و فاضلاب های شهری.
- تأثیرات وابسته به توسعه صنعت توریسم.
- آلودگی دمایی حاصل از تأسیسات آب شیرین کن و کارخانجات برق.
- فعالیت های وابسته به استخراج منابع شامل لنگر انداختن، تورهای ماهیگیری، طنابها و دیگر ادوات ماهیگیری، همچنین بهره برداری بیش از اندازه از منابع زنده مورد استفاده برای غذا و تزئین.

ب- تهدیدهای طبیعی

- نوسانات شدید دمای آب: سفید شدگی مرجان ها بیشتر به علت SST (دمای سطحی آب دریا) بالا طی ماه های تابستان.
- پدیده های هواشناسی.
- طوفانها و آشوبهای زیستی.
- پدیده کشند قرمز که اخیراً در خلیج فارس رخ داده و احتمالا موجب تغییراتی در وضعیت مرجانها شده است.

۱-۵ کاربرد سنجش از راه دور و GIS در تعیین موقعیت پراکنش آبسنگ های مرجانی

یکی از علوم جدید ارزیابی اکوسیستم های مختلف از جمله پراکنش آبسنگ های مرجانی استفاده از تکنیک های سنجش از راه دور و اطلاعات مکانی-میدانی می باشد. متأسفانه اطلاعات دقیقی از میزان و نحوه‌ی پراکندگی مرجان‌ها در منطقه خلیج فارس مخصوصاً قسمت شمالی آن که شامل جزایر ایرانی می‌شود، در دست نیست. تنها اطلاعات موجود در این حوزه مربوط به کارهای میدانی انجام‌شده در تعداد معدودی از جزایر ایرانی به منظور برآورد تراکم پوشش مرجانی و بررسی سلامت مرجان‌ها به صورت مقطعی و موردی بوده است. این در حالی است که وقتی به گزارش‌های متعدد منتشر شده مبنی بر آمار نابودی مرجانها در این منطقه به علت آلودگی و سایر مخاطرات نگاهی بیندازیم و این نکته را در نظر بگیریم که در کنار بی‌توجهی ما به این سرمایه طبیعی، کشورهای جنوبی حاشیه خلیج فارس سالهاست که مرجان‌های مناطق تحت حفاظت خود در این خلیج را بوسیله اطلاعات میدانی و اطلاعات سنجش از دوری پایش می‌کنند، بیش از پیش به فوری بودن اقدام در این زمینه پی می‌بریم. در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی بر روی استفاده از فناوری سنجش از دور به عنوان یک مکمل برای فعالیت‌های میدانی بر روی اکوسیستم‌های آبی مخصوصاً مرجان‌ها انجام گرفته است. مزایای استفاده از سیستم‌های سنجش از دور در این حوزه عبارتند از:

۱- قابلیت بررسی منطقه مورد مطالعه در سطح وسیع

۲- قابلیت پایش مستمر و مداوم

۳- قابلیت اندازه‌گیری پارامترهای محیطی

۴- قابلیت ذخیره‌ی اطلاعات برای مقاصد بلند مدت

۵- توانایی بررسی اکوسیستم بدون تماس مستقیم با آن به علت در دسترس نبودن آن.

آنچه که تاکنون در بررسی اکوسیستم مرجانی در ایران و به طور خاص خلیج فارس انجام گرفته است، بررسی‌های میدانی بوده است که صرفاً موردی و بسیار کم وسعت و از نظر زمانی مقطعی بوده است که به منظور تحقیقات خاص و موردی بر روی مرجان‌های این منطقه انجام گرفته است. به گونه‌ای که هنوز

نقشه‌ی کاملی از توزیع مکانی مرجان‌های خلیج فارس وجود ندارد. در مجموع، آنچه به عنوان راهکار برای مسائل ذکر شده مطرح می‌گردد، استفاده از فناوری سنجش از دور می‌باشد که نسبت به سایر راه‌های مطالعه‌ی اکوسیستم مرجانی هزینه‌ی کمتر (چه زمانی و چه مالی) و کارایی بهتر در مقیاس وسیع دارد.

شرایط ذکر شده در بالا ایجاد یک سیستم پایش مستمر مرجان‌ها در مناطق مختلف را طلب می کند که با بررسی میزان مرجان ها در شرایط مختلف اعم از مرجان های زنده، مرده و تحت استرس یک پایگاه داده‌ی کامل و آماری دقیق از میزان و نحوه‌ی توزیع مکانی مرجان‌ها در اختیار متخصصان علوم زیستی قرار دهد. علاوه بر این، این سیستم باید با پایش مستمر وضعیت این اکوسیستم طبیعی بتواند تغییرات سریع و مناطق آسیب پذیر را آشکار کرده و اطلاعات مورد نیاز را برای تصمیم‌گیری‌های سریع و کوتاه مدت در اختیار متخصصان مربوطه قرار دهد. نکته‌ی دیگر اینکه برای بررسی تغییرات مرجان‌ها در بلند مدت نیاز به آرشیوی از اطلاعات به صورت ضبط شده در دراز مدت است که در حال حاضر وجود ندارد و باید در قالب این سیستم تهیه گردد. اولین قدم در طراحی چنین سیستمی نگاشت [۳۳] پوشش بستر در مناطق مرجانی می‌باشد که می‌تواند اطلاعات اولیه لازم را برای چنین هدفی در اختیار بگذارد. سوای از بحث پایش، تهیه نقشه‌ی زمین مرجع از پوشش بستر در مناطق مرجانی می‌تواند اطلاعات لازم در مورد مناطق با پوشش مرجانی را برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی در اختیار مدیران قرار دهد. با در نظر گرفتن جمیع این شرایط، در این پروژه تهیه نقشه از پوشش بستر در مناطق مرجانی در ۴ جزیره‌ی خلیج فارس که از پوشش غنی و نسبتاً دست نخورده‌ی مرجانی برخوردار هستند در دستور کار قرار گرفت. این جزایر عبارتند از تنب بزرگ، تنب کوچک، ابوموسی و سیری.

---

[33] Mapping

۶-۱ اهداف پروژه

مطالعه حاضر بر اساس اهداف ذیل انجام شد:

اهداف کلی

۱. بررسی وضعیت سلامت مرجانها در جزایر مورد مطالعه
۲. شناسایی و معرفی گونه های مرجانی
۳. تهیه نقشه پراکنش مرجانها در جزایر مورد مطالعه

اهداف جزئی

١. بررسی وضعیت سلامت مرجان های جزایر بر اساس روش های استاندارد

٢. تعیین درصد پوشش مرجان های جزایر

٣. تهیه نقشه پراکنش مرجان ها به کمک عکسهای ماهواره ای و تطبیق آن در دریا با عملیات میدانی و غواصی

٤. تعیین مناطق مرجانی بشدت آسیب دیده و مناطق مرجانی با کمترین آسیب و سلامت کامل و انتخاب سایت های مرجانی آسیب دیده جهت بازسازی و حفاظت بیشتر

٥. بررسی و تعیین علل و عوامل تخریب و ایجاد آسیب ها و خسارات در مناطق مرجانی جزایر شامل تعیین عوامل انسانی و یا عوامل طبیعی

٦. شناسایی و معرفی گونه های مرجانی جزایر به کمک روش های ریخت شناسی

۱-۷ مروری بر تحقیقات گذشته

Kavousi و همکاران (۲۰۱۱) وضعیت آبسنگ های مرجانی خلیج فارس را مطالعه کردند و و درصد پوشش مرجان های زنده در آب های اطراف این جزیره را بین ۸/۲۴ الی ۱۴/۰۳ درصد گزارش کردند و محدوده دمایی منطقه مورد مطالعه را بین ۲۵ تا ۳۳ درجه سانتیگراد گزارش نمودند.

Rezai و همکاران (۲۰۱۰) درصد پوشش آبسنگ های مرجانی زنده در اطراف جزیره هنگام ۴۸/۴۷ درصد و اطراف جزیره فارورگان را ۲۵/۹۱ درصد گزارش نمودند.

یاوری و همکاران (۱۳۸۶) وضعیت آبسنگ های مرجانی جزایر خارک، خارکو، کیش، فارور، فارورگان و هندورابی و همچنین خلیج نایبند را بررسی کردند و در مجموع ۴۴ گونه مرجان را گزارش نمودند. همچنین بیشترین تنوع گونه ای و درصد پوشش زنده را از جزایرفارور با ۲۹ گونه و ۶۸/۷۵ درصد و خارک ، خارکو با ۲۱ گونه و ۶۸ و ۶۴ درصد و کمترین غنای گونه ای در منطقه نایبند با ۱۵ گونه و ۴۲/۵ درصد گزارش کردند.

Valavi و همکاران (۲۰۱۰) اثرات مخرب زیستی و انسانی بر آبسنگ های مرجانی بررسی کردند و از عوامل زیستی مخرب توتیای خارکوتاه و از اثرات انسانی فعالیت های صید و صیادی را به عنوان مهمترین عوامل مخرب آبسنگ های مرجانی ذکر کردند.

Bolouki Kourandeh و همکاران (۲۰۱۳) وضعیت سلامت آبسنگ های مرجانی خلیج نایبند را گزارش کردند که بر اساس نتایج ارائه شده در فصل گرم بالاترین شاخص میتوزی ارائه شده است و از عوامل انسانی موارد مانند صید و صیادی و آلاینده ها به عنوان عوامل مخرب آبسنگ های منطقه مورد مطالعه نام برده اند.

Shokri و همکاران در سال ۲۰۰۰ با تحقیق بر روی مرجان های آبهای ساحلی ۸ تا ۱۳ متر (جزیره کیش) ۳۵ گونه مرجان سخت شناسایی کردند

رحمانی و رحیمیان در سال ۲۰۱۳، مطالعه مقدماتی بر روی شناسایی گونه های *Acropora* مناطق شمالی و شمال شرقی خلیج فارس داشتند که ۹ گونه از جنس *Acropora* شناسایی کردند که شامل: *A. tortusa*، *A. mossambica*، *A. horrida*، *A. nasuta*، *A. aspera* و *A. muricata* می باشد.

واجدسمیعی و همکاران در سال ۲۰۱۳، در جزیره لارک ۳۷ گونه مرجان را با کمک ویژگی های مورفولوژیک شناسایی کردند.

Riegl و همکاران (۲۰۱۲) گونه های *Acropora valida*، *Acropora pharaonis*، *Stylophora pistillata*، *Pocillopora damicornis*، *Echinophyllia aspera* و *Cycloseris curvata* را از جزیره ابوموسی گزارش نمودند.

به طور کلی گونه هایی که تا کنون در آبسنگ های مرجانی خلیج فارس به صورت مورفولوژیک شناسایی شده اند، می توان گونه های متعلق به جنس های *Acropora*، *Favites*، *Montastrea*، *Favia*، *Coscinarea*، *Platygyra*، *Coniastrea*، *Leptastrea*، *Plesiaatrea*، *Cyphastrea*، *Anomastrea*، *Psammocora*، *Pavona*، *Turbinaria*، *Acanthastrea*، *Porites* و *Heterocyanthus* را نام برد (مقصودلو، ۱۳۹۰، Samiei et al., 2013).

Budd و همکاران در سال ۲۰۱۲، تفاوت عمده ای بین طبقه بندی قدیمی و طبقه بندی اعلام شده خود، بیان داشتند. از مهترین یافته آن ها این است که، جنس *Favia* به دو جنس *Favia* آتلانتیک (متعلق به خانواده Mussidae، Clad XXI) و *Dipsastrea* در Indo-Pacefic (متعلق به خانواده Merulinidae، Clad XVII) مجزا می شود. همچنین آن ها اعلام کردند که *Favia leptophylla* به جنس *Mussismilia* تغییر یافته است.

Marquez و همکاران در سال ۲۰۰۲، فیلوژنی سه گونه *A. spicifera*، *A. hyacinthus* و *A. cytherea* را بررسی کردند. مشخص شد*A. hyacinthus* و *A. cytherea* در سطح جمعیت از لحاظ ژنتیکی متفاوت هستند.

Richards و همکاران در سال ۲۰۰۸، توالی DNA در لوسی های میتوکندریایی و هسته ای را مرجان های آکروپورا نادر و متداول در Indo-Pacific و کارائیب را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که گونه های کم یاب هیبرید بوده و نیچ های اکولوژیک غیر معمولی را نسبت به سایر گونه های آکروپورا دارند.

Huang و همکاران در سال ۲۰۰۹، بیان کردن بر اساس سکانس DNA و شناسایی مورفولوژیک بسیاری از گروه های تاکسونومیک مونوفیلتیک نمی باشند. همچنین مطابق مارکرهای میتوکندریایی (COI و نواحی بدون کد)، بر روی ۴۱ گونه Faviid ، نمونه ها نشان دادند که پارافیلیک می باشند.

Stefani و همکاران در سال ۲۰۰۸، به بررسی تفکیک ژنتیکی و مورفولوژی گونه های متعلق به جنس *Psammocora* پرداختند. نتایج مولکولی و مورفولوژیک نشان می دهد که *P. haimeana* و *P. profundacella* را نمی توان به طور مشخص مجزا در نظر گرفت. آنالیز فیلوژنی نیز تایید کرد که *P. digitata* خط تکاملی متفاوتی نسبت به گونه های دیگر دارد. همچنین به طور معنی داری ذخیره ژنی *P. contigua*، *P. haimeana* و *P. profundacella* با *P. digitata* متفاوت می باشد.

Flot و Tillier در سال ۲۰۰۶ به بررسی سیستماتیک و مولکولی جنس *Pocillopora* در هاوایی پرداختند. نتایج آن ها نشان داد *P. lingulata* و *P. eydouxi* مونوفیلتیک می باشند. همچنین مارکر مولکولی ITS 2 حاوی اطلاعات مفیدی برای جنس *Pocillopora* محسوب می شود.

Romano و Cairns's در سال ۲۰۰۰، موافق بودند که سکانس های 28s rRNA هسته ای، در بررسی ارتباط بین خانواده های Scleractinia نسبت به سکانس های 16s rRNA میتوکندریایی (تعداد کم کاراکتر متغیر) کمتر قابل استفاده است. اگرچه توپولوژی درخت 28s و 16s به طور کلی شبیه هم هستند، اما گروه بندی در توپولژی 28s، آنالیز bootstrap را اصلا و یا خیلی کم حمایت می کند.

Veron و همکاران در سال ۱۹۹۶، توالی ژن های مختلف ناحیه انتهایی '۵ در 28s rRNA هسته ای، را در ۱۵ گونه متعلق به ۱۴ جنس و ۱۰ خانواده، مورد بررسی قرار داد. نتایج مولکولی نشان می داد که

طبقه بندی جنس ها در خانواده های قدیمی درست بوده اما قرار گیری در زیر رده ها شک برانگیز است. Veron همچنین اشاره کرد Scleractinia منوفیلیتیک هستند، بدین معنی که خانواده های کنونی دارای جد مشترک بوده اند که پس از آن به دو گروه اصلی تقسیم شده اند.

فصل دوم

منطقه مورد مطالعه

مواد و روش کار

۲-فصل دوم: مواد و روش ها

۲-۱ مطالعات اولیه منطقه ای و عملیات اجرایی

برای بررسی وضعیت سلامت و محدوده پراکنش آبسنگ های مرجانی جزایر ابوموسی، سیری، تنب بزرگ و تنب کوچک مطالعات کتابخانه ای، میدانی و ازمایشگاهی گسترده ای انجام شده است که به تفصیل در ذیل اشاره خواهد شد. بطور کلی در طی این پروژه موارد ذیل انجام شد.

- مطالعات کتابخانه ای.
- شناسایی و معرفی مناطق مورد مطالعه.
- هماهنگی های اداری فشرده و زیاد با ارگان های مربوطه به خصوص سپاه پاسداران.
- اعزام تیم تحقیقاتی به مناطق مورد مطالعه و شناسایی مناطق دارای پوشش مرجانی و تعیین ایستگاه های نمونه برداری.
- بررسی درصد پوشش آبسنگ های مرجانی اطراف جزایر مورد مطالعه با استفاده از روش مانتاتو.
- مطالعات تعیین درصد پوشش مرجانی به تفکیک جزایر.
- تهیه نقشه پراکنش آبسنگ های مرجانی در جزایر مورد مطالعه.
- تعیین سلامت مناطق مورد مطالعه به روش های ایجاد خطوط ترانسکت، Reef Check و Coral Watch.
- بررسی سلامت ایستگاه ها بر اساس فاکتورهای زیستی از جمله ماهیان و بی مهرگان شاخص.
- نمونه برداری از کلنی های متعدد جهت شناسایی گونه ها و بررسی تنوع گونه ای مرجان های سخت جزایر مورد مطالعه.
- شناسایی گونه ها بر اساس کلید های شناسایی معتبر در آزمایشگاه تحقیقاتی.

▪ تعیین محدوده پراکنش مرجان ها با استفاده از GPS در طی عملیات میدانی و غواصی تطابق این نقاط با تصاویر ماهواره ای.

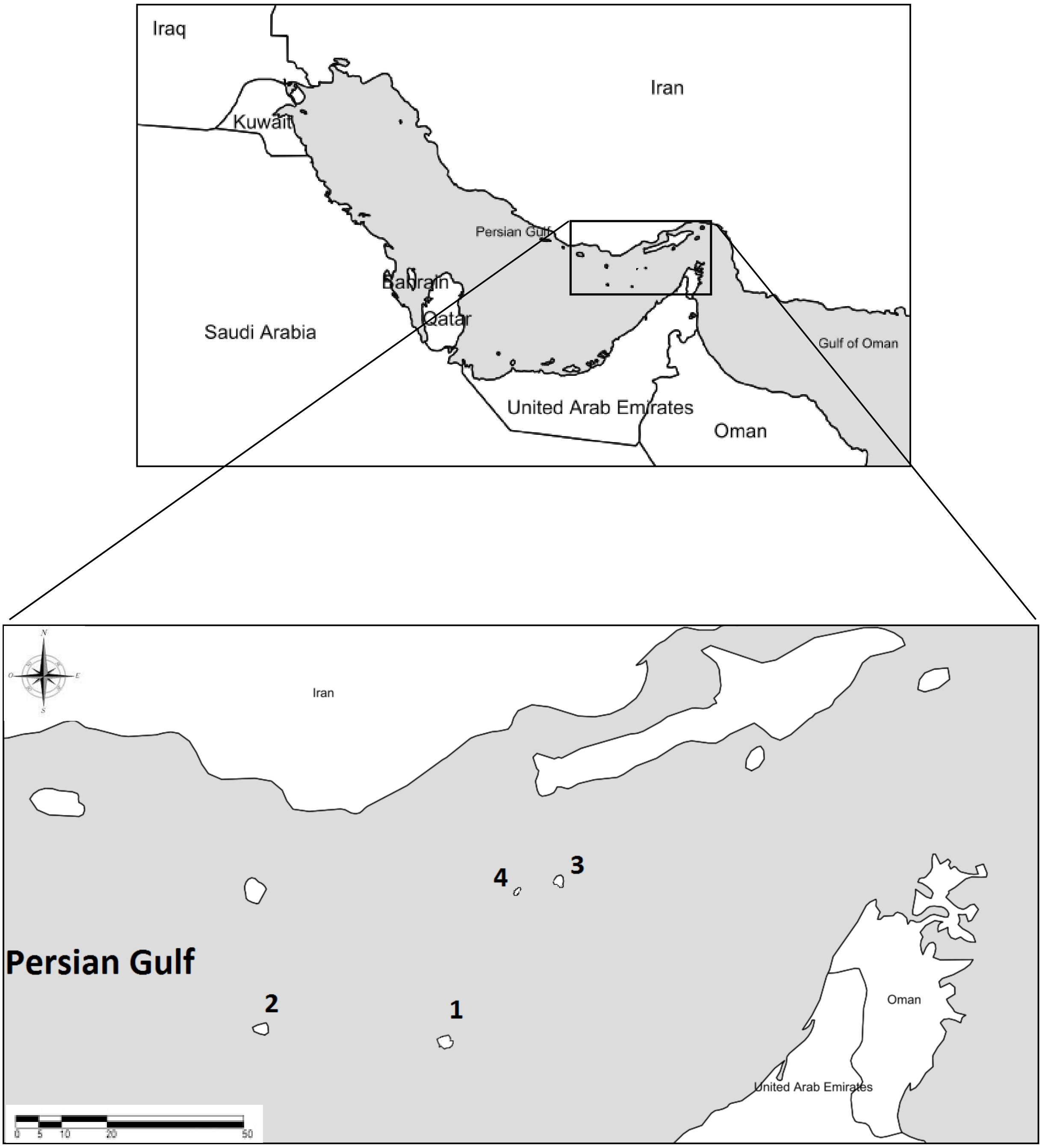
۲-۲ مطالعات اولیه

در پروژه حاضر ابتدا مطالعات کتابخانه ای صورت گرفت. در طی این مطالعات کتاب ها، گزارش ها و مقالات متعددی در زمینه مناطق نمونه برداری، آبسنگ های مرجانی خلیج فارس و وضعیت گونه ها و سلامت آبسنگ ها بررسی و مطالعه شد. سپس با بازدید از مناطق مورد مطالعه ایستگاه های مناسب شناسایی گردید که در ذیل مناطق مورد مطالعه و ایستگاه های تعیین شده تشریح شده است.

۲-۳ شناسایی و معرفی مناطق مورد مطالعه

در این پروژه آبسنگ های مرجانی چهار جزیره ابوموسی، سیری، تنب بزرگ و تنب کوچک از مناطق تحت نظارت شهرستان ابوموسی مورد مطالعه قرار گرفت (شکل های ۲-۱ و ۲-۲).

شکل۲-۱. جزایر مطالعه تحت نظارت شهرستان ابوموسی



شکل۲-۲. موقعیت جزایر چهارگانه در شهرستان ابوموسی: ۱) جزیره ابوموسی، ۲) جزیره سیری، ۳) جزیره تنب بزرگ، ۴) جزیره تنب کوچک.

۱-۳-۲ جزیره ابوموسی

جزیره ابوموسی، جنوبی‌ترین جزیره ایرانی آب‌های خلیج فارس است که از نظر موقعیت جغرافیایی، در ۲۶ درجه خط عرض شمالی و در ۵۵ درجه خط طول شرقی واقع شده است. همچنین از نظر جایگاه

جغرافیایی در ۲۲۲ کیلومتری بندرعباس، در ۷۵ کیلومتری بندر لنگه و همچنین در ۶۰ کیلومتری شمال امارت شارجه در امارات متحده عربی واقع شده است و ۱۶۰ کیلومتر از تنگه هرمز فاصله دارد. جزیره ابوموسی یکی از چهارده جزیره استان هرمزگان است که بیشترین فاصله از سواحل ایرانی خلیج فارس را دارد و طول و عرض آن در حدود ۴/۵ کیلومتر است و مساحت این جزیره در حدود ۲۰ کیلومتر مربع می‌باشد. شهر ابوموسی مرکز جزیره ابوموسی می‌باشد. ارتفاع آن از سطح دریا ۴۶ متر می‌باشد. فاصله میان جزیره ابوموسی و جزایر تنب به دلیل عمق مناسب آب تنها مسیر قابل کشتیرانی برای نفتکش‌های بزرگ است. زیرا این مسیر عمیق ترین مسیر برای نفت‌کش‌ها شناخته می‌شود.

جزیره ابوموسی نزدیک ترین پهنه خشکی از خاک ایران به خط استوا است که آب و هوای مرطوب و گرمتری نسبت به سایر جزایر ایرانی دارد. بارش، بیش تر در اواخر زمستان و اوایل بهار بوده و بارندگی به گونه رگبار لحظه ای و موقت است. این جزیره رودخانه ندارد و تنها در شمال آن، چند مسیل خشک وجود دارد. از رایج ترین بادهایی که در جزیره ابوموسی و پیرامونش می وزد، می توان به بادهای « شمال»، « قوس»، « سهیلی» و« نعشی» اشاره کرد.

ابوموسی از لحاظ پوشش گیاهی فقیر و دارای فلور گرمسیری است و برخی گیاهان نواحی خشک درآن می رویند که به مصرف چرای دام های محلی می رسد. در سال های پر باران، گیاهان علفی و بوته ها، رشد زیادی کرده و تمامی سطح جزیره و کف دره ها پوشیده از گیاه و یکپارچه سبز می شود. این جزیره زیر تأثیر محیط جغرافیایی گرم و مرطوب، از پوشش گیاهی استپی و خاردار نیز پوشیده است.

در مطالعه حاضر در تمام نقاط اطراف جزیره که دارای مرجان های سخت بودند، نمونه برداری صورت گرفت که موقعیت ایستگاه های نمونه برداری شده در شکل ۲-۳ و جدول ۲-۱ مشخص شده است.

شکل۲-۳. نقشه جزیره ابوموسی و ایستگاه های نمونه برداری شده در اطراف جزیره

جدول۲-۱. موقعیت سایت های مرجانی شناسایی شده در جزیره ابوموسی.

ردیف	طول	عرض
۱	55° 0'28.67"E	25°52'31.36"N
۲	55° 1'7.75"E	25°53'26.25"N
۳	55° 1'33.20"E	25°53'35.01"N
۴	55° 0'56.78"E	25°52'7.63"N

۲-۳-۲ جزیره سیری

جزیره سیری جزء شهرستان ابوموسی و در جنوب شرقی خلیج فارس می باشد و از جهت موقعیت در غرب جزیره ابوموسی، شرق جزیره لاوان، جنوب بندرلنگه و جنوب غربی بندرعباس و شمال شرقی شیخ نشین دبی قرار دارد. مختصات جزیره عبارت است از ۵۴ درجه و ۲۹ دقیقه تا ۵۴ در جه و ۳۵ دقیقه طول جغرافیایی و ۲۵درجه و ۵۳ دقیقه تا ۲۵ درجه و ۵۶ دقیقه عرض جغرافیایی. مساحت این جزیره ۱۸ کیلومتر مربع، طول تقریبی جزیره ۵/۶ کیلومتر، عرض آن حدود ۳ کیلومتر و بلند ترین ارتفاع آن ۳۷ متر است.

این جزیره در فاصله ۱۴مایلی (۲۶کیلومتر) جزیره فارور کوچک، ۲۳ مایلی (۴۳کیلومتر) جزیره فارور بزرگ، ۲۵ مایلی (۴۶کیلومتر) جزیره ابوموسی، ۴۵ مایلی (۸۳کیلومتر) جزیره تنب بزرگ، ۴۷ مایلی (۸۷کیلومتر) جزیره کیش، در حدود ۸۹ کیلومتری ساحل بندر لنگه و ۱۰۹میلی (۲۰۱کیلومتر) جزیره قشم قرار دارد.

با اکتشاف نفت در خلیج فارس و فعال شدن شرکت نفتی سوفیران در این جزیره، نخستین بار استخراج نفت در این منطقه نفتی در سال ۱۳۵۵ آغاز شد. در حال حاضر این منطقه از ظرفیت تولیدی به میزان ۱۵۰ هزار بشکه در روز برخوردار می باشد. با توجه به قرارگیری آن در نزدیکی جزایر ابوموسی، تنب کوچک و بزرگ و همچنین تنگه هرمز و از طرفی استخراج نفت از میدان های نفتی اطراف آن بنابراین از شرایط استراتژی و نظامی خاصی برخوردار است. میادین نفتی منطقه سیـری شامل الوند، سیوند، دنا، نصرت می باشند.

از نظر پوشش گیاهی فقیر است و از نظر اقلیمی زمستان در همه جای این منطقه تقریباً گرم بوده و دمای بالا همراه با رطوبت نسبی شرایط شرجی را به وجود آورده است در نواحی ساحلی در تمام طول سال رطوبت بیش از ۵۰ درصد می باشد .در تمام طول تابستان، شبانه روزی حالت شرجی وجود دارد. در فصل تا بستان با توجه به استقرار توده پر فشار جنب حاره ای در بالا و سیستم کم فشار در سطح

زمین اولاً تابش ورودی بیشتری به ناحیه مکیده می شود و ثانیاً هوای گرم سرزمینهای اطراف مانند عربستان به ناحیه مکیده می شود. به طوری که در بیشتر ایستگاه های ناحیه بالا ترین دمای روزانه به بیش از ۴۰ در جه سانتی گراد می رسد.

در مطالعه حاضر در تمام نقاط اطراف جزیره که دارای مرجان های سخت بودند، نمونه برداری صورت گرفت که موقعیت ایستگاه های نمونه برداری شده در شکل ۲-۴ و جدول ۲-۲ مشخص شده است.

شکل۲-۴. نقشه جزیره سیری و ایستگاه های نمونه برداری شده در اطراف جزیره

جدول ۲-۲. نام ایستگاه ها و موقعیت جغرافیایی آنها در جزیره سیری.

عرض	طول	ردیف
25°53'36.54"N	54°31'39.60"E	۱
25°54'13.94"N	54°29'34.85"E	۲
25°54'1.71"N	54°33'12.59"E	۳

۳-۳-۲ جزیره تنب بزرگ

این جزیره در موقعیت جغرافیایی َ۳۴ ْ۵۵ و َ۲۸ ْ۵۵ طول غربی و َ۳۰ ْ۲۶ و َ۳۴ ْ۲۶ عرض شمالی و در شمال شرقی جزیره ابوموسی، و در ۳۱ کیلومتری جنوب جزیرهٔ قشم واقع است و این کوتاهترین فاصلهٔ جزیرهٔ تنب با خاک اصلی ایران است. در این فاصله، آب‌های سرزمینی (بخشی از دریا به شعاع دوازده میل دریایی در مجاورت ساحل که دولت ساحلی در آن از حاکمیت کامل برخوردار است) به طول ۲۰/۶ کیلومتر از کرانه های اصلی ایران (از سواحل قشم) با آب‌های سرزمینیِ تنب بزرگ تداخل می یابند. فاصلهٔ این جزیره تا بندر لنگه کمتر از ۵۰ کیلومتر، تا ابوموسی حدود ۵۳ کیلومتر و تا تنب کوچک ۱۲ کیلومتر است (مجتهدزاده، ۱۳۷۱). تنب بزرگ در ۱۵ کیلومتری شمال خط مُنَصِّف خلیج فارس (خط میانی محاسبه شده نسبت به دو کرانهٔ ایرانی و عربی در شمال و جنوب) قرار دارد و فاصله اش با نزدیکترین کرانه های امارات متحدهٔ عربی (جزیرهٔ حمرا/ جزیرهٔ الحمراء از امیرنشین رأس الخیمه) ۶۹ کیلومتر است.

شکل۲-۵. نقشه جزیره تنب بزرگ و ایستگاه های نمونه برداری شده در اطراف جزیره

این جزیره تقریباً گِرد و قطر آن در حدود ۴ کیلومتر است. خاک جزیره شنی و خشک است. این جزیره تپه هایی دارد که بلندترین آن‌ها (ارتفاع: ۵۳ متر) در بخش شمالی واقع است. بخش جنوبی هموار، و مناسبترین لنگرگاه جزیره است. در این بخش گیاهان صحرایی می روید که به مصرف چرای دامهای محلی می رسد.

این جزیره به صورت عمومی مسکونی نیست و فقط تحت مدیریت نیروهای مسلح سپاه پاسداران جمهوری اسلامی ایران می باشد.

در مطالعه حاضر در تمام نقاط اطراف جزیره که دارای مرجان های سخت بودند، نمونه برداری صورت گرفت که موقعیت ایستگاه های نمونه برداری شده در شکل ۲-۵ مشخص شده است.

۴-۳-۲ جزیره تنب کوچک

جزیره تنب کوچک با مساحت ۲ تا ۲/۵ کیلومتر مربع و در غرب تنب بزرگ واقع شده است. این جزیره در َ۱۴ ْ۲۶ تا َ۱۵ ْ۲۶ عرض شمالی و َ۸ ْ۵۵ تا َ۹ ْ۵۵ طول شرقی و در حدود دوازده کیلومتری غرب تنب بزرگ و در حدود ۵۰ کیلومتری جنوب بندر لنگه واقع است. تنب کوچک فاصلهٔ آن با جزیرهٔ حمرا در کرانه های عربی (رأس الخیمه) حدود ۸۰ کیلومتر و با کرانه های ایرانی (بندر لنگه) ۴۵ کیلومتر است (مجتهدزاده، ۱۳۷۱).

تنب کوچک تقریباً مثلثی شکل است. پهنای آن در گسترده ترین بخش (در جنوب) حدود یک کیلومتر است. صخره ای به ارتفاع ۳۲ متر در شمال غربی جزیره وجود دارد که بلندترین نقطهٔ جزیره است. این جزیره مسکونی نیست و فقط تحت مدیریت نیروهای مسلح سپاه پاسداران جمهوری اسلامی ایران می باشد.

در مطالعه حاضر در تمام نقاط اطراف جزیره که دارای مرجان های سخت بودند، نمونه برداری صورت گرفت که موقعیت ایستگاه های نمونه برداری شده در شکل ۲-۶ مشخص شده است.

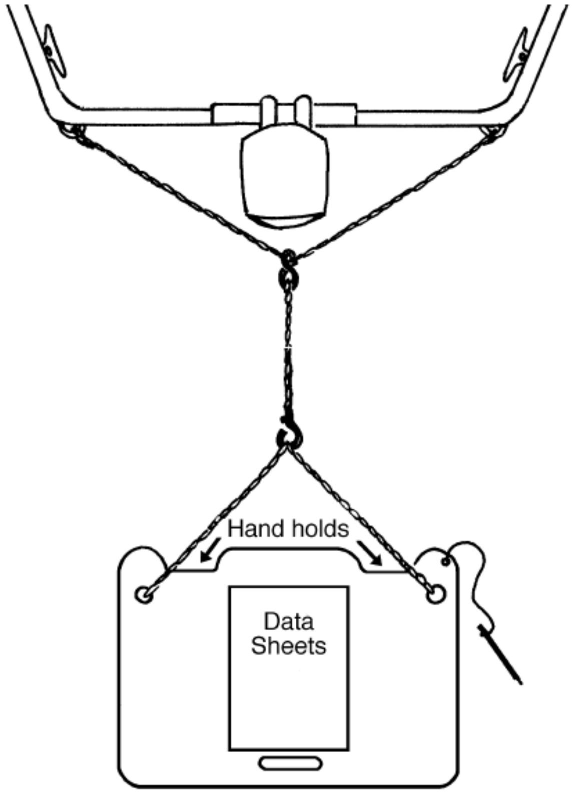
شکل۲-۶. نقشه جزیره تنب بزرگ و ایستگاه های نمونه برداری شده در اطراف جزیره

۲-۴ تعیین مناطق مرجانی و میزان درصد پوشش مرجان ها در جزایر مورد مطالعه

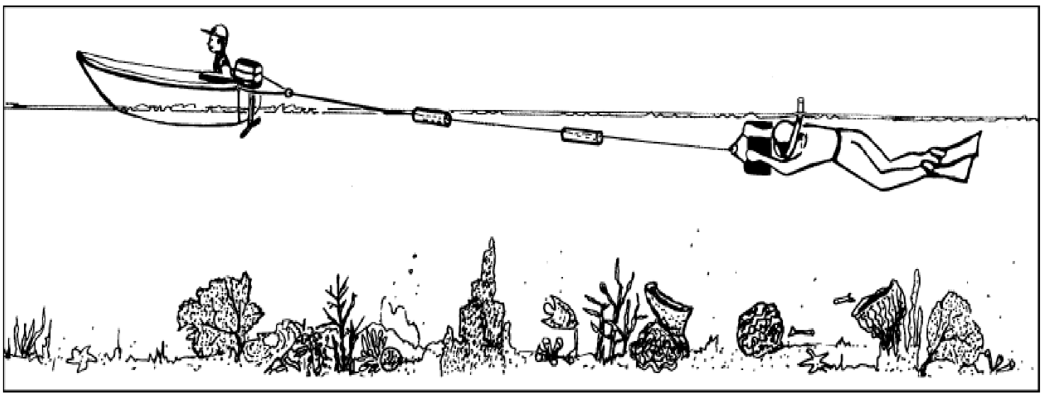
برای تعیین مناطق پراکنش و حضور آبسنگ های مرجانی از روش مانتاتو (Manta Tow) استفاده شد و با تعیین مناطق آبسنگ های مرجانی موقعیت جغرافیایی مناطق دارای مرجان با GPS ثبت و ایستگاه های نمونه برداری تعیین شدند.

در روش علمی مانتاتو، یک غواص مسلط و آگاه به زیست شناسی و اکولوژی آبسنگ های مرجانی با استفاده از یک کمربند محکم متصل به طناب در عقب قایق قرار گرفته و با حرکت قایق از شرایط و وضعیت آبسنگ های مرجانی در بستر فیلمبرداری و عکسبرداری خواهد کرد و تمام جزئیات موجود در بستر را بررسی و مدنظر قرار خواهد داد. قابل ذکر است سرعت قایق در تمام مراحل انجام مانتاتو ثابت

می باشد و هر دو دقیقه یکبار عکسبرداری صورت می گیرد. برای تعیین دقیق درصد پوشش می توان در تمام مسیر علاوه بر عکسبرداری، فیلمبرداری نیز انجام داد (شکل های۲-۷ تا ۲-۹).



شکل۲-۷. طرح شماتیک تخته بورد تهیه شده توسط تیم تحقیقاتی پروژه حاضر و طناب جهت اتصال به غواص



شکل۲-۸. طرح شماتیک حرکت قایق و انجام مراحل مانتاتو

شکل۲-۹. حرکت قایق و انجام مراحل مانتاتو در پروژه حاضر

۲-۵ تعیین سلامت آبسنگ های مرجانی

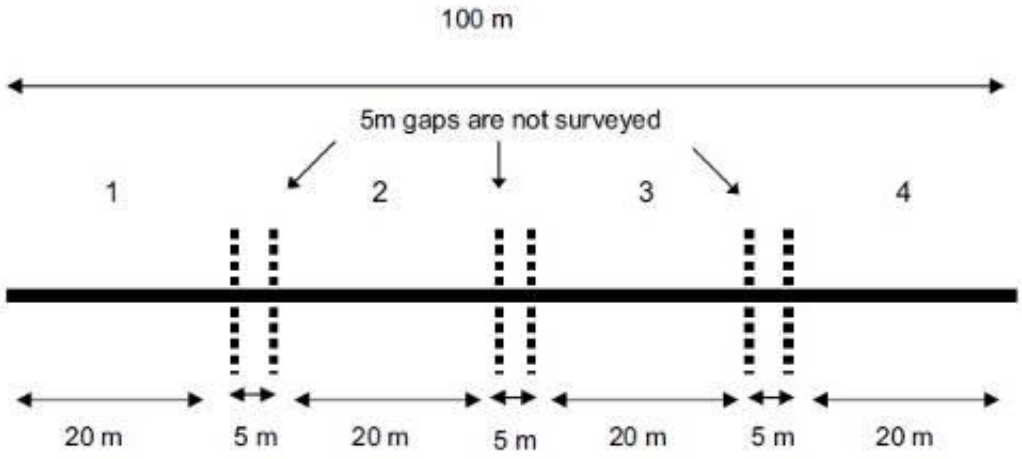
برای تعیین سلامت مناطق مورد مطالعه از روش های ایجاد خطوط ترانسکت، Reef Check و Coral Watch استفاده شد.

۲-۵-۱ روش ریف چک (Reef Check)

بررسی تعیین سلامت آبسنگ های مرجانی به روش ریف چک بر مبنای فلسفه گونه های شاخص می باشند. این گونه ها ارگانیسم های دریایی می باشند که به صورت وسیعی در آبسنگ های مرجانی پراکنش دارند، شناسایی آنها برای افراد غیر متخصص آسان است و اطلاعاتی از سلامت آبسنگ های مرجانی را در اختیار ما قرار می دهد (Hadgson et al., 2006).

بررسی از طریق روش ریف چک در دو عمق ۳ تا ۶ متر و ۶ تا ۱۲ متر انجام می شود و در صورتی که آبسنگ های مرجانی در یک سایت فقط در یکی از این دو رنج عمقی قرار داشته باشند، فقط یک ترانسکت در آن عمق بررسی می شود.

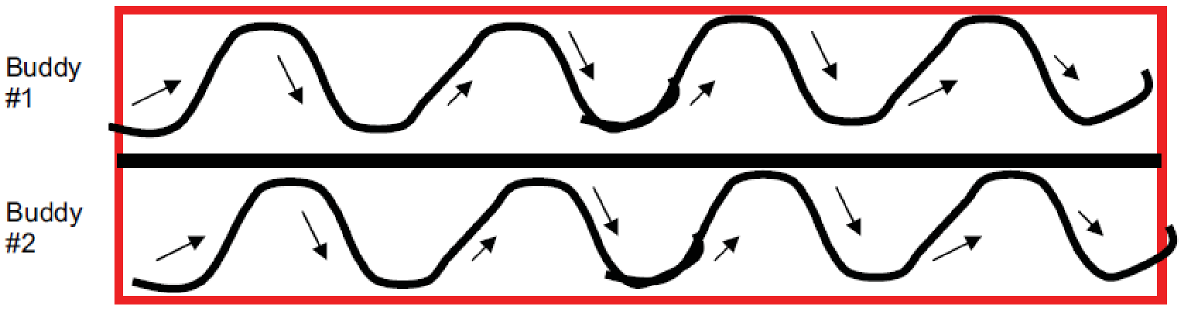
برای تعیین سلامت در اطراف هر جزیره طبق دستور العمل ریف چک، بهترین مجموعه از آبسنگ‌های مرجانی مشخص و تعیین ایستگاه شد و سپس در هر ایستگاه ترانسکت ۱۰۰ متری زده شد. ایستگاه ها و ترانسکت ها به نحوی انتخاب شد که معرف کل آبسنگ های هر جزیره باشد و تعداد آنها به اندازه ای بود که تمامی مجموعه های آبسنگ مرجانی هر جزیره را پوشش دهد.



شکل ۲-۱۰. طرح شماتیک نحوه انداختن ترانسکت ۱۰۰ متری و بررسی سلامت در هر بیست متر طبق روش ریف چک.

برای بررسی به روش ترانسکت در طول ۱۰۰ متر هر بیست متر شرایط آبسنگ ها اعم از تعداد و تنوع ماهیان شاخص، تعداد و تنوع بی مهرگان شاخص و نیز نوع بستر بررسی خواهد شد و سپس ۵ متر فاصله بین هر بیست متر ایجاد خواهد شد (شکل۲-۱۰). برای اجرای عملیات تعیین سلامت مراحل ذیل انجام شد.

- جهت بررسی فراوانی ماهیان با حرکت آهسته بر روی ترانسکت به شمارش ماهیان شاخص در طول هر یک از مقاطع بیست متری ترانسکت و در پهنای ۲/۵ متر از هرطرف ترانسکت و ۵ متر ارتفاع می پردازیم.
- جهت بررسی بی مهرگان شاخص نیز همانند ماهیان، آنها را در باند ۵ متری در هر مقطع ۲۰ متری از ترانسکت شمارش می نماییم (شکل۲-۱۱).
- جهت بررسی بستر از روش ترانسکت نقطه ای استفاده می شود و در هر نیم متر از ترانسکت نوع بستر زیر آن ثبت خواهد شد (شکل های ۲-۱۲ و ۲-۱۳).
- جهت بررسی آسیب ها به ارزیابی آسیب های حاصل از سفید شدگی، لنگر انداختن، صید مخرب، ارگانیسم های مرجان خوار و زباله بر روی مرجانها می پردازیم.
- تمامی اطلاعات بر روی فرم های مخصوص در زیر آب به ثبت می رسد (ضمایم).

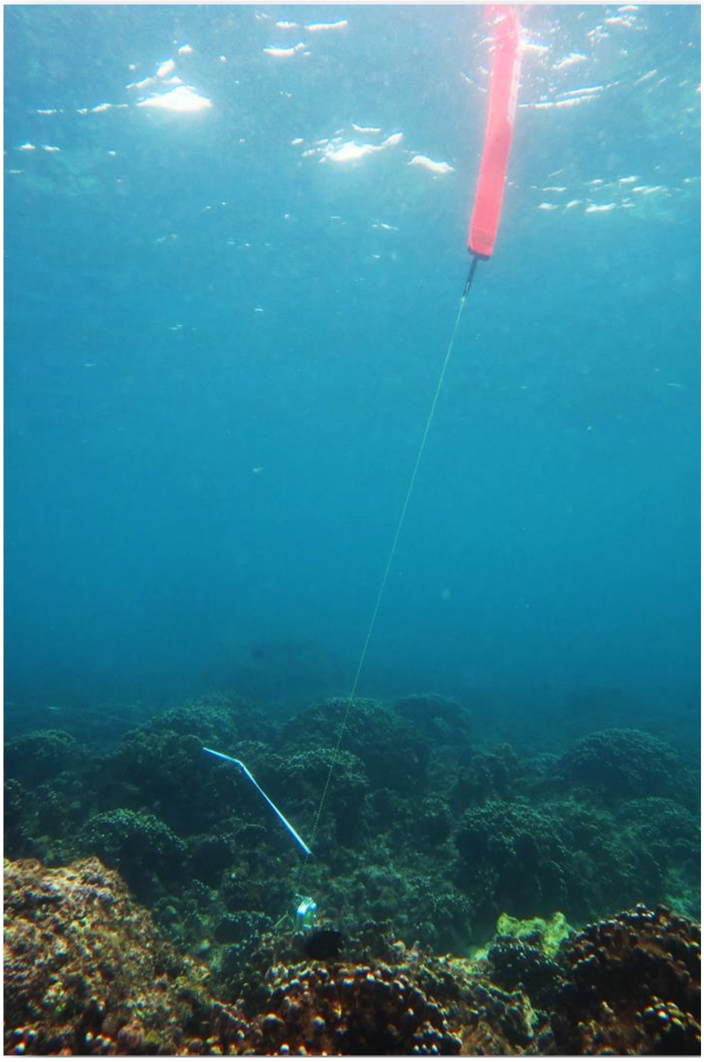


شکل۲-۱۱. طرح شماتیک نحوه بررسی بی مهرگان بر روی ترانسکت ۱۰۰ متری طبق روش ریف چک

شکل۲-۱۲. پهن کردن ترانسکت بر روی آبسنگ های مرجانی

شکل۲-۱۳. بررسی سلامت آبسنگ های مرجانی در زیر خط ترانسکت

ایستگاه های مورد نظر برای انداختن ترانسکت بر اساس گشت های غواصی که به صورت کامل در اطراف جزایر انجام شد، مشخص گردید. طبق روش Coral Watch همزمان با بررسی مرجان های زیر لاین ترانسک، ماهی ها و بنتوزهای شاخص سلامت آبسنگ نیز در هر ایستگاه ثبت شد.



شکل۲-۱۴. مشخص کردن نقطه شروع و پایان ترانسکت به وسیله بویه شناور

برای تعیین محل ترانسکت، در ابتدا و انتهای هر ترانسکت محل دقیق آن توسط بویه های شناور مشخص می شد تا از روی سطح آب به راحتی بتوان به آن دسترسی پیدا کرد و جهت و نقطه دقیق آن را به ثبت رسانید (شکل۲-۱۴).

۲-۵-۱-۱ بررسی بستر

در بررسی بستر از شاخص های زیر طبق روش ریف چک استفاده شده است:

- HC: مرجان سخت، شامل مرجان‌های سخت زنده می باشند.
- SC: مرجان نرم، شامل مرجان‌های نرم زنده می باشند.
- RKC: مرجان‌های تازه مرده، که معرف مرجان هایی هستند که در ۱۲ ماه گذشته به دلایلی مانند سفید شدگی، مرجان خواری و دیگر استرس های محیطی مرده اند.
- NIA: جلبک های شاخص نوترینت (مواد مغذی)، این شاخص میزان رشد جلبک ها را در آبسنگ مرجانی ارزیابی می کند و می تواند نشان دهنده سلامت ماهیان گیاه خوار و جمعیت بی مهرگان در آبسنگ مرجانی و نیز میزان ورود مواد مغذی به آبسنگ مرجانی باشد.
- SP: اسفنج، از موجودات ساکن آبسنگ های مرجانی می باشند که در شرایط طبیعی در حضور مقادیر زیاد مواد مغذی گسترش می یابند.
- RC: شامل هر دو نوع صخره های طبیعی و مرجانهای مرده می باشد. صخره های رعیان محل مناسبی جهت استقرار لارو مرجانها می باشد و برای احیاء، بازسازی و گسترش آبسنگ حیاتی می باشند.
- RB: رابل یا خورده مرجان، شامل تکه های کوچک مرجان مرده، صخره، صدف و دیگر موارد بر روی بستر می باشد. این تکه های کوچک بوسیله تخریب حاصل از امواج، طوفان و یا فعالیت های انسانی مانند لنگر اندازی، صیادی و غواصی بوجود می آیند.

- SD: شن، که از اجزاء طبیعی تشکیل دهنده محیط هر آبسنگ می باشد و انتظار می رود در هر بررسی ثبت گردد.
- SI: سیلت، حاصل از منابع طبیعی شامل جنگل های مانگرو و پهنه های گلی و نیز تغییر کاربری زمین مانند کشاورزی، جنگل زدایی و توسعه های ساحلی می باشد. سیلت می تواند باعث خفگی مرجانها شود و نیز با پوشاندن آنها از نور خورشید محرومشان کند.
- OT: دیگر موارد، که شامل هر گونه مورد طبیعی و متعلق به آبسنگ مرجانی بجز مواد بالا می باشد.

خلاصه شاخص ها و علامت اختصاری آنها در جدول ۲-۳ ارائه شده است.

جدول ۲-۳. عنوان فارس، انگلیسی و مخفف شاخص های تعیین سلامت بستر های مرجانی.

ردیف	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	مخفف
۱	مرجان سخت	Hard Coral	HC
۲	مرجان نرم	Soft Coral	SC
۳	مرجانهای تازه مرده	Recently Killed Coral	RKC
۴	جلبک های شاخص نوترینت (مواد مغذی)	Nutrient Indicator Alga	NIA
۵	اسفنج	Sponge	SP
۶	صخره	Rock	RC
۷	خورده مرجان	Ruble	RB
۸	شن	Sand	SD
۹	سیلت	Silt	SI
۱۰	دیگر موارد	Other	OT

در جمع بندی نهایی بررسی بستر جهت تعیین شاخص سلامت آبسنگ مرجانی از روش ادریس و همکاران (Idris *et al*, 2006) طبق جدول زیر استفاده شده است (جدول ۲-۴).

جدول۲-۴. شاخص سلامت آبسنگ های مرجانی طبق درصد پوشش مرجان‌های زنده (Idris *et al*, 2006).

درصد پوشش مرجان‌های زنده ٪	وضعیت
<۲۰٪	خیلی ضعیف
۲۰/۰۱ – ۴۰/۰۰٪	ضعیف
۴۰/۰۱ – ۶۰/۰۰٪	نسبتاً خوب
۶۰/۰۱ – ۸۰/۰۰٪	خوب
>۸۰/۰۱٪	خیلی خوب

۲-۱-۵-۲ بررسی ماهیان

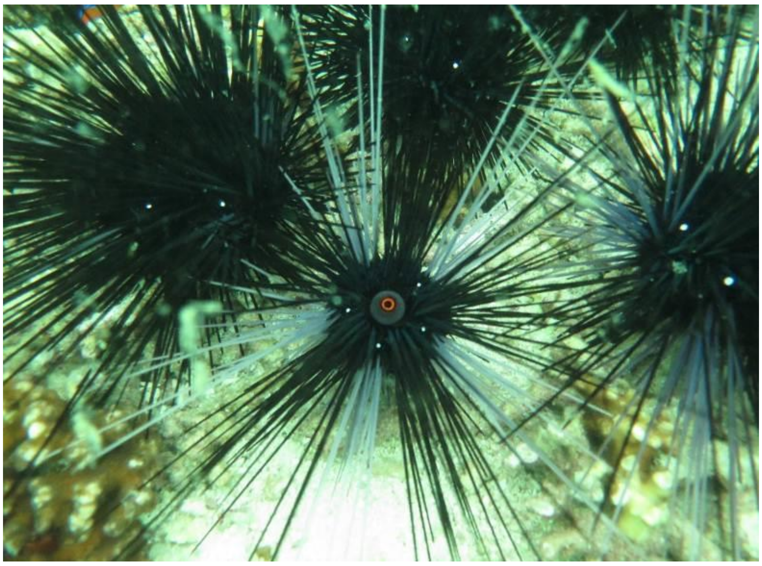
ماهیان شاخص ریف چک بر اساس قابلیت صید آنها جهت مقاصد مختلف مانند: تجارت ماهیان آکواریومی (پروانه ماهیان) (شکل۲-۱۵)، جهت مصرف خوراکی (سنگسر ها، اسنپر ها، هامور ها و غیره) و مطرف به عنوان غذای زنده (رس ها و طوطی ماهیان) انتخاب شده اند (ضمایم: لیست ماهیان شاخص).

شکل۲-۱۵. پروانه ماهی طلایی از ماهیان شاخص صید بی رویه و تجارت ماهیان آکواریومی

۳-۱-۵-۲ بررسی بی‌مهرگان

بی‌مهرگان شاخص در ریف چک بر اساس شاخص بودن برای اهداف زیر انتخاب شده اند:

جمع آوری جهت استفاده زینتی (مانند توتیای تیغ مدادی، شکمپای تریتون)، جمع آوری جهت مصارف غذایی (مانند میگوی مرجانی نواری، توتیای کولکتور، خیار دریایی، لابستر، اویسترها و دوکفه ای های بزرگ Giant Clam) و برهم زدن تعادل اکولوژیکی (مانند توتیای Diadema و ستاره تاج خاری) (شکل۲-۱۶ و همچنین لیست بی‌مهرگان شاخص در ضمیمه).



شکل۲-۱۶. توتیای دیادما در تعداد زیاد شاخص صید بی رویه شکارچیان این بی مهره می باشند

۲-۵-۲ روش مشاهده ظاهری مرجان های سخت (Coral Watch)

طبق روش Coral Watch سلامت آبسنگ ها از لحاظ سفید شدگی نیز در هر ایستگاه ثبت شد (شکل۲-۱۷). در این روش غواص متخصص با استفاده از یک چارت (کارت) استاندارد که میزان تغییرات و سلامت کلنی های متعدد با رنگ های متفاوت نشان داده است را ارزیابی می نماید و بر اساس رنگ هر کلنی می توان میزان سلامت کلنی مورد نظر را تعیین کرد. این روش یک روش سریع و ارزان می باشد و می توان در بعد وسیع کلنی های متعدد را بررسی کرد. نتایج حاصل از این بررسی ها در تحقیق

حاضر در پایگاه بین المللی Coral Watch به آدرس اینترنتی http://www.coralwatch.org ثبت گردید و نمودار های حاصل از آن در هر ایستگاه در بخش نتایج ارائه شده است.

شکل۲-۱۷. چارت Coral Watch قرار داده شده در کنار مرجان سخت جهت بررسی سفید شدگی.

۲-۶ نمونه برداری و شناسایی مرجان های سخت

در پروژه حاضر از کلنی های مختلف جهت شناسایی گونه های مرجان های سخت نمونه برداری صورت گرفت. نمونه‌برداری در چهار جزیره تنب بزرگ، تنب کوچک، ابوموسی و سیری به شیوه جستجو در طول یک مسیر غیرخطی از نواحی عمیق به سمت بخش‌های کم‌عمق آبسنگ های مرجانی انجام گرفت تا بدین طریق بیشترین احتمال مشاهده تنوع گونه‌ها براساس عمق پراکنش، مورد بررسی قرار گیرد.

در مجموع در جزیره تنب بزرگ شش سایت، در تنب کوچک سه سایت، در ابوموسی پنج سایت و در سیری سه سایت مورد بررسی و نمونه‌برداری قرار گرفت (شکل۲-۱۸). مختصات و محدوده عمق سایت-های مورد بررسی در چهار جزیره در جدول ۲-۵ ارائه شده است.

پیش از نمونه‌برداری از هر کلنی مرجان مورد نظر، ابتدا از آن تصویر کامل به همراه چشم‌انداز محیط پیرامون تهیه و سپس تصاویر ماکرو از بخش‌های مختلف کلنی به منظور ثبت ویژگی‌ها و تنوع مورفولوژیک تهیه گردید. سپس نمونه‌برداری با استفاده از چکش و دیلم از کلنی انجام شد. اندازه هر

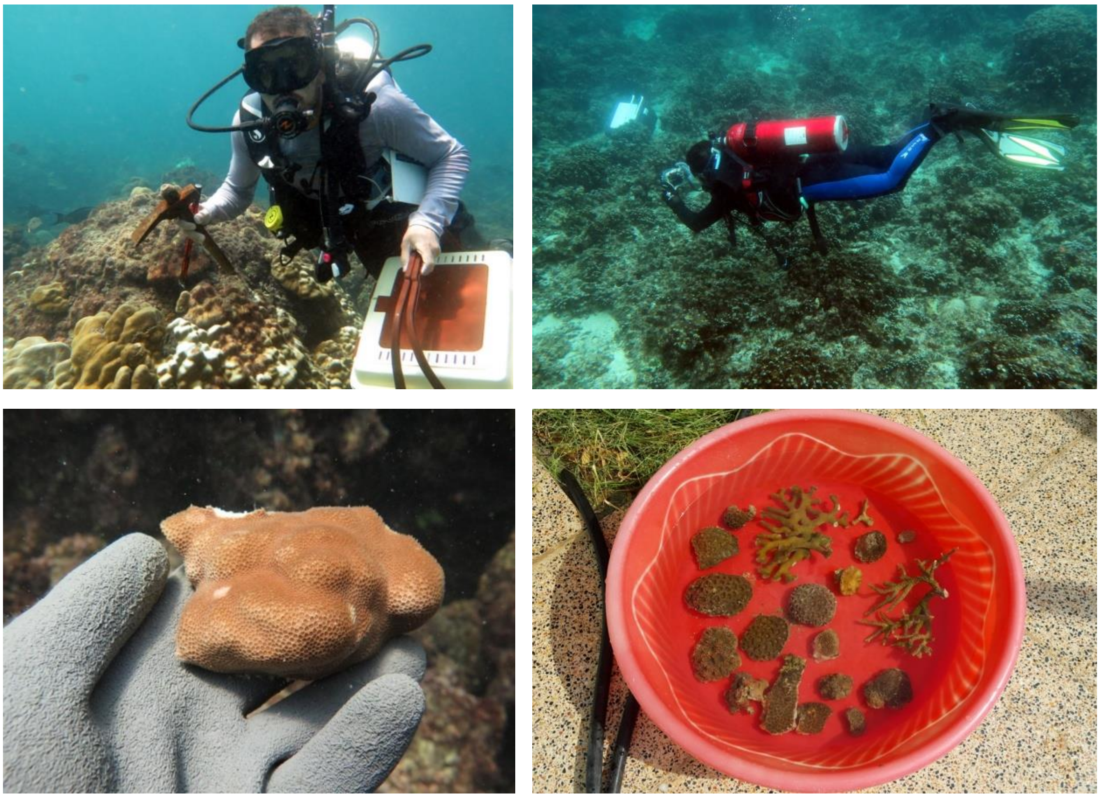
جدول۲-۵. مختصات و عمق سایت‌های مورد بررسی

شماره سایت	تنب بزرگ		تنب کوچک		ابوموسی		سیری	
	عمق (m)	مختصات	عمق (m)	مختصات	عمق (m)	مختصات	عمق (m)	مختصات
۱	۳-۵	26°17'2"N 55°18'51"E	۲۰-۲۵	26°14'53"N 55° 9'24"E	۱۰-۱۵	25°52'23"N 55° 0'22"E	۲۰-۲۵	25°55'24"N 54°29'19"E
۲	۱۰-۱۵	26°16'58"N 55°17'58"E	۱۰-۱۵	26°14'40"N 55° 8'14"E	۱۰-۱۵	25°53'27"N 55° 01' 08"E	۳-۶	25°54'12"N 54°29'34"E
۳	۴-۸	26°16'44"N 55°18'0.29"E	۸-۱۲	26°14'27"N 55° 8' 25"E	۵-۸	25°53'34"N 55° 1' 33"E	۳-۵	25°53'59"N 54°33'11"E
۴	۴-۸	26°16'46"N 55°18'1"E			۳-۶	25°53'21"N 55° 1'11"E		
۵	۳-۶	26°15'56"N 55°17'8.91"E			۳-۶	25°52'6"N 55° 0'57"E		
۶	۵-۱۰	26°15'3.51"N 55°17'13"E						

نمونه متناسب با تراکم کورالیت در واحد سطح انتخاب شد تا کمترین آسیب ممکن به کلنی اصلی وارد شود. برای مثال نمونه‌های برداشت شده از مرجان‌های جنس *Porites* نسبت به نمونه‌های مرجان‌های دارای کورالیت بزرگتر مانند مرجان‌های خانواده Merulinidae دارای اندازه کوچکتری هستند. از نمونه‌های مرجانی پس از جدا کردن مجدداً عکسبرداری شده و سپس هرکدام در یک کیسه جداگانه در داخل سبد قرار داده شده تا کمترین احتمال برخورد و آسیب به ساختارهای ظریف کورالیت ایجاد شود.

پس از پایان عملیات نمونه‌برداری، نمونه‌ها داخل تشت حاوی محلول رقیق‌شده آب و سفیدکننده (۱۰ درصد) قرار داده شد تا بافت مرجانی سست و قابل زدودن شود. از آنجا که نمونه‌ها دارای تفاوت در حجم و ضخامت بافت زنده و نیز ظرافت‌های متفاوت در ساختار اسکلت آهکی بودند، به مدت زمان‌های متفاوتی در معرض خورندگی محلول سفیدکننده قرار داده شدند؛ تا از این طریق کمترین آسیب به اجزای ظریف ساختار کورالیت‌ها که نقش بسیار مهمی در شناسایی مرجان‌ها دارند، وارد شود (شکل۲-

۱۸). پس از قرار گرفتن در محلول و سست شدن بافت‌های مرجانی، نمونه‌ها با فشار آب شسته شده تا اسکلت کربنات کلسیمی مرجان تمیز و برای عکسبرداری و شناسایی آماده شود.



شکل۲-۱۸. عملیات نمونه‌برداری و عکسبرداری در محیط طبیعی و سفیدکردن نمونه‌های مرجانی

۱-۶-۲ عکسبرداری

پس از خشک شدن نمونه‌های اسکلت مرجان، با استفاده از دو منبع نوری، پرده تیره و دوربین دیجیتال مدل Canon G16 به همراه سه‌پایه، از بخش‌های مختلف کلنی و اجزای کورالیت‌ها عکسبرداری و ماکروگرافی صورت گرفت (شکل۲-۱۹). تصاویر به‌دست آمده از ساختار اسکت مرجان‌ها به همراه تصاویر نمونه‌ها و کلنی‌های مرجان‌ها در زیر آب، به منظور شناسایی از طریق کلیدهای شناسایی مورد استفاده قرار گرفتند.

شکل۲-۱۹. عکسبرداری از نمونه‌های مرجان

۲-۶-۲ شناسایی نمونه‌ها

به منظور شناسایی نمونه‌های مرجان، کلیدهای شناسایی و منابع معتبر علمی منطقه‌ای و بین‌المللی مختلف مانند Veron, 2000، Veron, 2002، Claereboudt, 2006 و Vajed-Samiei et al., 2013 مورد استفاده قرار گرفت. همچنین رده‌بندی گونه‌ها بر اساس آخرین مطالعات مولکولی ارائه شده است که شرح آن‌ها در بخش معرفی گونه‌ها ذکر شده است.

۲-۷ بررسی تهدیدات

در طی مراحل مختلف نمونه برداری تمامی تهدیدات مورد نظر بررسی و ثبت شد. از جمله این تهدیدات می توان به فعالیت های صیادی، بیماری ها، لنگر اندازی انواع شناورها، اثر جریانات شدید و سایر موارد اشاره نمود.

۲-۸ تهیه نقشه و تصاویر ماهواره ای

از آنجایی که طبقه‌بندی پوشش بستر دریا معمولاً به صورت مرحله به مرحله و با توجه به شرایط منطقه انجام می‌شود، اولین مرحله در فرآیند طبقه‌بندی، تعیین چارچوب مناسب برای طبقه‌بندی در هر منطقه می‌باشد. با انجام این فرآیند کلاس‌های مورد نیاز طبقه‌بندی در هر مرحله مشخص می‌شوند. در فاز بعدی با استفاده از روش‌های طبقه‌بندی، نقشه‌های طبقه‌بندی مطابق با چارچوب تعریف شده در هر مرحله حاصل می‌گردد. روش‌های طبقه‌بندی استفاده شده در این پروژه شامل روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده و تفسیر بصری می‌باشد. در فاز بعدی با استفاده از داده‌های برداشت شده در طی عملیات میدانی و محاسبه و ارزیابی پارامترهای دقت طبقه‌بندی، در صورت تحقق معیارهای مورد نظر نسبت به تولید نقشه تصمیم‌گیری می‌شود. در نهایت نقشه‌های حاصله با تلفیق اطلاعات توصیفی در محیط GIS تولید خواهند شد و بعد از تهیه در این فرمت محصول GISای تولید شده مورد ارزیابی کیفی نهایی قرار می‌گیرد. تولید نقشه‌ها در این فرمت دیجیتالی امکان استفاده از بسیاری از ابزارهای تحلیل مکانی مورد نیاز در بحث‌های مدیریتی را فراهم خواهد کرد.

۲-۸-۱ توسعه‌ی یک چهارچوب طبقه‌بندی برای هر منطقه

در طراحی یک چارچوب طبقه‌بندی برای پوشش بستر در یک منطقه در نظر گرفتن تعدادی از پارامترها لازم است. از جمله این پارامترها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

- امکان استخراج و شناسایی تمامی کلاس‌های زیستی تعیین شده در چارچوب طراحی شده با دقت مورد نظر در طبقه‌بندی
- منحصر به فرد بودن و عدم همپوشانی میان کلاس‌های زیستی تعریف شده
- در بر گرفتن تمامی کلاس‌های موجود در منطقه توسط چارچوب طراحی شده

معمولاً چارچوب‌های تعریف شده در مناطق مختلف با یکدیگر متفاوت هستند ولی در این پروژه به دلیل نزدیکی و شباهت بالای ساختارهای مرجانی در اطراف هر ۴ جزیره‌ی مورد مطالعه، از یک چارچوب

برای بررسی هر ۴ جزیره استفاده شد. چارچوب طبقه‌بندی استفاده شده در این پروژه براساس بررسی ۷ ویژگی زیر تشکیل شده است:

- منطقه جغرافیایی (Geographic Zone or Zone)
- ساختار زمین شناسی اصلی (Major Geomorphological Structure)
- ساختار زمین شناسی فرعی (Minor Geomorphological Structure)
- گونه‌ی زیستی غالب (Major Biological Cover)
- درصد پوشش بستر سخت (Percent Hardbottom)
- درصد پوشش گونه‌ی زیستی غالب (Percent Major Cover)
- درصد پوشش مرجان زنده (Percent Coral Cover)

برای تعریف همه‌ی زیرکلاس‌ها با استفاده از چند کلاس اصلی، یک ساختار سلسله مراتبی از اطلاعات توصیفی در سطوح مختلف از جزئیات تعریف گردید. این ساختار سلسله مراتبی به کاربران اجازه می‌دهد که اطلاعات حاصل از طبقه‌بندی را در سطح جزئیات مناسب برای کاربرد خود دریافت کنند. مطابق با این ساختار، به هر عارضه در نقشه، در هر ویژگی مورد بررسی، یک کلاس تعلق خواهد گرفت. در طراحی چارچوب طبقه‌بندی سعی بر این بوده است که تمامی حالت‌ها و کلاس‌های ممکن (حتی اگر کلاس موردنظر در منطقه مورد مطالعه وجود نداشته باشد) در نظر گرفته شود. در جدول ۶-۲ کلاس‌های مورد بررسی در هر سطح از طبقه‌بندی (ویژگی) به تفکیک آمده است.

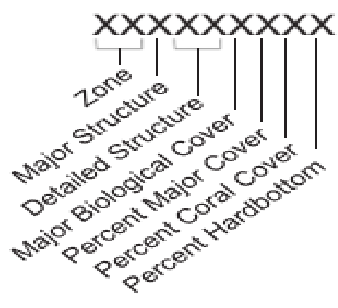
جدول ۲-۶ چهارچوب طبقه‌بندی طراحی شده برای منطقه مورد مطالعه

Zone	Major_Geo_struct	Minor_Geo_struct	Bio_Maj_Cover	P_Hardbottom	P_Maj Cover	P_Coral Cover
۱۱. Land ۱۲. Lagoon ۱۳. Reef Flat ۱۴. Back Reef ۱۵. Reef Crest ۱۶. Fore Reef ۱۷. Bank/Shelf ۱۸. Bank/Shelf-Escarpment ۱۹. Dredged ۲۰. Unknown ۲۱. Shoreline	۱. Coral Reef & Hardbottom ۲. Unconsolidated Sediment ۳. Other Delineations ۴. Unknown	۱۱. Rock/ Boulder ۱۲. Aggregate Reef ۱۳. Individual Patch Reef ۱۴. Aggregated Patch Reefs ۱۵. Spur & Groove ۱۶. Pavement ۱۷. Pavement with Sand Channels ۱۸. Reef Rubble ۱۹. Rhodoliths ۲۰. Sand ۲۱. Mud ۲۲. Sand with Scattered Coral and Rock ۲۳. Land ۲۴. Unknown	۱. Algae ۲. Seagrass ۳. Live Coral ۴. Dead Coral ۵. Mangrove ۶. Coralline Algae ۷. No Cover ۸. Unclassified ۹. Unknown	۱. 0%-<10% ۲. 10%-<30% ۳. 30%-<50% ۴. 50%-<70% ۵. 70%-<90% ۶. 90%-<100% ۷. Unknown ۸. N/A	۱. 10%-<50% ۲. 50%-<90% ۳. 90%-<100% ۴. Unknown ۵. N/A	۱. 0%-<20% ۲. 20%-<40% ۳. 40%-<60% ۴. 60%-<80% ۵. 80%-<100% ۶. Unknown ۷. N/A

برای تعریف چارچوب فوق مواردی نظیر نیاز جامعه کاربران، چارچوب‌های طراحی شده در کارهای مشابه در سایر نقاط جهان، حجم داده‌های میدانی برداشتی، کمترین واحد نگاشت و توانایی طیفی و مکانی تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده برای تمایز میان کلاس‌ها در نظر گرفته شد. چارچوب طبقه‌بندی طراحی شده مطابق با چارچوب توسعه داده شده توسط NOAA برای نگاشت پوشش مرجانی جزایر آمریکایی در کارائیب و پاسیفیک می‌باشد که در کارهایی نظیر (Bauer and Kendall, 2010; Kendall et al., 2001) از آن استفاده شده است. در واقع این چارچوب جدیدترین چارچوب مورد استفاده در پروژه‌های مشابه می‌باشد که با برطرف نمودن نقایص چارچوب‌های قبلی به وجود آمده است. برای اطلاع از مزایا و ویژگی‌های آن می‌توان به (Bauer, 2010) مراجعه نمود.

- Unique Id (شناسه منحصر به فرد)

برای شناسایی حالت‌های مختلفی که با بررسی ۷ ویژگی برای هر پلیگون، پس از طبقه‌بندی حاصل می‌شود، اقدام به تعیین کد منحصر به فرد برای هر زیرکلاس حاصل از طبقه‌بندی سلسله مراتبی مطابق شکل ۲-۲۰ نمودیم. در این حالت کد ۹ رقمی هر جایگاه نشان‌دهنده‌ی یکی از ویژگی‌های مورد بررسی و عدد اختصاص یافته به آن جایگاه، کلاس مورد نظر را نشان می‌دهد.



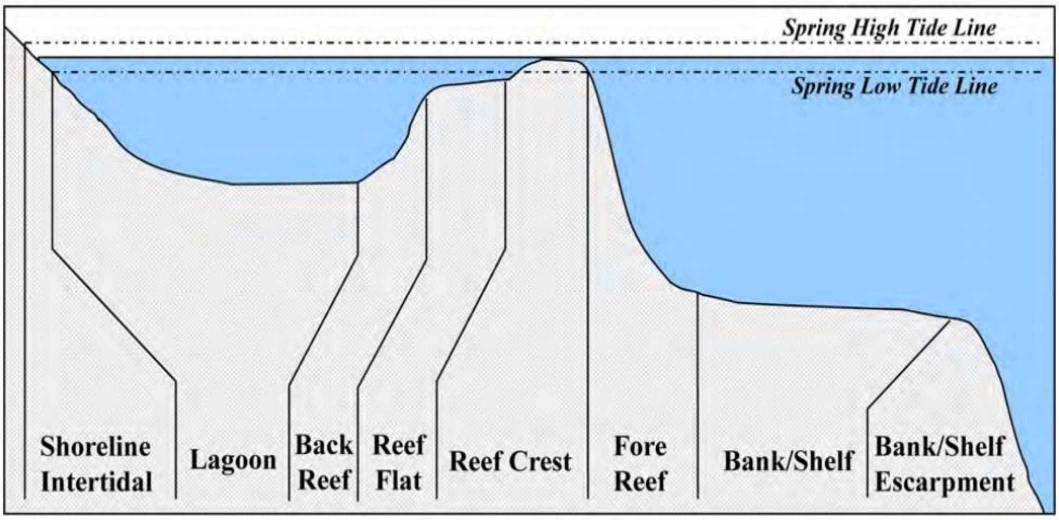
شکل ۲۰-۰. نحوه کدبندی هر پلیگون موجود در نقشه براساس کلاس‌های موجود

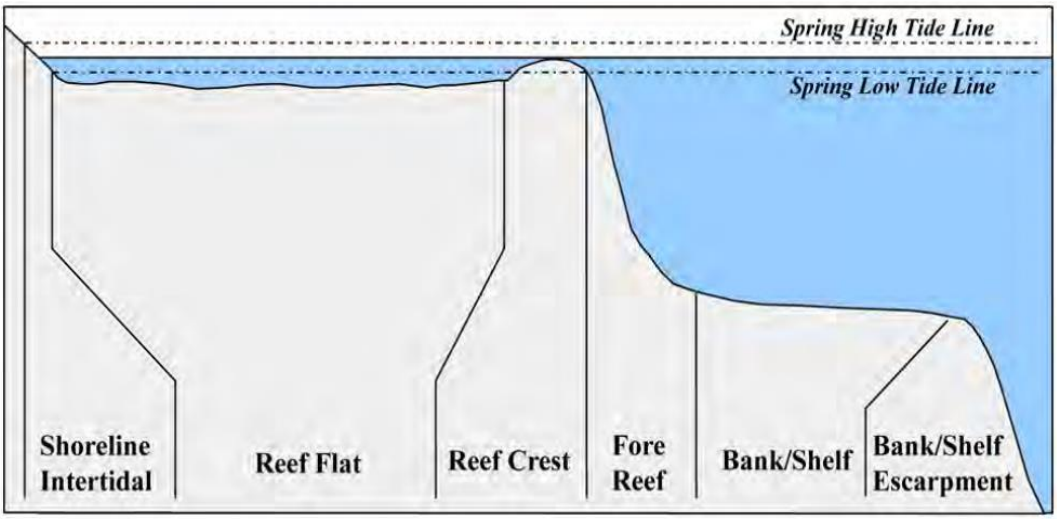
در ادامه هر کدام از ۷ ویژگی مورد بررسی و کلاس‌های تابعه به تفکیک شرح داده شده‌اند.

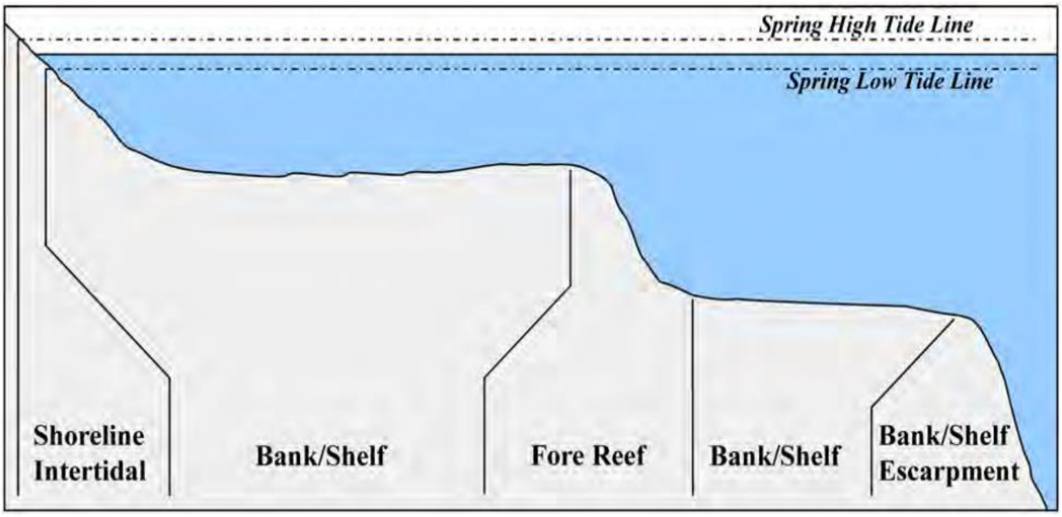
۲-۸-۱-۱ منطقه جغرافیایی (Geographic Zone)

منطقه جغرافیایی تنها به محل قرار گرفتن هر کلاس پوششی بستر اشاره می‌کند و در مورد نوع بستر و پوشش آن هیچ اطلاعاتی در اختیار نمی‌گذارد. در چارچوب طراحی شده ۹ کلاس برای این ویژگی تعریف شده است که مطابق شماره گذاری در جدول به ترتیب از ساحل تا عمق یافت می‌شوند. تعیین این کلاس‌های جغرافیایی با علم به عدم وجود بعضی از آنها در منطقه مورد مطالعه در خلیج فارس انجام گرفته است و صرفاً به منظور ناقص نشدن چارچوب طبقه‌بندی از آنها استفاده شده است.

کلاس‌های جغرافیایی عمدتاً به صورت مقاطع عرضی در یک پروفیل (ترانسکت) عمود بر خط ساحلی ظاهر می‌شوند. در شکل ۲-۲۱ ساختارهای جغرافیایی معمول به نمایش در آمده است.







شکل ۰-۲۱. ساختارهای جغرافیایی معمول در مناطق ساحلی

ساختار اول در مناطق مورد مطالعه در خلیج فارس عملاً وجود ندارد و از میان دو ساختار دیگر نیز ساختار سوم، عمده موارد موجود را در بر می‌گیرد. در زیر تعریف هر کلاس برگرفته از (Bauer and Kendall, 2010; Kendall et al., 2001) به تفکیک آمده است.

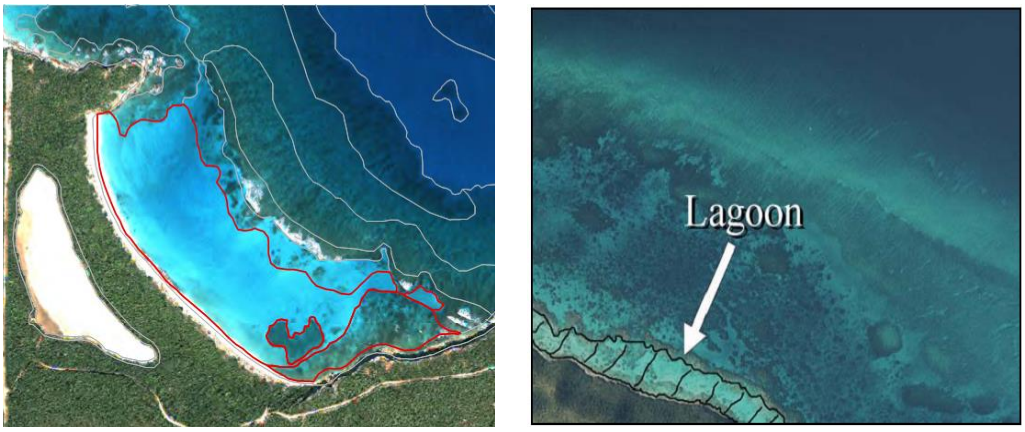
Land

عوارض قرار گرفته در خشکی که با مرز خط ساحلی از عوارض آبی جدا می‌شوند (شکل ۲-۲۲). این عوارض در سطح جزئیات بیشتری نگاشت نمی‌شوند. لازم به ذکر است که خط ساحلی ترسیم شده همان خط ساحلی در لحظه تصویربرداری ماهواره‌ای می‌باشد.

شکل ۰-۲۲. منطقه جغرافیایی Land

Lagoon

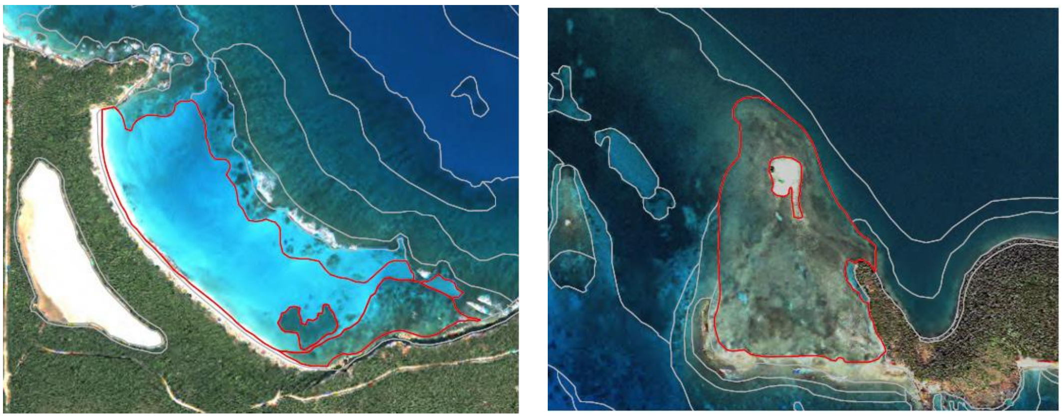
این قسمت کم عمق (نسبت به Bank/Shelf) بین خط ساحلی و Back Reef قرار می‌گیرد و عمدتاً در ساختار Barrier Reef دیده می‌شود. این منطقه کمتر از سایر قسمت‌های ریف در معرض امواج قرار دارد (شکل ۲-۲۳).



شکل ۰-۲۳. منطقه جغرافیایی Lagoon

Reef Flat

منطقه‌ای هموار و کم عمق که در ساختار Fringing Reef از خط ساحلی تا Reef Crest و در ساختار Barrier Reef از Back Reef تا Reef Crest ادامه می‌یابد و کمتر در معرض امواج قرار می‌گیرد. (شکل ۲-۲۴).



شکل ۰-۲۴. منطقه جغرافیایی Reef Flat

Back Reef

منطقه‌ای شیبدار که در سمت خشکی Reef Crest و در سمت آبی Lagoon یا Bank/Shelf قرار دارد و تنها زمانی وجود دارد که یک Reef Crest وجود دارد (شکل ۲-۲۵).

شکل ۰-۲۵. منطقه جغرافیایی Back Reef

Reef Crest

منطقه‌ای مسطح و برآمده (به ویژه در هنگام جزر) که انرژی بالای موج را دفع می‌کند. این ناحیه بین Back Reef و Fore Reef قرار دارد و امواج برگشتی اغلب در تصاویر هوایی از این ناحیه قابل مشاهده است (شکل ۲-۲۶).

شکل ۰-۲۶. منطقه جغرافیایی Reef Crest

Fore Reef

ناحیه‌ای در سمت دریایی Reef Crest که در آب های عمیق‌تر به Bank/Shelf منتهی می‌شود. در نواحی فاقد Reef Crest، مناطقی که دارای شیب به مراتب بیشتری از Bank/Shelf می‌باشند، همچنان به عنوان Fore Reef (شکل ۲-۲۷) تعیین شده است.

شکل ۰-۲۷. منطقه جغرافیایی Fore Reef

Bank/Shelf

ناحیه‌ای عمیق (نسبت به آب کم عمق در یک Lagoon) که در سمت دریایی Fore Reef قرار دارد و در انتها به Bank/Shelf-Escarpment ختم میشود (شکل ۲-۲۸).

شکل ۰-۲۸. منطقه جغرافیایی Bank/Shelf

Bank/Shelf-Escarpment

در این ناحیه که از لبه Bank/Shelf آغاز می‌شود، با شیب بسیار زیادی به قسمت عمیق اقیانوسی یا دریایی منتهی می‌شود و ویژگی مهم آن این است که نور بازتابی از بستر دریا در محدوده طول موج مرئی در این ناحیه به صفر نزدیک می‌شود (شکل ۲-۲۹).

شکل ۰-۲۹. منطقه جغرافیاییBank/Shelf-Escarpment

Dredged

محدوده ای که در آن ساختار زمین شناسی طبیعی با حفاری و یا لایروبی تخریب شده یا تغییر یافته است (شکل ۲-۳۰).

شکل ۰-۳۰. منطقه جغرافیایی Dredged

Unknown

منطقه‌ای که به دلایلی چون پوشش ابر، عمق آب، و غیره امکان تشخیص کلاس فراهم نگردید.

۲-۱-۸-۲ ساختار زمین شناسی (Geomorphological Structure)

این ویژگی تنها به ساختار فیزیکی و زمین شناسی عوارض موجود اشاره می‌کند و در مورد محل قرارگیری این عوارض و یا پوشش زیستی موجود بر روی آن‌ها اطلاعاتی در اختیار قرار نمی‌دهد. برای سهولت، بررسی این ویژگی در دو سطح اصلی (Major) و فرعی (Minor) انجام گرفت. در سطح اصلی بستر به دو کلاس بستر سخت (Coral Reef & Hardbottom) و بستر نرم و یا رسوبی (Unconsolidated Sediment) تقسیم می‌شوند که مطابق (Bauer, 2010) هر جا درصد بستر سخت کمتر از ۱۰٪ باشد، بستر نرم و رسوبی در نظر گرفته می‌شود و بالعکس. در زیر تعریف هر کلاس در هر دو سطح به تفکیک آمده است.

Coral Reef & Hardbottom

مناطق ساحلی با زیربناهای جامد از قبیل سنگ بستر، تخته سنگ و رسوب کربنات کلسیم با ساختمان صخره ای که معمولاً دارای پوشش ضخیم رسوبی نیستند، اما یک روکش نازک رسوبی ممکن است بر روی آنها وجود داشته باشد.

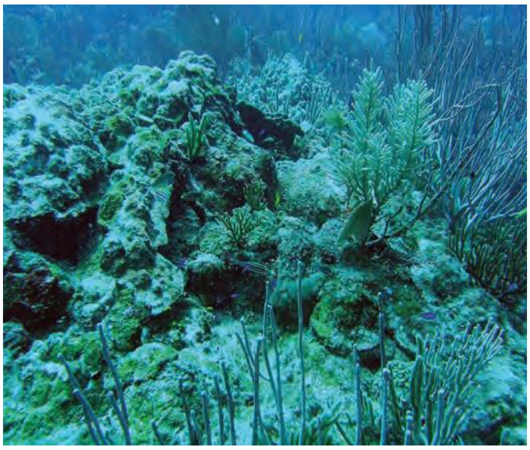
Rock/Boulder

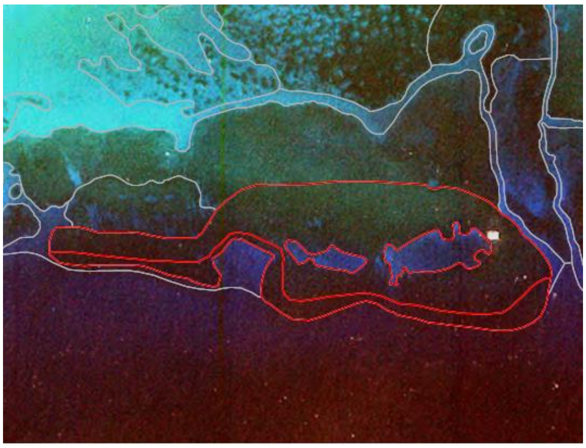
سطحی از بلوک‌های کربنات جامد یا سنگ های آتشفشانی که از بستر سخت جزیره جدا شده‌اند (شکل ۲-۳۱). هر بلوک میتواند قطری برابر ۰,۲۵ تا ۳ متر داشته باشد.


شکل ۰-۳۱. ساختار Rock/Boulder

Aggregate Reef

ریف‌های مرجانی خطی و به هم پیوسته فاقد هرگونه کانال‌های ماسه‌ای که عمدتاً به صورت موازی با ساحل شکل گرفته‌اند (شکل ۲-۳۲).





شکل ۰-۳۲. ساختار Aggregate Reef

Individual Patch Reef

این ساختار در واقع ریف‌های مرجانی هستند که از دیگر ریف‌های مرجانی توسط ماسه ،علف دریایی و یا دیگر پوشش‌ها جدا شده‌اند و دارای محور ساختاری سازمان یافته نسبت به خطوط ساحلی نیستند. آنها با یک شکل تقریباً دایره ای یا مستطیلی مشخص می شوند که عمدتاً یک متر یا بیشتر ارتفاع دارند (شکل ۲-۳۳). ابعاد این ساختارها بزرگتر یا مساوی MMU می‌باشد.

شکل ۰-۳۳. ساختارIndividual Patch Reef

Aggregated Patch Reef

این نوع از ساختار در واقع شبیه Individual Patch Reef می‌باشد. با این تفاوت که اندازه هر ریف از واحد MMU کوچکتر بوده است. بنابراین از کنار هم قرار گرفتن تعدادی Individual Patch Reef این ساختار بوجود می‌آید (شکل ۲-۳۴).

شکل ۰-۳۴. ساختار Aggregated Patch Reef

Spur & Groove

این ساختار به طور همزمان دارای ماسه و مرجان می‌باشد، به طوری که سازه های مرجانی (Spur) معمولاً دارای ارتفاع بیشتری نسبت به کانال های شن و ماسه (Groove) هستند. هرچند ارتفاع و عرض این عناصر می توانند بطور قابل توجهی متفاوت باشند. این ساختار معمولاً به صورت عمود بر ساحل جهت‌گیری می‌کند و عمدتاً در منطقه Shelf/Bank رخ می دهد (شکل ۲-۳۵).

شکل ۰-۳۵. ساختار Spur & Groove

Pavement

ناحیه‌هایی با ساختار مسطح، کم ارتفاع با جنس کربنات جامد با پوشش جلبک، مرجان سخت، گورگنیا، که به اندازه کافی متراکم است تا بخشی از سطح را بپوشاند (شکل ۲-۳۶). در بسیاری از موارد سطح این نواحی با جلبک پوشانده شود.

شکل ۰-۳۶. ساختار Pavement

Pavement with Sand Channels

مشابه همان ساختار Pavement با این تفاوت که در این حالت کانال‌هایی از شن و ماسه این مناطق را جدا میکند. این ساختار معمولاً عمود بر ساحل جهت‌گیری می‌کند (شکل ۲-۳۷).

شکل ۰-۳۷. ساختار Pavement with Sand Channels

Reef Rubble

ساختاری شامل مرجان مرده، که عمدتاً ناپایدار است و با turf و یا سایر macroalgae ها پوشانده میشود (شکل ۲-۳۸).

شکل ۰-۳۸. ساختار Reef Rubble

Unconsolidated Sediment

مناطقی که زیر ۱۰٪ بستر سخت دارند.

Sand

ساختارهایی که از رسوب ذرات درشت (قطر ذرات بین 1.16 – 256 mm) نظیر شن و ماسه تشکیل شده‌اند (شکل ۲-۳۹).

شکل ۰-۳۹. ساختار Sand

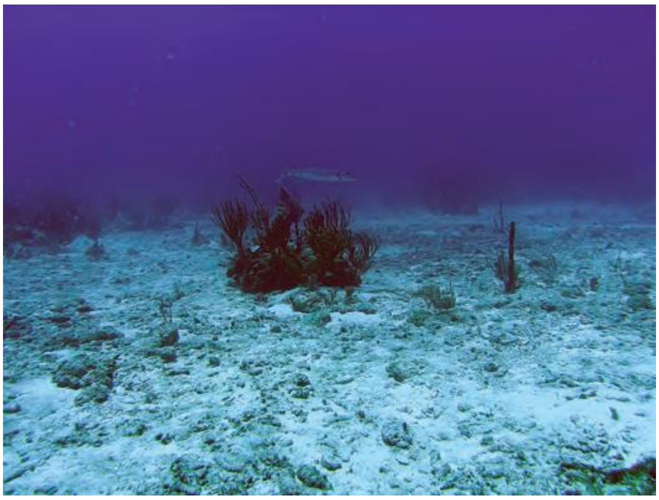
Mud

ساختارهایی که عمدتاً از رسوب ذرات ریز (قطر ذرات 1/16 mm >) نظیر گل و لای تشکیل شده‌اند (شکل ۲-۴۰).

شکل ۰-۴۰. ساختار Mud

Sand with Scattered Coral and Rock

ساختارهایی که به طور عمده از ماسه تشکیل شده‌اند ولی در این بین موارد معدود و کوچک مرجان یا صخره نیز دیده می‌شود (شکل ۲-۴۱).



شکل ۰-۴۱. ساختار Sand with Scattered Coral and Rock

Other Delineations

هر ساختار دیگری که در دو دسته بالا طبقه‌بندی نشود در این دسته می‌گنجد.

Land

قسمت‌های خشکی بر روی نقشه‌ها در این دسته تقسیم‌بندی شده‌اند.

Unknown

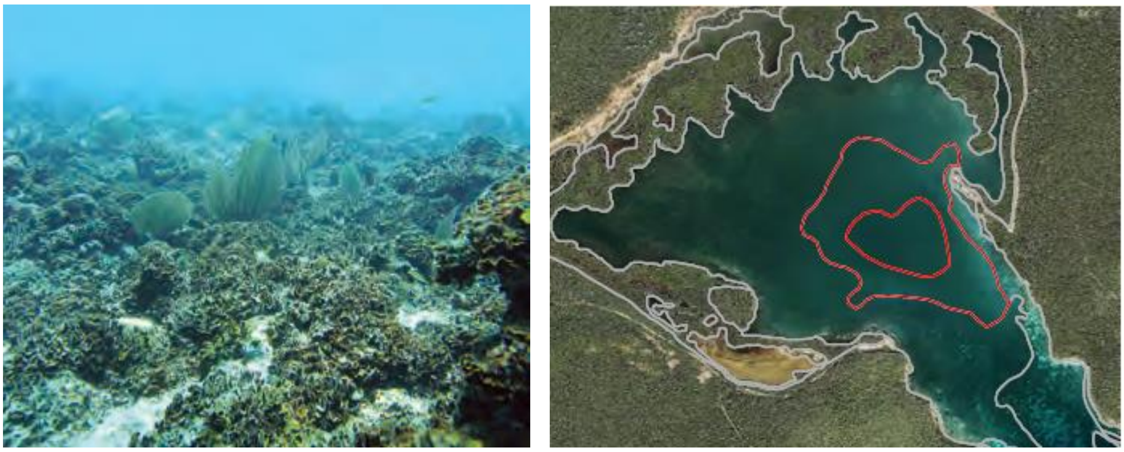
هر ساختاری که به هر دلیلی از جمله وجود ابر، کدورت یا عمق آب و غیره قابل شناسایی نباشد.

۲-۸-۲ پوشش زیستی غالب (Biological Major Cover)

این ویژگی به پوشش زیستی غالب اشاره می‌کند که در ادامه تعریف هر کلاس به تفکیک آمده است.

Algae

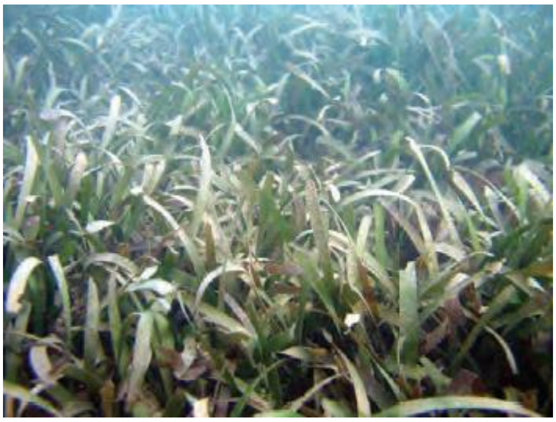
مناطق با پوشش جلبک قرمز، سبز، قهوه ای یا turf و سایر گونه‌های جلبک در این دسته قرار می-
گیرند (شکل ۲-۴۲).



شکل ۰-۴۲. پوشش Algae

Seagrass

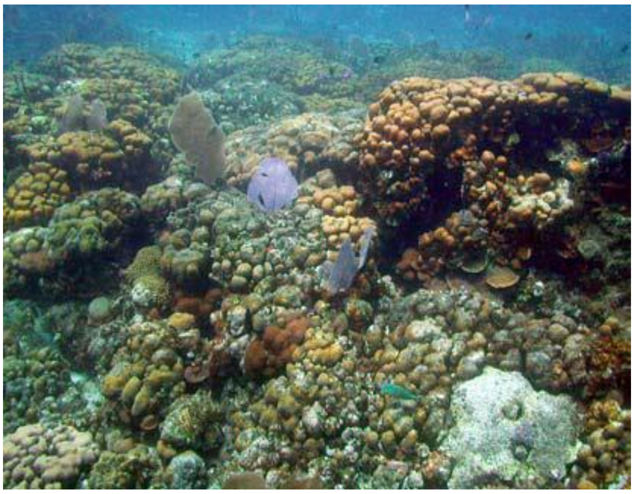
مناطق پوشیده از هر گونه علف دریایی در این دسته قرار می‌گیرند (شکل ۲-۴۳).



شکل ۰-۴۳. پوشش Seagrass

Live Coral

مناطق با پوشش مرجان زنده از هر نوع در این دسته قرار می‌گیرند (شکل ۲-۴۴).



شکل ۰-۴۴. پوشش Live Coral

Dead Coral

مناطق با پوشش مرجان مرده از هر نوع در این دسته قرار می‌گیرند (شکل ۲-۴۵).

شکل ۰-۴۵. پوشش Dead Coral

No Cover

مناطقی که با هیچ نوع پوشش زیستی اشغال نشده‌اند، در این دسته طبقه‌بندی شده‌اند (شکل ۲-۴۶).

شکل ۰-۴۶. No Cover

Unclassified

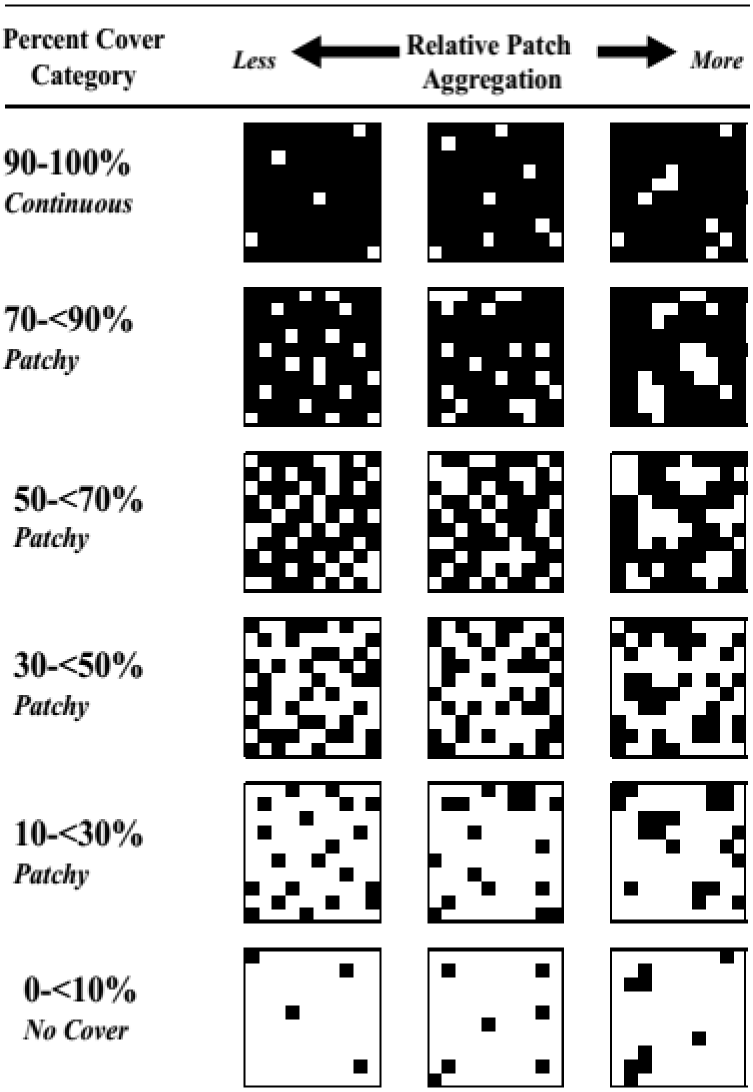
مناطق با پوشش زیستی که در هیچکدام از دسته‌بندی های بالا قرار نگرفته باشد.

Unknown

هر ساختاری که به هر دلیلی از جمله وجود ابر، کدورت یا عمق آب و غیره قابل شناسایی نباشد.

۳-۸-۲ درصد پوشش بستر سخت (Percent of Hardbottom)

این ویژگی، درصد پوشش بستر سخت را در هر پلیگون نشان می‌دهد. تعیین این درصد توسط مفسر تصویر ماهواره‌ای و با استفاده از الگوی نمایش داده شده در شکل ۲-۴۷ که توسط (Bauer and Kendall, 2010) ارائه شده است، انجام می‌گیرد.



شکل ۰-۴۷. چارت راهنمای مورد استفاده مفسر برای تخمین میزان ناهمگونی (Patchiness)

از آنجاییکه تعدادی از ساختارهای زمین‌شناسی تعیین شده (مانند Individual Patch Reef و Spur & Groove) بسیار ناهمگون و غیریکنواخت هستند، طراحی این ویژگی برای تعیین میزان پوشش سخت ضروری به نظر می‌رسید. درصدهای مورد بررسی، با توجه به قدرت تشخیص از روی تصاویر ماهواره‌ای و همچنین تشخیص در حین جمع‌آوری اطلاعات میدانی و غواصی تعیین گردیدند.

نمایه‌ی N/A برای درصد پوشش بستر سخت بدین معناست که اصولا برای پلیگون موردنظر تعریف چنین پارامتری بی معناست.

۲-۸-۴ درصد پوشش زیستی غالب (Percent of Major Cover)

این ویژگی، درصد پوشش زیستی غالب را در هر پلیگون نشان می‌دهد. تعیین این درصد توسط مفسر تصویر ماهواره‌ای و با استفاده از الگوی نمایش داده شده در شکل ۲-۴۷ انجام می‌گیرد. در بسیاری از چارچوب‌های طراحی شده قبلی فقط درصد پوشش مرجانی لحاظ می‌گردید، در حالیکه در پلیگون-های با پوشش غالب غیر مرجانی، این مسئله موجب از دست رفتن اطلاعات زیادی می‌گردد. از این رو در طراحی این چارچوب جدید تعیین میزان پوشش کلاس غالب ضروری به نظر می‌رسید. درصدهای مورد بررسی، با توجه به قدرت تشخیص از روی تصاویر ماهواره‌ای و همچنین تشخیص در حین جمع‌آوری اطلاعات میدانی و غواصی تعیین گردیدند.

نمایه‌ی N/A برای درصد پوشش زیستی غالب بدین معناست که اصولا برای پلیگون موردنظر تعریف چنین پارامتری بی معناست.

۲-۸-۵ درصد پوشش مرجانی (Percent of Live Coral Cover)

این ویژگی، درصد پوشش مرجانی زنده را در هر پلیگون نشان می‌دهد. تعیین این درصد توسط مفسر تصویر ماهواره‌ای و با استفاده از الگوی نمایش داده شده در شکل ۲-۴۷ انجام می‌گیرد. این ویژگی از جمله اصلی‌ترین ویژگی‌هاست که در چارچوب‌های طبقه‌بندی سنتی نیز مورد اشاره قرار می‌گیرد. ذکر این نکته ضروری است که درصد مرجانی مورد اشاره در این ویژگی مجموع مرجان نرم و سخت می-باشد که البته سهم مرجان‌های نرم در مناطق مورد مطالعه بسیار ناچیز می‌باشد. درصدهای مورد بررسی، با توجه به قدرت تشخیص از روی تصاویر ماهواره‌ای و همچنین تشخیص در حین جمع‌آوری اطلاعات میدانی و غواصی تعیین گردیدند.

نمایه‌ی N/A برای درصد پوشش مرجانی بدین معناست که اصولا برای پلیگون موردنظر تعریف چنین پارامتری بی معناست.

۲-۹ داده‌های مورد استفاده

داده‌های مورد استفاده در این پروژه عبارت‌اند از:

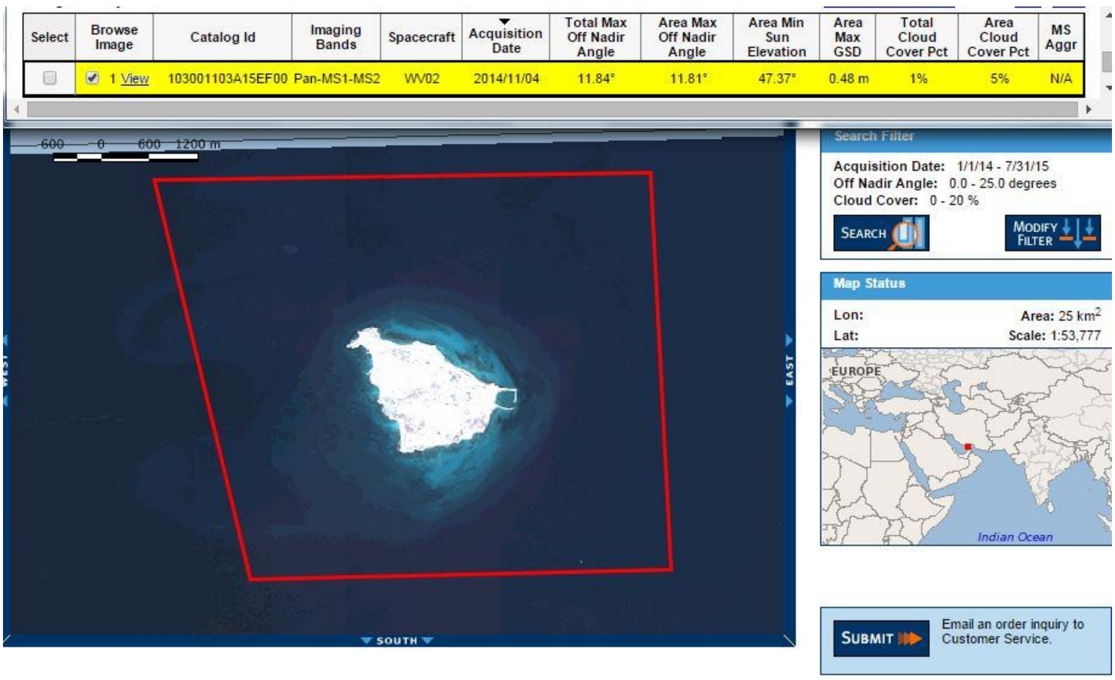
۲-۹-۱ تصاویر ماهواره‌ای

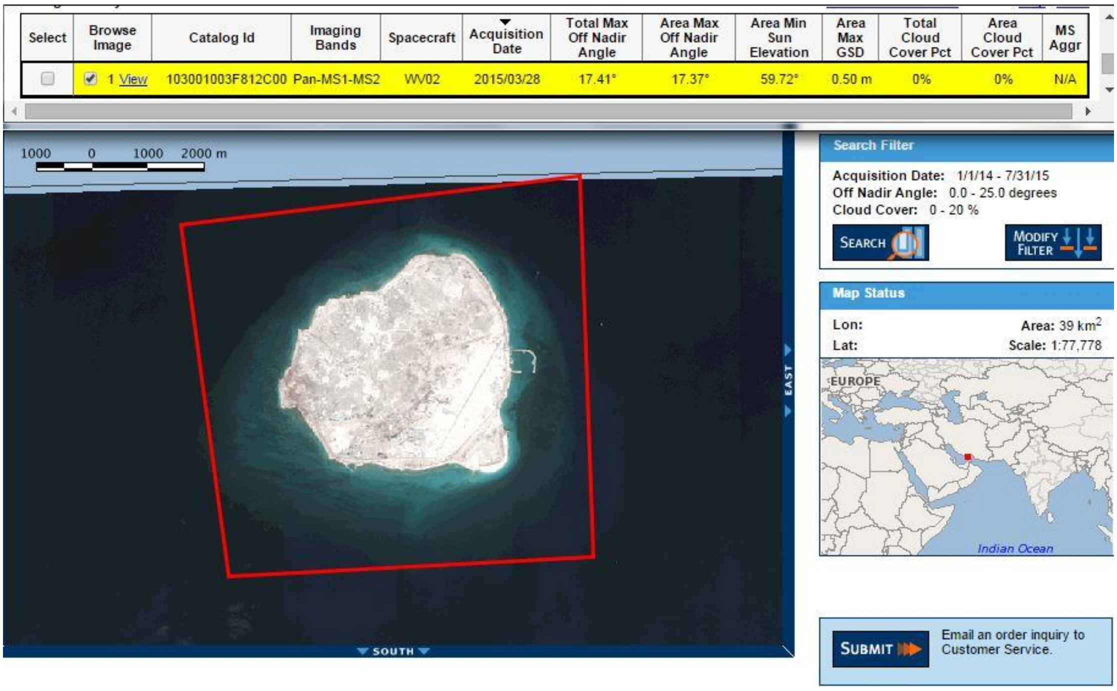
با بررسی‌های انجام شده پیش از انجام طرح و در نظر گرفتن مواردی نظیر دقت مورد نیاز، پیچیدگی‌های محیط مورد بررسی و بودجه تصویبی طرح، تصاویر ماهواره‌ای بزرگ مقیاس از ماهواره‌های Worldview-2 و Worldview-3 که در حال حاضر جدیدترین و با کیفیت‌ترین سنجنده‌های بزرگ مقیاس تولید ایالات متحده هستند، به عنوان منبع تهیه تصاویر انتخاب شدند. تصاویر ماهواره‌ای از دو منبع تصاویر آرشیوی و سفارش تصویر جدید قابل تهیه هستند که از این میان به دلیل مواردی نظیر عدم تغییر وضعیت پوشش مرجانی در کوتاه مدت، امکان انتخاب تصویر مناسب، و هزینه مناسب‌تر و شرایط راحت‌تر اخذ تصویر، استفاده از تصاویر آرشیوی در دستور کار قرار گرفت. بدین منظور آرشیو کمپانی ارائه کننده تصاویر به طور کامل جستجو گردید تا تصویر مناسب برای هر جزیره انتخاب گردد. در فرآیند انتخاب تصویر مناسب، پارامترهای زیادی از جمله نزدیک بودن زمان اخذ تصویر تا انجام طرح، مناسب بودن شرایط اتمسفری، جزر و مدی و عدم وجود ابر و پوشش کامل جزایر مورد مطالعه مدنظر قرار گرفت. در نهایت ۵ تصویر با شرایط ذکر شده در جدول ۲-۶ انتخاب شدند.

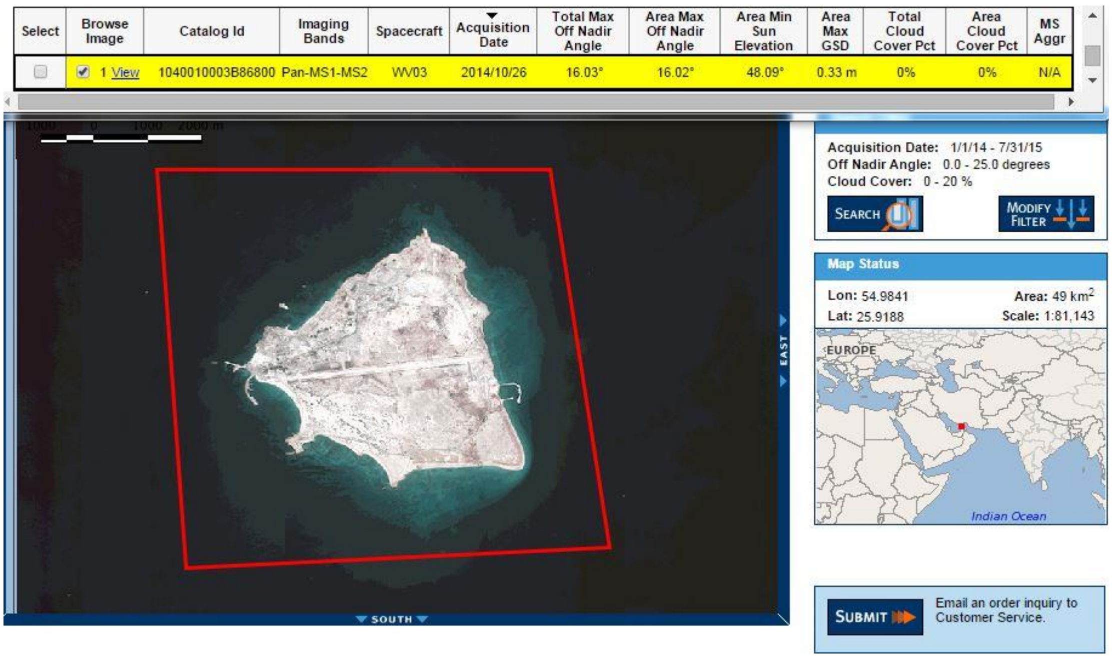
جدول ۰-۶. مشخصات فنی تصاویر خریداری شده برای هر ۴ جزیره

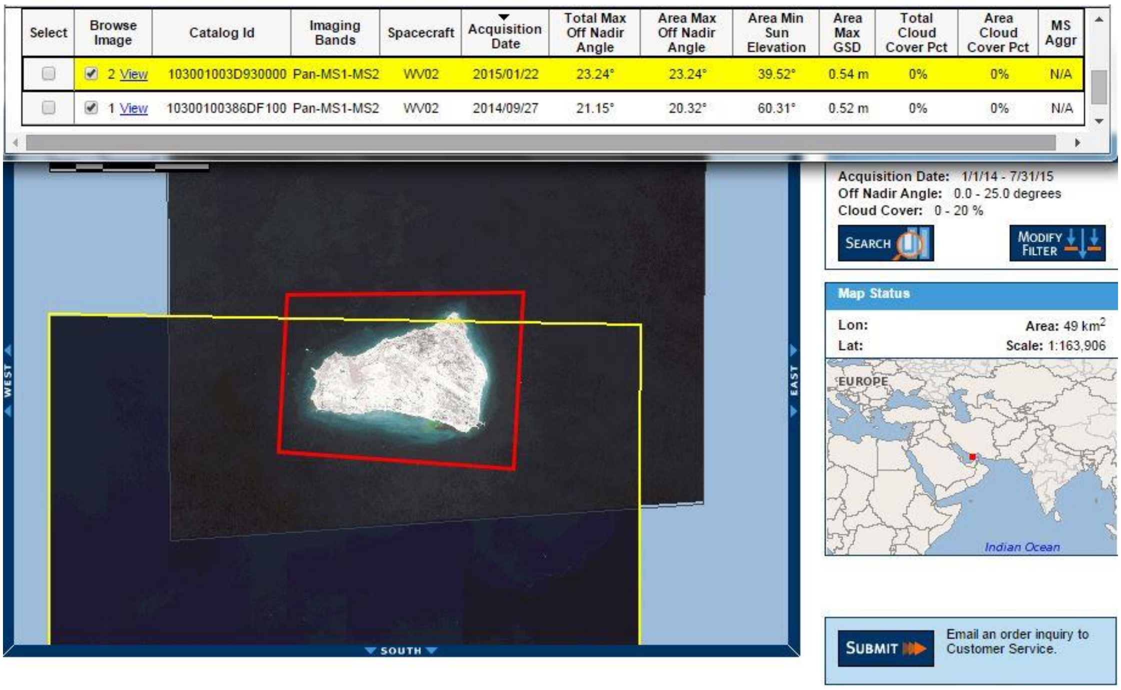
Region	satellite	acquired time	Catalog id	Bands	GSD (cm)	Area (km^2)	Level of Process
Lesser Tunb	VW-2	11/4/2014	103001103A15EF00	pan+MS1+MS2	50	25	standard imagery
Greater Tunb	VW-2	3/28/2015	103001003F812C00	pan+MS1+MS2	50	39	standard imagery
Abu Musa	VW-3	10/26/2014	1040010003B86800	pan+MS1+MS2	50	49	standard imagery
Siri	VW-2	1/22/2015	103001003D930000	pan+MS1+MS2	50	49	standard imagery
Siri	VW-2	9/27/2014	10300100386DF100	pan+MS1+MS2	50	49	standard imagery

در شکل ۲-۴۸ تصاویر انتخاب شده و محدوده مورد مطالعه از هر تصویر برای هر ۴ جزیره آمده است.




Select | Browse Image | Catalog Id | Imaging Bands | Spacecraft | Acquisition Date | Total Max Off Nadir Angle | Area Max Off Nadir Angle | Area Min Sun Elevation | Area Max GSD | Total Cloud Cover Pct | Area Cloud Cover Pct | MS Aggr
1 View | 103001003F812C00 | Pan-MS1-MS2 | WV02 | 2015/03/28 | 17.41° | 17.37° | 59.72° | 0.50 m | 0% | 0% | N/A
1000 0 1000 2000 m
EAST
SOUTH
Search Filter
Acquisition Date: 1/1/14 - 7/31/15
Off Nadir Angle: 0.0 - 25.0 degrees
Cloud Cover: 0 - 20 %
SEARCH
MODIFY FILTER
Map Status
Lon:
Area: 39 km2
Lat:
Scale: 1:77,778
EUROPE
Indian Ocean
SUBMIT
Email an order inquiry to Customer Service.


Select | Browse Image | Catalog Id | Imaging Bands | Spacecraft | Acquisition Date | Total Max Off Nadir Angle | Area Max Off Nadir Angle | Area Min Sun Elevation | Area Max GSD | Total Cloud Cover Pct | Area Cloud Cover Pct | MS Aggr
1 View | 1040010003B86800 | Pan-MS1-MS2 | WV03 | 2014/10/26 | 16.03° | 16.02° | 48.09° | 0.33 m | 0% | 0% | N/A
EAST
SOUTH
Acquisition Date: 1/1/14 - 7/31/15
Off Nadir Angle: 0.0 - 25.0 degrees
Cloud Cover: 0 - 20 %
SEARCH
MODIFY FILTER
Map Status
Lon: 54.9841
Area: 49 km2
Lat: 25.9188
Scale: 1:81,143
EUROPE
Indian Ocean
SUBMIT
Email an order inquiry to Customer Service.



شکل ۰-۴۸. محدوده تصاویر بزرگ مقیاس خریداری شده برای هر چهار جزیره

۲-۹-۲ داده‌های پوشش بستر

جمع‌آوری داده‌های میدانی در این پروژه به دو منظور انجام گرفت. تعدادی از نقاط برای معرفی به الگوریتم طبقه‌بندی به منظور آموزش مدل و دسته‌ای دیگر برای ارزیابی مدل مورد استفاده قرار گرفتند. همچنین در برداشت داده‌های بستر نیز دو روش مورد استفاده قرار گرفتند. در روش اول با انتخاب تعدادی از نقاط در سطح منطقه و غوص در آن نقاط اطلاعات لازم در آن نقاط برداشت و در جدول مورد نظر ثبت گردید. در هرکدام از نقاط نمونه‌برداری، کلاس بستر در ۷ سطح اشاره شده در چارچوب طبقه‌بندی، به همراه تعدادی از پارامترهای جانبی نظیر عمق، دما، ساعت و غیره برداشت شد. ضمن ثبت موقعیت هر نقطه با جی پی اس دستی، حتی المقدور سعی گردید که در هر نقطه عکس و فیلم از پوشش بستر برای مستندسازی[۳۴] و تفسیرهای بصری بعدی تهیه گردد. نمونه فرم برداشتی در هر نقطه در جدول ۲-۷ آمده است.

---

[34] Documentation

جدول ۷-۰: نمونه اطلاعات برداشت شده توسط غواص برای هر نقطه

Zone	Major_Geo_struct	Minor_Geo_struct	Bio_Maj_Cover	P_Hardbottom	P_Maj Cover	P_Coral Cover
10. Land 11. Lagoon 12. Reef Flat 13. Back Reef 14. Reef Crest 15. Fore Reef 16. Bank/Shelf 17. Bank/Shelf-Escarpment 18. Dredged 19. Unknown	1. Coral Reef & Hardbottom 2. Unconsolidated Sediment 3. Other Delineations 4. Unknown	10. Rock/ Boulder 11. Aggregate Reef 12. Individual Patch Reef 13. Aggregated Patch Reefs 14. Spur & Groove 15. Pavement 16. Pavement with Sand Channels 17. Reef Rubble 18. Rhodoliths 19. Sand 20. Mud 21. Sand with Scattered Coral and Rock 22. Land 23. Unknown	1. Algae 2. Seagrass 3. Live Coral 4. Dead Coral 5. Mangrove 6. Coralline Algae 7. No Cover 8. Unclassified 9. Unknown	1. 0%-<10% 2. 10%-<30% 3. 30%-<50% 4. 50%-<70% 5. 70%-<90% 6. 90%-<100% 7. Unknown 8. N/A	1. 10%-<50% 2. 50%-<90% 3. 90%-<100% 4. Unknown 5. N/A	1. 0%-<10% 2. 10%-<50% 3. 50%-<90% 4. 90%-<100% 5. Unknown 6. N/A

No	Zone	Major_Geo_struct	Minor_Geo_struct	Bio_Maj_Cover	P_Hardbottom	P_Maj Cover	P_Coral	Photo	Depth
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									

Zone	Major_Geo_struct	Minor_Geo_struct	Bio_Maj_Cover	P_Hardbottom	P_Maj Cover	P_Coral Cover

روش نمونه‌برداری فوق‌الذکر با وجود دقیق بودن بسیار وقتگیر است. به همین دلیل روش دیگری که قبلا در کارهایی نظیر (Roelfsema and Phinn, 2009) تست شده است و بر مبنای Manta tow می‌باشد، در بیشتر نقاط مورد استفاده قرار گرفت. نحوه‌ی برداشت در این روش به این صورت بود که برخلاف روش‌های سنتی برداشت که با پهن کردن نوار در بستر، غواص اقدام به ثبت دستی گونه‌های قرارگرفته در امتداد نوار می‌نمود، در این روش، غواص با غواصی در امتداد نوار به عکس‌برداری از پوشش بستر در فواصل زمانی معین می‌پردازد. در مرحله‌ی بعد، تفسیر عکس‌ها، درصد پوشش هر گونه را در عکس و سپس در منطقه‌ی نمونه‌برداری مشخص می‌کند. این روش نمونه‌برداری مستلزم تعیین همزمان موقعیت غواص حین عکس‌برداری برای اطلاع از مکان هر عکس می‌باشد. این کار با استفاده از GPS دستی انجام گرفت. به این صورت که با همزمان کردن ساعت دوربین و ساعت GPS در حد ثانیه، و قرار دادن GPS در یک کیسه‌ی ضد آب بر روی سطح آب و متصل کردن آن با یک نوار به غواص به گونه‌ای که حتی‌المقدور GPS در بالای سر غواص و دوربین در حین عکس‌برداری قرار گیرد، این تعیین موقعیت انجام شد. شکل۲-۴۹ مراحلی از عملیات میدانی را نشان می‌دهد.

شکل ۰-۴۹. عکس‌های گرفته شده از نحوه برداشت داده‌های میدانی در روش Manta Tow

بدین ترتیب در هر موقعیت که عکس اخذ شده باشد، می‌توان موقعیت آن را از GPS استخراج کرد. در زمان نمونه‌برداری، GPS دستی در حالت ردیابی[35] و با نرخ[36] ۱ ثانیه قرار داده شد. در روند عکس‌برداری از پوشش بستر سعی گردید که عکس‌ها تا حد امکان با فاصله‌ی منظم ۴-۲ متری اخذ شوند. همچنین سعی گردید که حتی‌المقدور عکس‌ها در یک ارتفاع از بستر گرفته شوند تا مساحت نمونه‌های به دست آمده، برابر باشد. هر چند که این امر به دلیل شرایط موجود در عملیات غواصی به صورت کامل قابل تحقق نبود. این روش غواصی و نمونه‌برداری به دلیل مزایایی نظیر سرعت بالا در جمع‌آوری نمونه‌ها، هزینه‌ی پایین‌تر و دقت بیشتر در تعیین موقعیت نمونه‌ها در مقایسه با سایر روش‌های غواصی و نمونه-برداری انتخاب گردید. هر عکس در واقع یک نمونه‌ی برداشت‌شده با موقعیت معلوم می‌باشد. شکل ۵۰ تعدادی از عکس‌های گرفته‌شده از بستر صخره‌های مرجانی در حین عملیات برداشت داده به روش Manta tow را نشان می‌دهد.

شکل ۲-۵۰. تعدادی از عکس‌های اخذشده در جزایر در حین برداشت داده میدانی

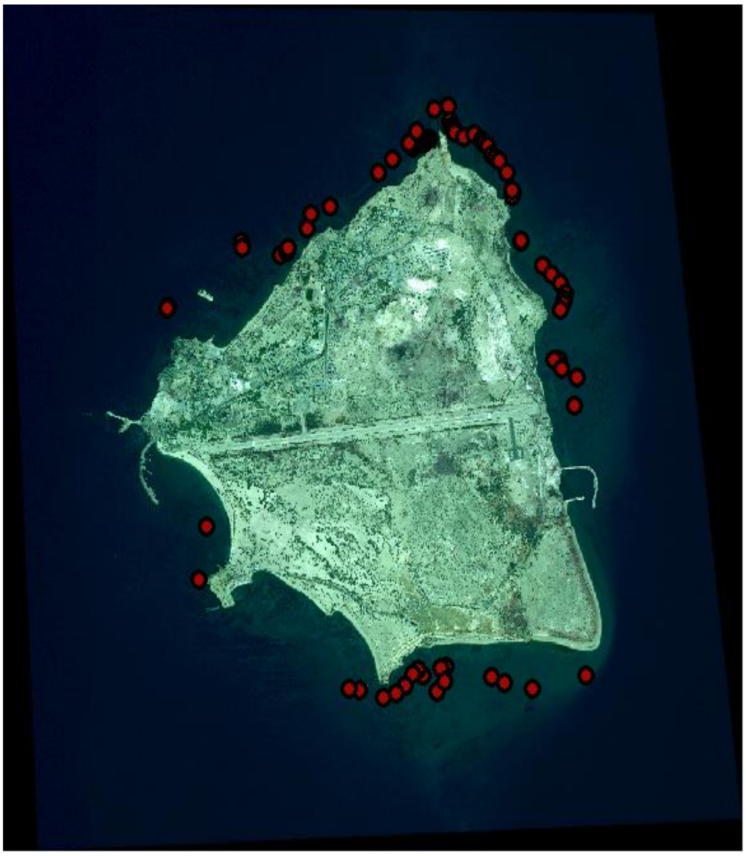
۱-۲-۹-۲ پردازش عکس‌ها

پس از برداشت زمینی داده‌ها که در قالب عکس‌برداری انجام گرفت، بایستی عکس‌ها بر اساس درصد پوشش گونه‌های موجود، طبقه‌بندی شوند. از طرف دیگر باید عکس‌ها به موقعیت‌های ثبت‌شده برای آن‌ها توسط GPS، متصل شوند. برای این کار پس از تخلیه‌ی اطلاعات GPS دستی، با استفاده از نرم‌افزار

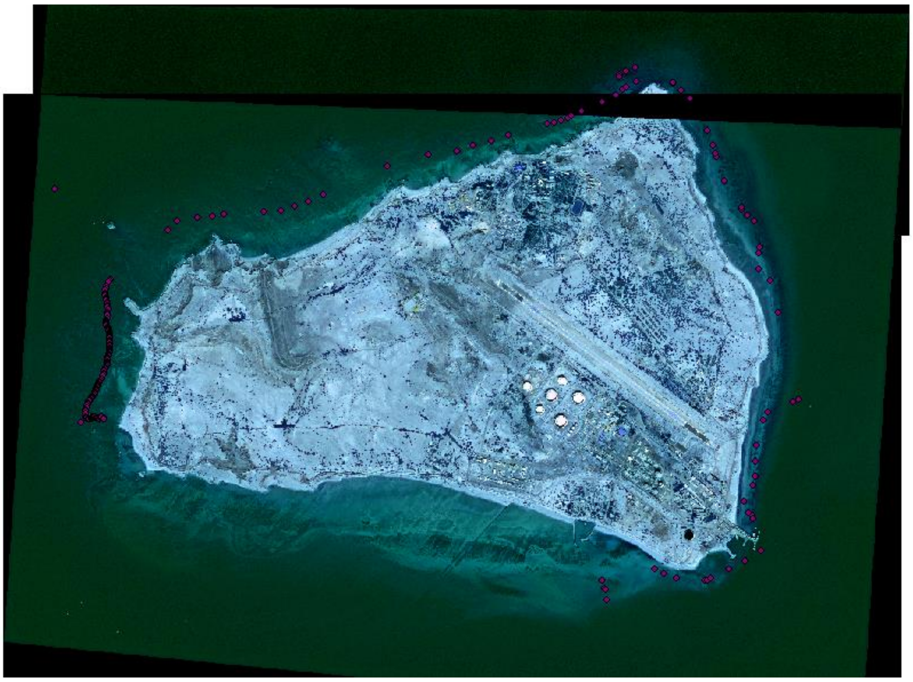
[35] Tracking

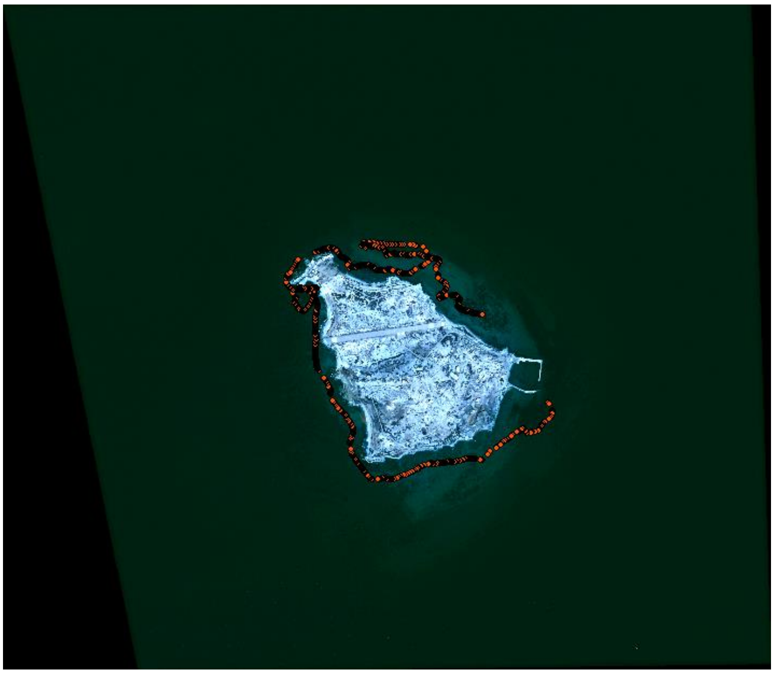
[36] Rate

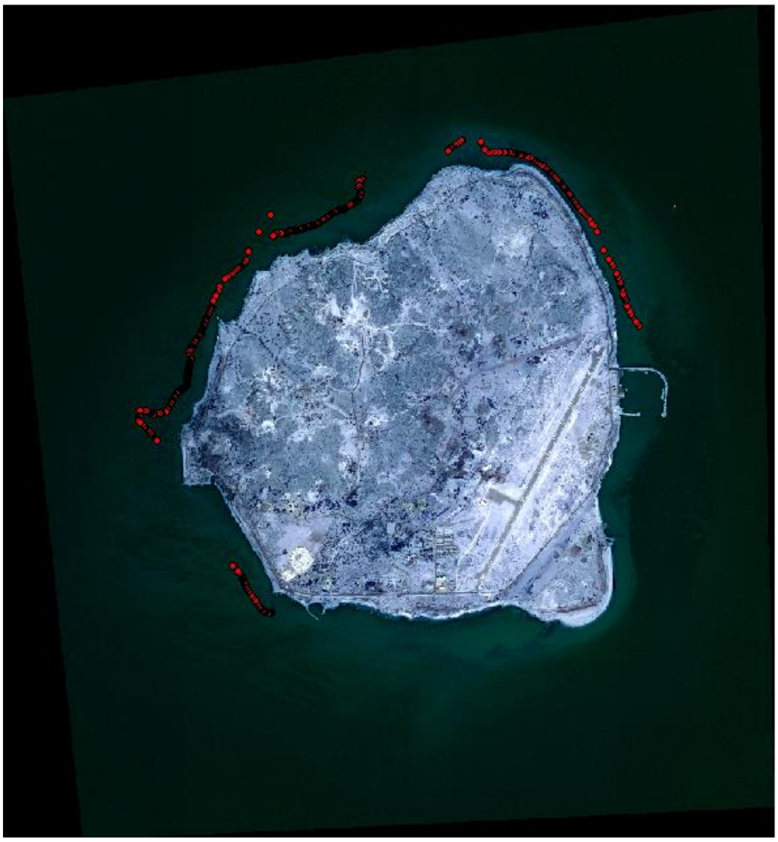
GPS Photo Link و فراخوانی عکس‌ها و مسیرهای برداشتی در محیط آن، هر عکس به مختصات مربوطه متصل[37] شد. خروجی این نرم‌افزار علاوه بر عکس‌های مختصات‌دار، یک فایل KML نیز می‌باشد که با استفاده از آن می‌توان هر عکس را در موقعیت مربوطه در محیط نرم‌افزار Google Earth مشاهده نمود. شکل ۲-۵۱ موقعیت نقاط برداشت داده میدانی را در اطراف چهار جزیره نشان میدهد.



[37] Link

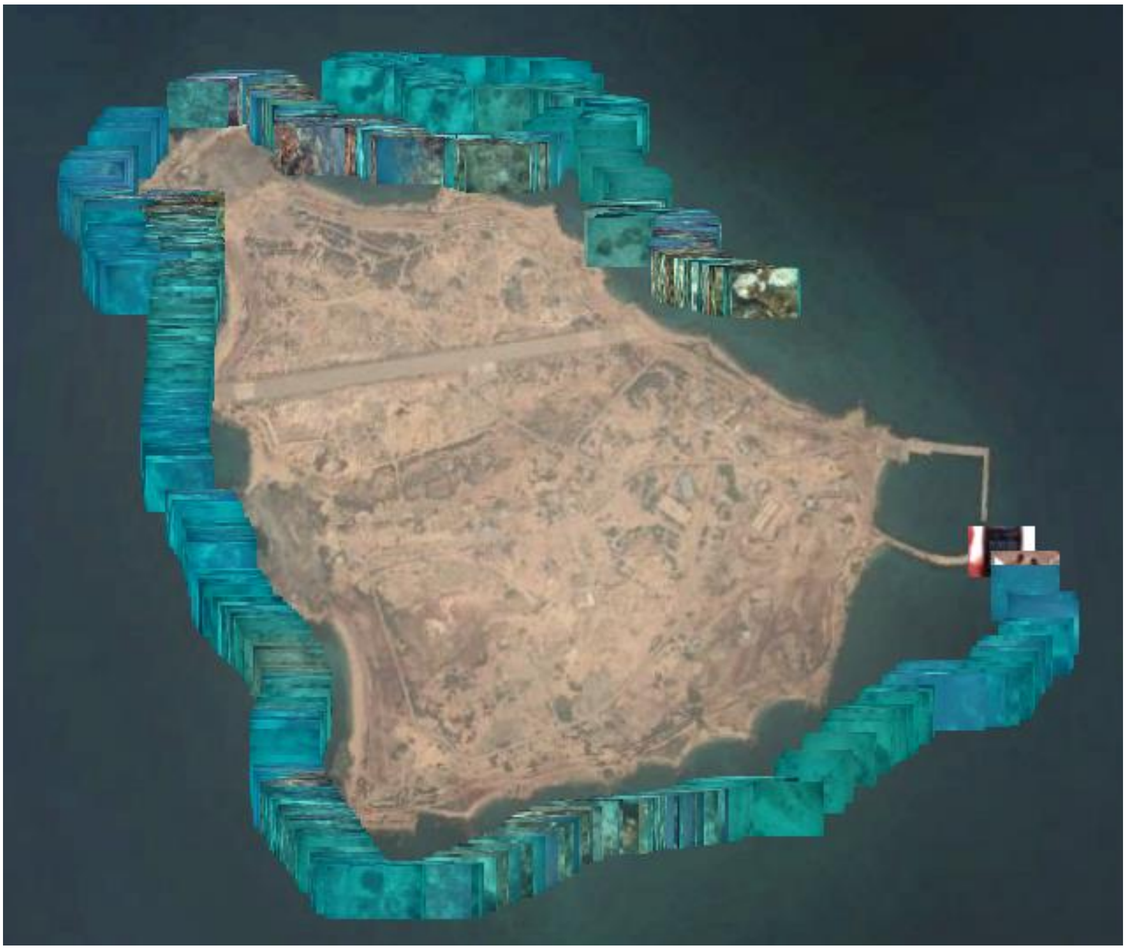






شکل ۲-۵۱. موقعیت نقاط برداشت داده میدانی در اطراف چهار جزیره

همچنین شکل ۲-۵۲ عکس‌های برداشتی در روش مانتاتاو را همراه با موقعیت هر عکس در محیط نرم افزار Google Earth نمایش میدهد. لازم به ذکر است که این شکل فقط مربوط به برداشت داده میدانی به روش مانتاتاو می‌باشد و شامل نقاطی که به صورت غوص و ثبت دستی برداشت شده‌اند نمی‌شود.



شکل ۲-۵۲. عکس‌های برداشتی در روش مانتاتاو در محیط نرم افزار Google Earth

در ادامه همان طور که گفته شد در مرحله‌ی بعد، پوشش گونه‌های موجود در هر عکس، به عنوان نمونه‌های برداشت‌شده استخراج گردید. برای این کار از تفسیر بصری عکس‌های برداشتی استفاده شد.

۲-۱۰ پیش‌پردازش تصاویر

این بخش از گزارش به پیش‌پردازش‌های انجام‌گرفته بر روی تصاویر تا مرحله‌ی آماده شدن برای انجام طبقه‌بندی اختصاص دارد. مبانی تئوری این پیش‌پردازش‌ها مفصل است و با جزئیات در (چگونیان و همکاران، ۱۳۹۳) بیان گردیده است و در این گزارش تنها به روند اجرایی هر یک از پردازش‌ها اشاره خواهد شد. لازم به ذکر است که برای هرچه کمتر شدن حجم محاسبات و حذف داده‌های غیرضروری، در ابتدا زیر تصویرهایی از مناطق مورد مطالعه در باندهای مناسب که قدرت نفوذ در آب را دارند، یعنی

باندهای ۱ و۲ و۳ و ۴ و ۵ (ساحلی[38]، آبی، سبز، زرد و قرمز) انتخاب شدند. همچنین باند ۶ (Red Edge) نیز به دلیل کاربرد در پیش‌پردازش‌ها انتخاب گردید.

۲-۱۰-۱ تصحیح هندسی

به دلیل اینکه تصاویر بزرگ مقیاس استفاده شده در این تحقیق از دقت زمین مرجع بالایی نسبت به داده های زمینی برداشت شده با جی پی اس دستی برخوردار بودند، در این پروژه نیازی به زمین مرجع سازی تصاویر و یا تصحیح هندسی تصاویر وجود نداشت.

۲-۱۰-۲ حذف عوارض خشکی، ابر و سایه ابر

از آنجا که در ادامه‌ی این تحقیق برای پیاده‌سازی الگوریتم‌ها نیازی به بخش‌های خشکی در تصاویر نیست و حضور آن‌ها علاوه بر افزایش محاسبات، الگوریتم‌ها را پیچیده‌تر و نتایج را دستخوش تغیر می‌نماید، قبل از انجام طبقه‌بندی، اقدام به ماسک مناطق خشکی از تصویر می‌نماییم. این کار در همه‌ی تصاویر و با استفاده از آستانه گذاری بر روی باند مادون قرمز نزدیک انجام شد. به دلیل عدم وجود ابر و سایه ابر در تصاویر خریداری شده نیازی به کشف و حذف این عوارض نبود.

۲-۱۰-۳ پیاده‌سازی تصحیح عمق

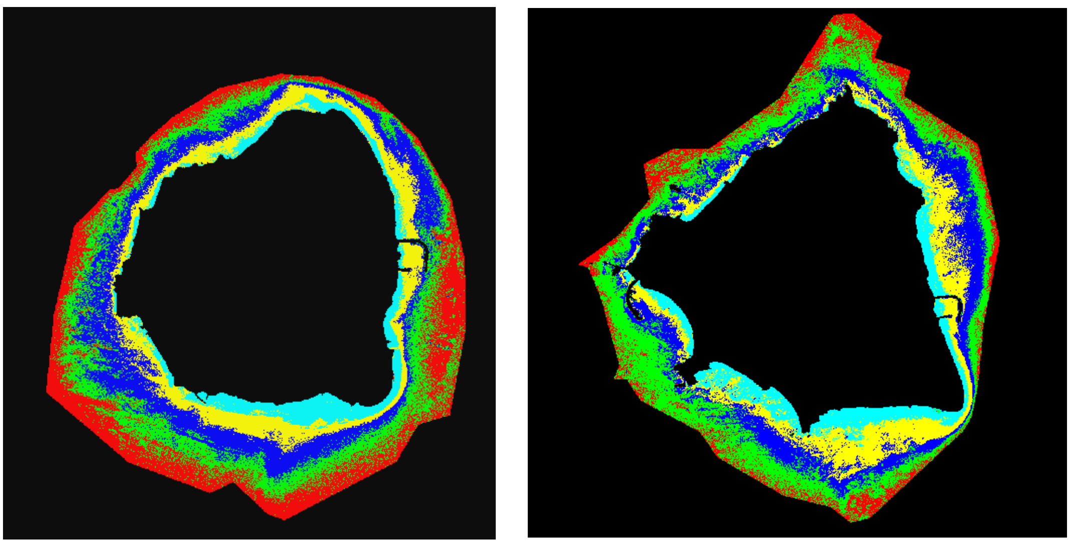
تصحیح عمق در این پروژه به روش (Lyzenga, 1981) انجام گرفت. در این تصحیح برای به دست آوردن نسبت ضرایب تضعیف در دو باند که در واقع همان شیب نمودار مقادیر دو باند می‌باشد، باید ابتدا یک منطقه از ساحل که پوشش بستر آن تنها از یک کلاس مثلاً ماسه است، به الگوریتم معرفی شود. شناسایی چنین منطقه‌ای با استفاده از عکس‌های برداشت‌شده از پوشش بستر و تشخیص یک منطقه

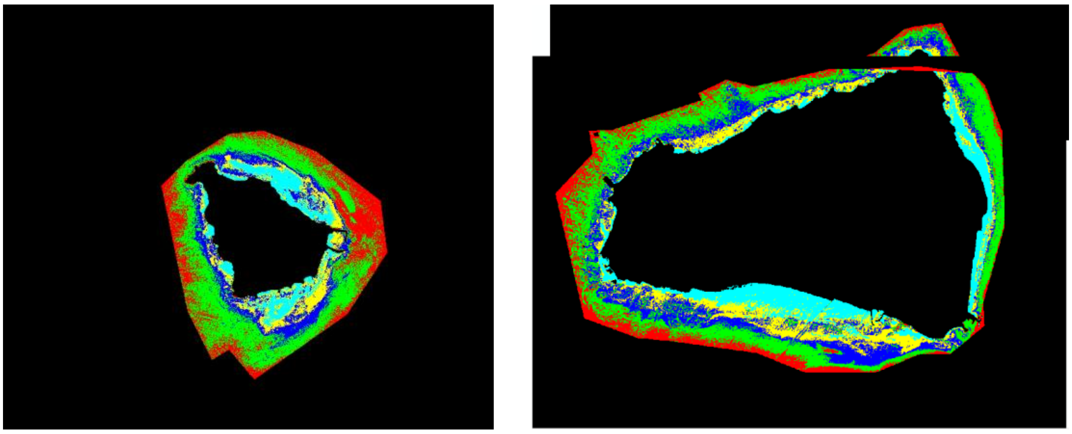
[38] Coastal

شامل تعدادی پیکسل با پوشش خالص ماسه در هر منطقه انجام شد. از این مرحله به بعد مقادیر شاخص مستقل از عمق که به تعداد ترکیب‌های دوتایی از تعداد باندها یعنی ۱۰ عدد می‌باشد جایگزین مقادیر ۵ باند اصلی در ادامه‌ی تحقیق شد.

۲-۱۱ طبقه‌بندی اتوماتیک و تولید تصاویر طبقه‌بندی شده

این بخش از پروژه به پیاده‌سازی الگوریتم طبقه‌بندی بر روی تصاویر اختصاص دارد. مبانی تئوری این الگوریتم‌ها در (چگونیان و همکاران، ۱۳۹۳) آمده است و آنچه در این بخش خواهد آمد صرفاً نتایج خام طبقه‌بندی اتوماتیک به روش ماشین بردار پشتیبان (SVM) است که در نهایت با استفاده از تفسیر بصری تک تک تصاویر بهبود داده شده است. نکته قابل ذکر اینکه دلیل استفاده از روش طبقه‌بندی SVM عملکرد مطلوب آن در مقایسه با سایر روشهای متداول نظیر بیشترین احتمال (MLC) می باشد که در کارهایی نظیر (Chegoonian et al., 2017) اثبات شده است. در شکل ۲-۵۳ نتایج طبقه‌بندی اولیه بر روی تصاویر چهار جزیره آمده است. نکته قابل توجه اینکه این خروجی اولیه است و در مرحله بعد با نتایج تفسیر بصری تصاویر تلفیق می‌شود.





شکل ۲-۵۳. خروجی اولیه طبقه‌بندی اتوماتیک تصاویر چهار جزیره

۲-۱۲ ارزیابی نتایج

نتایج طبقه‌بندی با استفاده از تشکیل ماتریس ابهام بر روی داده‌های تست و بررسی پارامترهای حاصل از این ماتریس از جمله دقت کل، دقت تولیدکننده و دقت هر کلاس ارزیابی گردید. به دلیل عدم تناسب میان داده‌های تست موجود از کلاس‌های مختلف، پارامتر دقت کل به سمت کلاس با تعداد داده‌های بیشتر میل می‌کند و به همین دلیل پارامتر دقت متوسط[۳۹] که تأثیر کمتری از این مسئله دارد نیز محاسبه شد. همچنین ضریب کاپا که بیانگر دقت طبقه‌بندی فارغ از تأثیر طبقه‌بندی تصادفی می‌باشد نیز محاسبه گردید. پس از محاسبه پارامتر دقت برای هر کلاس، چنانچه دقت تمام کلاس‌ها از دقت مورد انتظار (٪۸۰) بالاتر باشد، نتایج طبقه‌بندی قبول و وارد فاز بعد یعنی تولید نقشه نهایی می‌شویم. در غیر این صورت نتایج طبقه‌بندی رد می‌گردد و با تغییر در الگوریتم طبقه‌بندی، مجدد پیاده می‌گردد.

[39] Average accuracy

۲-۱۳ تفسیر بصری و تولید نقشه‌های نهایی

در این مرحله تصاویر طبقه‌بندی شده با الگوریتم اتوماتیک مورد بازبینی مفسر قرار می‌گیرند تا نویز و خطاهای احتمالی در فرآیند طبقه‌بندی کاهش یابد. این کار با استفاده از مطابقت همزمان تصویر طبقه‌بندی شده با تصویر اصلی در ترکیب رنگی واقعی انجام می‌گیرد. این فرآیند با توجه به دقت‌های به دست آمده برای هر کلاس انجام می‌گیرد و ویرایش بیشتر بر روی کلاس‌های با دقت پایین‌تر انجام گرفت. مزایای ویرایش پس از طبقه‌بندی در تحقیقاتی نظیر (Mumby et al., 1998) اثبات شده است. با توجه به قابلیت‌های فراوانی که امروزه محیط‌های GIS برای تولید نقشه و آنالیزهای مکانی در اختیار قرار می‌دهند، تهیه نقشه‌های نهایی در محیط نرم افزار ArcGIS 10 و با استفاده از جعبه ابزار[40] Habitat Digitizer Extension انجام شد. این جعبه ابزار قابلیت تعریف و شناسایی ویژگی‌های سلسله مراتبی را در قالب کلاس‌های مختلف فراهم می‌کند و امکان ترسیم محدوده‌ی این کلاس‌ها را با ابزارهای ترسیمی نرم‌افزار ArcGIS فراهم می‌نماید. برای شروع فرآیند ترسیم چندین پارامتر باید تعیین شوند که از بین آنها می‌توان به مقیاس رقومی‌سازی[41] و کمترین واحد نگاشت اشاره کرد. برای ترسیم مقیاس ۱:۴۰۰۰ برای بزرگنمایی در حین دیجیتایز کردن انتخاب شد. برای شناسایی مرزها به اپراتور اجازه‌ی تغییر میزان بزرگنمایی داده شد، در حالیکه برای رقومی سازی الزاماً باید به مقیاس ۱:۴۰۰۰ برگردانده شود. این مقدار مقیاس رقومی‌سازی با توجه به تحقیقاتی نظیر (Bauer and Kendall, 2010; Kendall et al., 2001) انتخاب گردید. کمترین واحد نگاشت در نقشه های ترسیمی ۱۰۰۰ متر مربع در نظر گرفته شد که با توجه به قدرت تفکیک تصاویر ماهواره‌ای و مقیاس مورد نیاز تعیین شد و با مقدار در نظر گرفته شده در (Bauer and Kendall, 2010) مطابقت دارد. در واقع کوچکترین پلیگون ترسیمی در نقشه‌ی تولیدی حداقل ۱۰۰۰ متر مربع مساحت خواهد داشت. در فرآیند تفسیر بصری برای شناسایی

[40] Toolbox

[41] Digitizing Scale

بهتر عارضه‌ها از مواردی نظیر بافت، اطلاعات همسایگی و تکنیک‌های پردازش تصاویر نظیر افزایش کنتراست و غیره استفاده گردید.

فصل سوم

نتایج

۳-نتایج

۳-۱ نتایج بخش تعیین سلامت

۳-۱-۱ جزیره ابوموسی

طبق بررسی های اولیه حاصل از انجام روش مانتاتو دریافت شد که تمرکز مرجان‌های جزیره زیبای ابوموسی در بخش شمالی و شمال غربی این جزیره می باشد. از این رو در بهترین بخش های این مناطق از لحاظ پوشش مرجانی، چهار سایت با مشخصات زیر انتخاب شد و سلامت مرجان‌ها و تنوع و تراکم ماهیان در آنها بررسی گردید (شکل۳-۱). این سایت ها به نحوی انتخاب شده اند که معرف وضعیت سلامت مرجانهای کل جزیره باشند. مختصات جغرافیایی سایت های مرجانی مشخص شده در جدول-۳-۱ ارائه شده است. اسم A.M.I. که مخفف Abu Musa Island هست جهت نام گذاری سایت ها انتخاب شده است. ویژگی تمامی سایت ها به صورت جداگانه در توضیح هریک آورده شده است.

شکل۳-۱. محل گسترش آبسنگ های مرجانی در جزیره ابوموسی.

جدول۳-۱. موقعیت سایت های مرجانی شناسایی شده در جزیره ابوموسی.

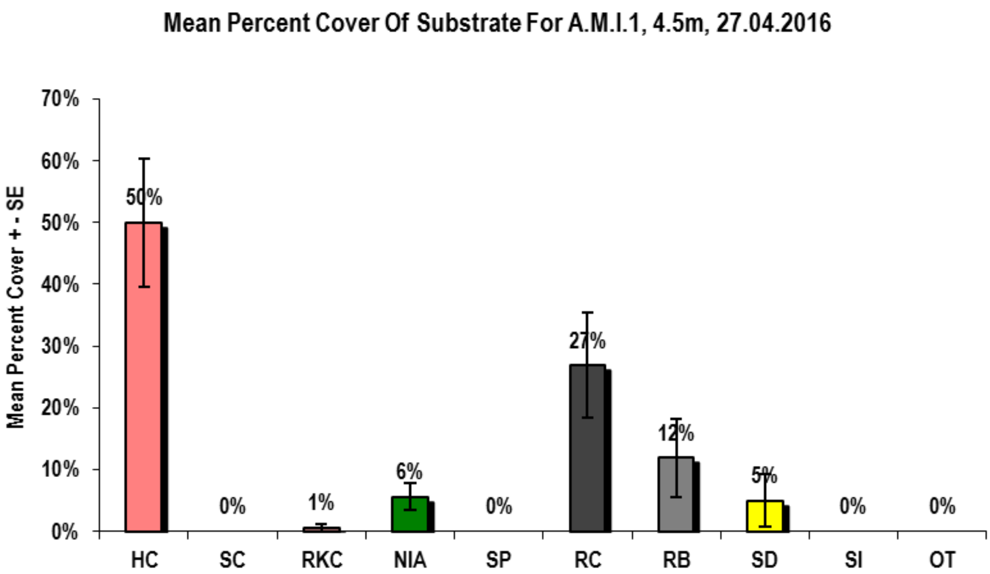
*	نام ایستگاه	عرض	طول
1	A.M.I.1	25°52'31.36"N	55° 0'28.67"E
2	A.M.I.2	25°53'26.25"N	55° 1'7.75"E
3	A.M.I.3	25°53'35.01"N	55° 1'33.20"E
4	A.M.I.4	25°52'7.63"N	55° 0'56.78"E

۳-۱-۱-۱. سایت ۱ (A.M.I.1)

این سایت در غرب جزیره ابوموسی به مختصات دقیق 25°52'31.36"N، 55° 0'28.67"E قرار دارد (شکل۳-۲). فاصله آن از ساحل حدود ۲۰۰ متر بوده و عمق آن ۴/۵ متر می باشد. ترانسکت بررسی سلامت آبزیان در این سایت در جهت شمال شرقی–جنوب غربی قرار داده شده است. بر اساس مطالعات این سایت به عنوان بهترین سایت مرجانی جزیره شناخته شد.

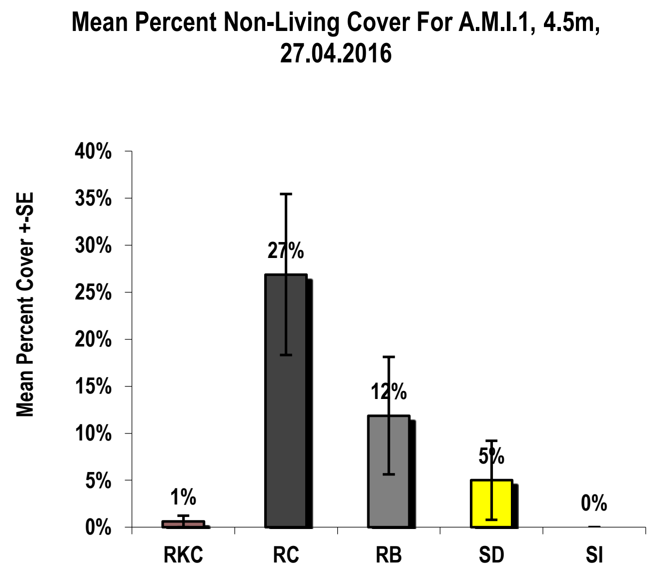
شکل۳-۲. جزیره ابوموسی، موقعیت سایت ۱.

این سایت به واسطه نزدیکی به اسکله ابوموسی گاهاً تحت تاثیرات منفی حاصل از تردد و تخریب قرار گرفته است. سایت مورد نظر از همه لحاظ از قبیل لنگراندازی شناور های مختلف، غواصی و صیادی صنعتی مورد حفاظت قرار می گیرد، اما گاهاً جهت شنا و ماهی گیری تفریحی توسط ساکنین جزیره مورد استفاده قرار می گیرد.

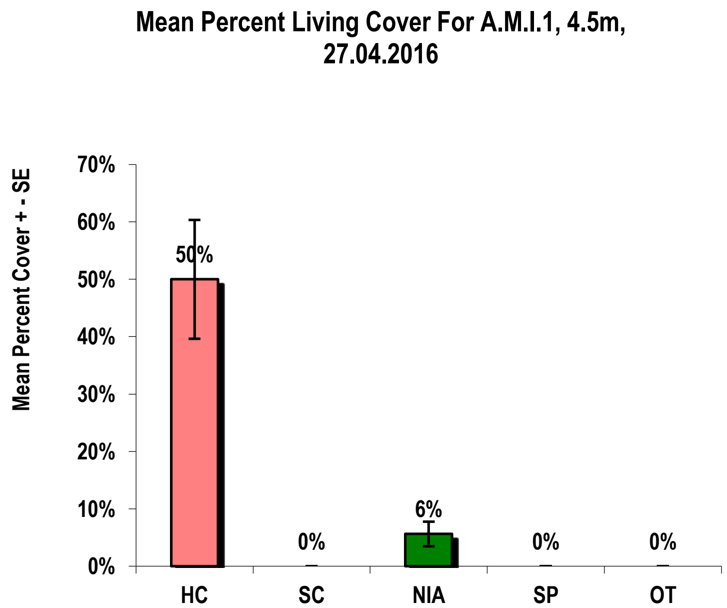


شکل ۳-۳. میانگین درصد پوشش بستر مرجانی در سایت شماره ۱.

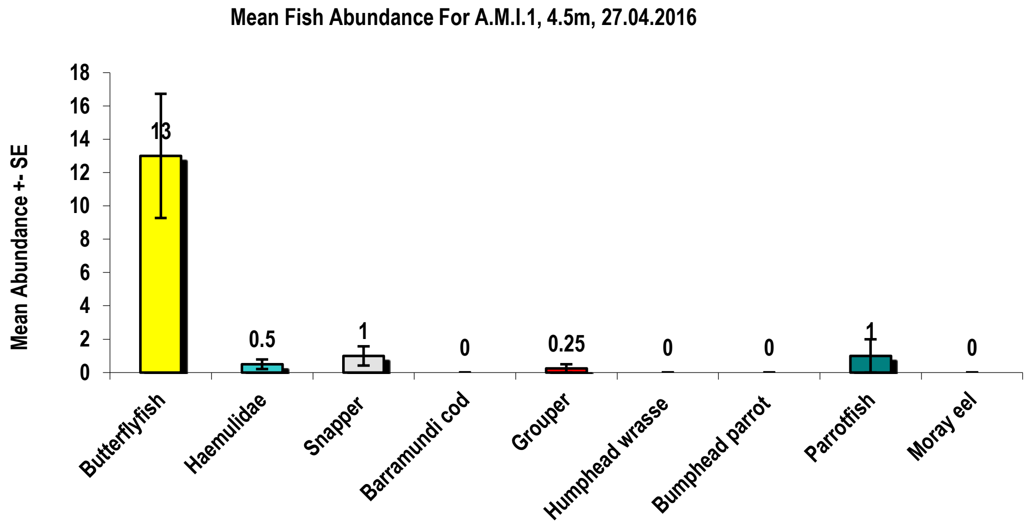
بر اساس نتایج مطالعه بستر مشخص شد که در سایت شماره ۱، غالبیت بستر غیرزنده صخره ای بوده و نیمی از پوشش بستر با مرجان‌های زنده می باشد. به جز مرجان‌های زنده، جلبک های شاخص نوترینت نیز بخش کوچکی از بستر زنده را شامل می شوند. میزان ۵۰٪ مرجان‌های زنده نشانگر وضعیت نسبتاً خوب این سایت می باشد (شکل های ۳-۳، ۳-۴ و ۳-۵).



شکل ۳-۴. میانگین درصد پوشش غیرزنده بستر مرجانی در سایت شماره ۱.



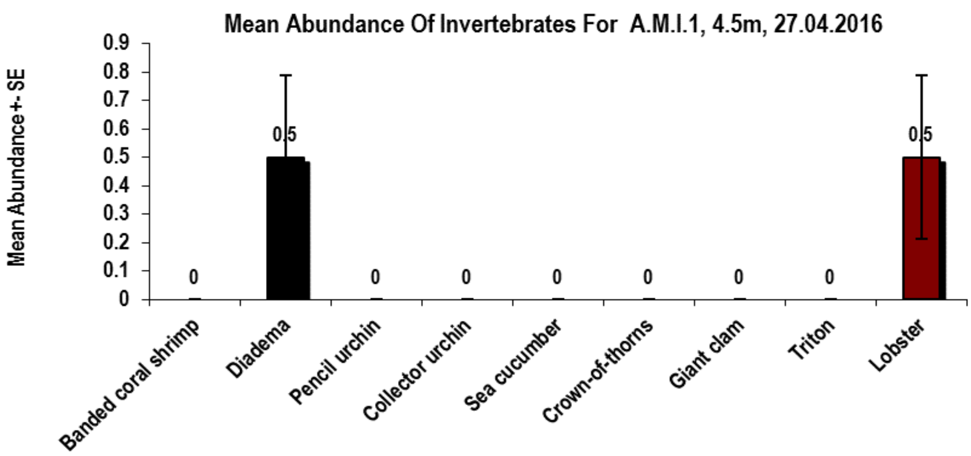
شکل ۳-۵. میانگین درصد پوشش زنده بستر مرجانی در سایت شماره ۱.



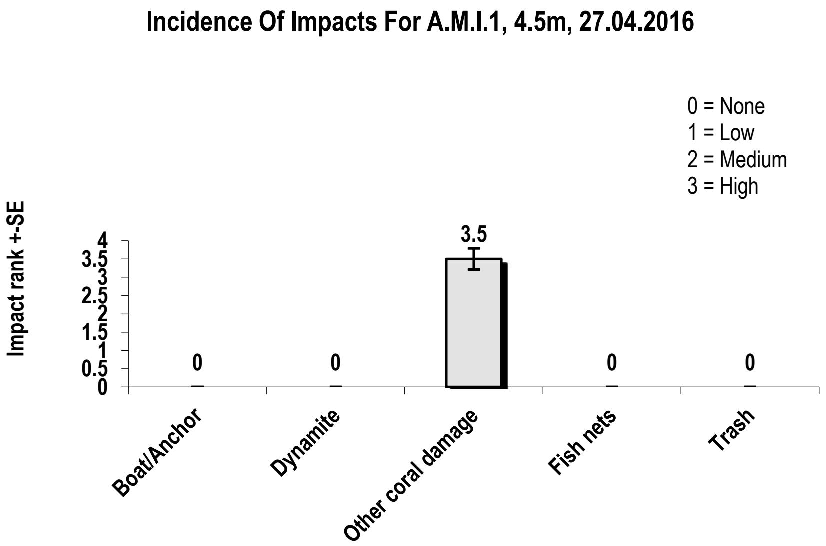
شکل ۳-۶. میانگین فراوانی ماهیان در اطراف آبسنگ های مرجانی جزیره ابوموسی در سایت شماره۱.

از میان ماهیان شاخص در این سایت، پروانه ماهیان بیشترین فراوانی و هامور ماهیان کمترین فراوانی را به خود اختصـاص داده اند. پروانه ماهیان شـامل دو گونه پروانه ماهی طلایی و پروانه ماهی قهوه ای بودند (شکل ۳-۶).

فراوانی بی مهرگان شاخص در این سایت شامل توتیاهای خانواده دیادما و لابستر که هر دو به میزان مساوی فراوانی داشتند. دیگر بی مهرگان شاخص در این سایت مشاهده نشدند (شکل ۳-۷).

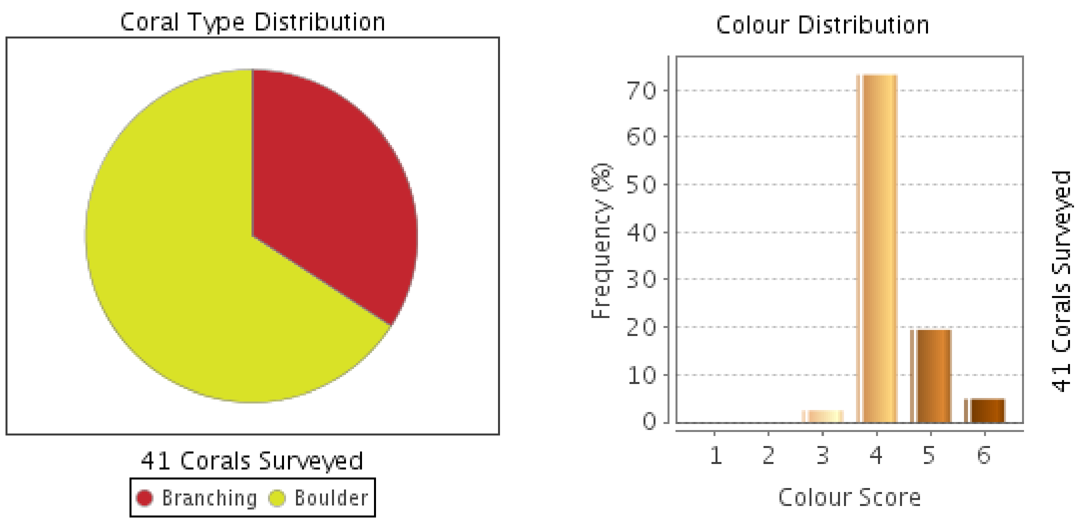


شکل ۳-۷. میانگین فراوانی بی مهرگان در اطراف آبسنگ های مرجانی جزیره ابوموسی در سایت شماره ۱.



شکل ۳-۸. میزان اثرات منفی در اطراف آبسنگ های مرجانی جزیره ابوموسی در سایت شماره ۱.

از آسیب ها و اثرات منفی در این سایت می توان به آسیب خورد شدگی مرجانها بر اثر طوفان و امواج شدید بستر اشاره کرد که جزء دسته بندی دیگر آسیب های مرجانی قرار می گیرد و طبق شاخص نیز میزان آسیب زیاد می باشد (شکل ۳-۸).



شکل ۳-۹. نتایج بررسی سفید شدگی آبسنگ های مرجانی جزیره ابوموسی در سایت شماره ۱.

با استفاده از روش کرال واچ جهت بررسی وضعیت سفید شدگی در این سایت در عمق ۵ متری و دمای ۳۰ درجه سانتی گراد و آسمان نیمه ابری شاخص رنگ مرجان‌ها در سمت راست نمودار ارتفاع زیادی داشت که نشانه این است که وضعیت مرجان‌ها از لحاظ سفید شدگی نسبتاً خوب است. غالبیت این سایت را مرجان‌های توده ای تشکیل می دادند (شکل۳-۹).

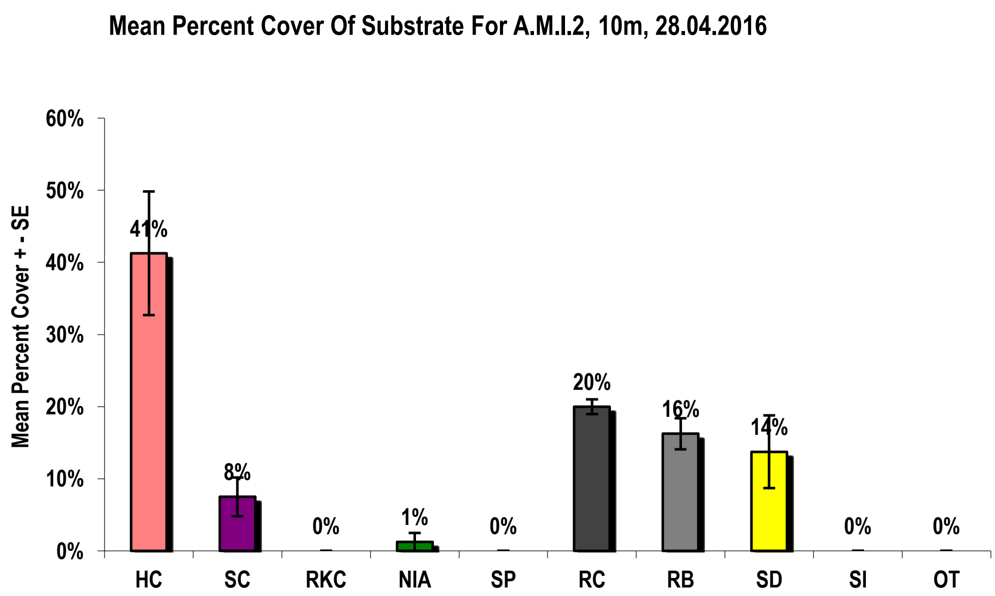
۲-۱-۱-۳ سایت ۲ (A.M.I.2)

این سایت در شمال غرب جزیره ابوموسی به مختصات دقیق 25°53'26.25"N، 55° 1'7.75"E قرار دارد (شکل۳-۱۰). فاصله آن از ساحل حدود ۶۰۰ متر بوده و عمق آن ۱۰ متر می باشد. ترانسکت بررسی سلامت آبزیان در این سایت در جهت شمال شرقی–جنوب غربی قرار داده شده است. این سایت به دلیل تفاوت تنوع و محل انتخاب شده است.

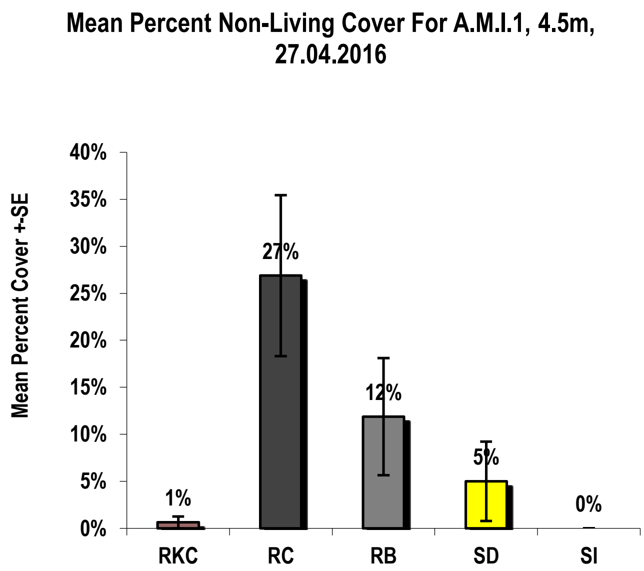
شکل ۳-۱۰. جزیره ابوموسی، موقعیت سایت ۲.

به واسطه اینکه این سایت در محل محافظت شده ای از لحاظ وزش باد و امواج نمی باشد، ممکن است از این طریق مورد تخریب قرار گیرد. سایت مورد نظر از همه لحاظ از قبیل لنگر اندازی شناور های مختلف، غواصی و صیادی صنعتی مورد حفاظت قرار می گیرد، اما گاهاً جهت شنا و ماهی گیری تفریحی توسط ساکنین جزیره مورد استفاده قرار می گیرد.

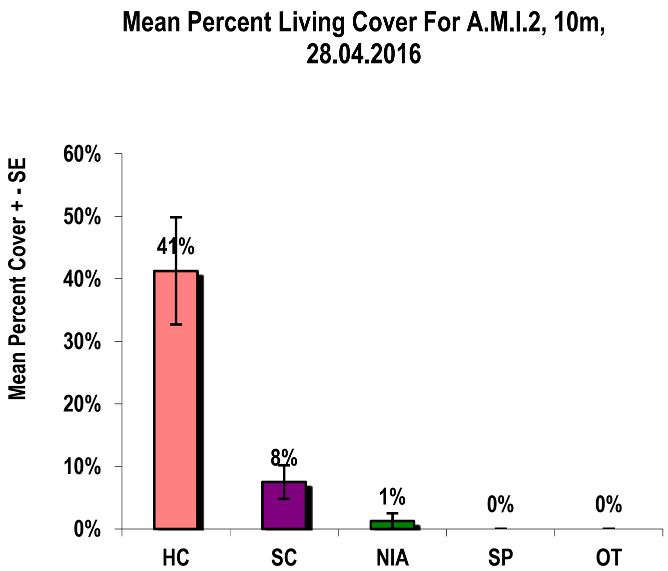
پوشش بستر در این سایت نشانگر این است که بستر غیر زنده تقریباً به طور مساوی صخره ای و شنی می باشد (شکل۳-۱۱). میزان خرده مرجان (Ruble) نیز به طور قابل توجهی بالا می باشد. کمتر از نیمی از بستر با مرجان‌های سخت زنده پوشیده و نیز مرجان‌های نرم زنده و جلبک های شاخص نوترینت نیز بخشی از بستر زنده را شامل می شوند. با توجه به میزان پوشش زنده این سایت در وضعیت نسبتاً خوب از لحاظ سلامت به حساب می آید (۴۹٪ پوشش مرجان‌های زنده) (شکل های ۳-۱۱، ۳-۱۲، ۳-۱۳ و ۳-۱۴).



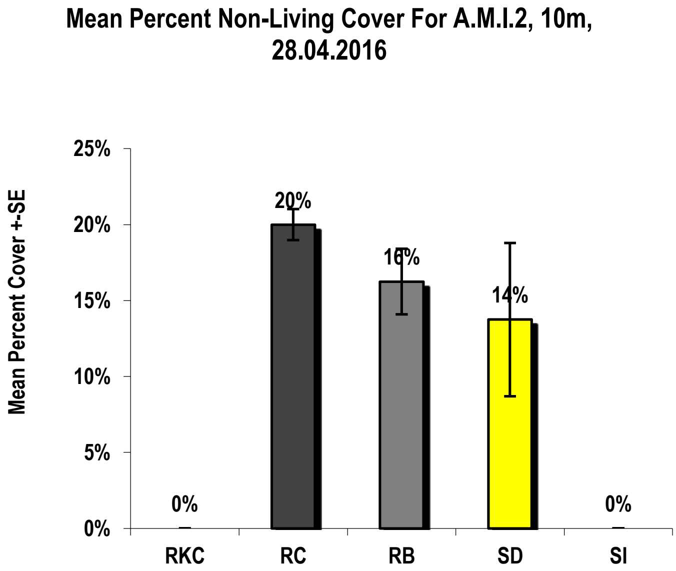
شکل ۳-۱۱. میانگین درصد پوشش بستر مرجانی در سایت شماره ۲.



شکل ۳-۱۲. میانگین درصد پوشش غیر زنده بستر مرجانی در سایت شماره ۲ در عمق ۴/۵متر.

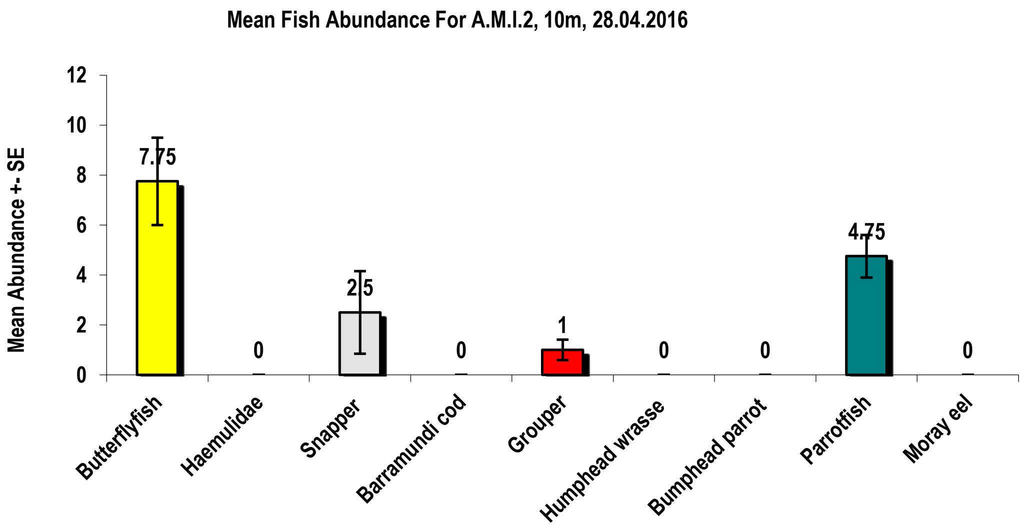


شکل ۳-۱۳. میانگین درصد پوشش زنده بستر مرجانی در سایت شماره ۲ در عمق ۱۰ متر.

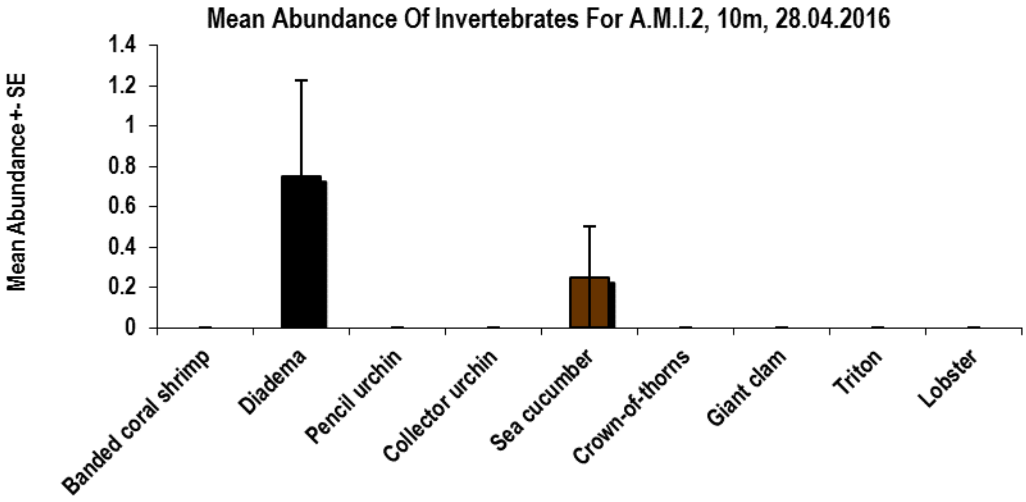


شکل ۳-۱۴. میانگین درصد پوشش غیر زنده بستر مرجانی در سایت شماره ۲ در عمق ۱۰ متر.

از میان ماهیان شاخص در این سایت، بیشترین فراوانی مربوط به پروانه ماهیان و بعد از آن طوطی ماهیان است. در این سایت هامور ماهیان کمترین فراوانی را به خود اختصاص داده اند (شکل ۳-۱۵).

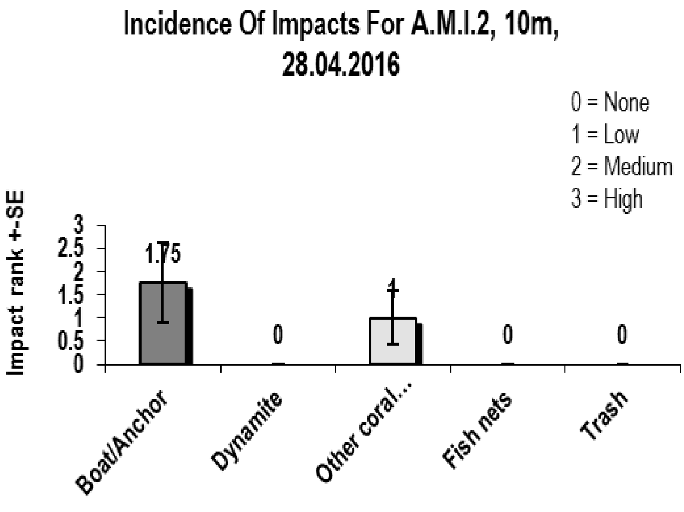


شکل ۳-۱۵. میانگین فراوانی ماهیان در اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۲ جزیره ابوموسی، عمق ۱۰ متر.



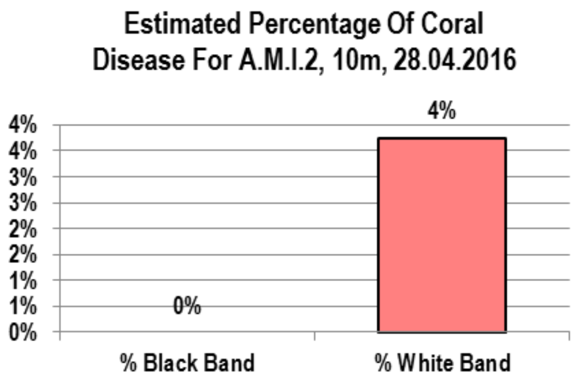
شکل ۳-۱۶. میانگین فراوانی بی مهرگان در اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۲ جزیره ابوموسی، عمق ۱۰متر.

بی مهرگان مشاهده شده در این سایت در عمق ۱۰ متر شامل توتیاهای دیادما و خیارهای دریایی بودند و دیگر بی مهرگان شاخص مانند لابستر، انواع دیگر توتیا و غیره در این سایت مشاهده نشدند (شکل ۳-۱۶).



شکل ۳-۱۷. میزان اثرات منفی در اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۲ جزیره ابوموسی در عمق ۱۰ متر.

آسیب های این سایت در درجه اول مربوط به شناور ها و لنگر آنها بوده و سپس تخریب طبیعی مرجان‌ها که می تواند به دلیل امواج و طوفان باشد. این میزان تخریب طبق شاخص کم برآورد می شود (شکل ۳-۱۷). در این سایت بیماری نوار سفید به میزان کم در مرجانهای سخت مشاهده شد (شکل ۳-۱۸).



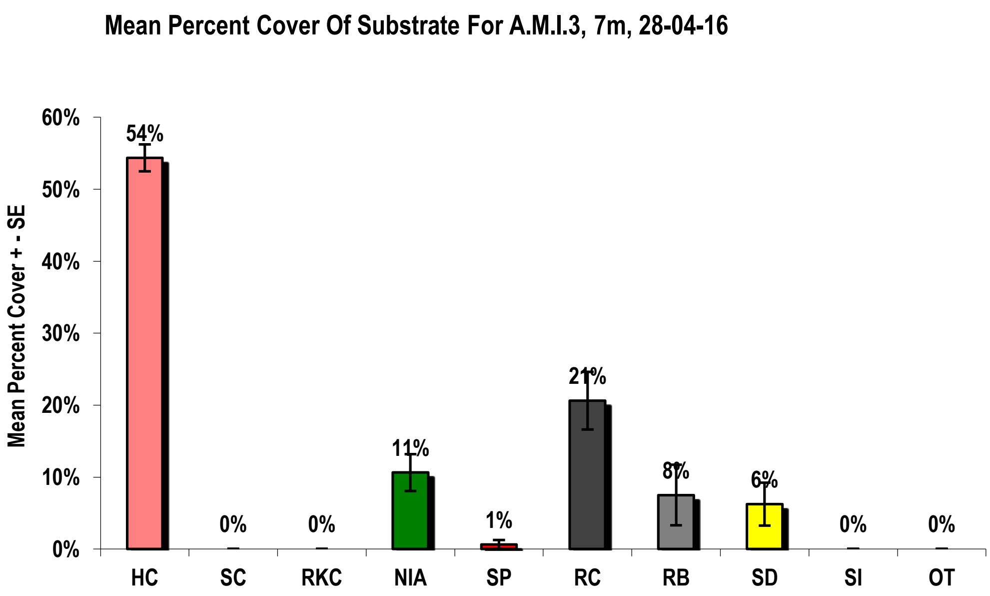
شکل ۳-۱۸. درصد بیماری های مرجانی در سایت شماره ۲ جزیره ابوموسی در عمق ۱۰ متر.

۳-۱-۱-۳ سایت ۳ (A.M.I.3)

این سایت در شمال غرب جزیره ابوموسی به مختصات دقیق 25°53'35.01"N، 55° 1'33.20"E قرار دارد (شکل۳-۱۹). فاصله آن از ساحل حدود ۲۰۰ متر بوده و عمق آن ۷ متر می باشد. ترانسکت بررسی سلامت آبزیان در این سایت در جهت شمال شرقی–جنوب غربی قرار داده شده است.

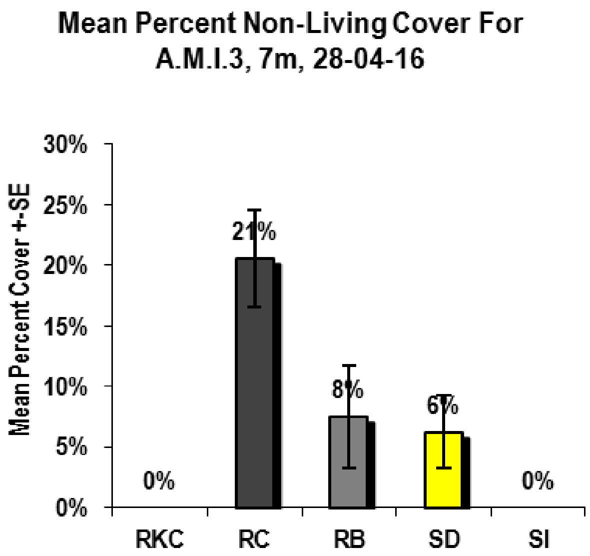
به واسطه اینکه این سایت در محل محافظت شده ای از لحاظ وزش باد و امواج نمی باشد، ممکن است از این طریق مورد تخریب قرار گیرد. سایت مورد نظر از همه لحاظ از قبیل لنگر اندازی شناور های مختلف، غواصی و صیادی صنعتی مورد حفاظت قرار می گیرد، اما گاهاً جهت شنا و ماهی گیری تفریحی توسط ساکنین جزیره مورد استفاده قرار می گیرد.

شکل۳-۱۹. جزیره ابوموسی، موقعیت سایت ۳.

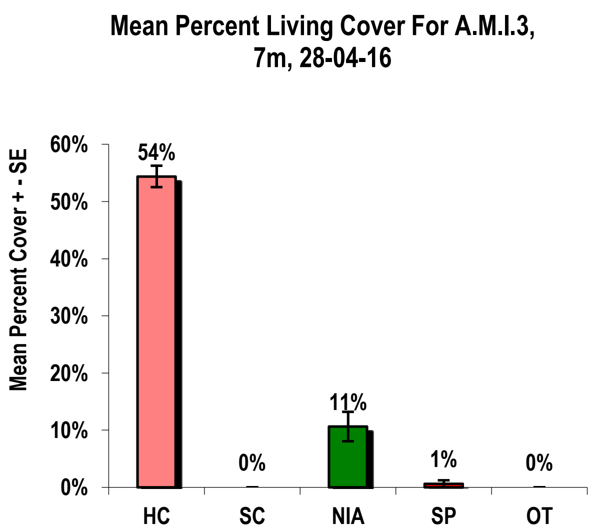


شکل ۳-۲۰. میانگین درصد پوشش بستر مرجانی در سایت شماره ۳ در عمق ۷ متر.

با میزان ۵۴٪ پوشش مرجان زنده در بستر این سایت در وضعیت نسبتاً خوبی بسر می برد، اما میزان جلبک های شاخص نوترینت نیز بالا می باشد. میزان کمی اسفنج نیز در این سایت در عمق ۳/۷ متری مشاهده شد (شکل های ۳-۲۰، ۳-۲۱ و ۳-۲۲).

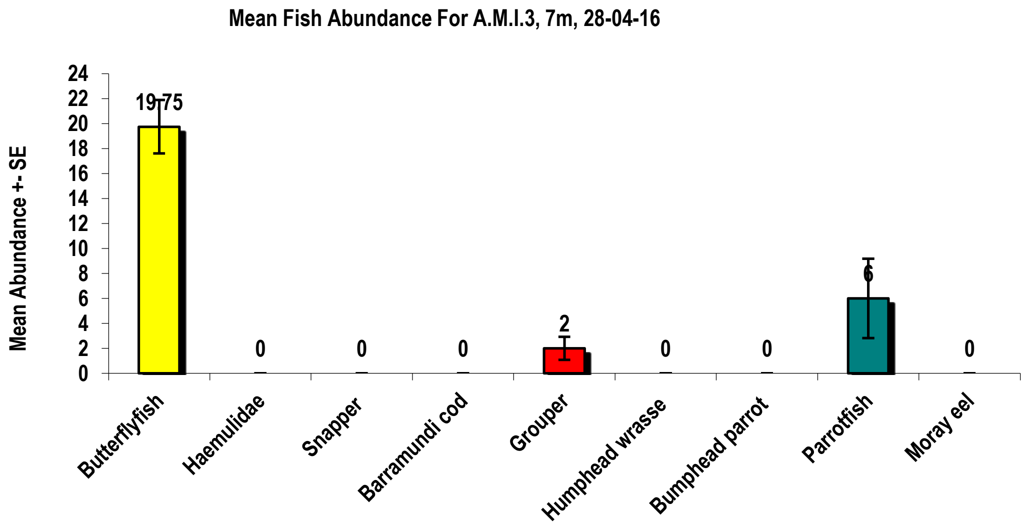


شکل ۳-۲۱. میانگین درصد پوشش غیر زنده بستر مرجانی در سایت شماره ۳ در عمق ۷ متر.

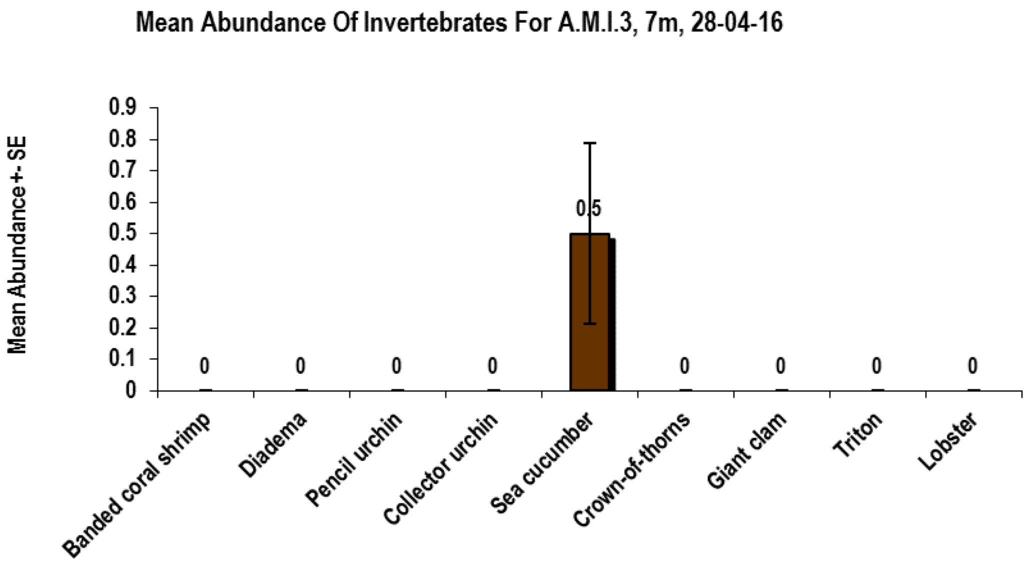


شکل ۳-۲۲. میانگین درصد پوشش زنده بستر مرجانی در سایت شماره ۳ در عمق ۷ متر.

بیشترین فراوانی ماهیان در این سایت به ترتیب با پروانه ماهیان، طوطی ماهیان و هامور ماهیان بود. دیگر ماهیان شاخص در این سایت مشاهده نشدند. غالبیت پروانه ماهیان در این سایت با پروانه ماهی طلایی بود که دارای فراوانی خوبی بودند (شکل۳-۲۳).

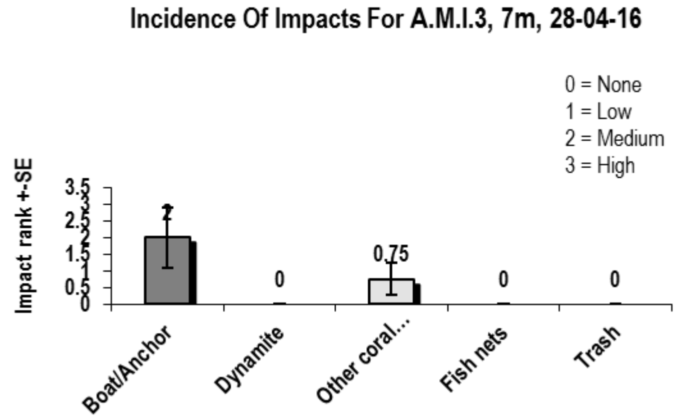


شکل ۳-۲۳. میانگین فراوانی ماهیان در اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۳ جزیره ابوموسی در عمق ۷ متر.



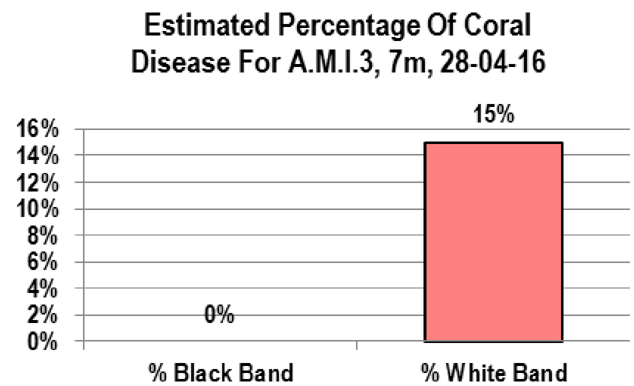
شکل ۳-۲۴. میانگین فراوانی بی مهرگان اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۳ جزیره ابوموسی در عمق ۷ متر.

در این سایت تنها خیار دریایی در میان بی مهرگان شاخص مشاهده شد و دیگر بی مهرگان مانند توتیا حضور نداشتند که می تواند دلیل خوبی برای میزان بالای جلبک ها در روی بستر این سایت باشد (شکل۳-۲۴).



شکل۳-۲۵.: میزان اثرات منفی در اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۳ جزیره ابوموسی در عمق ۷ متر.

بیشترین میزان تخریب در این سایت مربوط به قایق ها و لنگر اندازی بود و نیز دیگر آسیب ها مانند خورد شدگی بر اثر امواج و طوفان. بیماری نوار سفید به میزان نسبتاً زیادی در مرجانهای سخت این سایت مشاهده شد (شکل های ۳-۲۵ و ۳-۲۶).

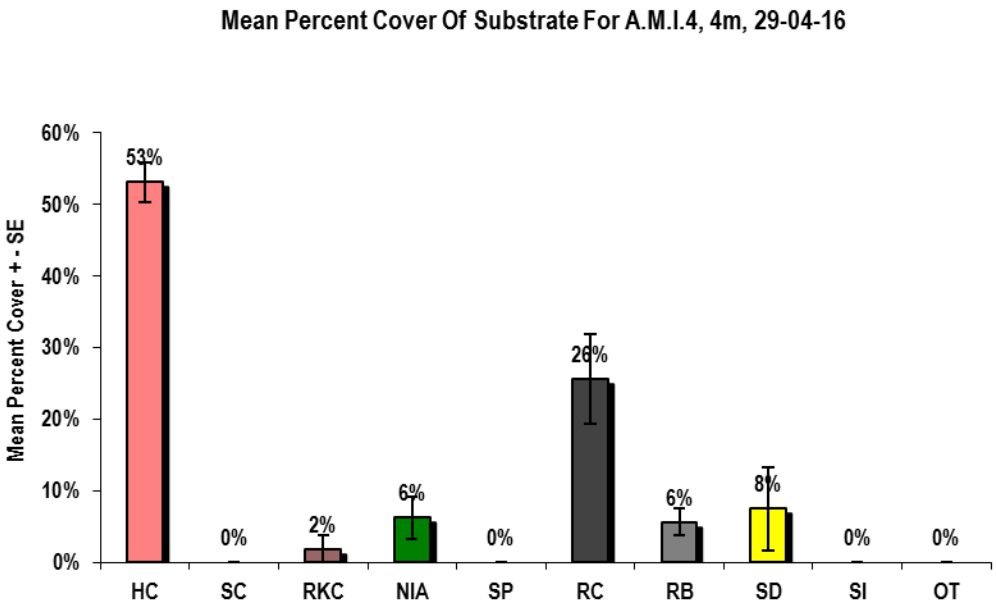


شکل۳-۲۶: درصد بیماری های مرجانی در سایت شماره ۳ جزیره ابوموسی در عمق ۷ متر.

۳-۱-۱-۴ سایت ۴ (A.M.I.4)

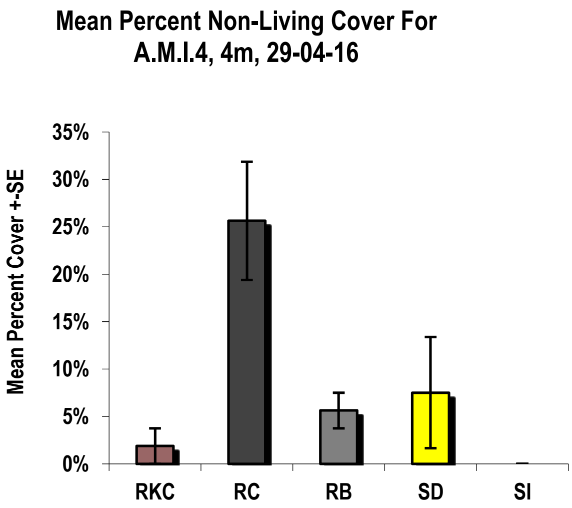
این سایت در شمال غرب جزیره ابوموسی به مختصات دقیق 25°52'7.63"N، 55° 0'56.78"E قرار دارد. فاصله آن از ساحل حدود ۱۰۰ متر بوده و عمق آن ۴/۴ متر می باشد (شکل ۳-۲۷). ترانسکت بررسی سلامت آبزیان در این سایت در جهت شمال شرقی–جنوب غربی قرار داده شده است. سایت در محل حوضچه اسکله قرار دارد که دارای تنوع مرجانی خوبی بود و به دلیل اینکه می تواند نشان دهنده فعالیت های انسانی بر روی مرجانها در محل اسکله باشد، به عنوان سایت مطالعه سلامت انتخاب شد. از آنجایی که این سایت در محل حوضچه اسکله جزیره ابوموسی می باشد ممکن است مورد آسیب های فراوانی قرار گیرد و در نتیجه نسبت به دیگر سایت ها بسیار متفاوت باشد.

شکل۳-۲۷. جزیره ابوموسی، موقعیت سایت ۴.

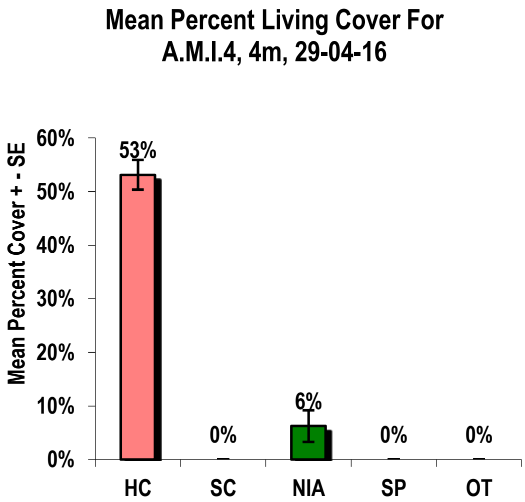


شکل۳-۲۸. میانگین درصد پوشش بستر مرجانی در سایت شماره ۴ جزیره ابوموسی در عمق ۴ متر.

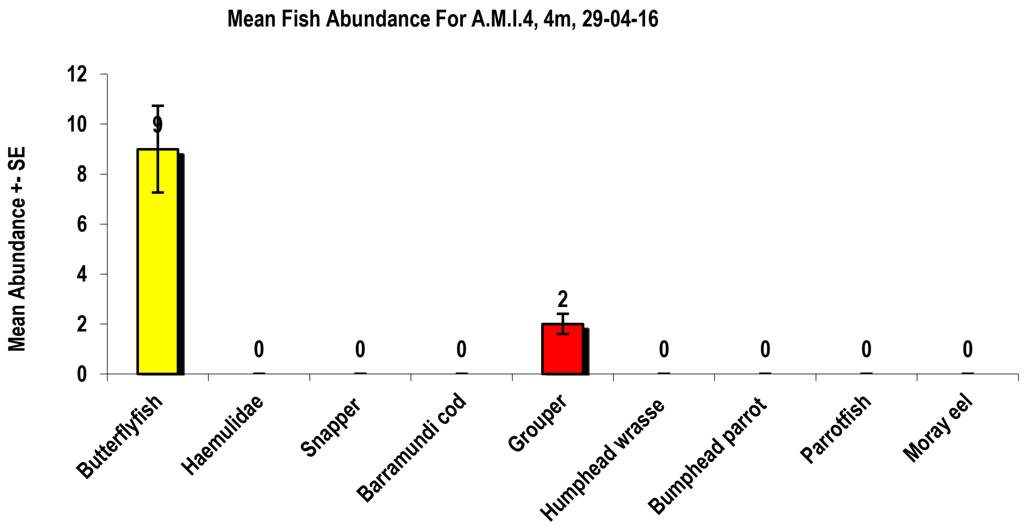
بیش از نیمی از پوشش بستر را مرجانهای زنده تشکیل داده اند و جلبک های شاخص نوترینت هم به میزان نسبتاً زیادی بر روی بستر مشاهده شدند. بعد از مرجانهای زنده، صخره ها بیشترین درصد پوشش بستر را به خود اختصاص داده اند. در میان بستر مرجانهای تازه مرده (RKC) نیز یافت شد (شکل های ۳-۲۸، ۳-۲۹ و ۳-۳۰).



شکل ۳-۲۹. میانگین درصد پوشش غیر زنده بستر مرجانی در سایت شماره ۴ در عمق ۴ متر.

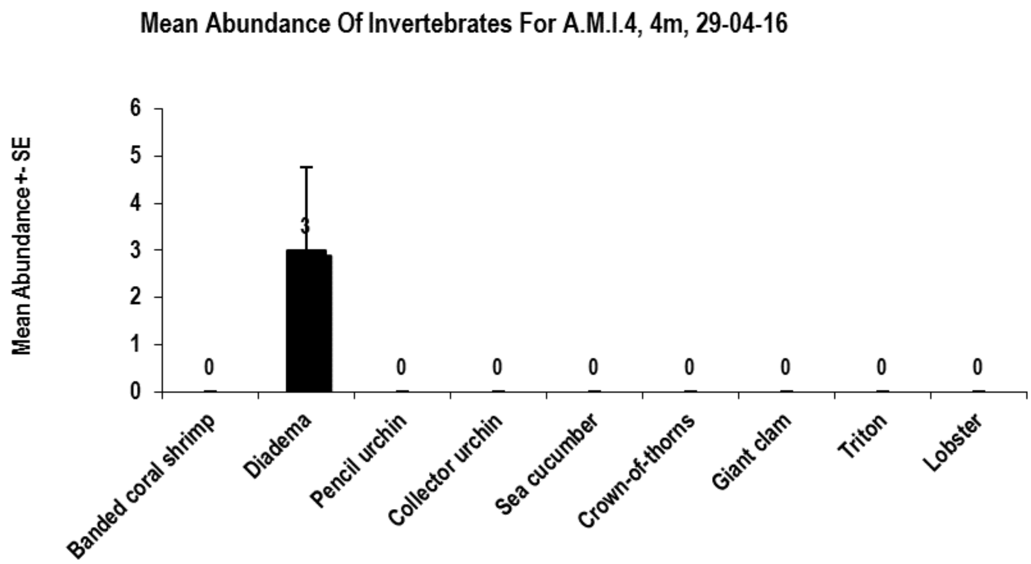


شکل۳-۳۰. میانگین درصد پوشش زنده بستر مرجانی در سایت شماره۴ جزیره ابوموسی در عمق۴ متر.



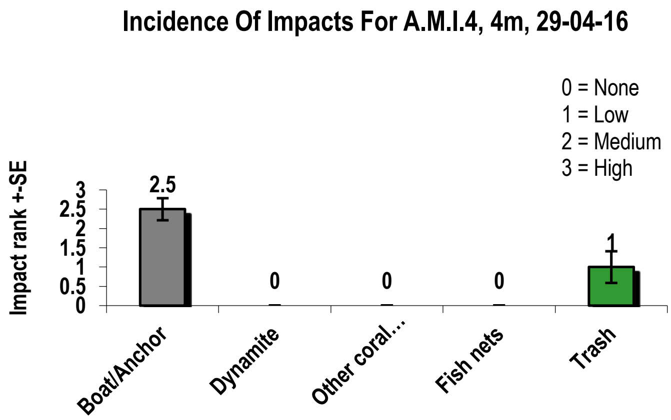
شکل۳-۳۱. میانگین فراوانی ماهیان در اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۴ جزیره ابوموسی در عمق ۴ متر.

پروانه ماهیان و هامور ماهیان تنها ماهیان شاخص شناسایی شده در این سایت بودند. میزان فراوانی ماهیان در این سایت پایین بوده و دیگر ماهیان شاخص مانند طوطی ماهیان در این سایت مشاهده نشدند (شکل۳-۳۱).



شکل۳-۳۲. میانگین فراوانی بی مهرگان اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۳ جزیره ابوموسی در عمق ۴ متر.

بی مهرگان مشاهده شده در این سایت فقط شامل توتیا های دیادما بوده و از میان دیگر بی مهرگان شاخص هیچ یک مشاهده نشدند (شکل۳-۳۲).

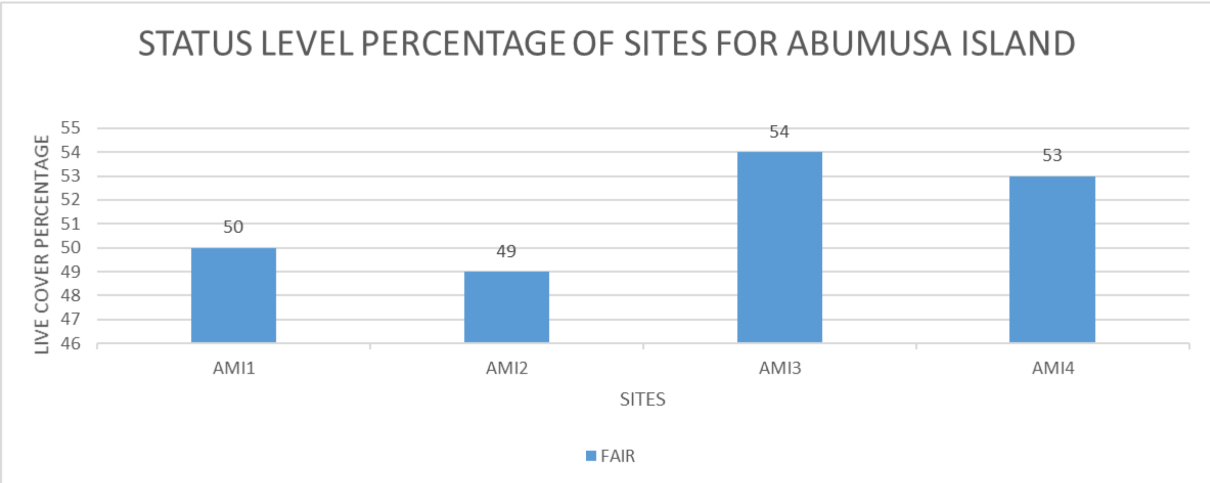


شکل۳-۳۳ : میزان اثرات منفی در اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۴ جزیره ابوموسی در عمق ۴ متر.

آسیب حاصل از لنگر قایق و نیز زباله از آثار منفی انسانی در این سایت بود (شکل۳-۳۳).

۵-۱-۱-۳ جمع بندی

در مجموع چهار ایستگاه در جزیره ابوموسی مورد بررسی سلامت قرار گرفت که از لحاظ سلامت مرجان‌ها، همه در وضعیت نسبتاً خوب قرار داشتند (شکل های ۳-۳۴ و ۳-۳۵). بنابراین با میانگین پوشش مرجان زنده ۵۲٪، مرجانهای اطراف جزیره ابوموسی در وضعیت نسبتاً خوبی قرار دارند. از طرفی میزان خرده مرجان ثبت شده نسبتاً زیاد می باشد که نشان دهنده آشفتگی هایی در سالیان اخیر می‌باشد.

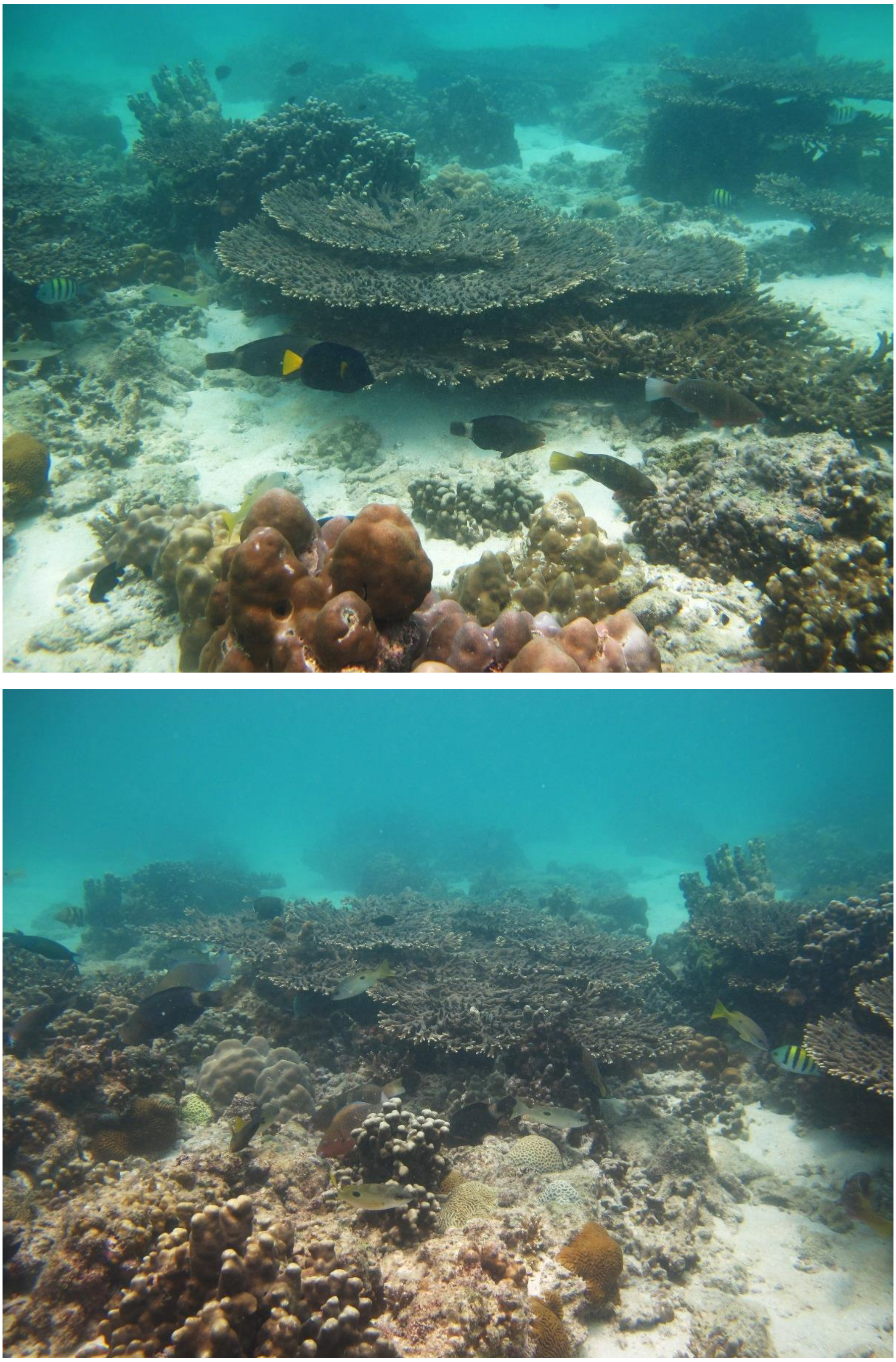


شکل۳-۳۴. وضعیت سلامت آبسنگ های مرجانی در سایت های مختلف جزیره ابوموسی

گروه های ماهیان شاخص سلامت آبسنگ های مرجانی مشاهده شده در این جزیره شامل پروانه ماهیان، هامور ماهیان، طوطی ماهیان، اسنپرها و سنگسر ماهیان بود که در تمامی سایت ها غالبیت با پروانه ماهیان بود.

در میان بی مهرگان شاخص سلامت آبسنگ های مرجانی در این جزیره توتیا ها در رتبه اول و خیار های دریایی بعد از آنها بیشترین فراوانی را داشتند و در یک ایستگاه نیز لابستر ها مشاهده شدند.

آسیب های حاصل از لنگراندازی قایق ها در تمامی سایت های جزیره مشاهده شد و نیز در بیشتر سایت ها زباله نیز وجود داشت، از سوی دیگر در برخی سایت ها به دلیل امواج و طوفان تخریب مرجانها را شاهد بودیم.



شکل ۳-۳۵. نمایی از اجتماعات مرجانی در آب های اطراف جزیره ابوموسی.

۲-۱-۳ جزیره سیری

طبق بررسی های اولیه انجام شده دریافت شد که تمرکز مرجان‌ها با تراکم خوب در جزیره سیری در نیمه جنوبی این جزیره می باشد. از این رو در بهترین بخش های این مناطق از لحاظ پوشش مرجانی، سه سایت با مشخصات زیر انتخاب شد و سلامت مرجان‌ها و تنوع و تراکم ماهیان در آنها بررسی گردید. این سایت ها به نحوی انتخاب شده اند که معرف وضعیت سلامت مرجان‌های کل جزیره باشند. اسم S.I.#که مخفف Siri Island هست، جهت نام گذاری سایت ها انتخاب شده است. ویژگی تمامی سایت ها به صورت جداگانه در توضیح هریک آورده شده است (شکل ۳-۳۶ و جدول ۳-۲).

شکل ۳-۳۶. جزیره سیری، موقعیت سایت های مرجانی شناسایی شده در اطراف جزیره.

جدول ۳-۲. جزیره سیری، موقعیت سایت ها.

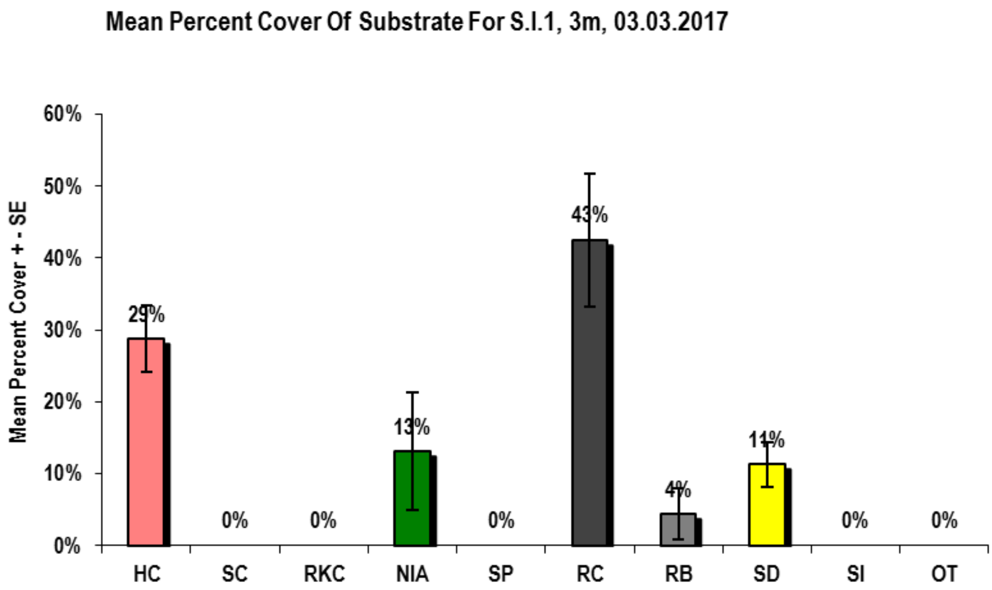
*	نام ایستگاه	عرض	طول
1	S.I.1	25°53'36.54"N	54°31'39.60"E
2	S.I.2	25°54'13.94"N	54°29'34.85"E
3	S.I.3	25°54'1.71"N	54°33'12.59"E

۱-۲-۱-۳ سایت ۱ (S.I.1)

این سایت در جنوب جزیره سیری به مختصات دقیق 25°53'36.54"N، 54°31'39.60"E قرار دارد (شکل ۳-۳۷). فاصله آن از ساحل حدود ۶۰۰ متر بوده و عمق آن ۳ متر می باشد. ترانسکت بررسی سلامت آبزیان در این سایت در جهت شرقی–غربی قرار داده شده است.

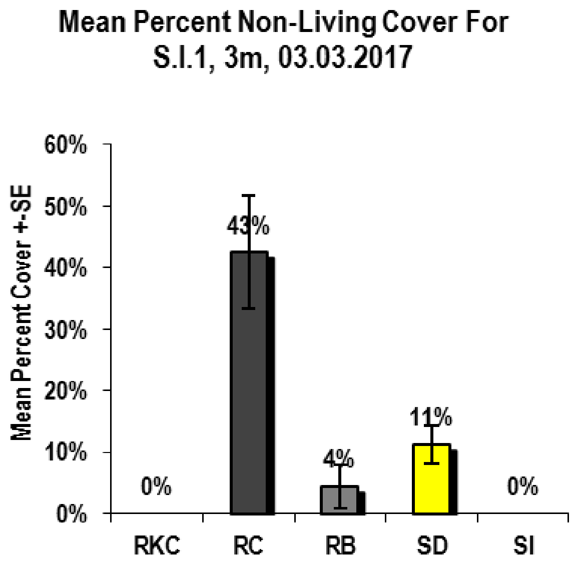
از ویژگی های این سایت عمق کم آن می باشد که به واسطه شیب کم بستر از ساحل حدود ۶۰۰ متر فاصله دارد. این سایت در مجاورت خط لوله نفت که جهت انتقال نفت در بستر خوابانیده شده است، قرار دارد. سایت مورد نظر از همه لحاظ از قبیل لنگر اندازی شناور های مختلف، غواصی و صیادی صنعتی مورد حفاظت قرار می گیرد.

شکل ۳-۳۷. جزیره سیری، موقعیت سایت ۱.

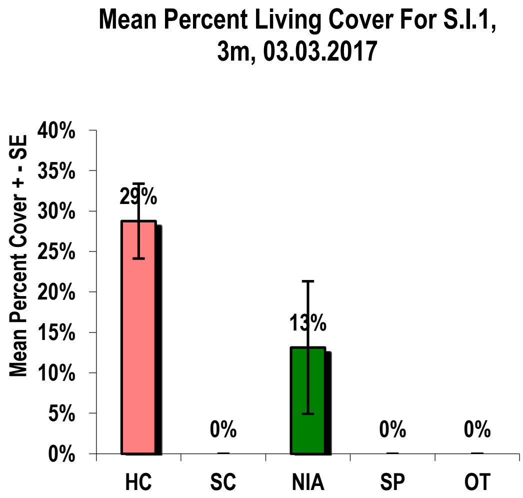


شکل ۳-۳۸. میانگین درصد پوشش بستر مرجانی در سایت شماره ۱ جزیره سیری در عمق ۳ متر.

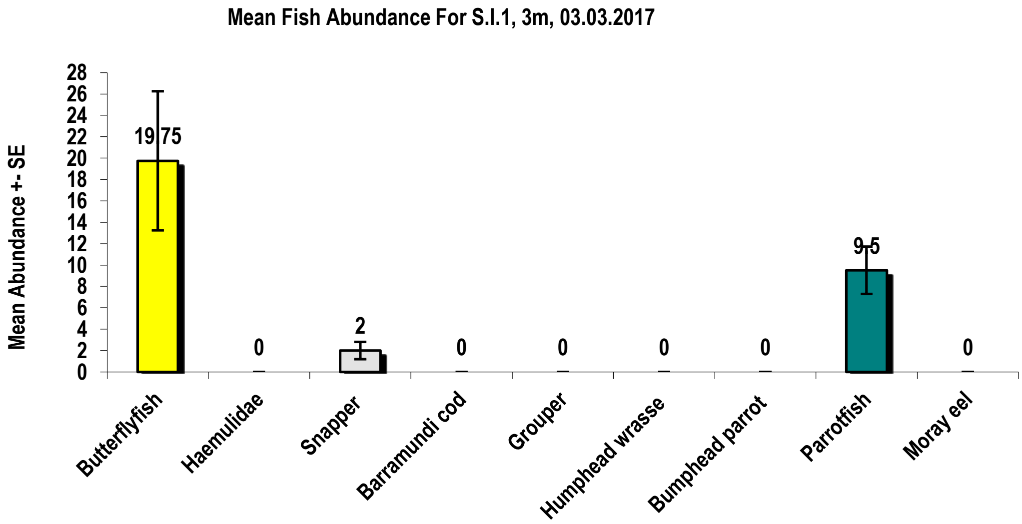
بستر در این سایت دارای میزان زیادی مرجان سخت زنده نبود و در اصل در ردیف ضعیف از لحاظ پوشش مرجانی قرار می گیرد و غالبیت پوشش بستر مربوط به صخره ها بود. وجود میزان بالای جلبک های شاخص نوترینت نیز در این سایت ثبت گردید (شکل های ۳-۳۸، ۳-۳۹ و ۳-۴۰).



شکل۳-۳۹. میانگین درصد پوشش غیرزنده بستر مرجانی در سایت شماره ۱ جزیره سیری در عمق ۳ متر.

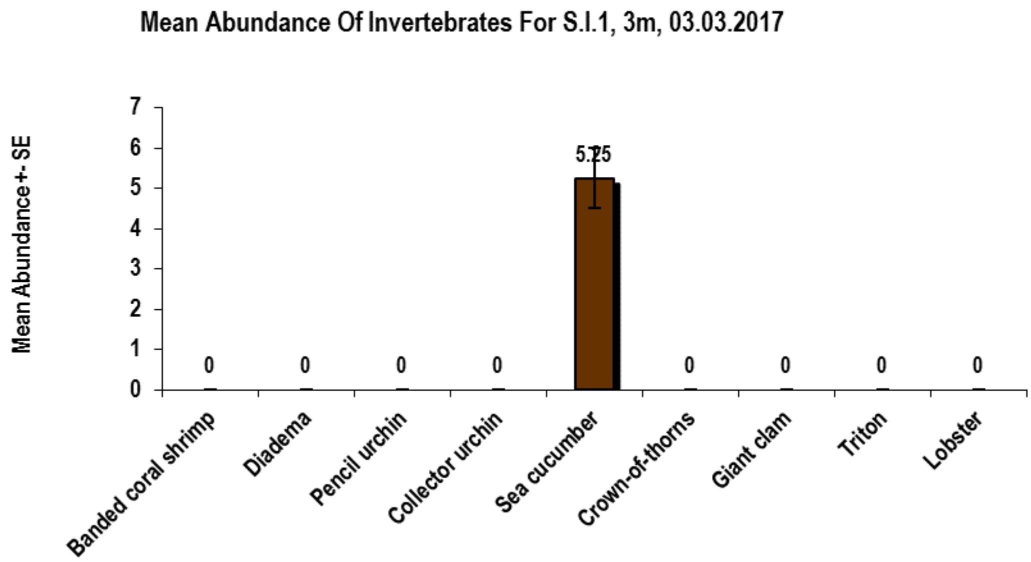


شکل ۳-۴۰. میانگین درصد پوشش زنده بستر مرجانی در سایت شماره ۱ جزیره سیری در عمق ۳ متر.



شکل ۳-۴۱. میانگین فراوانی ماهیان در اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۱ جزیره سیری در عمق ۳ متر.

از میان ماهیان شاخص سلامت مرجانی بیشترین فراوانی در این سایت مربوط به پروانه ماهیان بود و سپس طوطی ماهیان، وجود ماهیان اسنپر نیز در این سایت ثبت گردید (شکل ۳-۴۱).



شکل ۳-۴۲. میانگین فراوانی بی مهرگان اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۱ جزیره سیری در عمق ۳ متر.

تنها بی مهره شاخصی که در این سایت ثبت شد، خیار های دریایی بودند و هیچ توتیا، لابستر و غیره مشاهده نشد (شکل ۳-۴۲).

۳-۱-۲-۲ سایت ۲ (S.I.2)

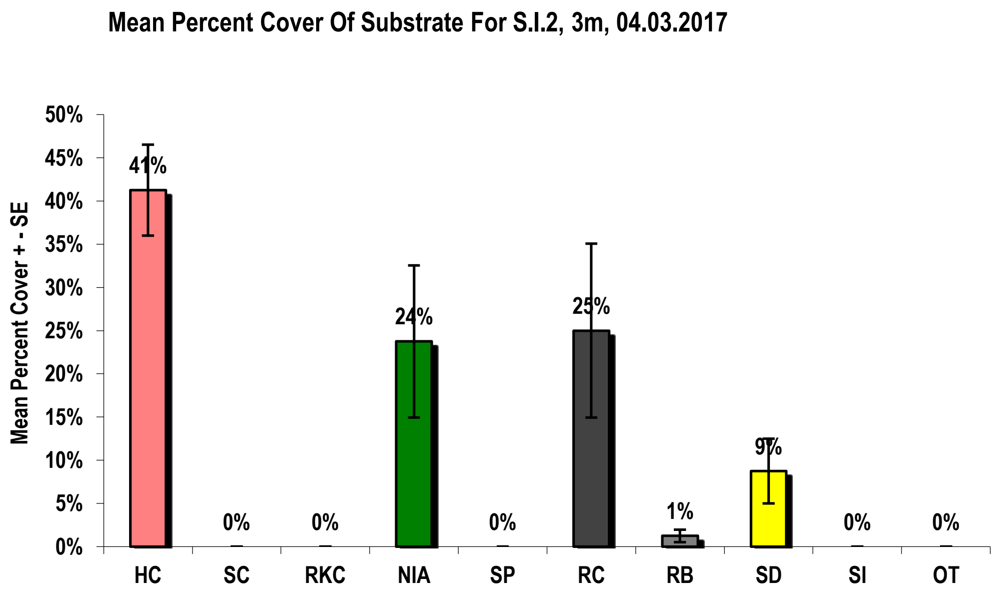
این سایت در غرب جزیره سیری به مختصات دقیق 25°54'13.94"N، 54°29'34.85"E قرار دارد (شکل ۳-۴۳). فاصله آن از ساحل حدود ۱۵۰ متر بوده و عمق آن ۳ متر می باشد. ترانسکت بررسی سلامت آبزیان در این سایت در جهت شمال شرقی–جنوب غربی قرار داده شده است.

به واسطه اینکه این سایت در محل محافظت شده ای از لحاظ وزش باد و امواج نمی باشد ممکن است از این طریق مورد تخریب قرار گیرد. سایت مورد نظر از همه لحاظ از قبیل لنگر اندازی شناور های مختلف، غواصی و صیادی صنعتی مورد حفاظت قرار می گیرد، اما گاهاً جهت شنا و غواصی تفریحی توسط ساکنین جزیره مورد استفاده قرار می گیرد.

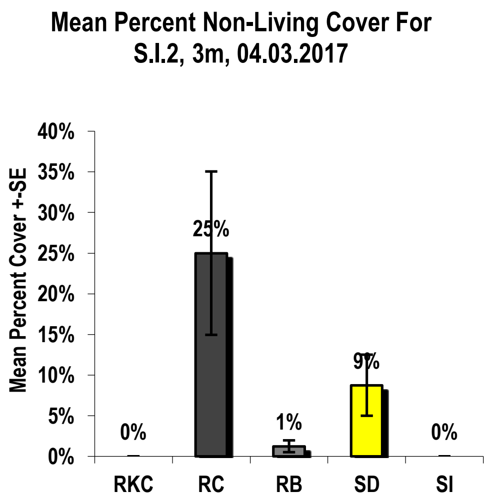
از ویژگی های دیگر این سایت وجود دو جزیره کوچک دیگر در نزدیکی آن می باشد که تنوع بستر در این ناحیه را بالا می برد و نیز جریان ها دریایی را متغیر می سازد (شکل ۳-۴۳).

شکل۳-۴۳. جزیره سیری، موقعیت سایت ۲.

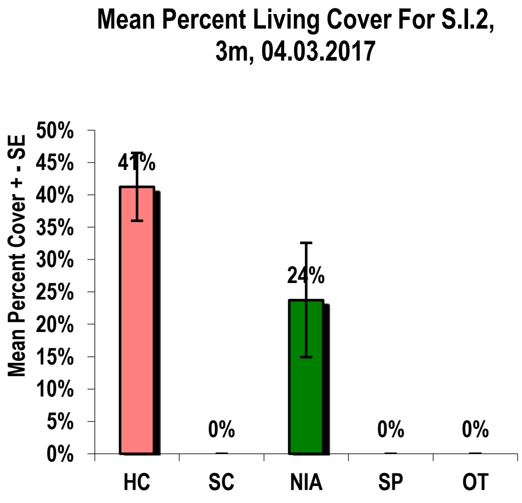
مرجانهای زنده در این سایت نزدیک به نیمی از پوشش بستر را به خود اختصاص داده و نزدیک به نیمی دیگر از پوشش بستر را صخره ها و جلبک های شاخص نوترینت تشکیل داده اند. میزان جلبک های شاخص نوترینت در این سایت بسیار زیاد می باشد (شکل های ۳-۴۴، ۳-۴۵ و ۳-۴۶).



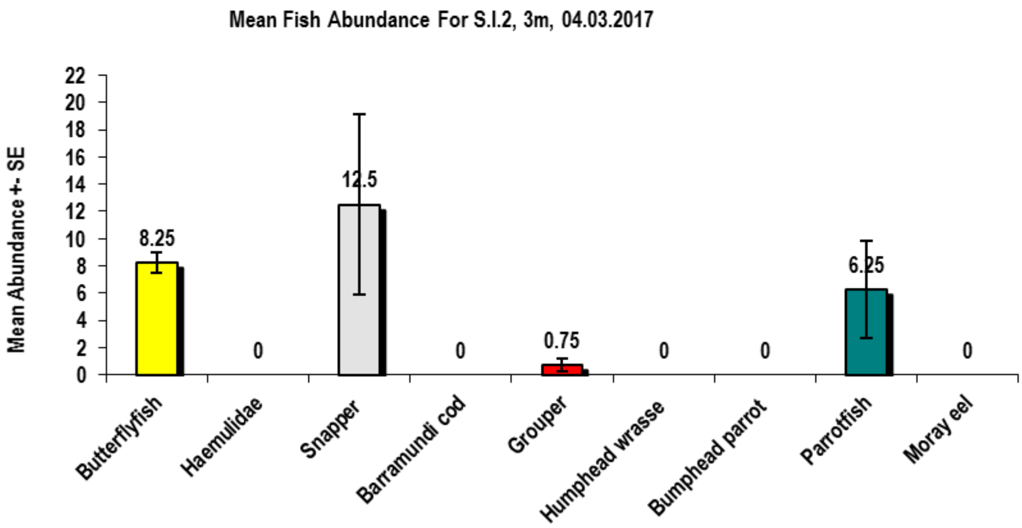
شکل ۳-۴۴. میانگین درصد پوشش بستر مرجانی در سایت شماره ۲ جزیره سیری در عمق ۳ متر.



شکل ۳-۴۵. میانگین درصد پوشش غیرزنده بستر مرجانی در سایت شماره ۲ درجزیره سیری در عمق ۳ متر.

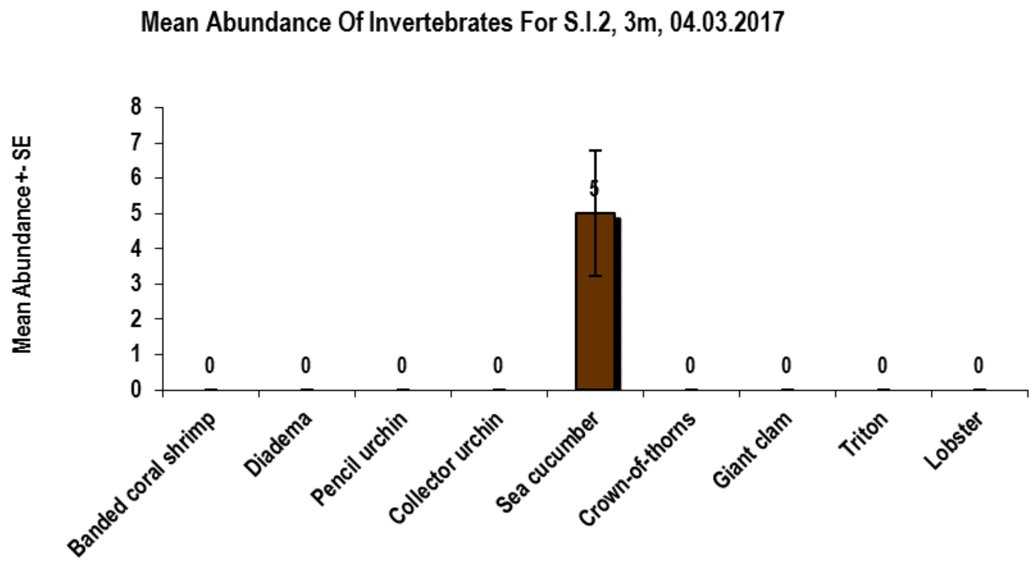


شکل ۳-۴۶. میانگین درصد پوشش زنده بستر مرجانی در سایت شماره ۲ درجزیره سیری در عمق ۳ متر.



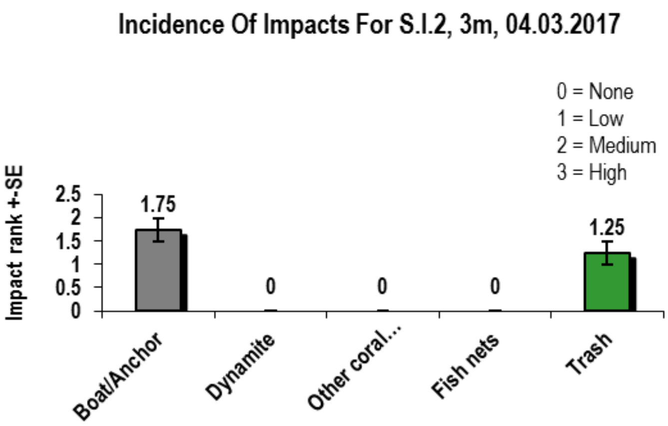
شکل ۳-۴۷. میانگین فراوانی ماهیان در اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۲ جزیره سیری در عمق۳ متر.

فراوانی ماهیان اسنپر در این سابت بیشترن فراوانی را به خود اختصاص داده و بعد از آن پروانه ماهیان و با اختلاف کمی طوطی ماهیان در این سایت فراوانی داشتند. هامور ماهیان نیز در این سایت کمتر از بقیه ماهیان شاخص مشاهده شدند (شکل ۳-۴۷).



شکل ۳-۴۸. میانگین فراوانی بی مهرگان در اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۲ جزیره سیری در عمق۳ متر.

از میان تمامی بی مهرگان شاخص تنها خیار های دریایی در این سایت حضور داشتند و از دیگر بی مهرگان شاخص مشاهده ای ثبت نشد. عدم حضور توتیا ها می تواند دلیلی بر میزان بالای جلبک های شاخص نوترینت باشد (شکل ۳-۴۸).



شکل ۳-۴۹. میزان اثرات منفی در اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۲ جزیره سیری در عمق ۳ متر.

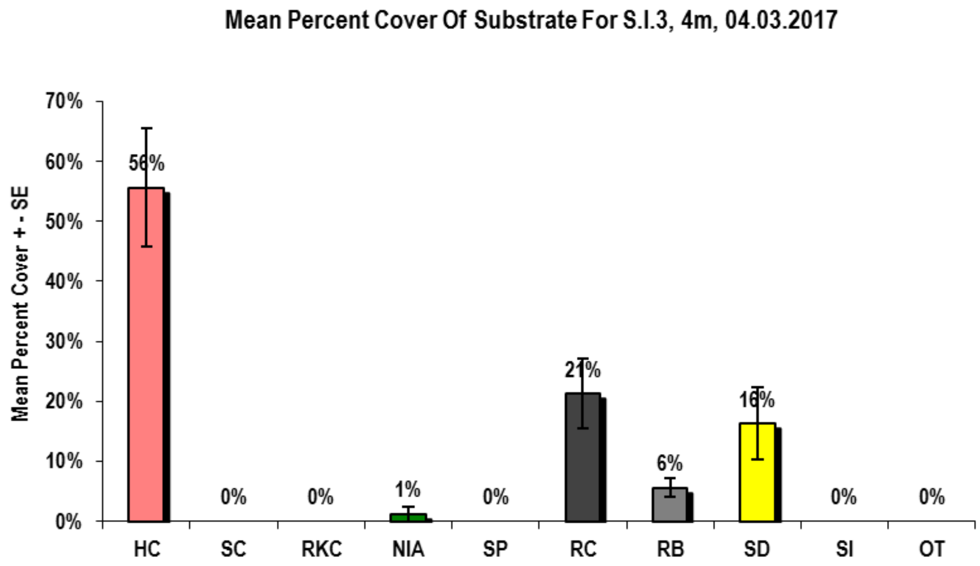
آ سیب حا صل از لنگر و زباله از جمله آ سیب های این سایت به ثبت ر سیده ا ست. میزان این آ سیب طبق شاخص تعریف شده کم می باشد (شکل ۳-۴۹).

۳-۲-۱-۳ سایت ۳ (S.I.3)

این سایت در شرق جزیره سیری به مختصات دقیق 25°54'1.71"N، 54°33'12.59"E قرار دارد (شکل ۳-۵۰). فاصله آن از ساحل حدود ۱۵۰ متر بوده و عمق آن ۴ متر می باشد. ترانسکت بررسی سلامت آبزیان در این سایت در جهت شمال–جنوب قرار داده شده است.

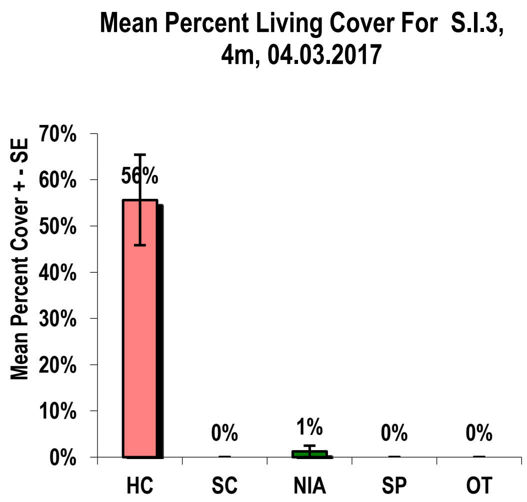
به واسطه اینکه این سایت در محل محافظت شده ای از لحاظ وزش باد و امواج قرار دارد، اکثر قایق ها و لنج های صیادی به هنگام طوفان در این محل لنگر اندازی می کنند و پناه می گیرند و از این طریق موجب تخریب این سایت می گردند.

شکل۳-۵۰. جزیره سیری، موقعیت سایت ۳.

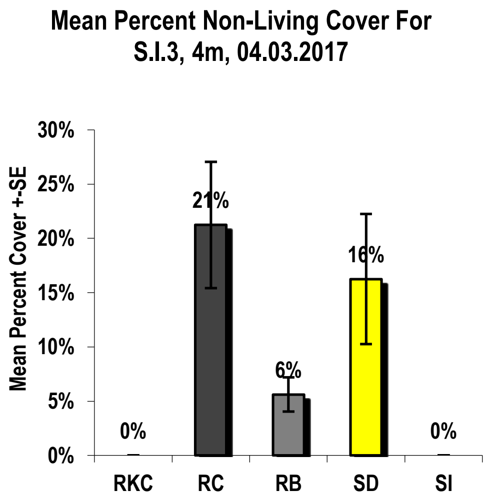


شکل ۳-۵۱. میانگین درصد پوشش بستر مرجانی در سایت شماره ۳ جزیره سیری در عمق ۴ متر.

مرجان‌های زنده در این سایت بیش از نیمی از بستر را پوشش داده اند و بجز آنها میزان کمی از جلبک‌های شاخص نوترینت نیز در زمره پوشش زنده بستر در این سایت مشاهده شدند. بخش غیرزنده بستر شامل صخره، شن و قطعات کوچک مرجانی مرجان بود (شکل های ۳-۵۱، ۳-۵۲ و ۳-۵۳).

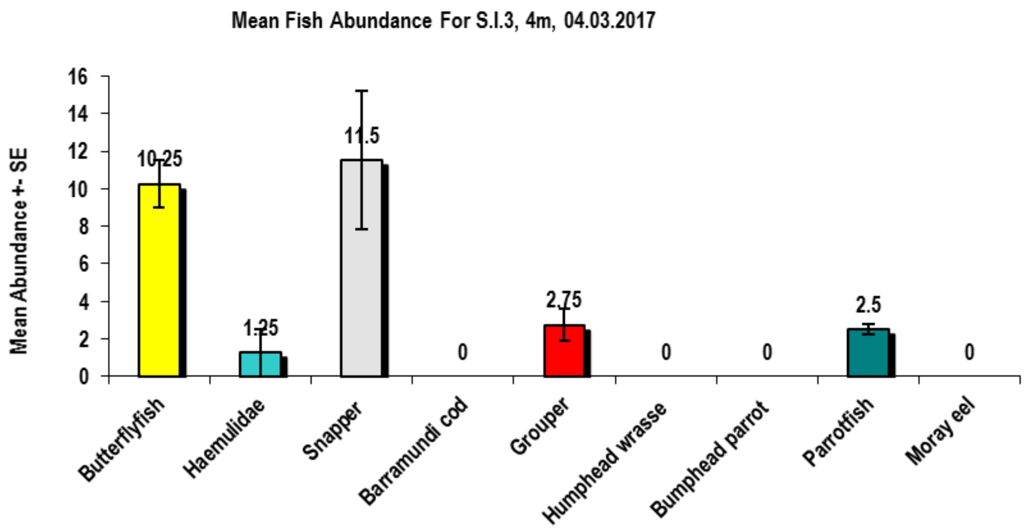


شکل ۳-۵۲. میانگین درصد پوشش غیر زنده بستر مرجانی در سایت شماره ۳ جزیره سیری در عمق ۴ متر.

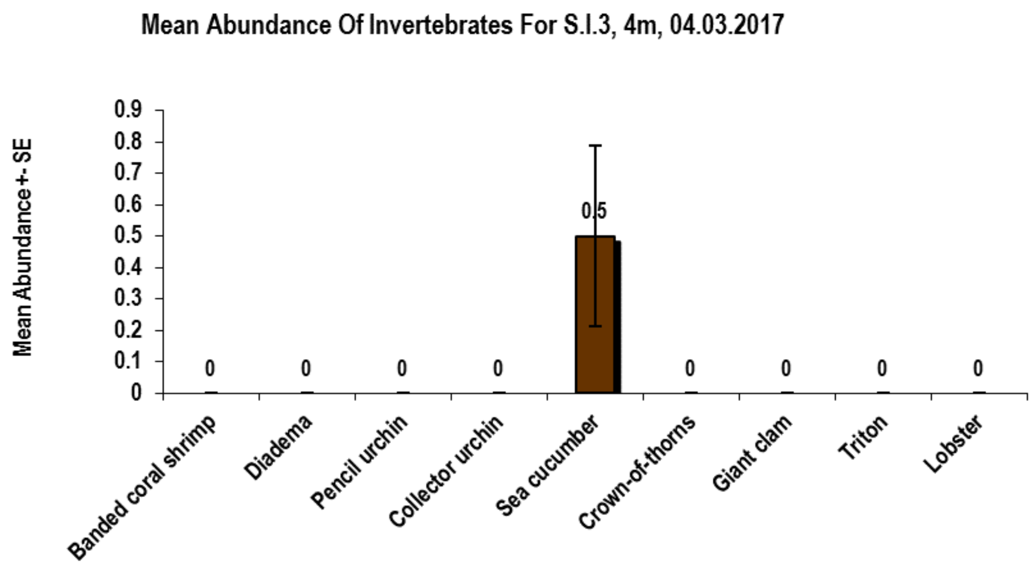


شکل ۳-۵۳. میانگین درصد پوشش غیر زنده بستر مرجانی در سایت شماره ۳ جزیره سیری در عمق ۴ متر.

در میان ماهیان شاخص سلامت مرجانها در این سایت اسنپر ها بیشترین فراوانی و بعد از آنها با فاصله کمی پروانه ماهیان و به ثبت رسیدند. در این سایت سنگسر ماهیان نیز مشاهده شدند، هامور ماهیان و طوطی ماهیان نیز در این سایت به ثبت رسیدند (شکل ۳-۵۴).

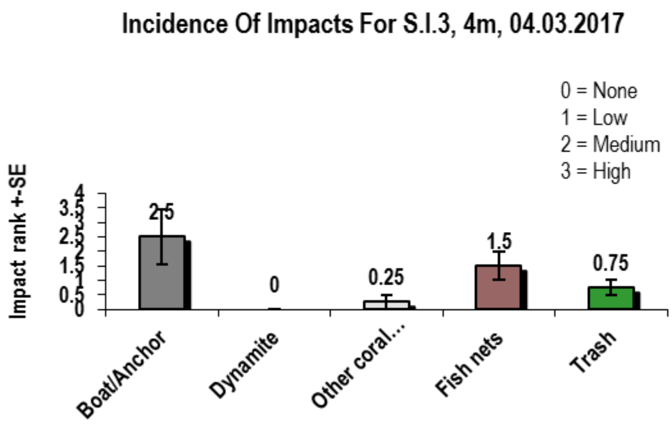


شکل ۳-۵۴. میانگین فراوانی ماهیان در اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۳ جزیره سیری در عمق ۴ متر.



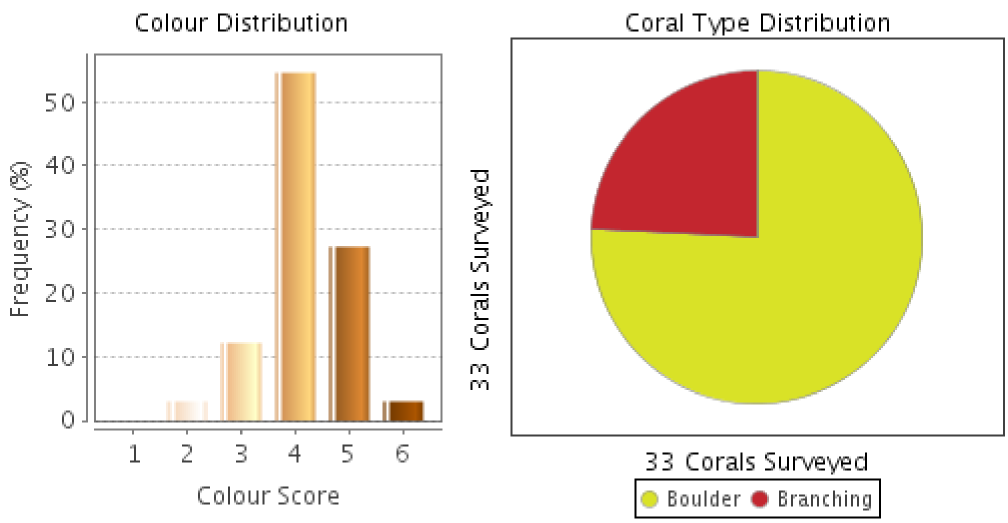
شکل ۳-۵۵. میانگین فراوانی بی مهرگان اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۳ جزیره سیری در عمق ۴ متر.

همانند دیگر سایت ها در جزیره سیری تنها خیار های دریایی در میان بی مهرگان شاخص در این سایت به ثبت رسیدند (شکل ۳-۵۵).



شکل ۳-۵۶. میزان اثرات منفی در اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۳ جزیره سیری در عمق ۴ متر.

در میان آثار منفی انسانی در این سایت، تخریب بر اثر لنگر اندازی و خورد شدگی مرجان‌ها مشاهده گردید و همچنین وجود زباله و تورهای ماهی گیری رها شده نیز به ثبت رسید (شکل ۳-۵۶).

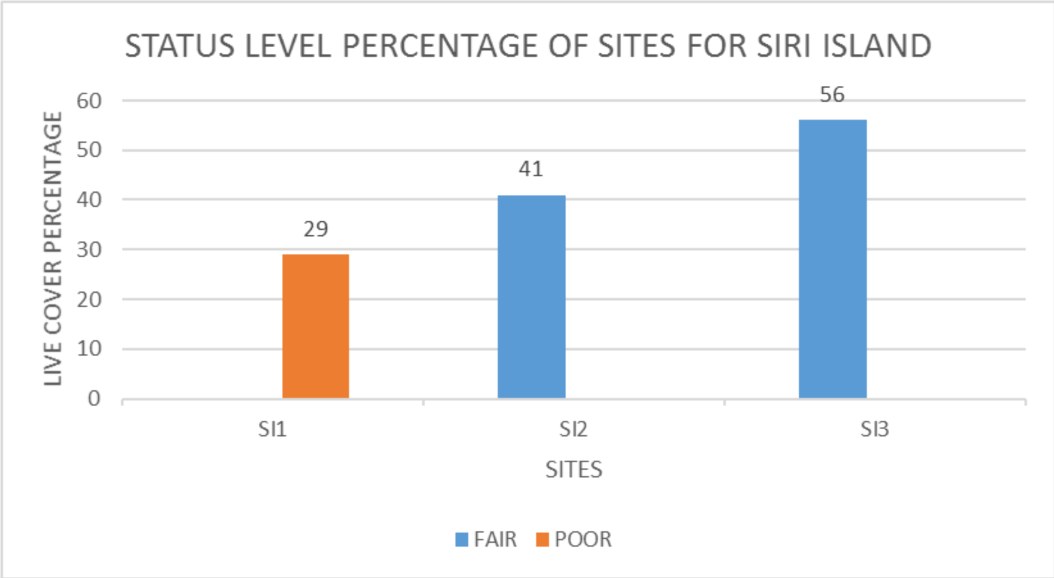


شکل ۳-۵۷. نتایج بررسی سفید شدگی آبسنگ‌های مرجانی در جزیره سیری.

نتایج بررسی کرال واچ نشان دهنده میزان رشد نمودار رنگ ها در سمت راست نمودار می باشد که حاکی از وضعیت نسبتاً خوب مرجانها می باشد. در این سایت با عمق ۳ متر غالبیت مرجانها را مرجانهای سخت توده ای تشکیل می داد (شکل ۳-۵۷).

۴-۲-۱-۳ جمع بندی

در مجموع سه ایستگاه در جزیره سیری مورد بررسی سلامت قرار گرفت که از این میان دو ایستگاه از آنها در وضعیت نسبتاً خوب از لحاظ سلامت مرجانها بودند و یکی در وضعیت ضعیف سلامت مرجانی (شکل۳-۵۸). بنابراین با میانگین پوشش مرجان زنده ۴۲٪، مرجانهای اطراف جزیره سیری در وضعیت نسبتاً خوبی قرار دارند. از طرفی در تمامی سایت ها خرده مرجان (RB) و جلبک های شاخص نوترینت (NIA) نیز ثبت شده اند که مقادیر قابل توجهی برای جلبک های شاخص نوترینت (NIA) می باشد.



شکل ۳-۵۸. وضعیت سلامت آبسنگ های مرجانی در در سایت های مختلف جزیره سیری.

ماهیان شاخص سلامت آبسنگ های مرجانی مشاهده شده در تمامی سایت های این جزیره به ترتیب بیشترین فراوانی شامل پروانه ماهیان، اسنپرها، طوطی ماهیان، هامور ماهیان و سنگسر ماهیان بود که در تمامی سایت ها بجز یک سایت غالبیت با پروانه ماهیان بود. تنها در یک سایت سنگسر ماهیان مشاهده شدند (شکل ۳-۵۹).

خیارهای دریایی تنها بی مهره در میان بی مهرگان شاخص سلامت آبسنگ های مرجانی در این جزیره مشاهده شدند.

آسیب های حاصل از لنگر اندازی قایق ها و زباله در دو سایت جزیره مشاهده شد، از سوی دیگر در این سایت ها به دلیل امواج و طوفان تخریب مرجانها را شاهد بودیم. تنها در یک سایت S.I.1 هیچ آسیب و تخریبی به ثبت نرسید. در سایت S.I.3 میزان تور های صیادی رها شده و تخریب حاصل از آنها زیاد بود.

شکل ۳-۵۹. نمایی از اجتماعات مرجانی در آب های اطراف جزیره سیری.

۳-۱-۳ جزیره تنب بزرگ

طبق بررسی های اولیه انجام شده در بهترین بخش های این جزیره از لحاظ پوشش مرجانی، دو سایت یکی در ناحیه شمال شرقی جزیره و دیگری در ناحیه غربی آن با مشخصات زیر انتخاب شد و سلامت مرجان‌ها و تنوع و تراکم ماهیان در آنها بررسی گردید. این سایت ها به نحوی انتخاب شده اند که معرف وضعیت سلامت مرجان‌های کل جزیره باشند. عبارت G.T.I.# که مخفف Greater Tonb Island هست، جهت نام گذاری سایت ها انتخاب شده است. ویژگی تمامی سایت ها به صورت جداگانه در توضیح هریک آورده شده است (شکل ۳-۶۰ و جدول ۳-۳).

شکل۳-۶۰. جزیره تنب بزرگ، موقعیت سایت ها انتخاب شده.

جدول ۳-۳. جزیره سیری، موقعیت سایت ها.

*	نام ایستگاه	عرض	طول
1	G.T.I.1	26°16'46.30"N	55°19'7.90"E
2	G.T.I.2	26°15'56.00"N	55°17'8.70"E

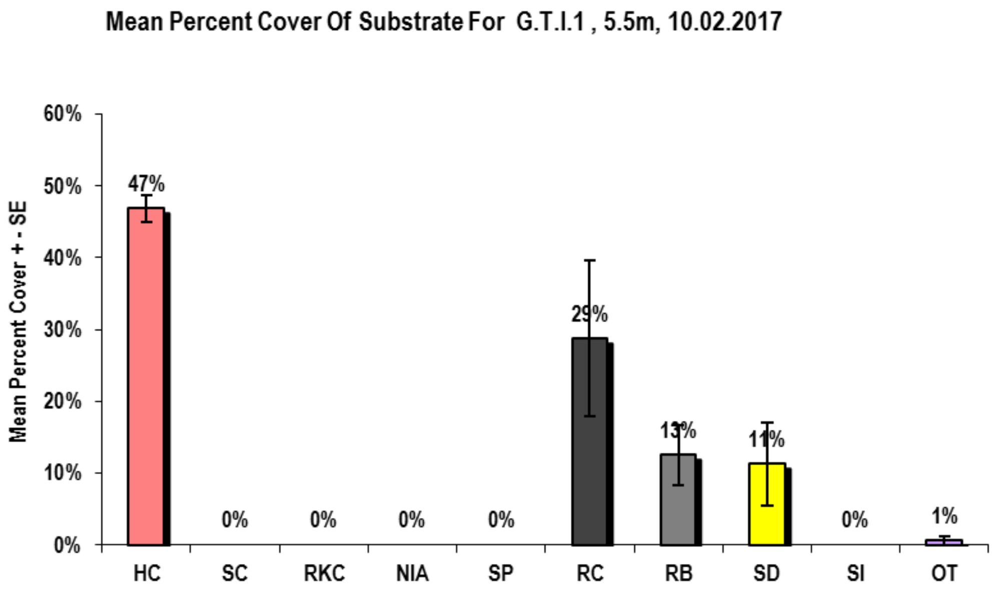
۱-۳-۱-۳ سایت ۱ (G.T.I.1)

این سایت در شمال غرب جزیره تنب بزرگ به مختصات دقیق 26°16'46.30"N، 55°19'7.90"E قرار دارد. فاصله آن از ساحل حدود ۳۰۰ متر بوده و عمق آن ۵/۵ متر می باشد. ترانسکت بررسی سلامت آبزیان در این سایت در جهت شمال شرقی–جنوب غربی قرار داده شده است (شکل ۳-۶۱).

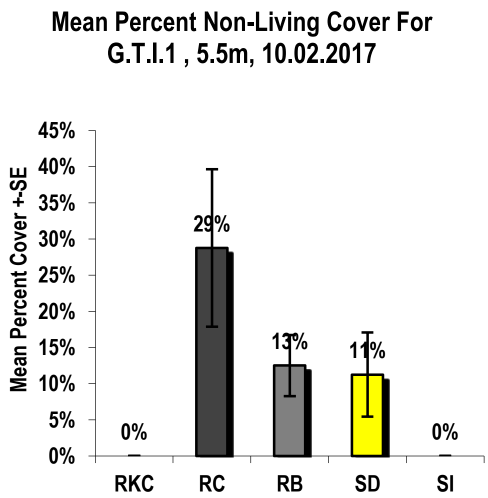
در این سایت جریان های شدید جزرو مدی بسیار محسوس بودند. سایت مورد نظر از همه لحاظ از قبیل لنگر اندازی شناور های مختلف، غواصی و صیادی صنعتی مورد حفاظت قرار می گیرد اما گاهاً ماهی گیری توسط صیادان مورد استفاده قرار می گیرد.

شکل ۳-۶۱. جزیره تنب بزرگ، موقعیت سایت ۱.

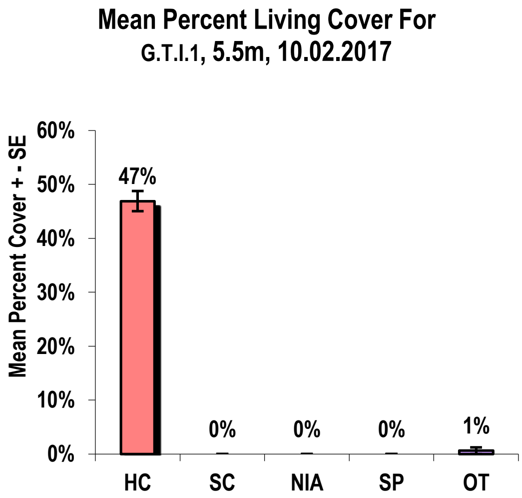
در این سایت مرجانهای سخت زنده نزدیک به نیمی از پوشش بستر را تشکیل داده و تنها بخش زنده پوششی بستر محسوب می شوند. صخره ها، خرده مرجانها و شن و غیره به ترتیب بیشترین و کمترین فراوانی را در بخش غیر زنده به خود اختصاص دادند (شکل های ۳-۶۲، ۳-۶۳ و ۳-۶۴).



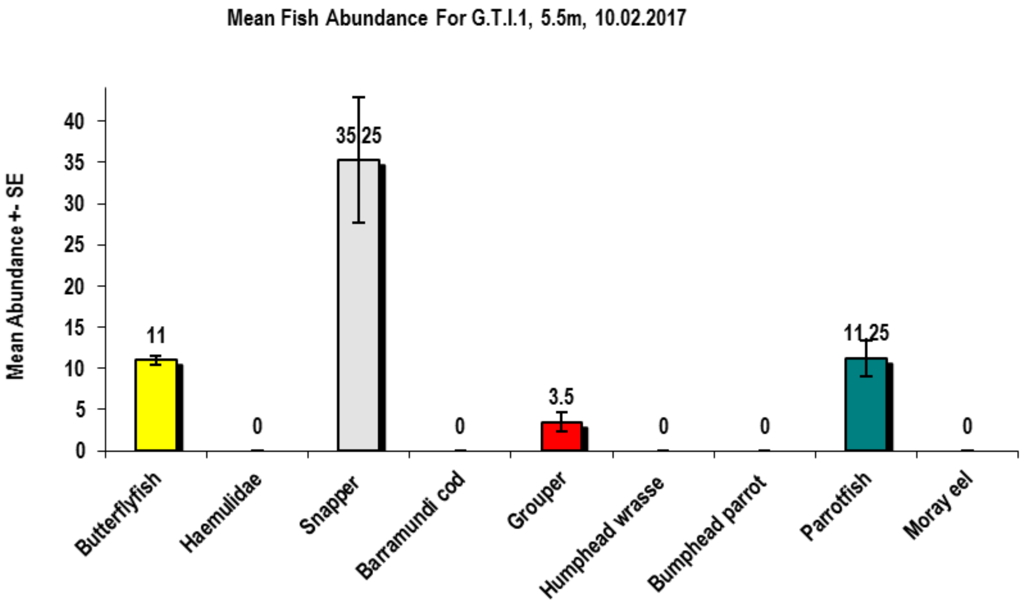
شکل ۳-۶۲. میانگین درصد پوشش بستر مرجانی در سایت شماره ۱ جزیره تنب بزرگ در عمق ۵/۵ متر



شکل ۳-۶۳. میانگین درصد پوشش غیر زنده بستر مرجانی در سایت شماره ۱ جزیره تنب بزرگ در عمق ۵/۵ متر.



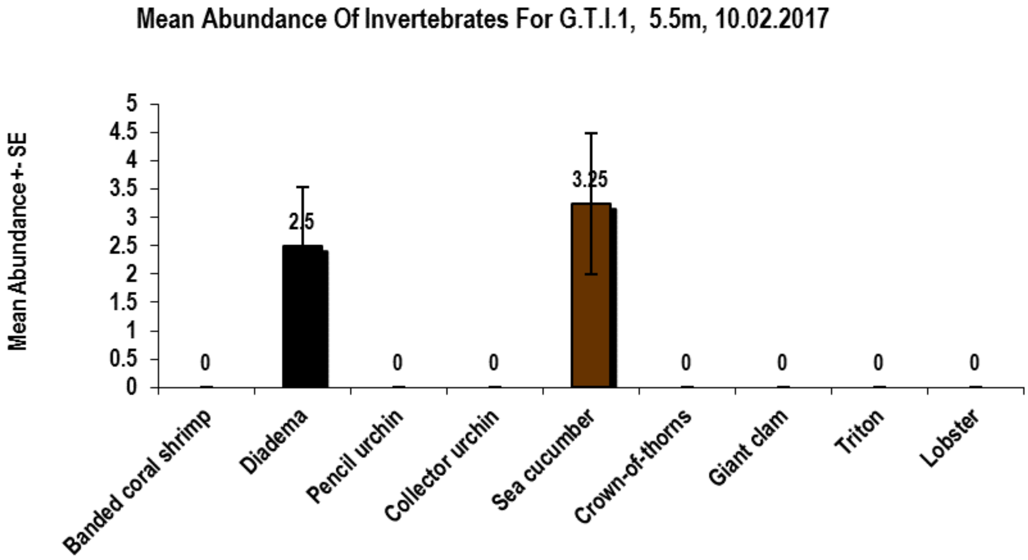
شکل ۳-۶۴. میانگین درصد پوشش زنده بستر مرجانی در سایت شماره ۱ جزیره تنب بزرگ در عمق ۵/۵ متر.



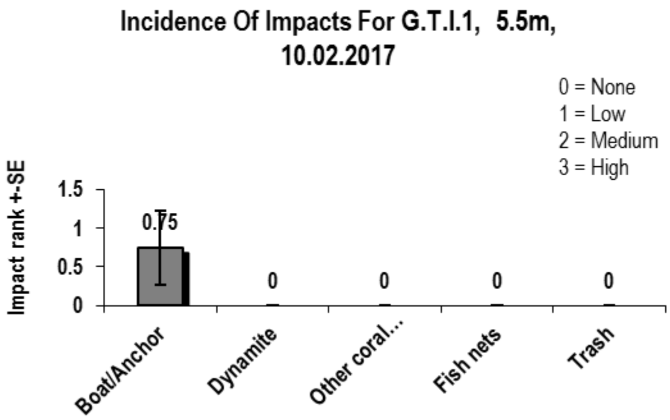
شکل ۳-۶۵. میانگین فراوانی ماهیان اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۱ جزیره تنب بزرگ در عمق ۵/۵ متر.

فراوانی ماهیان اسنپر در این سایت از دیگر ماهیان شاخص سلامت آبسنگ های مرجانی مانند پروانه ماهیان، هامور ماهیان و طوطی ماهیان که در این سایت نیز مشاهده شدند، با اختلاف زیادی بیشتر است (شکل ۳-۶۵).

فراوانی خیارهای دریایی در این سایت بیشتر از توتیا های دیادما بودند و هیچ یک از دیگر بی مهرگان شاخص نیز در این سایت مشاهده نشدند (شکل ۳-۶۶).

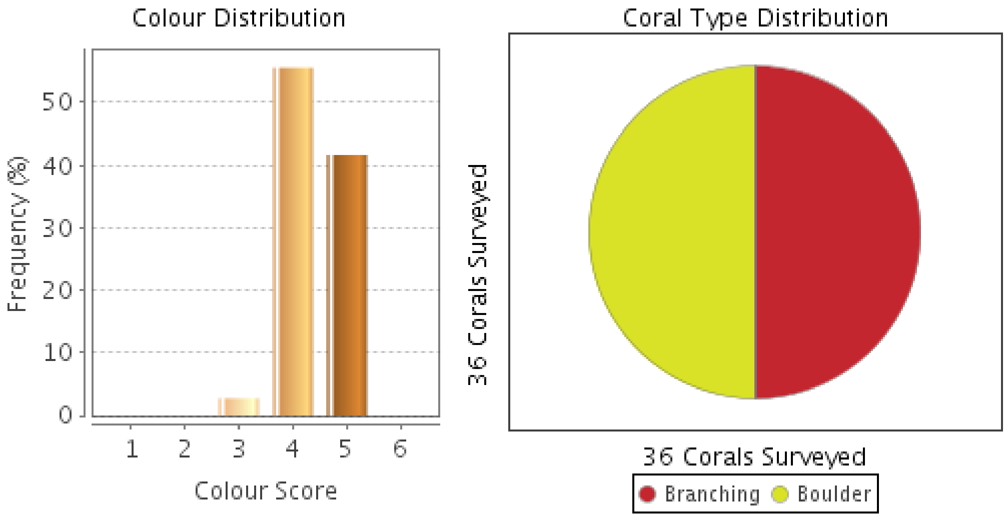


شکل ۳-۶۶. میانگین فراوانی بی مهرگان اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۱ جزیره تنب بزرگ، عمق ۵/۵ متر.



شکل ۳-۶۷. میزان اثرات منفی در اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۱ جزیره تنب بزرگ در عمق ۵/۵ متر.

تنها آثار منفی انسانی در این مربوط به آسیب حاصل از لنگر اندازی در این سایت بود که میزان کمی هم داشت (شکل ۳-۶۷).



شکل ۳-۶۸. نتایج بررسی سفید شدگی آبسنگ‌های مرجانی در سایت شماره ۱ جزیره تنب بزرگ.

مرجانهای سخت در این سایت در عمق ۵ متری از فراوانی نسبتاً مساوی از نوع شاخه ای و توده ای برخوردار بودند و طبق نمودار رنگ ها از لحاظ سفیدشدگی نیز در وضعیت خوبی بسر می برند (شکل ۳-۶۸).

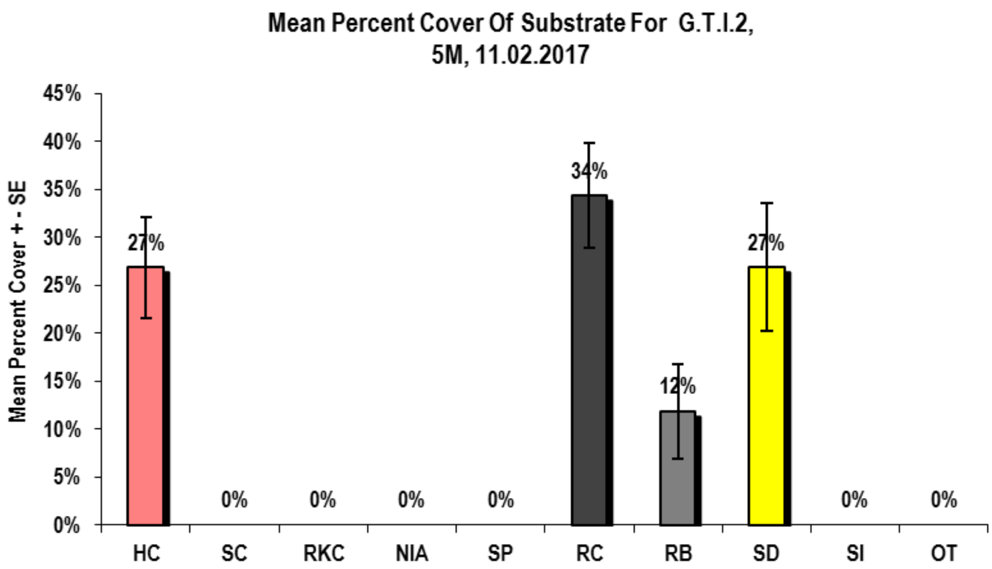
۲-۳-۱-۳ سایت ۲ (G.T.I.2)

این سایت در غرب جزیره تنب بزرگ به مختصات دقیق 26°15'56.00"N، 55°17'8.70"E قرار دارد (شکل۳-۶۹). فاصله آن از ساحل حدود ۱۵۰ متر بوده و عمق آن ۵ متر می باشد. ترانسکت بررسی سلامت آبزیان در این سایت در جهت شمال شرقی–جنوب غربی قرار داده شده است.

به واسطه اینکه این سایت در محل محافظت شده ای از لحاظ وزش باد و امواج نمی باشد ممکن است از این طریق مورد تخریب قرار گیرد. ســایت مورد نظر از همه لحاظ از قبیل لنگر اندازی شــناور های

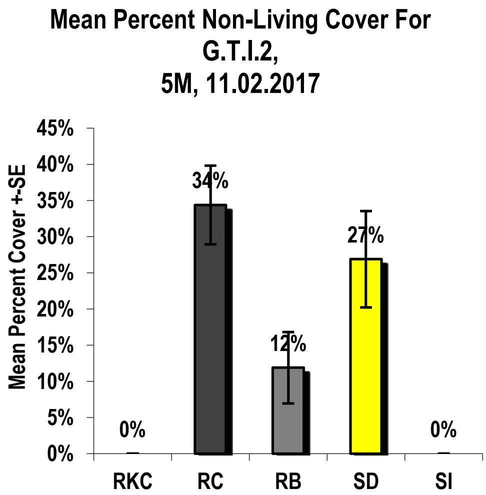
مختلف، غواصـــی و صـــیادی صـــنعتی مورد حفاظت قرار می گیرد اما گاهاً جهت شـــنا و ماهی گیری تفریحی توسط ساکنین جزیره مورد استفاده قرار می گیرد.

شکل۳-۶۹. جزیره تنب بزرگ، موقعیت سایت ۲.

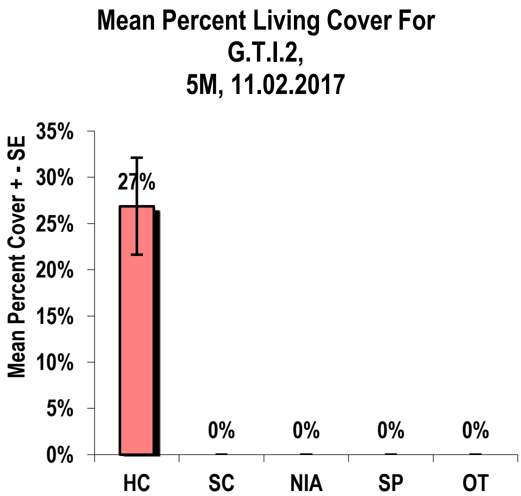


شکل ۳-۷۰. میانگین درصد پوشش بستر مرجانی در سایت شماره ۲ جزیره تنب بزرگ در عمق ۵ متر

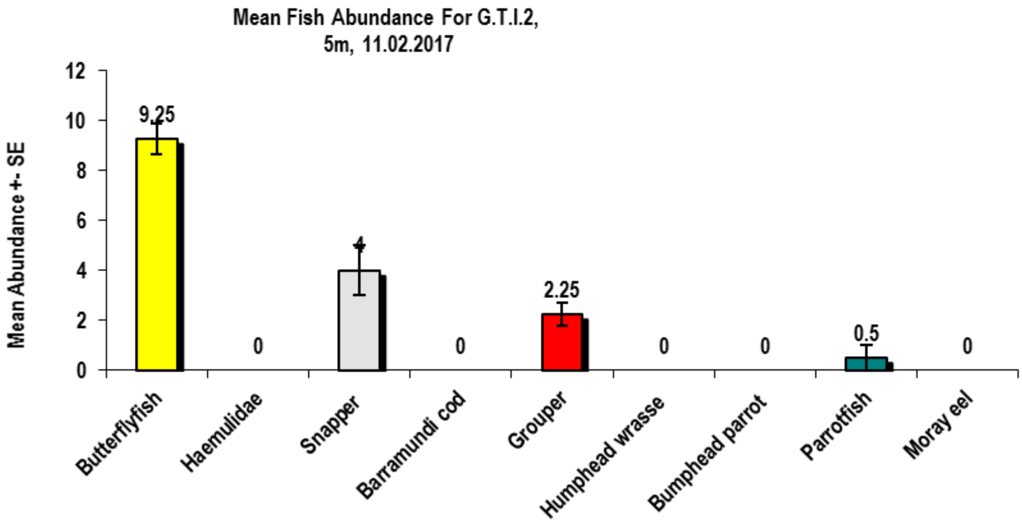
مرجان‌های زنده در این سایت فقط کمی بیش از یک چهارم پوشش بستر را به خود اختصاص داده اند و بیشترین فراوانی مربوط به صخره ها بود و شن نیز مساوی با مرجانها بستر را پوشش داده بود. میزان خرده مرجان نیز در این سایت نسبتاً بالا بود (شکل های ۳-۷۰، ۳-۷۱ و ۳-۷۲).



شکل ۳-۷۱. میانگین درصد پوشش غیر زنده بستر مرجانی در سایت شماره ۲ جزیره تنب بزرگ در عمق ۵ متر.



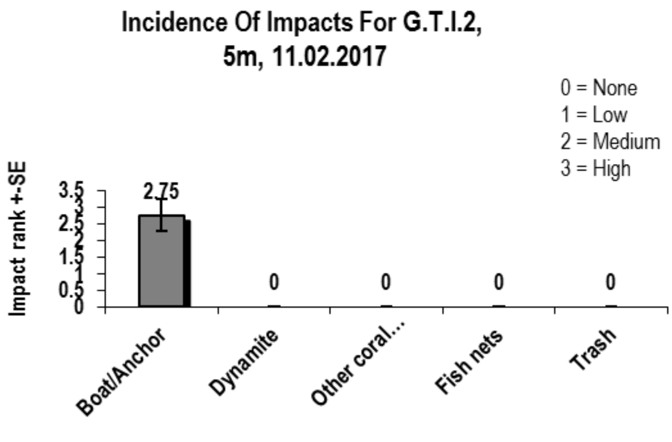
شکل ۳-۷۲. میانگین درصد پوشش زنده بستر مرجانی در سایت شماره ۲ جزیره تنب بزرگ در عمق ۵ متر.



شکل ۳-۷۳. میانگین فراوانی ماهیان در اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۲ جزیره تنب بزرگ، عمق ۵ متر.

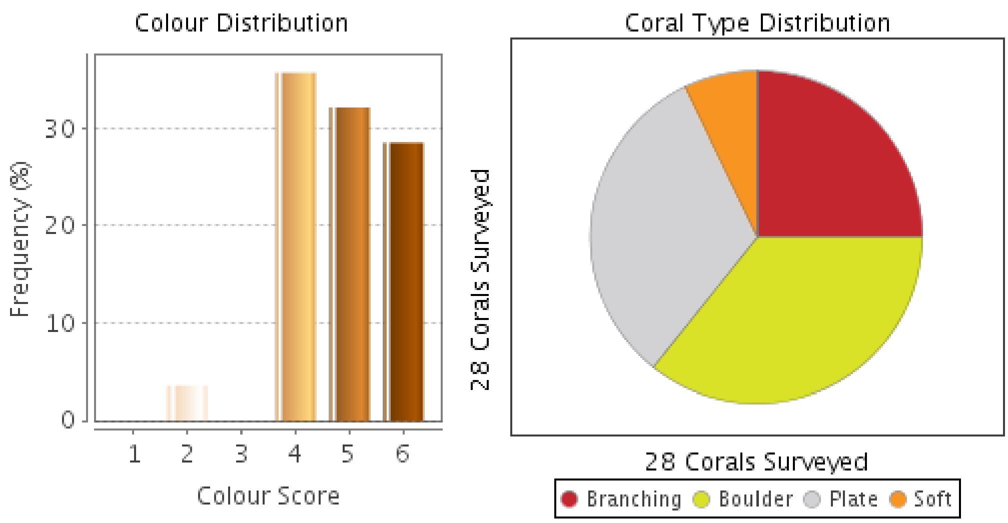
ماهیان شاخص سلامت آبسنگ های مرجانی در این سایت با بیشترین فراوانی متعلق به پروانه ماهیان و سپس اسنپر ها و هامور ماهیان و در آخر طوطی ماهیان به ثبت رسیدند (شکل ۳-۷۳).

هیچ یک از بی مهرگان شاخص سلامت آبسنگ های مرجانی در این سایت مشاهده نشد.



شکل ۳-۷۴. میزان اثرات منفی در اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۲ جزیره تنب بزرگ در عمق ۵ متر.

تخریب حاصل از لنگر اندازی در این سایت از آثار منفی آسیب های انسانی این سایت به شمار می رود (شکل۳-۷۴).

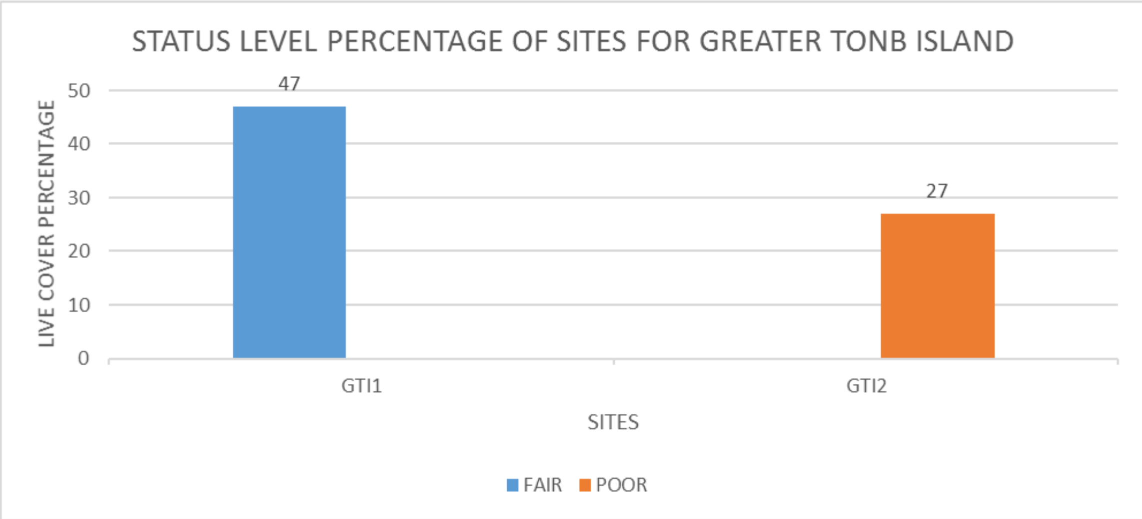


شکل ۳-۷۵. نتایج بررسی سفید شدگی آبسنگ‌های مرجانی در سایت شماره ۱ جزیره تنب بزرگ.

مرجانهای سخت این سایت شامل فرم های شاخه ای، توده ای و صفحه ای تقریباً دارای فراوانی همسانی بودند و نیز مرجانهای نرم نیز در بررسی کرال واچ مورد نظر قرار گرفت. شاخص نمودار رنگ ها نشانگر وضعیت بسیار خوب مرجانها از لحاظ سفید شدگی در عمق ۵ متر بود (شکل ۳-۷۵).

۳-۳-۱-۳ جمع بندی

دو ایستگاه در جزیره تنب بزرگ مورد بررسی سلامت قرار گرفت که از میان دو ایستگاه یکی در وضعیت نسبتاً خوب و یکی در وضعیت ضعیف از لحاظ سلامت مرجانها بودند (شکل۳-۷۶). بنابراین با میانگین پوشش مرجان زنده ۳۷٪، مرجانهای اطراف جزیره تنب بزرگ در وضعیت ضعیف قرار دارند. از طرفی در هر دو سایت خرده مرجان (RB) به میزان قابل توجهی مشاهده شد.

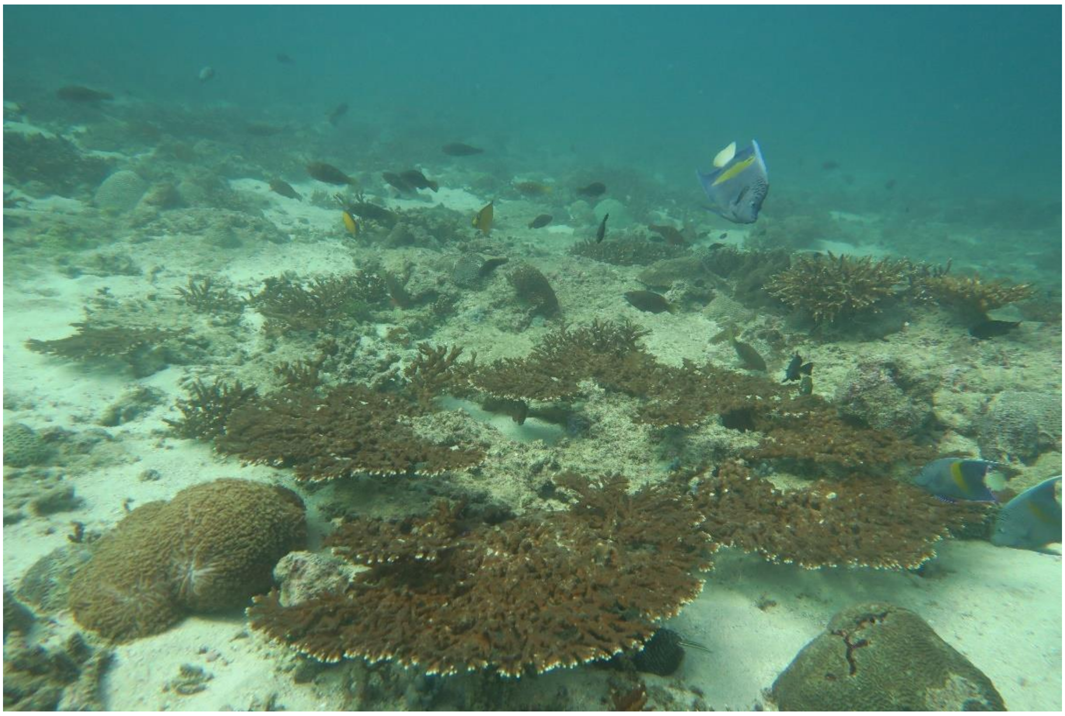


شکل ۳-۷۶. وضعیت سلامت آبسنگ های مرجانی در در سایت های مختلف جزیره تنب بزرگ.

از چهار گروه از ماهیان شاخص سلامت آبسنگ های مرجانی مشاهده شده در تمامی سایت های این جزیره شامل پروانه ماهیان، اسنپر ها، طوطی ماهیان و هامور ماهیان بیشترین فراوانی با اسنپرها بود و دیگر گروه ها در مراتب بعدی قرار داشتند (شکل ۳-۷۷).

تنها در سایت G.T.I.1 خیارهای دریایی و توتیا های دیادما در میان بی مهرگان شاخص سلامت آبسنگ های مرجانی در این جزیره مشاهده شدند که بیشترین فراوانی نیز متعلق به خیار های دریایی بود.

در هر دو سایت جزیره آسیب های حاصل از لنگر اندازی قایق ها تنها آسیب مشاهده شده در این جزیره بود.



شکل ۳-۷۷. نمایی از اجتماعات مرجانی در آب های اطراف جزیره تنب بزرگ.

۳-۱-۴ جزیره تنب کوچک

طبق بررسی های اولیه انجام شده در بهترین بخش های این جزیره از لحاظ پوشش مرجانی، دو سایت یکی در ناحیه شمال غربی جزیره و دیگری در ناحیه شرق آن با مشخصات زیر انتخاب شد و سلامت مرجانها و تنوع و تراکم ماهیان در آنها بررسی گردید. این سایت ها به نحوی انتخاب شده اند که معرف وضعیت سلامت مرجانهای کل جزیره باشند. عبارت L.T.I.# که مخفف Lesser Tonb Island هست جهت نام گذاری سایت ها انتخاب شده است. ویژگی تمامی سایت ها به صورت جداگانه در توضیح هریک آورده شده است (شکل ۳- ۷۸ و جدول۳-۴).

شکل ۳-۷۸. جزیره تنب کوچک، موقعیت سایت ها.

جدول۳-۴. جزیره تنب کوچک، موقعیت جغرافیایی سایت ها.

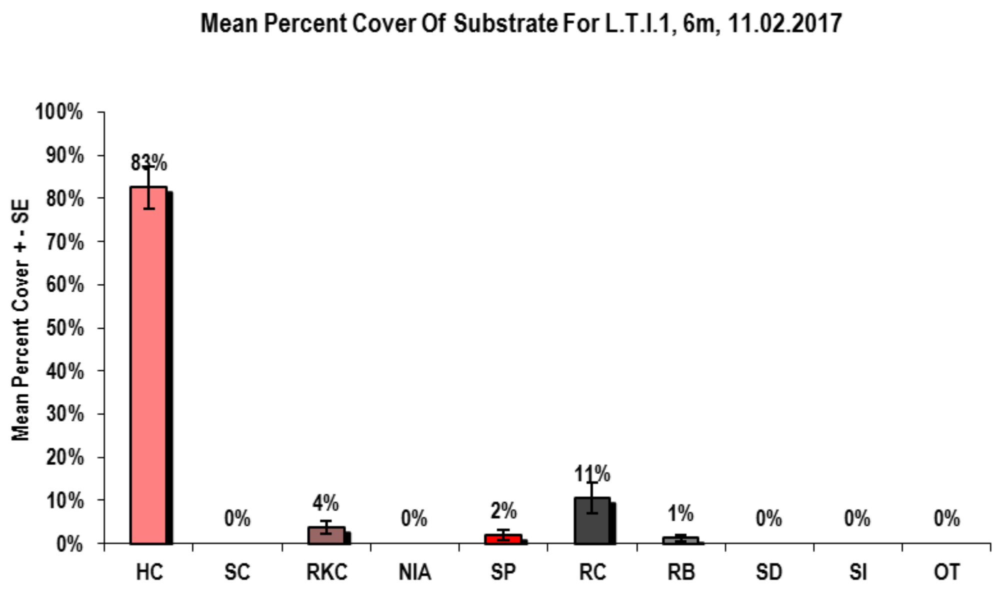
*	نام ایستگاه	عرض	طول
1	L.T.I.1	26°14'35.20"N	55° 9'23.30"E
2	L.T.I.2	26°14'45.67"N	55° 8'19.86"E

۱-۴-۱-۳ سایت ۱ (L.T.I.1)

این سایت در شرق جزیره تنب کوچک به مختصات دقیق 26°14'35.20"N، 55° 9'23.30"E قرار دارد (شکل ۳-۷۹). فاصله آن از ساحل حدود ۱۰۰ متر بوده و عمق آن ۶ متر می باشد. ترانسکت بررسی سلامت آبزیان در این سایت در جهت جنوب شرقی– شمال غربی قرار داده شده است.

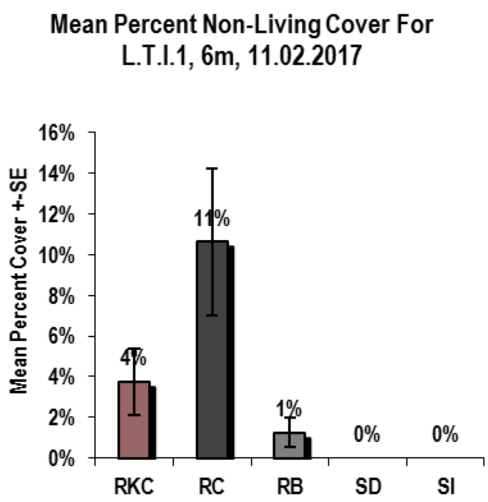
این سایت بهترین سایت مرجانی جزیره از لحاظ تراکم پوشش و سلامت محسوب می گردد. سایت مورد نظر از همه لحاظ از قبیل لنگر اندازی شناور های مختلف، غواصی و صیادی صنعتی مورد حفاظت قرار می گیرد. از آنجایی که این محل به عنوان پناهگاه در مقابل باد و طوفان محسوب می شود گاهاً شناور های صیادی در این محل لنگر اندازی کرده و در مقابل طوفان پناه می گیرند.

شکل ۳-۷۹. جزیره تنب کوچک، موقعیت سایت ۱.

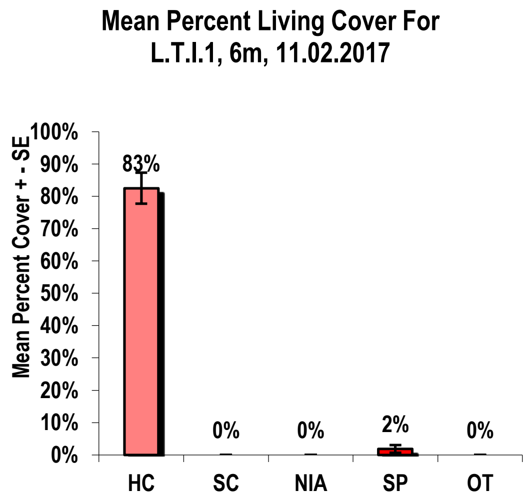


شکل ۳-۸۰. میانگین درصد پوشش بستر مرجانی در سایت شماره ۱ جزیره تنب کوچک در عمق ۶ متر.

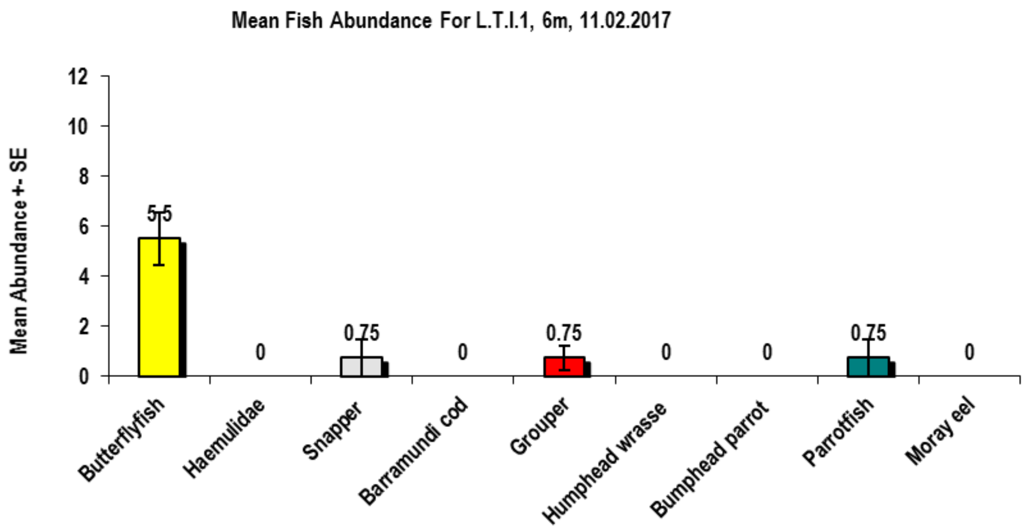
پوشش ۸۳ درصدی مرجانهای سخت زنده در این بستر، این سایت را در رتبه خیلی خوب از نظر سلامت مرجان‌ها قرار می دهد. از طرفی نیز میزانی از مرجان‌های تازه مرده در این سایت ثبت شد. اسفنج ها نیز در این سایت در ردیف پوشش زنده بستر قرار داشتند. صخره و تکه های خرد شده مرجان نیز از جمله پوشش های غیر زنده بستر بود (شکل های ۳-۸۰، ۳-۸۱ و ۳-۸۲).



شکل ۳-۸۱. میانگین درصد پوشش غیرزنده بستر مرجانی در سایت شماره ۱ تنب کوچک در عمق ۶ متر

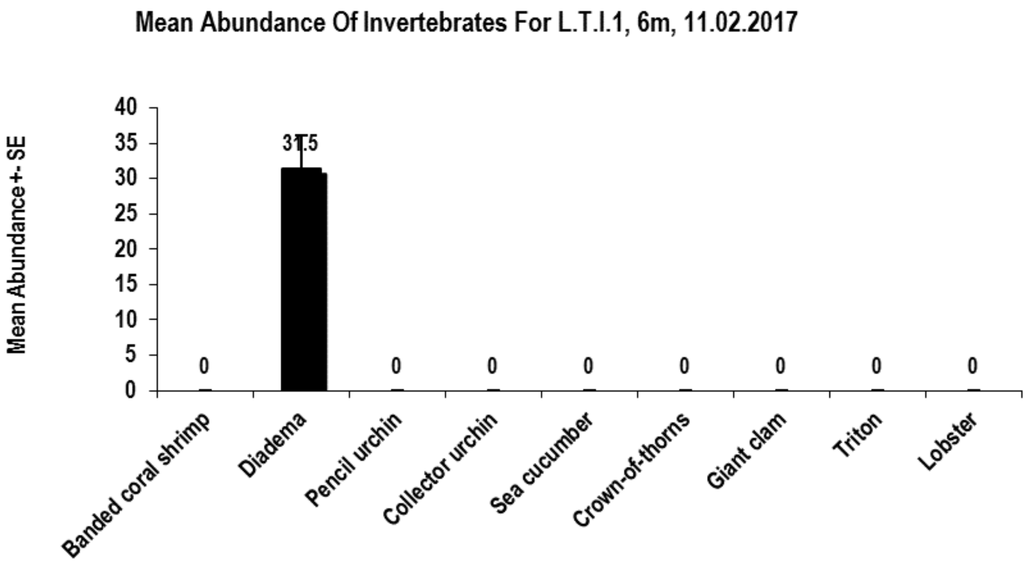


شکل ۳-۸۲. میانگین درصد پوشش زنده بستر مرجانی در سایت شماره ۱ تنب کوچک در عمق ۶ متر



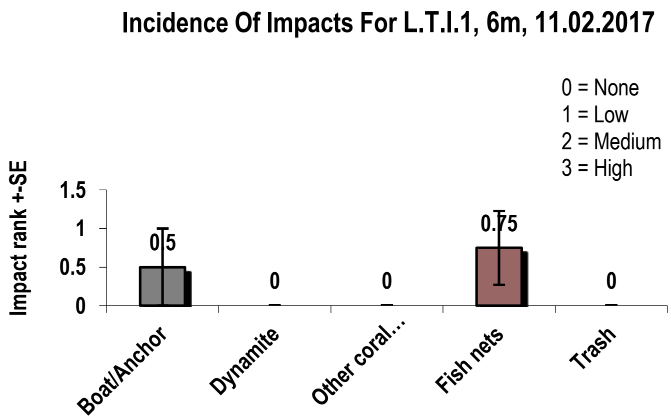
شکل ۳-۸۳. میانگین فراوانی ماهیان در اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۱ جزیره تنب کوچک، عمق ۶متر

پروانه ماهیان در رتبه نخست فراوانی در این سایت قرار داشتند و اسنپر ها، هامورها و طوطی ماهیان به میزان مساوی در رتبه بعدی قرار داشتند (شکل ۳-۸۳).



شکل ۳-۸۴. میانگین فراوانی ماهیان اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۱ جزیره تنب کوچک در عمق ۶ متر

فراوانی بی مهرگان در این سایت فقط به توتیا های دیادما محدود می شد که میزان قابل توجهی را نیز به خود اختصاص داده بودند (شکل ۳-۸۴).



شکل ۳-۸۵. میزان اثرات منفی در اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۱ جزیره تنب کوچک در عمق ۶ متر.

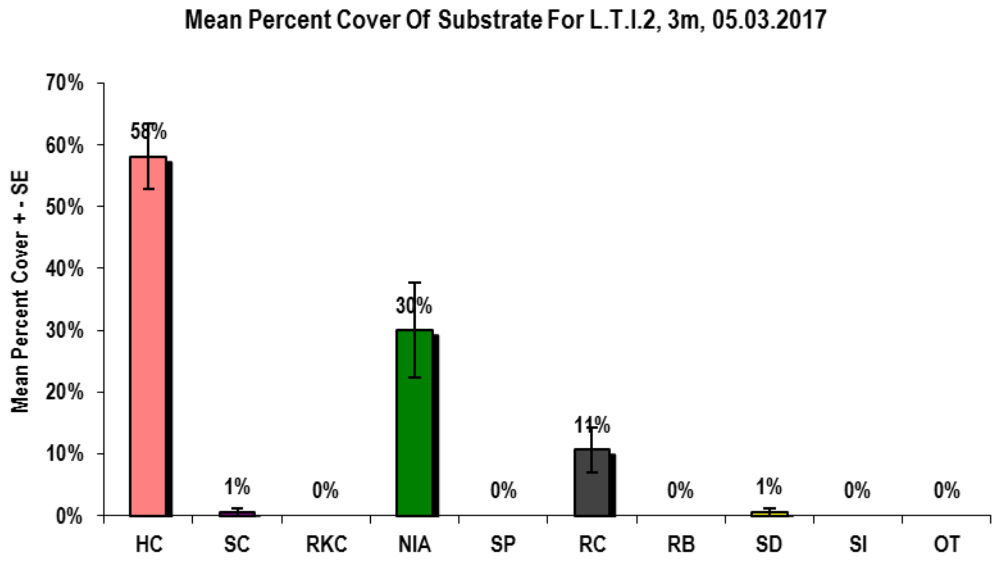
بیشتر آسیب های این سایت ناشی از تور های ماهی گیری رها شده بود و نیز تخریب حاصل از لنگر قایق ها نیز در این سایت مشاهده شد (شکل۳-۸۵).

۲-۴-۱-۳ سایت ۲ (L.T.I.2)

این سایت در شمال غرب جزیره تنب کوچک به مختصات دقیق 26°14'45.67"N، 55° 8'19.86"E قرار دارد (شکل ۳-۸۶). فاصله آن از ساحل حدود ۲۵ متر بوده و عمق آن ۳ متر می باشد. ترانسکت بررسی سلامت آبزیان در این سایت در جهت جنوب شرقی– شمال غربی قرار داده شده است.

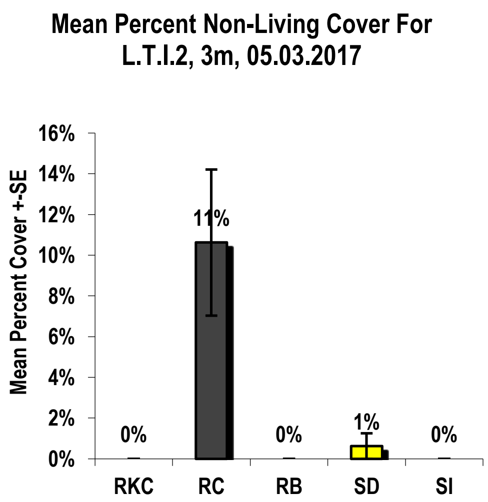
این سایت در محل محافظت شده ای از لحاظ وزش باد و امواج نمی باشد و با کوچکترین وزش باد بسیار مواج و متلاتم می شود. غالبیت بستر مرجانی بوده و ارتفاع مرجانهای توده ای این سایت به ۳ متر هم می رسد. سایت مورد نظر از همه لحاظ از قبیل لنگر اندازی شناور های مختلف، غواصی و صیادی صنعتی مورد حفاظت قرار می گیرد، اما گاهاً جهت شنا و ماهی گیری تفریحی توسط ساکنین جزیره مورد استفاده قرار می گیرد.

شکل ۳-۸۶. جزیره تنب کوچک، موقعیت سایت ۲.

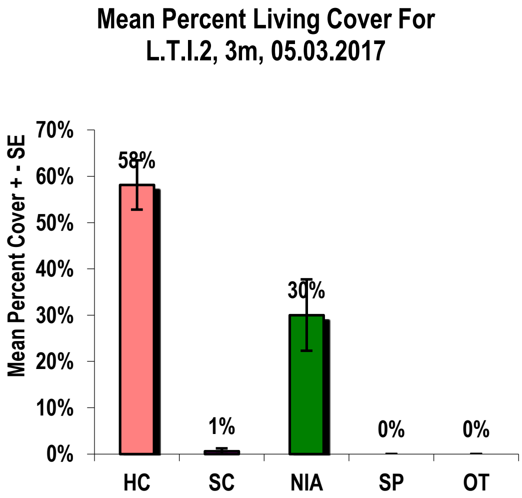


شکل ۳-۸۷. میانگین درصد پوشش بستر مرجانی در سایت شماره ۲ جزیره تنب کوچک در عمق ۳ متر.

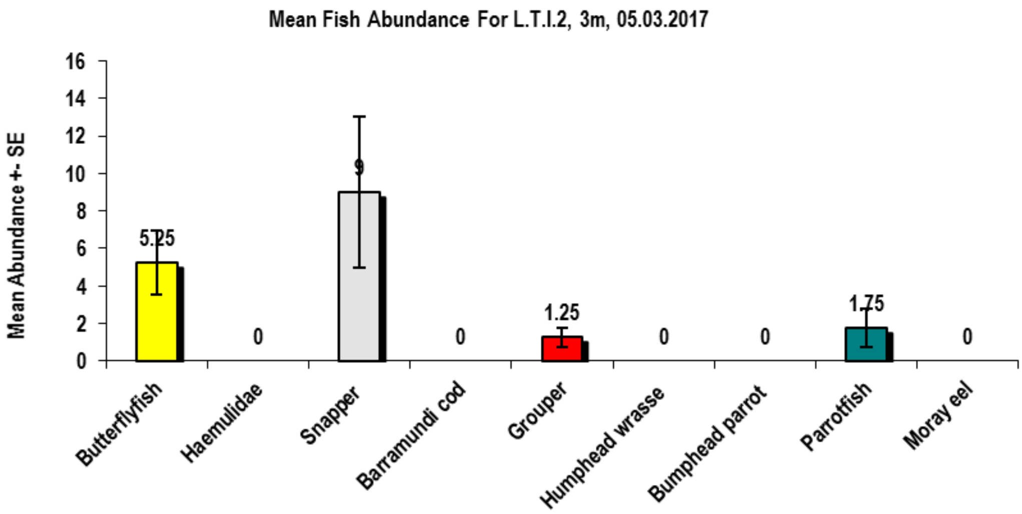
با بیش از ۵۰٪ از پوشش بستر توسط مرجانهای زنده سخت و نرم این سایت در ردیف نسبتاً خوبی از لحاظ مرجانی قرار دارد. جلبک ها شاخص نوترینت نیز فراوانی بالایی در این بستر داشتند و میزان بستر غیر زنده پایین بود (شکل های ۳-۸۷، ۳-۸۸ و ۳-۸۹).



شکل۳-۸۸. میانگین درصد پوشش غیر زنده بستر مرجانی در سایت شماره ۲ تنب کوچک در عمق ۳ متر.

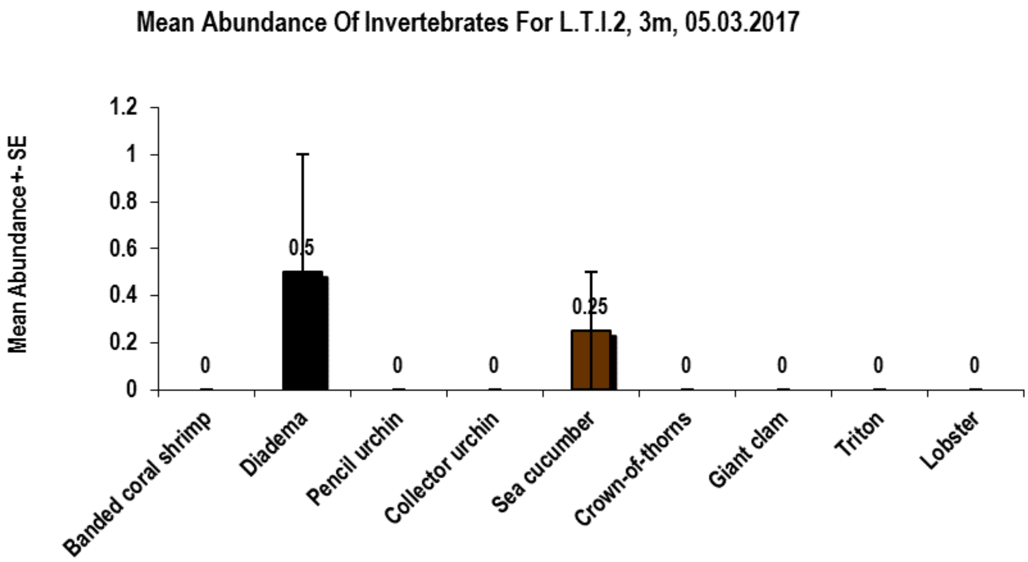


شکل۳-۸۹. میانگین درصد پوشش زنده بستر مرجانی در سایت شماره ۲ تنب کوچک در عمق ۳ متر.



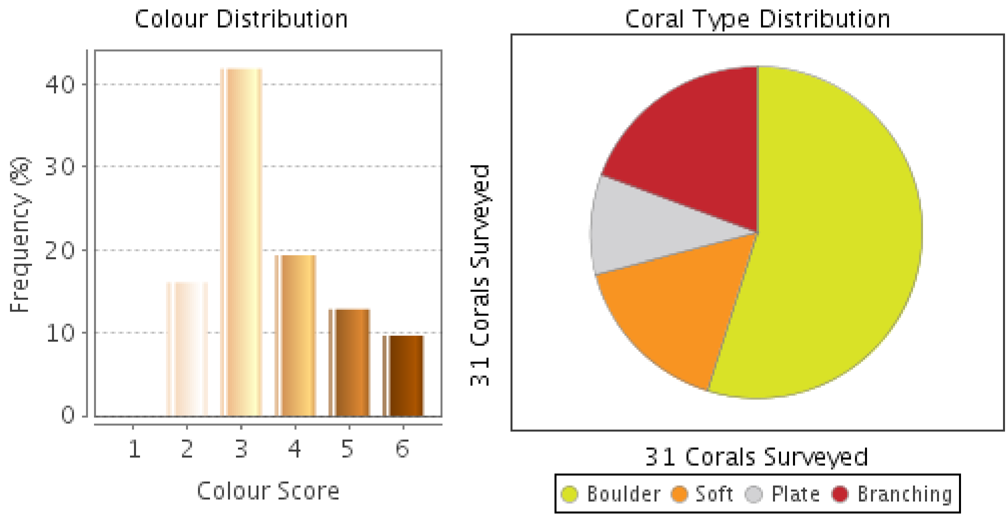
شکل۳-۹۰. میانگین فراوانی ماهیان در اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۲ تنب کوچک در عمق ۳ متر.

اسنپر ها در میان ماهیان شاخص سلامت آبسنگ های مرجانی در این سایت بیشترین فراوانی را به خود اختصاص دادند و بعد از آن ها پروانه ماهیان طوطی ماهیان و هامور ماهیان در این سایت حضور داشتند (شکل۳-۹۰).



شکل۳-۹۱. میانگین فراوانی بی مهرگان در اطراف آبسنگ های مرجانی در سایت شماره ۲ تنب کوچک در عمق ۳ متر.

توتیای دیادما و خیار های دریایی تنها بی مهرگان شاخص سلامت آبسنگ های مرجانی در این سایت بودند. دیگر بی مهره ها در این سایت مشاهده نشده و فراوانی توتیاها دو برابر خیار های دریایی بود (شکل۳-۹۱). در این سایت هیچ آثار منفی و تخریبی به ثبت نرسید.

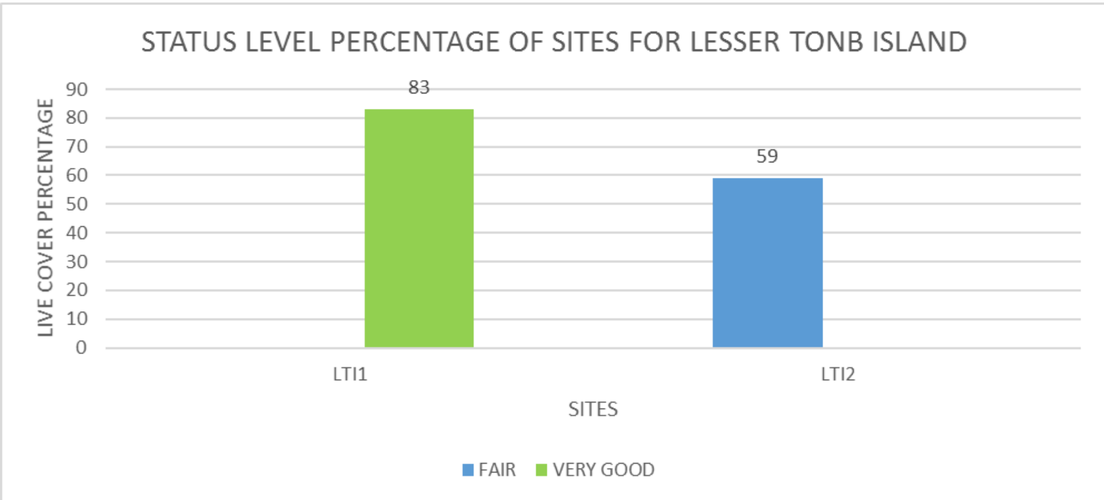


شکل۳-۹۲. نتایج بررسی سفید شدگی آبسنگ‌های مرجانی در سایت شماره ۲ جزیره تنب کوچک.

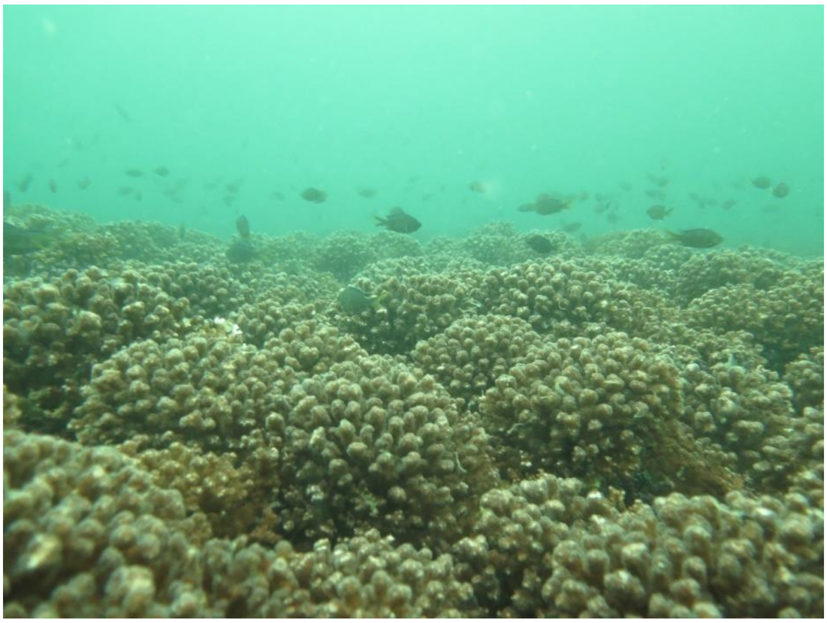
درعمق ۳ متری فراوانی مرجانهای سخت توده ای نسبت به مرجانهای سخت شاخه ای و صفحه ای و نیز مرجانها نرم بیشتر بود. نمودارهای شاخص رنگ نشان دهنده وضعیت متوسط مرجانهای این سایت از نظر سفید شدگی بودند (شکل۳-۹۲).

۳-۴-۱-۳ جمع بندی

از میان دو ایستگاه مورد مطالعه در جزیره تنب کوچک ایستگاه L.T.I.1 دارای بیشترین فراوانی پوشش مرجان زنده در میان چهار جزیره را داشت (شکل۳-۹۳). در مجموع با میانگین پوشش مرجان زنده ۷۱ درصد، مرجانهای اطراف جزیره تنب کوچک در وضعیت خوبی قرار دارند. از طرفی در سایت L.T.I.۱ مرجانهای تازه مرده (RKC) مشاهده گردید و در سایت L.T.I.2 نیز میزان جلبک های شاخص نوترینت (NIA) به میزان قابل توجهی ثبت شد.



شکل۳-۹۳. وضعیت سلامت آبسنگ های مرجانی در در سایت های مختلف جزیره تنب کوچک



شکل ۳-۹۴. نمایی از اجتماعات مرجانی در آب های اطراف جزیره تنب کوچک.

تنها چهار گروه از ماهیان شاخص سلامت آبسنگ های مرجانی در این جزیره مشاهده شدند که در تمامی سایت ها پروانه ماهیان، اسنپر ها، طوطی ماهیان و هامور ماهیان با اختلاف کمی در میان مرجانها حضور داشتند (شکل۳-۹۴).

در هر دو سایت مورد مطالعه توتیاهای دریایی حضور داشته و تنها در سایت L.T.I.2 خیارهای دریایی در میان بی مهرگان شاخص سلامت آبسنگ های مرجانی در این جزیره مشاهده شدند.

فقط در سایت L.T.I.1 بیشتر آسیب ناشی از تور های ماهی گیری رها شده و تخریب حاصل از لنگر قایق ها مشاهده شد و در سایت دیگر جزیره هیچ آسیبی ثبت نگردید.

۲-۳ نتایج مربوط به شناسایی گونه ها

بر اساس مطالعات تاکسونومیک گونه های مرجان های سخت در جزایر تنب بزرگ، تنب کوچک، ابوموسی و سیری، ۵۲ گونه مرجان سخت متعلق به ۲۵ جنس و ۱۱ خانواده شناسایی شدند. از این میان خانواده Acroporidae با ۱۲ گونه، خانواده Merulinidae با ۱۰ گونه و خانواده Poritidae با ۹ گونه دارای بیشترین فراوانی گونه و خانواده‌های Psammocoridae و Siderastreidae با تنها یک گونه دارای کمترین فراوانی گونه در این جزایر بودند. در مجموع تعداد ۳۴ گونه مرجان سخت در جزیره تنب بزرگ، ۳۶ گونه در تنب کوچک، ۳۰ گونه در ابوموسی و ۱۴ گونه در جزیره سیری به ثبت رسید. هر چند نتایج بدست آمده از جزیره سیری بیانگر تنوع زیستی حقیقی آن نمی‌باشد و علت اصلی کم بودن تعداد گونه‌های به ثبت رسیده، محدودیت‌های پیش‌آمده در دسترسی به این جزیره و در نتیجه کمتر بودن تعداد سایت‌ها و زمان بسیار محدود نمونه‌برداری (تنها یک نوبت) بوده است. در مجموع با توجه به محدودیت‌های موجود از نظر زمان و دسترسی به این جزایر، پیش‌بینی می‌شود در صورت بررسی بیشتر و افزایش تعداد سایت‌های نمونه‌برداری، تنوع زیستی مرجان‌های سخت در هر یک از این جزایر، بیش از آنچه که تاکنون بدست آمده باشد.

فهرست و پراکنش مرجان‌های آبسنگ‌ساز جزایر تنب بزرگ، تنب کوچک، ابوموسی و سیری همچنین آخرین وضعیت جهانی هرگونه بر اساس معیارهای اتحادیه جهانی حفاظت (IUCN) در جدول شماره ۵-۳ ارائه شده است.

جدول ۳-۵. فهرست مرجان‌های آبسنگ‌ساز جزایر تنب بزرگ، تنب کوچک، ابوموسی و سیری

ردیف	خانواده	نام علمی	نام انگلیسی	پراکنش				IUCN Red List
				تنب بزرگ	تنب کوچک	ابوموسی	سیری	
۱	Acroporidae	*Acropora clathrata*	Solid Table Coral	+	+	+	+	LC
۲		*Acropora downingi*	-	+	+	+	+	LC
۳		*Acropora microphthalma*	-		+	+		DD
۴		*Acropora arabensis*	-	+	+	+		NT
۵		*Acropora gemmifera*	-	+		+		LC
۶		*Acropora pharaonis*	-			+		VU
۷		*Acropora valida*	-	+	+			LC
۸		*Acropora* sp.	-		+			-
۹		*Astreopora myriophthalma*	Starflower coral		+			LC
۱۰		*Montipora danae*	Poker star montipora	+		+		LC
۱۱		*Montipora spongiosa*	-	+				LC
۱۲		*Montipora aequituberculata*	Encrusting pore coral		+			LC
۱۳	Agariciidae	*Pavona decussata*	Cactus Coral	+	+	+	+	VU
۱۴		*Pavona diffluens*	-	+				VU
۱۵	Dendrophylliidae	*Turbinaria peltata*	Disc coral		+			VU
۱۶		*Turbinaria reniformis*	Disc coral		+			VU
۱۷		*Turbinaria mesenterina*	Disc coral				+	VU
۱۸		*Tubastraea coccinea*	Orange cup coral	+				-
۱۹	Pocilloporidae	*Pocillopora damicornis*	Cauliflower Coral	+	+	+		LC
۲۰		*Stylophora pistillata*	Smooth Cauliflower Coral	+	+			NT
۲۱	Poritidae	*Porites lobata*	Lobed porous coral	+	+	+		NT
۲۲		*Porites lutea*	Hump coral	+	+	+	+	LC
۲۳		*Porites harrisoni*	Hump coral	+		+	+	NT
۲۴		*Porites nodifera*	Dome Coral	+		+	+	LC
۲۵		*Porites solida*	Boulder coral	+	+			LC
۲۶		*Goniopora columna*	Anemone coral, Flowerpot coral	+	+	+		NT
۲۷		*Goniopora djiboutiensis*	-	+	+	+		-
۲۸		*Goniopora cf. albiconus*	-				+	VU
۲۹	Psammocoridae	*Psammocora stellata*	Stellar coral	+	+	+		VU
۳۰	Siderastreidae	*Siderastrea savignyana*	African pillow coral		+			LC

ردیف	خانواده	نام علمی	نام انگلیسی	پراکنش				IUCN Red List
				تنب بزرگ	تنب کوچک	ابوموسی	سیری	
۳۱	Coscinaraeidae	*Coscinaraea columna*	Wrinkle Coral		+	+		LC
۳۲		*Coscinaraea monile*	Wrinkle Coral		+			LC
۳۳		*Anomastraea irregularis*	Crisp pillow coral		+			VU
۳۴	Merulinidae	*Favites pentagona*	Larger star coral	+	+	+		LC
۳۵		*Favites micropentagonus*	-		+	+		NT
۳۶		*Favites spinosa*	-	+		+		VU
۳۷		*Favites acuticollis*	-	+				NT
۳۸		*Dipsastraea favus*	Head Coral	+	+	+	+	LC
۳۹		*Dipsastraea pallida*	Knob coral	+	+	+		LC
۴۰		*Dipsastraea speciosa*	Larger knob coral		+	+		LC
۴۱		*Cyphastrea microphthalma*	Lesser knob coral	+	+	+	+	LC
۴۲		*Platygyra daedalea*	Brain Coral	+	+	+	+	NT
۴۳		*Hydnophora pilosa*	-	+	+	+	+	LC
۴۴	Lobophylliidae	*Lobophyllia radians*	Sinuous cup coral	+				LC
۴۵		*Acanthastrea echinata*	Starry cup coral	+	+	+		LC
۴۶		*Acanthastrea hemprichi*	Hemprich' brain coral	+		+		VU
۴۷		*Sclerophyllia maxima*	Starry cup coral		+			NT
۴۸		*Echinophyllia aspera*	Flat lettuce coral	+		+		LC
۴۹	Scleractinia incertae sedis	*Leptastrea transversa*	Crust coral	+	+	+	+	LC
۵۰		*Leptastrea purpurea*	Crust coral	+				LC
۵۱		*Leptastrea bottae*	Crust coral		+			NT
۵۲		*Plesiastrea versipora*	Small knob coral		+		+	LC

۳-۲-۱ خانواده: Acroporidae Verrill, 1902

ویژگی‌های عمومی: دارای فرم کلنی و جلبک‌های همزیست زوزانتلا. در کلنی‌های این خانواده اغلب فرم‌های رشدی در مرجان‌های دارای زوزانتلا مانند قشری، شاخه‌ای، توده‌ای و ستونی مشاهده می‌شود. اغلب اعضای این خانواده به جز جنس *Astreopora* دارای کورالیت‌های کوچک بوده، سپتاها در دو

ردیف دایره‌ای یا کمتر قرار دارند و ساختار کلوملا به ندرت رشد یافته است. این خانواده دارای چهار جنس است که سه جنس آن منحصراً در اقیانوس هند و آرام قرار دارند.

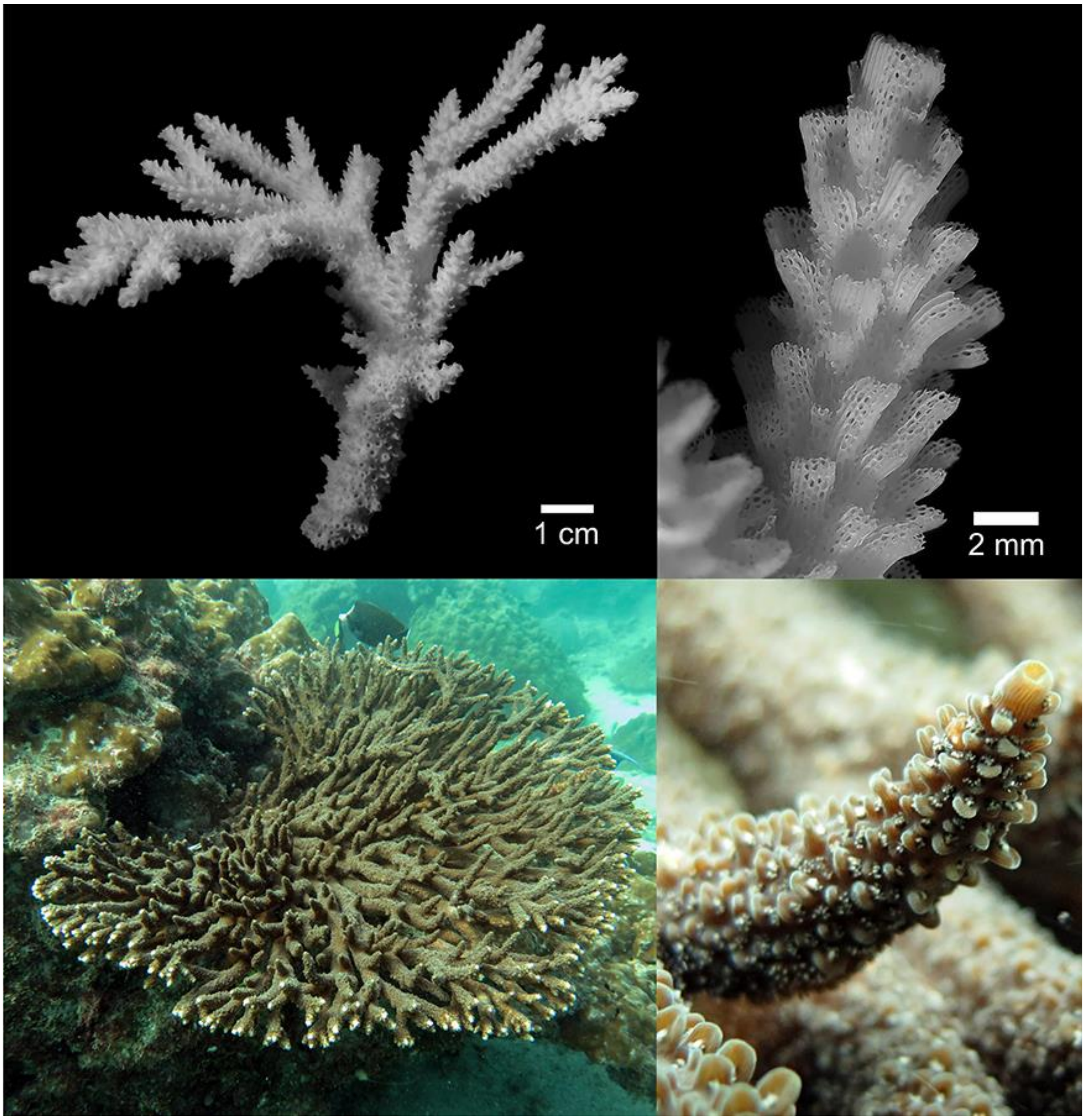
جنس: ***Acropora* Oken, 1815**

ویژگی‌های عمومی: یکی از جنس‌های دارای تنوع گونه‌ای بالا به شمار می‌رود. گونه‌های این جنس معمولاً دارای کلنی‌های شاخه‌ای و یا صفحه‌ای شکل بوده و به‌ندرت به صورت قشری یا ستونی رشد می‌کنند. در این جنس کورالیت‌ها به‌دو صورت کورالیت‌های محوری (axial) در رأس شاخه‌های اصلی و فرعی و کورالیت‌های شعاعی (radial) هستند و معمولاً سپتاها در دو ردیف دایره‌ای قرار دارند. همچنین کورالیت‌ها فاقد کلوملا بوده و در آن دیواره کورالیت و فضای بین کورالیت (coenosteam) متخلخل است.

گونه: ***Acropora downingi* Wallace, 1999**

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌های این گونه به‌صورت پهن و میزی (tabular) بوده و دارای شاخه‌های به هم پیوسته افقی است که در کلنی‌های بزرگ شاخه‌ها در قسمت‌های مرکزی به هم متصل می‌شوند. از خصوصیت بارز این گونه و وجه تمایز آن با گونه *A.clathrata* وجود شاخه‌های فرعی به‌سمت بالا برگشته است. کورالیت‌های محوری کوچک بوده و کورالیت‌های شعاعی نیز فشرده با لبه تیز و دهانه ریز با قطر متوسط داخلی یک میلیمتر می‌باشند. کورالیت‌ها دارای دو ردیف سپتا هستند که ردیف اول کاملاً رشد یافته و ردیف دوم آن بسیار کم رشد یافته و یا وجود ندارد (شکل ۳-۹۵). قطر شاخه‌ها معمولاً نسبت به *A. clathrata* کمتر است.

رنگ: قهوه‌ای، خاکستری یا سبز، اغلب حاشیه‌ها بی‌رنگ یا کم رنگ است.



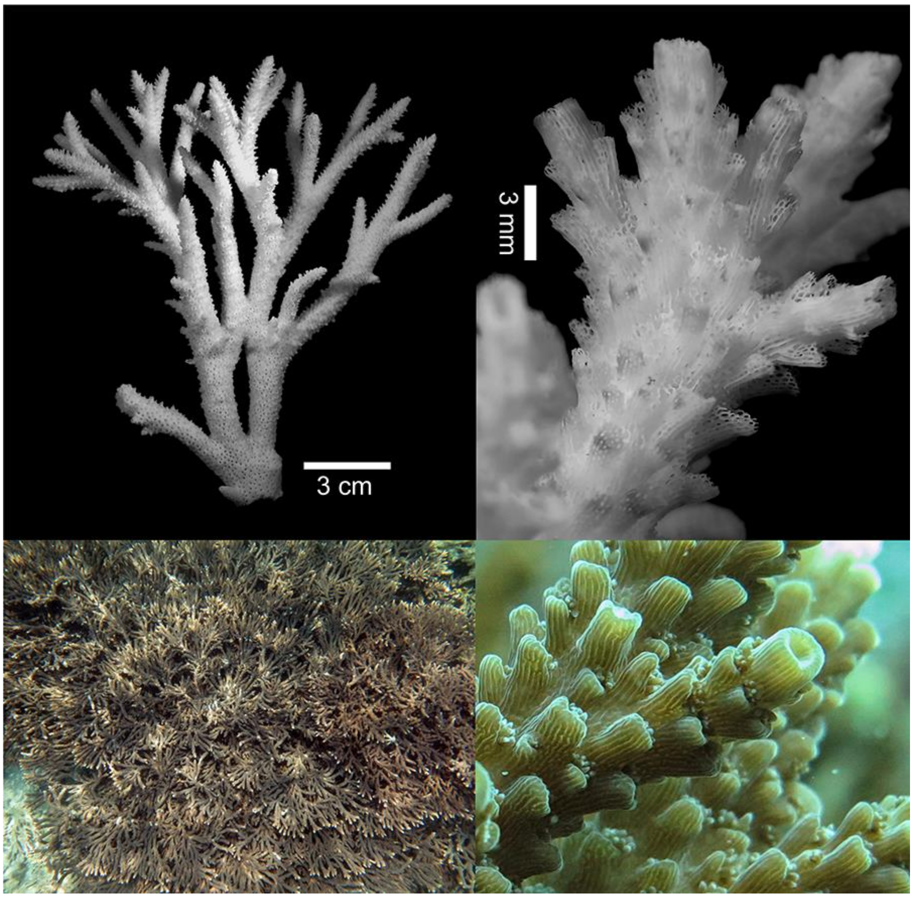
شکل ۳-۹۵. ساختار کلنی، شاخه فرعی و کورالیت های گونه *Acropora downingi*

گونه: *Acropora clathrata* (Brook, 1891)

ویژگی‌های عمومی: این گونه دارای کلنی‌های پهن و میزی (tabular) بوده که در آن شاخه‌های کلنی از پهلو بهم چسبیده و به‌طور افقی امتداد یافته‌اند و باعث می‌گردد تا کلنی به شکل میزی یا صفحه‌ای به‌نظر آید. از خصوصیات بارز این گونه فقدان شاخه‌های فرعی عمودی است؛ هرچند ممکن

است شاخه‌های فرعی عمودی تا حداکثر ۵۰ میلیمتر در برخی کلنی‌ها مشاهده شود. کورالیت محوری مشخص و کورالیت‌های شعاعی به صورت متراکم و انبوه و دارای لبه‌های تیز هستند. قطر کورالیت‌ها در قسمت داخلی آن‌ها حدود یک میلیمتر می‌باشد. کورالیت‌ها دارای دو ردیف سپتا هستند که ردیف اول کاملاً رشد یافته و ردیف دوم آن بسیار کم رشد یافته و یا وجود ندارد (شکل۳-۹۶).

رنگ: قهوه‌ای، قهوه‌ای مایل به قرمز،سبز یا خاکستری و در رأس شاخه‌ها کم‌رنگ‌تر.

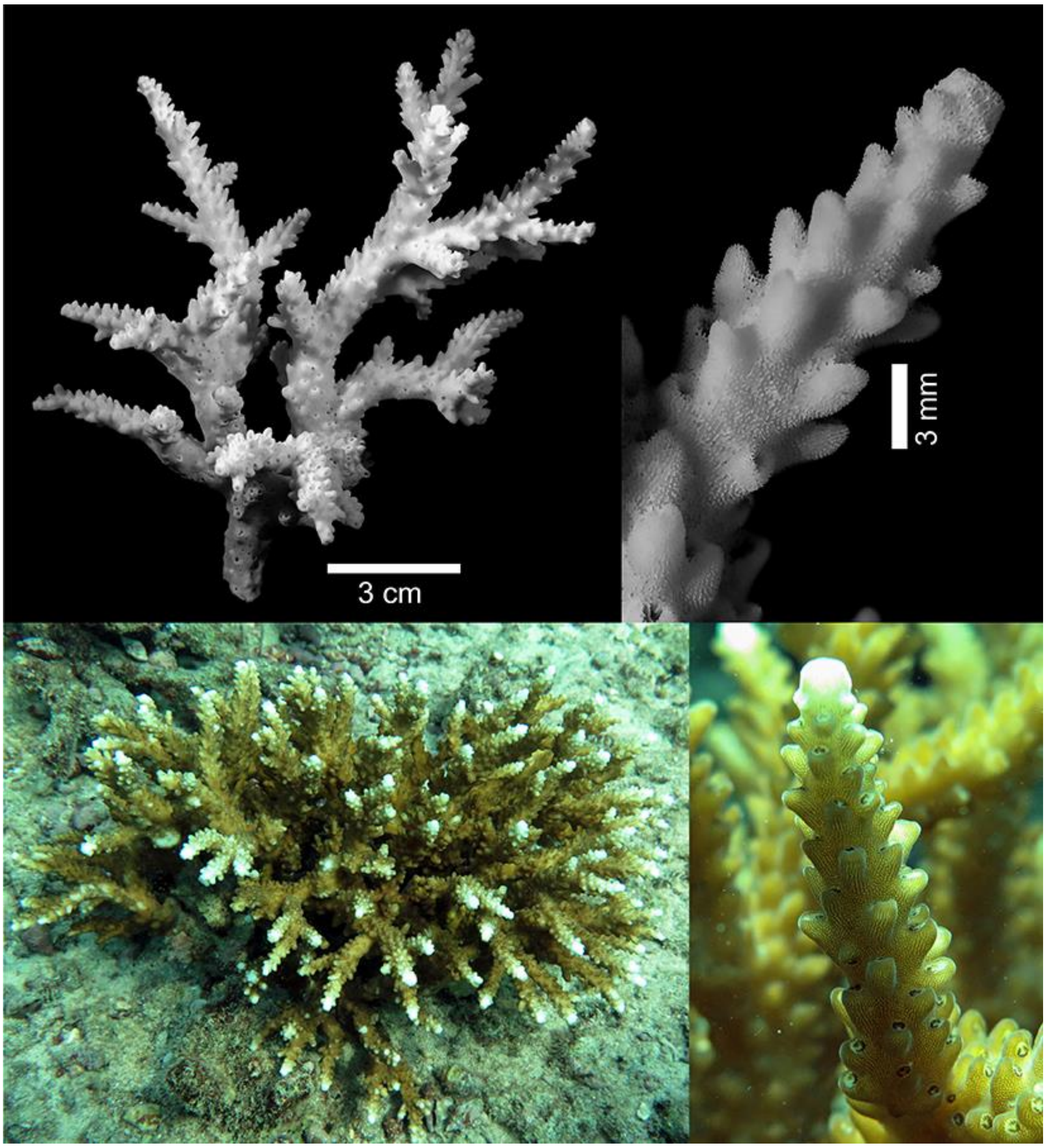


شکل ۳- ۹۶. ساختار کلنی، شاخه فرعی و کورالیت های گونه *Acropora clathrata*

گونه: *Acropora microphthalma* (Verrill, 1859)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها اغلب دارای فرم شاخه‌ای (arborescent) بوده و قطر کلنی اغلب به بیش از ۲ متر می‌رسد. شاخه‌ها معمولاً باریک بوده و قطر آن‌ها اغلب کمتر از یک سانتیمتر است. کورالیت‌های شعاعی کوچک و به سمت بیرون منحرف شده‌اند (nariform) (شکل۳-۹۷).

رنگ: این گونه به‌رنگ قهوه‌ای، قهوه‌ای روشن تا کرم مشاهده می‌شود.

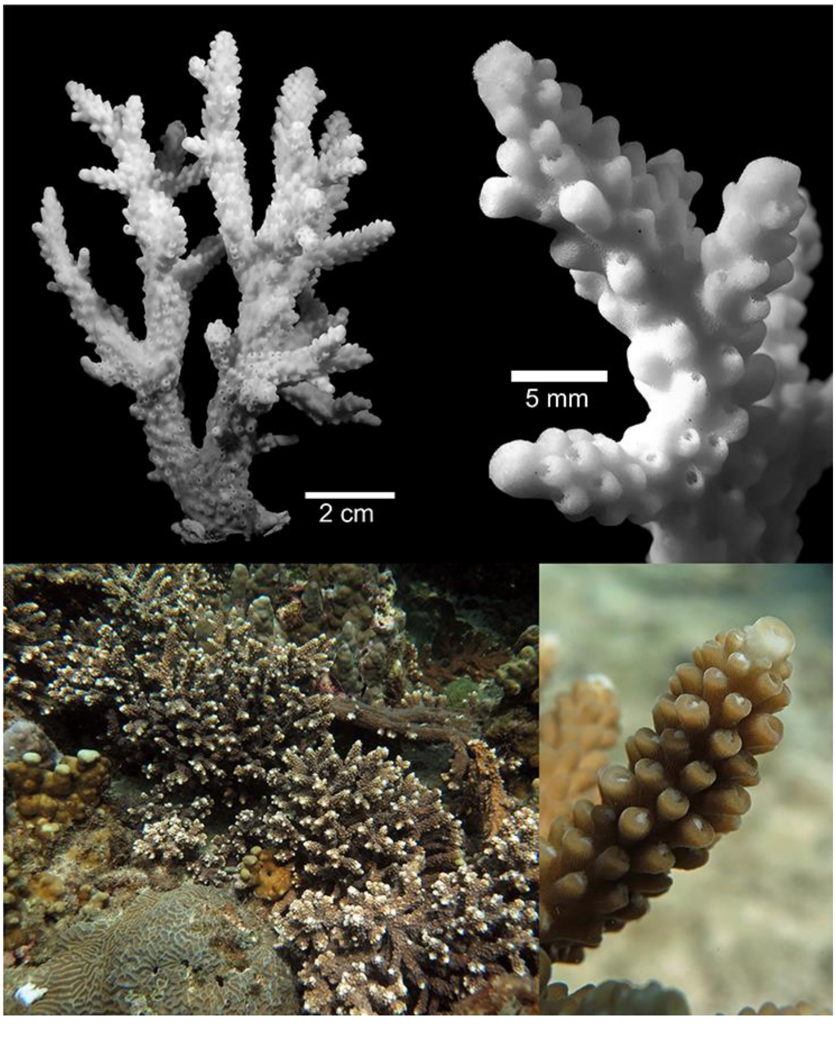


شکل ۳- ۹۷. ساختار کلنی، شاخه فرعی و کورالیت های گونه *Acropora microphthalma*

گونه: ***Acropora arabensis*** **(Hodgson & Carpenter, 1995)**

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها دارای فرم شاخه‌ای و یا بوته‌ای (coespitose & arborescent) هستند. شاخه‌ها معمولی دارای شاخه‌های فرعی کم هستند. طول شاخه‌ها حداکثر ۲۵۰ میلیمتر بوده و قطر آنها بین ۱۰ تا ۱۵ میلیمتر است. کورالیت‌های رأسی معمولاً به طور کاملاً مشخصی بیرون‌زده هستند. قطر خارجی آن‌ها بین ۲ تا ۲/۷ میلیمتر بوده و قطر داخلی آن‌ها حدود ۱میلیمتر است. کورالیت‌های محوری دارای دو ردیف سپتا هستند که ردیف اول رشد یافته و ردیف دوم معمولاً وجود دارد. در کورالیت‌های شعاعی ردیف اول سپتا وجود دارد اما ردیف دوم معمولاً غایب است (شکل۳-۹۸).

رنگ: این گونه به‌رنگ قهوه‌ای روشن و یا سبز و در رأس شاخه‌ها کم‌رنگ‌تر.

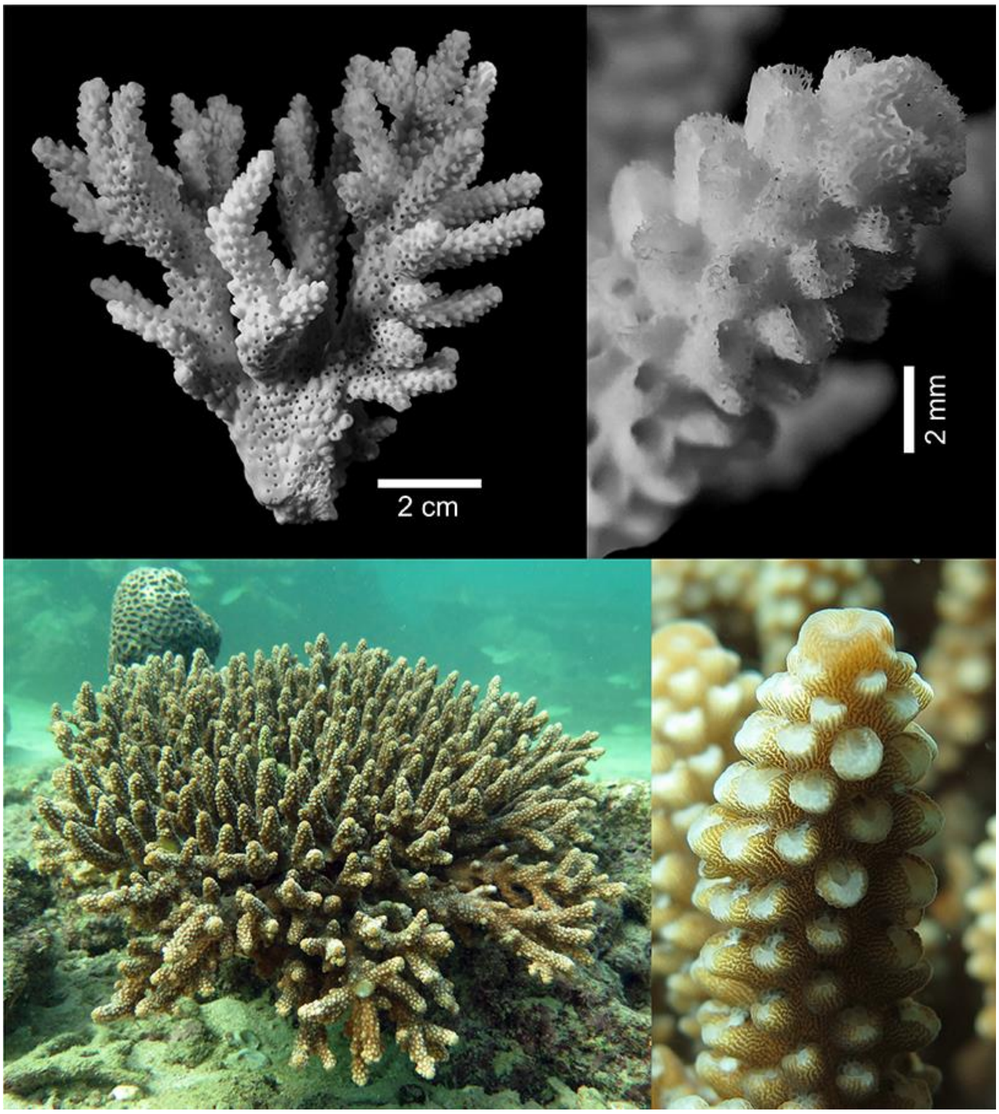


شکل ۳- ۹۸. ساختار کلنی، شاخه فرعی و کورالیت های گونه *Acropora arabensis*

گونه: *Acropora gemmifera* (Brook, 1892)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها دارای فرم digitate با شاخه‌های ضخیم انگشتی‌شکل و اغلب فاقد شاخه‌های فرعی هستند. شاخه‌های ضخیم در قسمت رأس باریک شده و در انتهای آن کورالیت‌های محوری بزرگ وجود دارد. شاخه‌ها معمولاً مستقیم و فاقد خمیدگی زیاد هستند. کورالیت‌های شعاعی دارای دو اندازه مشخص بزرگ و کوچک هستند که در ردیف‌های نسبتاً منظمی کشیده شده‌اند.

رنگ: معمولاً به رنگ قهوه‌ای و یا کرم با کورالیت‌های محوری روشن (شکل۳-۹۹).

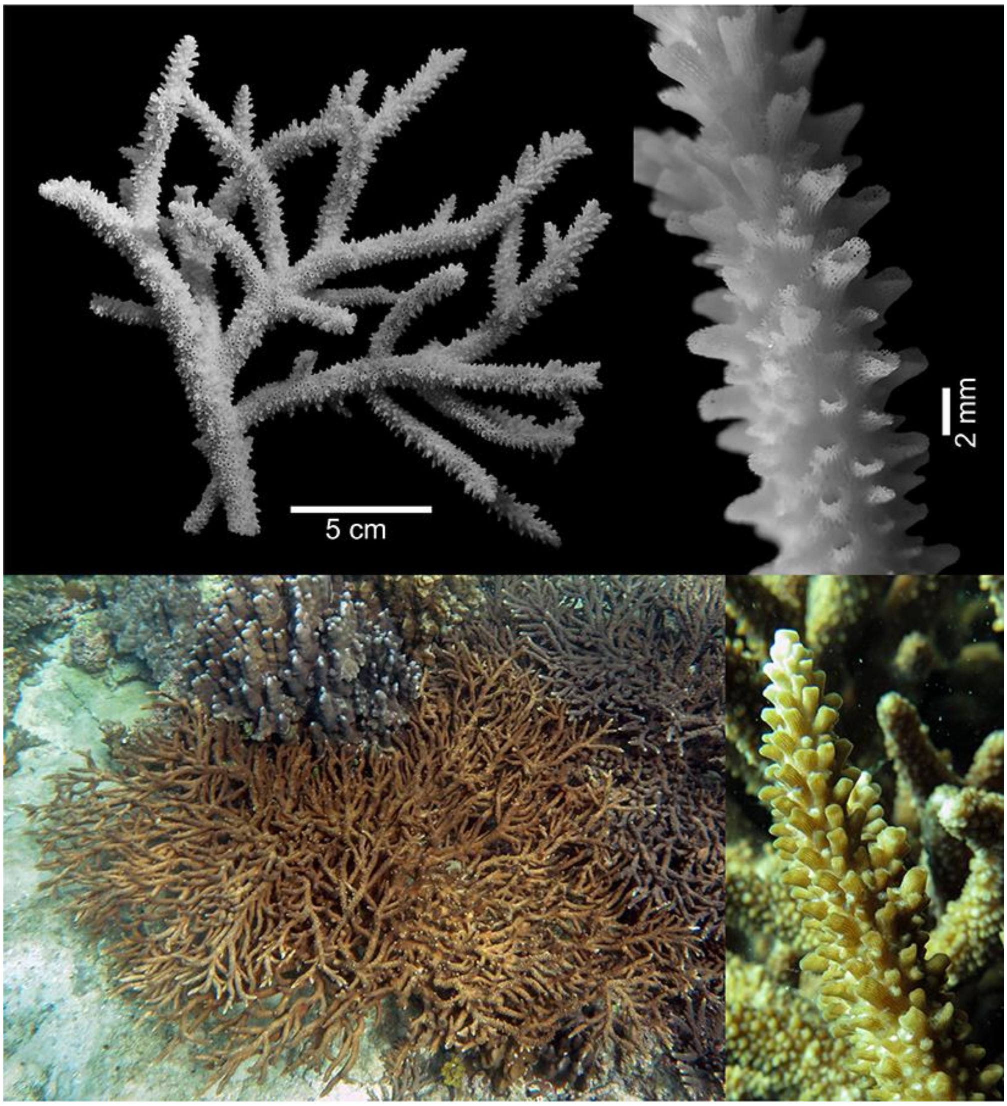


شکل ۳-۹۹. ساختار کلنی، شاخه فرعی و کورالیت های گونه *Acropora gemmifera*

گونه: *Acropora pharaonis* (Milne Edwards, 1860)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌های این گونه دارای فرم میزی و یا آرایش نامنظم متشکل از چندین شاخه با فرم میزی تشکیل شده است. شاخه‌های فرعی معمولی کوتاه و کوچک هستند. شاخه‌های اصلی به سمت رأس باریک شده و دارای ظاهری خشن و خاردار هستند. انتهای شاخه‌های اصلی معمولاً کشیده و به طول چندین شانتیمتر فاقد خمیدگی است. کورالیت‌های محوری کوچک هستند. کورالیت‌های شعاعی بیرون زده و به شکل nariform هستند (شکل۳-۱۰۰).

رنگ: این گونه به‌رنگ قهوه‌ای روشن و کرم بوده و رنگ شاخه‌ها در انتها بسیار روشن است.

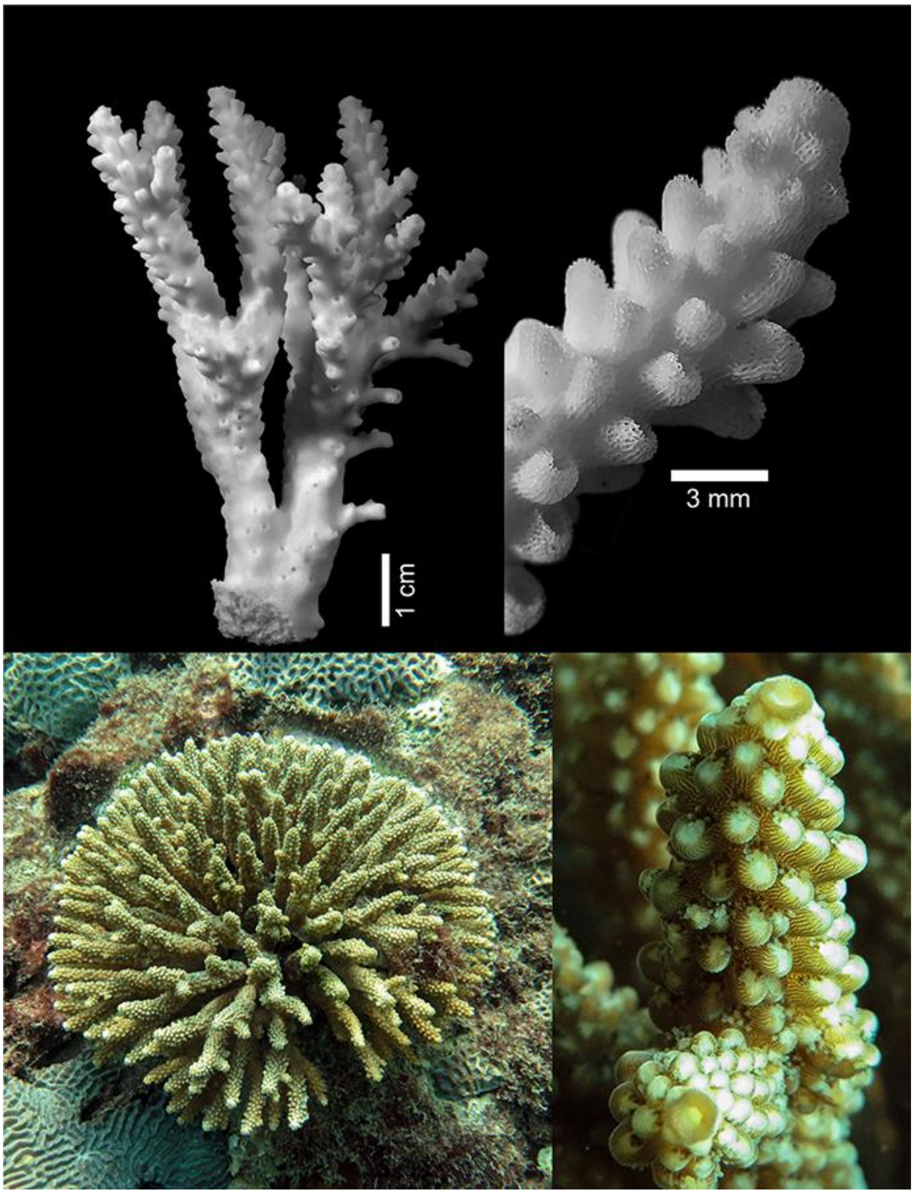


شکل ۳-۱۰۰. ساختار کلنی، شاخه فرعی و کورالیت های گونه *Acropora pharaonis*

گونه: *Acropora valida* (Dana, 1846)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها به شکل‌های مختلف بوته‌ای تا بشقابی (corymbose to coespito-corymbose) یافت می‌شوند و به‌ندرت قطر کلنی آن به بیش از نیم متر می‌رسد. کورالیت‌های محوری کوچک و دارای قطری بین ۱/۵ تا ۲/۵ میلیمتر بوده و کورالیت‌های شعاعی نیز بسیار بیرون‌زده (tubular) و لوله‌ای شکل هستند (شکل۳-۱۰۱).

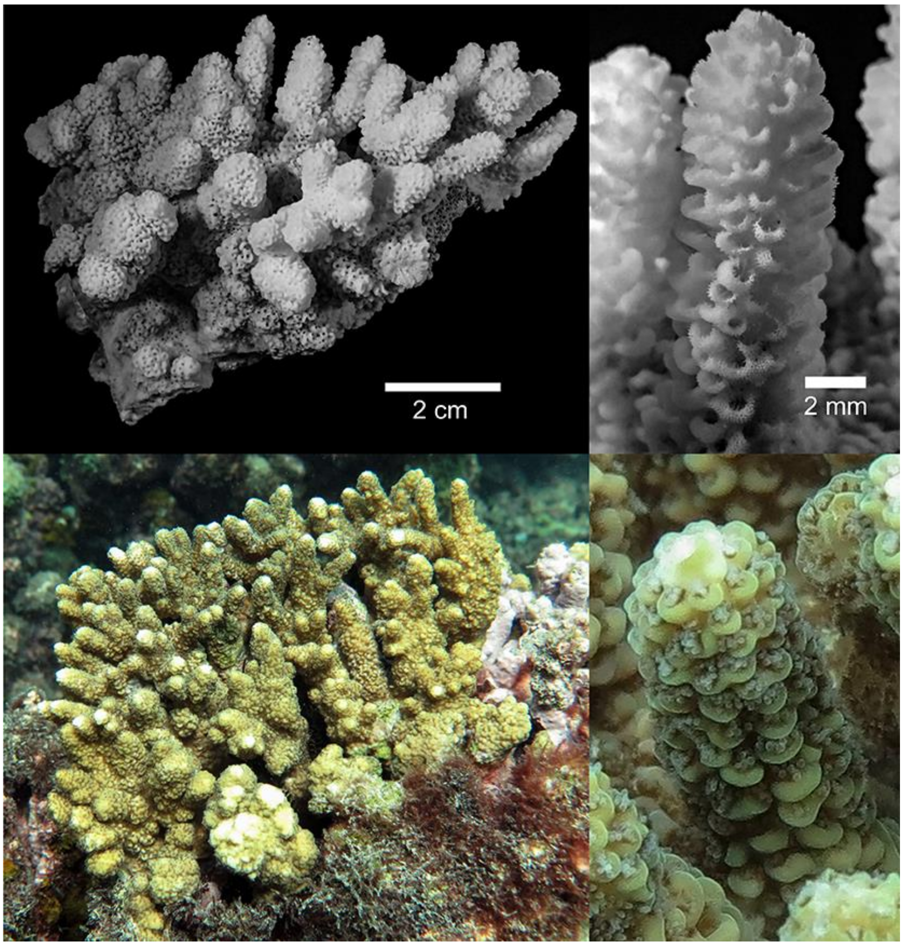
رنگ: این گونه به‌رنگ‌های کرم، قهوه‌ای، قهوه‌ای روشن و یا زرد مشاهده می‌شود.



شکل ۳-۱۰۱. ساختار کلنی، شاخه فرعی و کورالیت های گونه *Acropora valida*

گونه: *Acropora* sp.

ویژگی‌های عمومی: این گونه که تنها در تنب کوچک مشاهده شده است، دارای ویژگی‌های مورفولوژیک کاملاً متفاوت از سایر گونه‌های شناخته شده می‌باشد. کلنی دارای فرم شاخه‌ای از نوع digitate و شاخه‌های انگشت مانند کوتاه با شاخه‌های فرعی بسیار کوتاه است. کورالیت‌های شعاعی به صورت فشرده و متراکم و به فرم nariform هستند. سپتاها از نظر اندازه در دو ردیف قرار داشته و یک سپتا از بقیه بلندتر است. کورالیت محوری کوچک و در تراکم زیاد کورالیت‌های شعاعی انتهایی به سختی قابل مشاهده است (شکل۳-۱۰۲) و به کلنی ظاهری شبیه به گونه‌های دارای فرم شاخه‌ای در جنس *Montipora* می‌دهد. آرایش کورالیت‌ها در بخش‌های مسطح و غیر شاخه‌ای کلنی شباهت زیادی به اشکال قله‌ای (verrucae) در جنس *Montipora* دارد.



شکل ۳-۱۰۲. ساختار کلنی، شاخه فرعی و کورالیت های گونه *Acropora* sp.

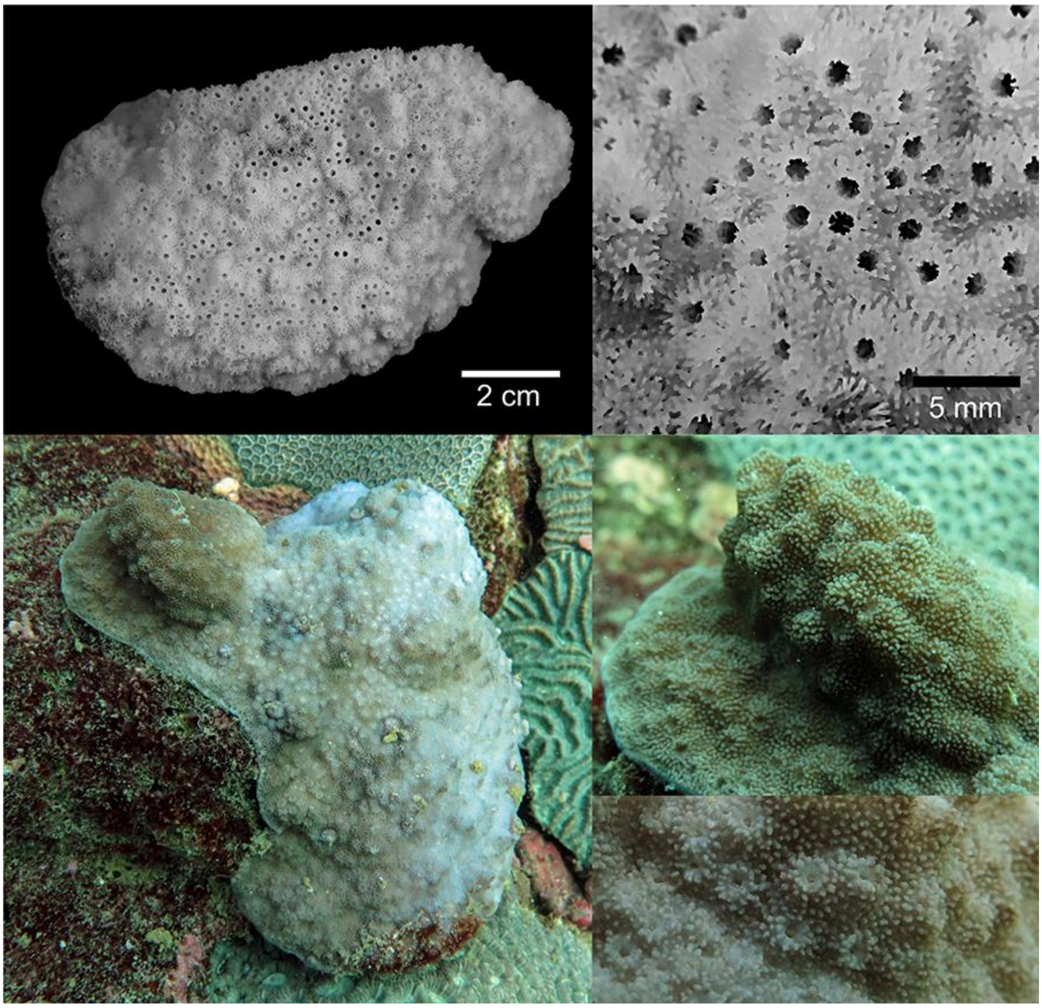
جنس: *Astreopora* (Blainville, 1830)

ویژگی‌های عمومی: این جنس داشتن کورالیت‌های به مراتب بزرگتر و با قطر چندین میلیمتر از سایر جنس‌های خانواده Acroporidae به راحتی قابل تشخیص است. کلنی‌ها در این جنس معمولاً به فرم‌های توده‌ای، پوششی و یا ورقه‌ای مشاهده می‌شوند و فاقد شاخه هستند. کورالیت‌ها به شکل فرورفته و یا مخروطی بوده و دارای چندین ردیف سپتای کوتاه هستند.

گونه: *Astreopora myriophthalma* (Lamarck, 1816)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها به فرم توده‌ای و یا نیم‌کره‌ای هستند. حاشیه کلنی در مناطق عمیق ممکن است به سمت بیرون لبه‌دار شود. کورالیت‌ها دایره‌ای و به شکل مخروطی بوده و با فاصله از یکدیگر قرار دارند. ناحیه سنوستیوم از مجموعه‌ای از پاپیلاهای منشعب پوشیده شده است.

رنگ: معمولاً به‌رنگ‌های کرم، زرد و یا قهوه‌ای روشن مشاهده می‌شوند (شکل۳-۱۰۳).



شکل ۳-۱۰۳. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Astreopora myriophthalma*

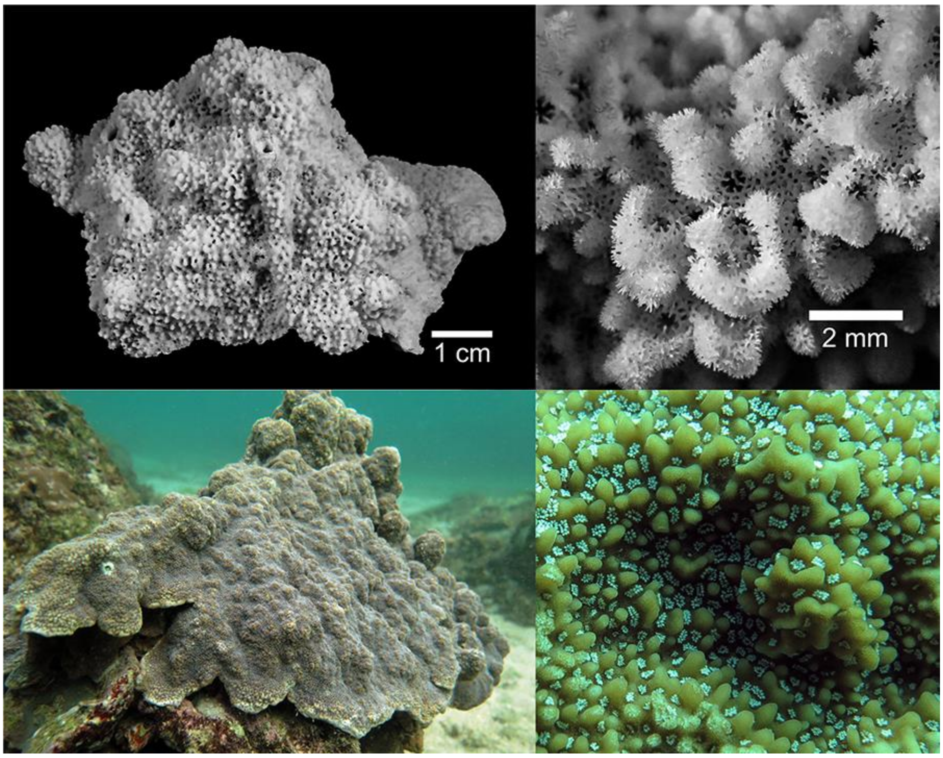
جنس: ***Montipora* (Blainville, 1830)**

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها در این جنس به فرم‌های مختلف پوششی، ورقه‌ای، توده‌ای، برگی، شاخه-ای و یا ترکیبی از این فرم‌ها مشاهده می‌شوند. کورالیت‌ها کوچک بوده و دارای دو ردیف سپتا هستند که با خارهای متمایل به داخل تزیین شده‌اند. ناحیه سنوستیوم و دیواره کورالیت‌ها متخلخل است. ناحیه سنوستیوم به شکل‌های شیاری و قله‌ای (verrucae) بوده و اغلب دارای پاپیلاهای مشخص است.

گونه: *Montipora danae* (Milne Edwards & Haime, 1851)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها به فرم‌های پوششی، برگی، نیمه توده‌ای و یا ترکیبی از این فرم‌ها مشاهده می‌شوند. ناحیه سنوستیوم به شکل قله‌ای (verrucae) بوده که معمولاً به متصل شده و ظاهری شیاردار را بوجود آورده است. کورالیت‌ها بسیار کوچک بوده و در میان این قله‌ها و شیارها مشاهده می‌شوند (شکل۳-۱۰۴).

رنگ: معمولاً به‌رنگ قهوه‌ای روشن با حاشیه‌های روشن و پولیپ‌ها دارای رنگ بسیار روشن هستند.

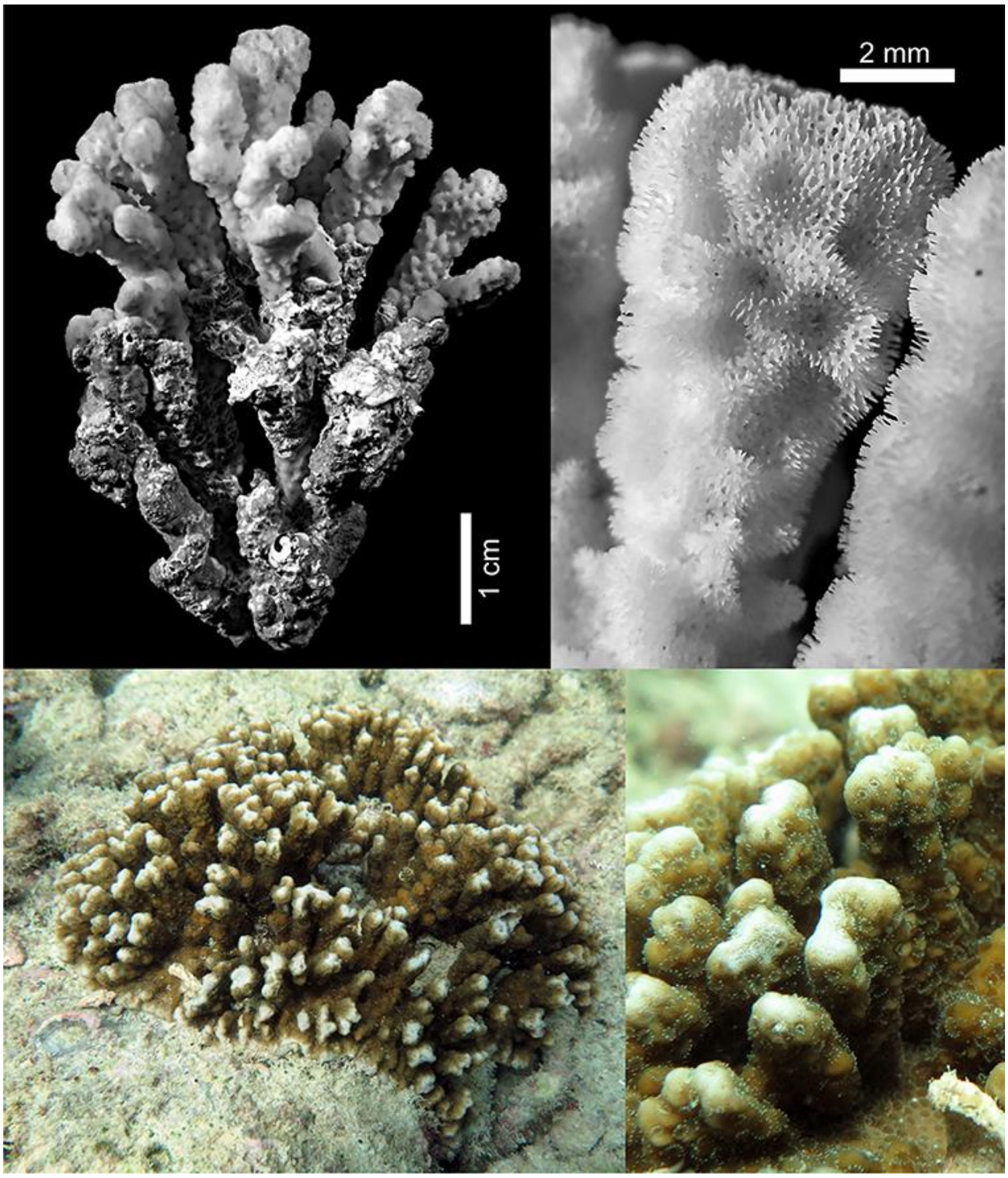


شکل ۳-۱۰۴. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Montipora danae*

گونه: *Montipora spongiosa* (Ehrenberg, 1834)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها معمولاً به فرم شاخه‌های کوتاه متراکم و در برخی موارد به هم پیوسته تشکیل شده است. کورالیت‌ها کاملاً مشخص و فرو رفته بوده که دارای یک لبه بیرون‌زده است. کورالیت‌ها به هم نزدیک بوده و ناحیه محدود سنوستیوم فاقد تزیینات پاپیلا است (شکل۳-۱۰۵).

رنگ: معمولاً به رنگ قهوه‌ای روشن مشاهده می‌شوند.



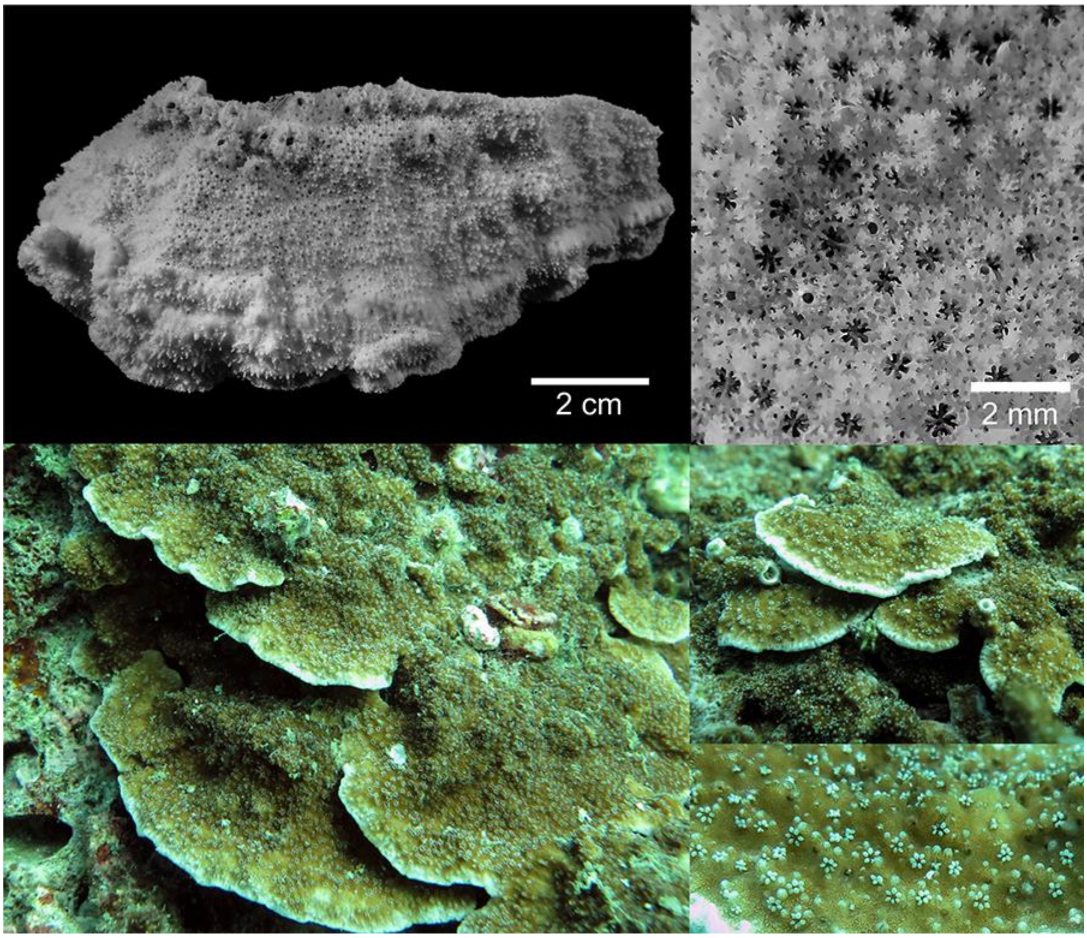
شکل ۳-۱۰۵. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Montipora spongiosa*

گونه: *Montipora aequituberculata* Bernard, 1897

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها معمولاً به فرم پوششی، مسطح و یا دارای ورقه‌های روی هم افتاده (overlapping) هستند و گاهی به دلیل وجود کرم‌های پرتار انگلی (polychaetes) ساختارهای

دودکش‌مانندی را بوجود می‌آورند. کورالیت‌ها معمولاً فرو رفته هستند و با پاپیلاهای بلند احاطه شده‌اند. پاپیلاها در قسمت‌های حاشیه‌ای کلنی به هم پیوسته شده و ساختار شیاری به وجود می‌آورند.

رنگ: معمولاً به رنگ‌های قهوه‌ای و کرم با حاشیه‌های روشن مشاهده می‌شوند (شکل۳-۱۰۶).



شکل ۳-۱۰۶. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Montipora aequituberculata*

۲-۲-۳ خانواده: **Agariciidae (Gray, 1847)**

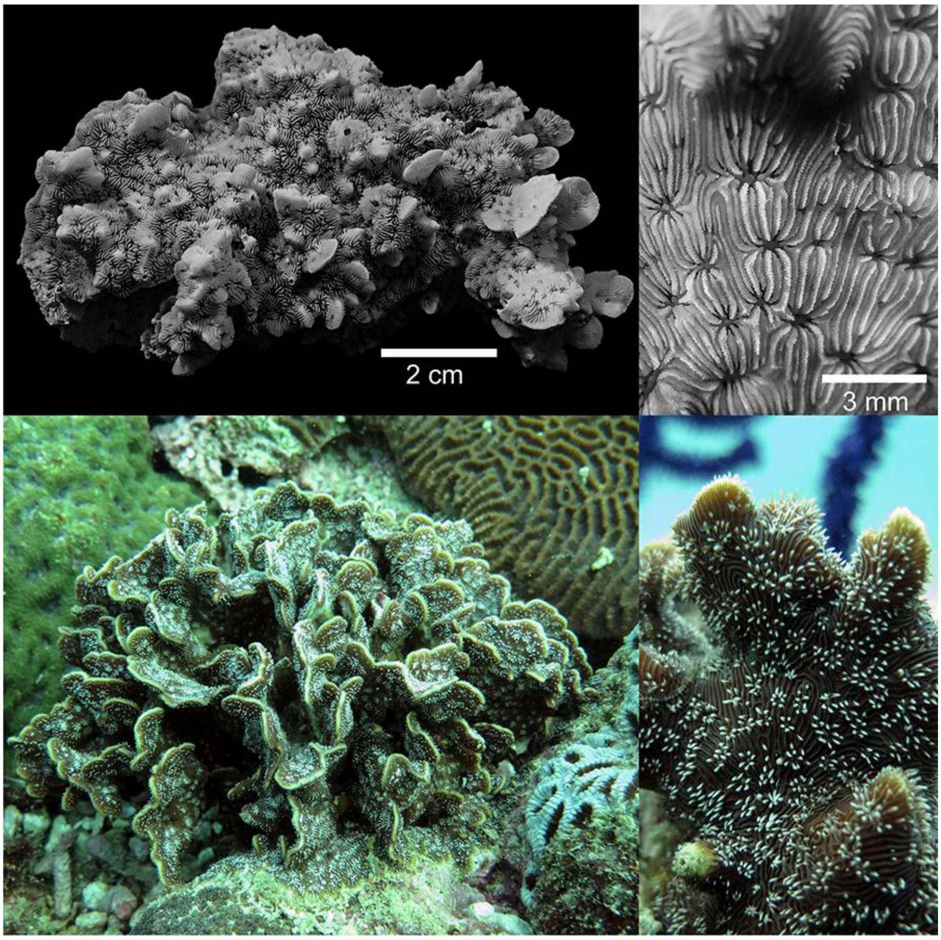
ویژگی‌های عمومی: مرجان‌های این خانواده به صورت کلنی و همزیست با زوزانتلا هستند. کلنی‌ها توده‌ای، انگشتی و یا بیشتر پوششی و ورقه‌ای هستند. کورالیت‌ها به صورت فرورفته هستند که به دلیل ضخیم بودن ناحیه سپتو-کاستی (septo-costae) دارای شبه دیواره‌هایی شده‌اند. سپتاها دندانه‌دار و

نامنظم بوده که به‌ندرت بهم متصل می‌شوند. از این خانواده تنها جنس *Pavona* در این مطالعه شناسایی شده است.

گونه: *Pavona decussate* (Dana, 1846)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها به شکل نیمه‌توده‌ای و یا ساختارهای برگی شکل دوطرفه به هم پیوسته تشکیل شده است. کورالیت‌ها نامنظم بوده و در عمق سپتو-کاستی قرار گرفته‌اند. سپتو-کاستی‌ها معمولاً به شکل موازی و یا شعاعی مشاهده می‌شوند (شکل۳-۱۰۷).

رنگ: کلنی‌ها معمولاً به رنگ‌های قهوه‌ای روشن و کرم و نوک بازوها در پولیپ‌ها سفید رنگ هستند.

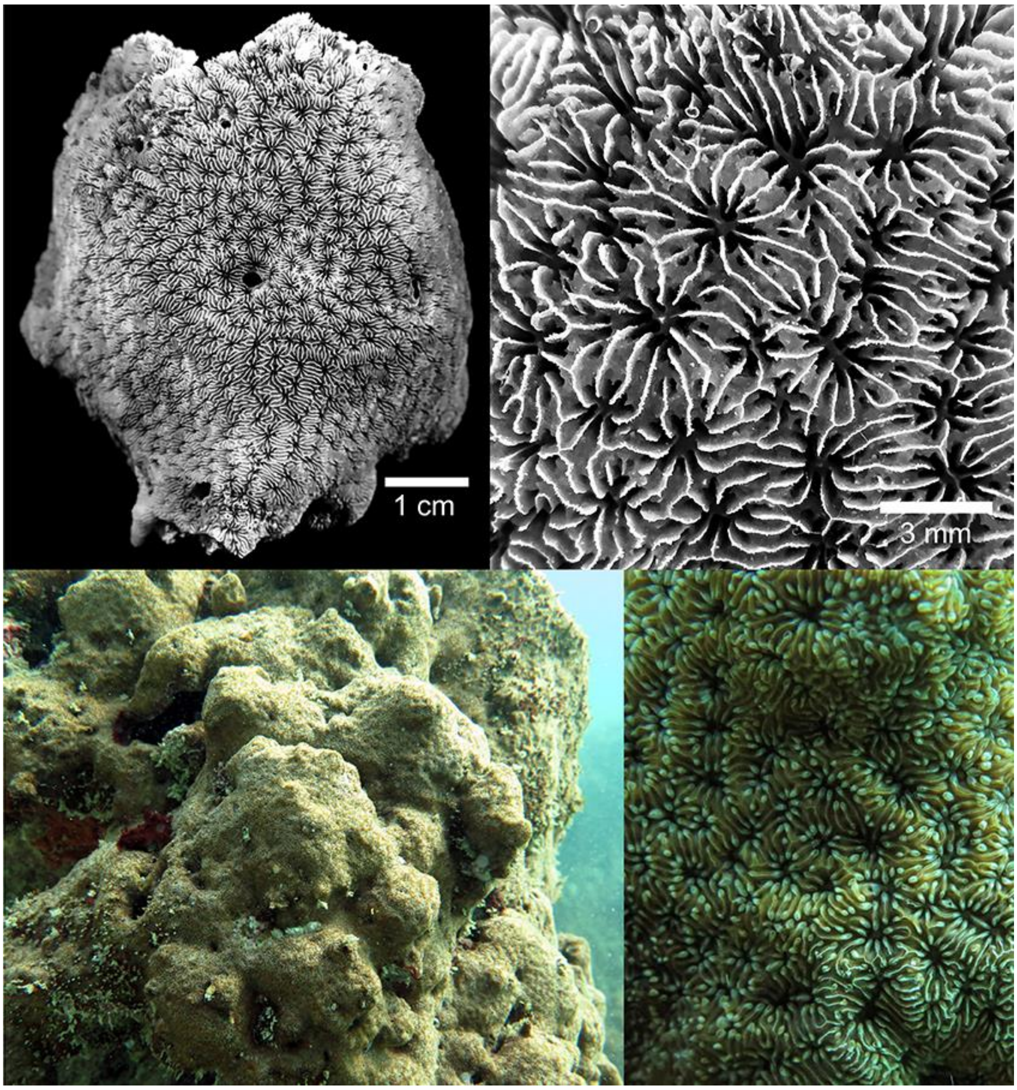


شکل ۳-۱۰۷. ساختار کلنی، شاخه فرعی و کورالیت های گونه *Pavona decussate*

گونه: *Pavona diffluens* (Lamarck, 1816)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها به شکل پوششی و با بیرون‌زدگی‌های مشخص ستونی. کورالیت‌ها عمیق بوده و دارای یک کلوملای میله‌ای مشخص هستند که در برخی موارد غایب است. معمولاً دارای دو ردیف سپتا که ردیف اول کاملاً بیرون‌زده است. ناحیه سپتو-کاستی نیز کاملاً بیرون‌زده و متناوب است. بیرون‌زدگی‌های ستونی کلنی در قسمت رأسی دارای رنگ روشن‌تر هستند. کورالیت‌ها در ناحیه رأسی بیرون‌زدگی‌های ستونی به فرم پلوکوئید مشاهده می‌شوند (شکل۳-۱۰۸).

رنگ: کلنی‌ها معمولاً به رنگ‌های قهوه‌ای، قرمز تیره یا آجری مشاهده می‌شوند.



شکل ۳-۱۰۸. ساختار کلنی و کورالیت های گونه ***Pavona diffluens***

۳-۲-۳ خانواده: **Dendrophylliidae (Gray, 1847)**

ویژگی‌های عمومی: اعضای این خانواده به‌صورت منفرد و یا کلنی بوده و اغلب فاقد جلبک تک‌سلولی همزیست زوزانتلا هستند (azooxanthellate) و به همین علت می‌توانند در آب‌های عمیق پراکنش داشته باشند. تعداد معدودی از جنس‌های این خانواده دارای جلبک تک‌سلولی همزیست زوزانتلا هستند و در جوامع آبسنگ‌های مرجانی مشاهده می‌شوند. کورالیت‌ها از نوع پلوکوئید بوده و دارای دیواره‌های متخلخل است. سپتاها منظم و در ردیف‌های کاملاً مشخص قرار دارند که الگوی قرارگیری آن‌ها در این خانواده Poutralès plan نامیده می‌شود. ناحیه سنوستیوم در این خانواده معمولاً بسیار متخلخل است و مشخص بودن فضای بین کورالیت و سنوستیوم یکی از مشخصات بارز این خانواده به‌شمار می‌رود.

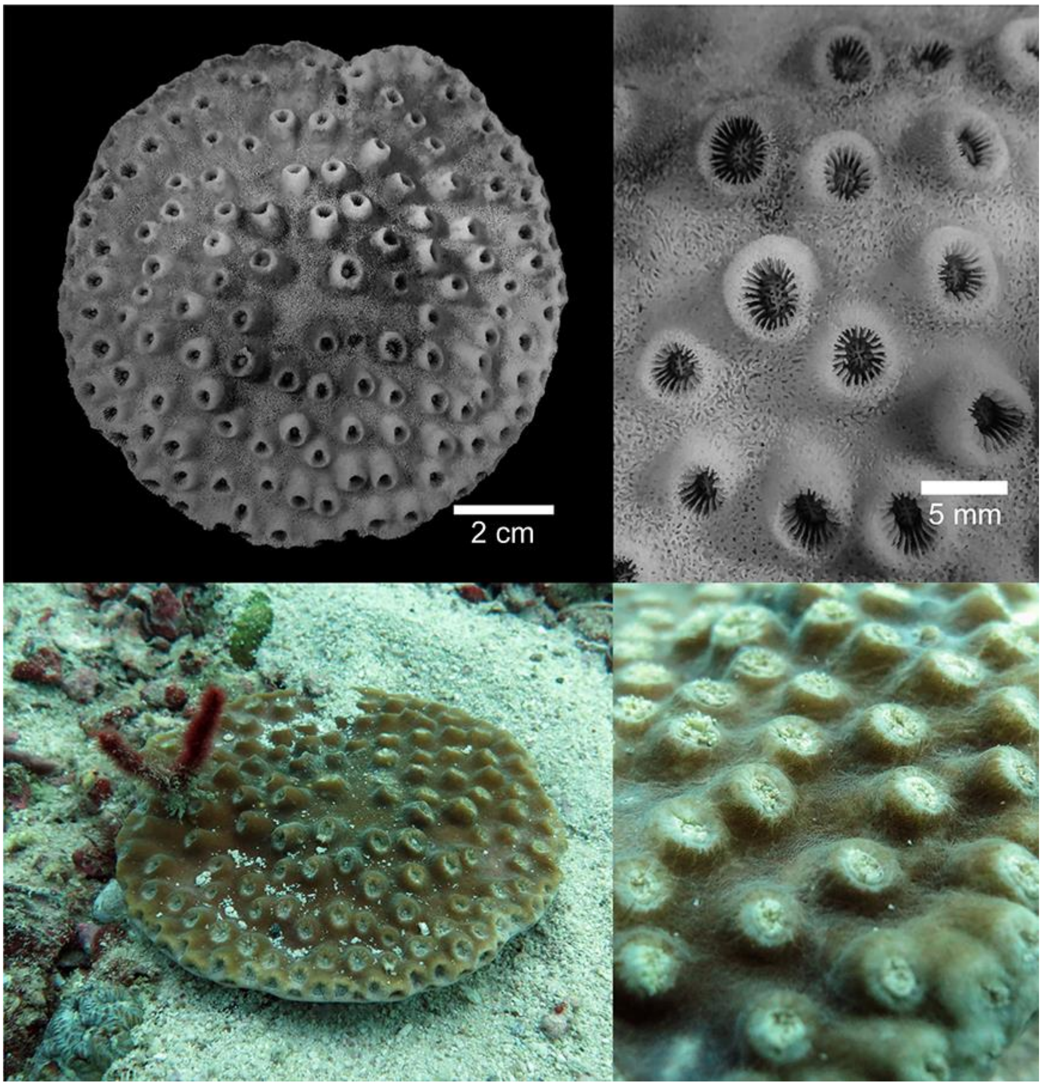
جنس: *Turbinaria* (J.V. Lamouroux, 1825)

ویژگی‌های عمومی: اعضای این جنس دارای فرم‌های نیمه‌توده‌ای و یا بیشتر ورقه‌ای و برگی هستند. کورالیت‌ها دایره‌ای، مخروطی، لوله‌ای یا بیرون‌زده هستند. دیواره‌های کورالیت‌ها به اندازه ناحیه سنوستیوم پیرامون آن‌ها متخلخل است. سپتاها معمولاً کوتاه بوده و در ردیف‌های منظم قرار گرفته‌اند. الگوی قرارگیری سپتاها به صورت Poutralès plan معمولاً در این جنس مشاهده نمی‌شود.

گونه: *Turbinaria peltata* (Esper, 1794)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها اغلب ورقه‌ای، بشقابی و یکطرفه هستند. کورالیت‌ها بیرون‌زده و یا لوله‌ای شکل بوده و قطری بین ۵ تا ۷ میلیمتر دارند. پولیپها گوشتی و بزرگ بوده و بازوها اغلب در طول روز بیرون هستند. معمولاً در بخش‌های عمیق‌تر آبسنگ‌های مرجانی و در نزدیکی بسترهای ماسه‌ای و مناطق دارای کدورت بالا پراکنش دارند (شکل۳-۱۰۹).

رنگ: کلنی‌ها معمولاً به رنگ‌های قهوه‌ای روشن، خاکستری و کرم مشاهده می‌شوند.

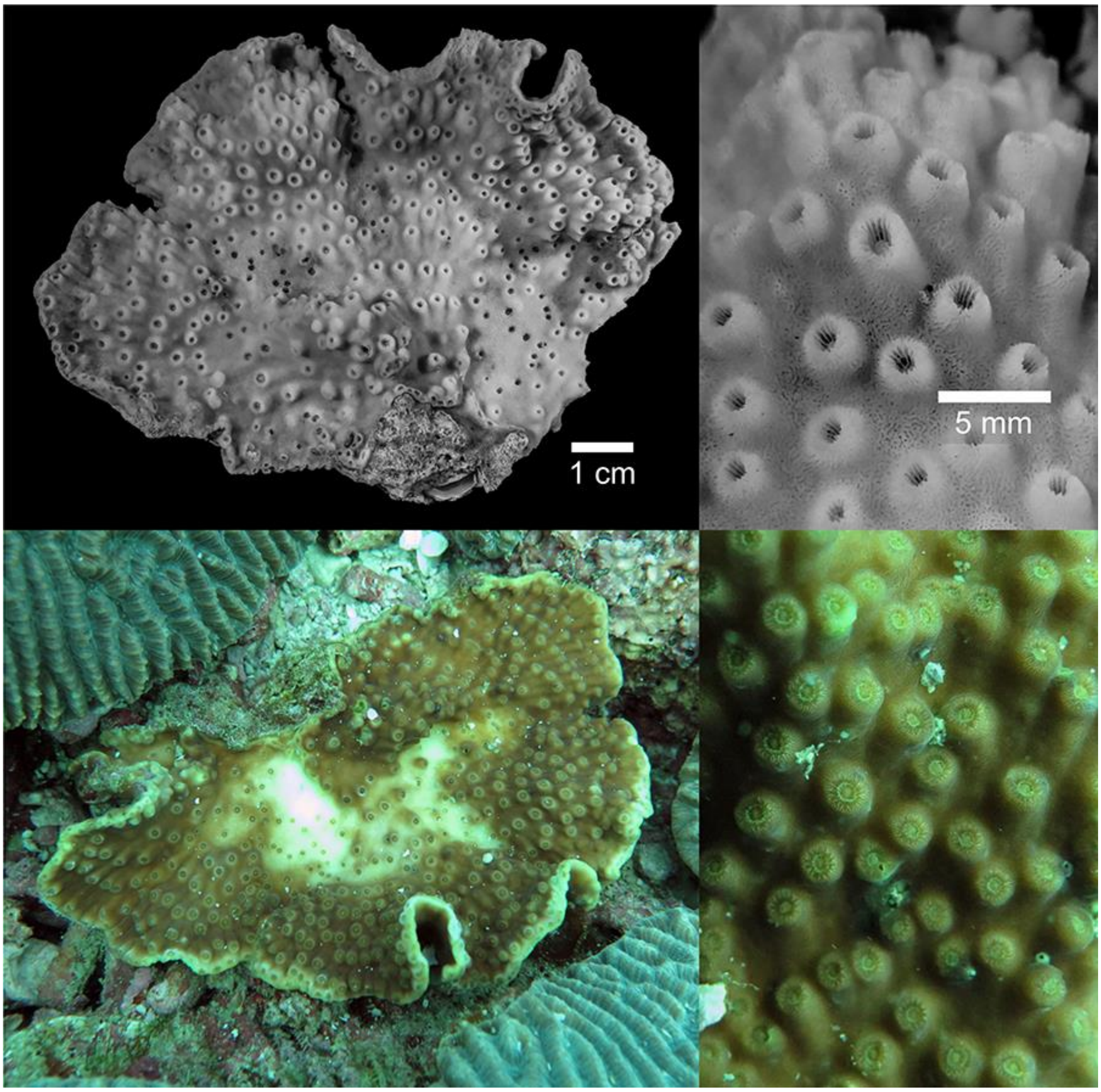


شکل ۳-۱۰۹. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Turbinaria peltata*

گونه: *Turbinaria reniformis* (Bernard, 1896)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها اغلب به صورت ورقه‌های یک طرفه و پیچ‌خورده (مچاله شده) مشاهده می‌شوند. کورالیت‌ها دارای دیواره ضخیم و به شکل بیرون‌زده و یا مخروطی بوده و دارای فاصله زیاد از یکدیگر هستند. قطر کورالیت‌ها بین ۲/۵ تا ۳ میلیمتر می‌باشد. بازوهای پولیپ‌ها معمولاً در طول روز بیرون‌زده نیستند (شکل۳-۱۱۰).

رنگ: کلنی‌ها دارای رنگ قهوه‌ای-نارنجی بوده و در بخش‌های حاشیه‌ای به رنگ زرد روشن هستند.



شکل ۳-۱۱۰. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Turbinaria reniformis*

گونه: *Turbinaria mesenterina* (Lamarck, 1816)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها اغلب به شکل قیفی و گاهی به صورت ورقه‌های یکطرفه مسطح دارای روی هم‌افتادگی (overlapping) هستند. کورالیت‌ها مخروطی شکل و نزدیک به هم بوده و قطری بین ۲ تا ۳ میلیمتر دارند. بازوهای پولیپ‌ها معمولاً در طول روز بیرون‌زده نیستند (شکل۳-۱۱۱).

رنگ: کلنی‌ها اغلب به رنگ قهوه‌ای تیره یا خاکستری مشاهده می‌شوند.

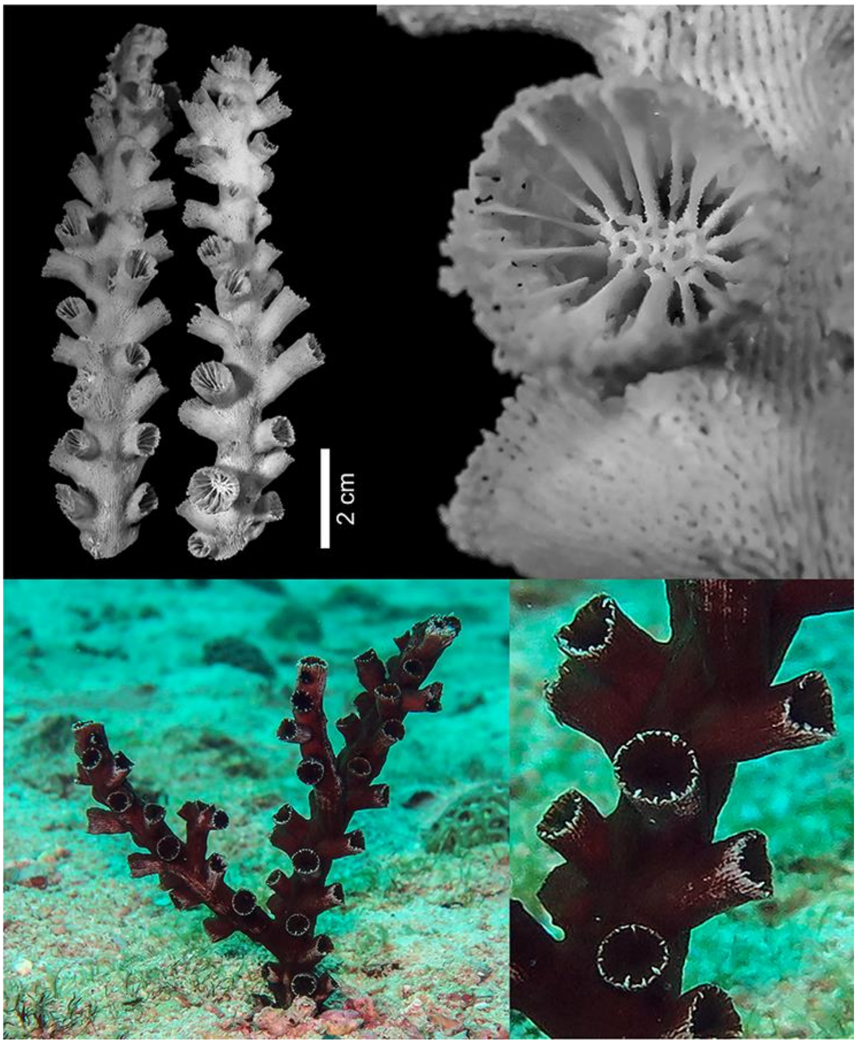
شکل ۳-۱۱۱. ساختار کلنی گونه *Turbinaria mesenterina*

جنس: *Tubastraea* (Lesson, 1829)

ویژگی‌های عمومی: مرجان‌های این جنس فاقد جلبک تک‌سلولی همزیست زوزانتلا بوده و دارای کورالیت‌های بزرگ هستند. اعضای این جنس به دلیل عدم نیاز به نور، اغلب در آبهای عمیق پراکنش دارند.

گونه: *Tubastraea coccinea* (Lesson, 1829)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها فاقد جلبک تک‌سلولی همزیست زوزانتلا بوده و دارای کورالیت‌های بزرگ هستند. کلنی به صورت دسته‌ها و شاخه‌هایی با کورالیت‌های بزرگ فنجانی شکل و بیرون‌زده هستند. دیواره کورالیت‌ها متخلخل بوده و قطر هر کورالیت تا ۱۱ میلیمتر و بیرون‌زدگی فنجانی کورالیت تا ۴ سانتیمتر مشاهده می‌شود. سپتاها در ردیف‌های منظم قرار داشته و از کورالیت خارج نمی‌شوند. ناحیه کلوملا کاملاً مشخص است. کلنی‌ها اغلب به رنگ قرمز بسیار تیره مشاهده می‌شوند (شکل۳-۱۱۲).



شکل ۳-۱۱۲. ساختار کلنی، شاخه فرعی و کورالیت های گونه *Tubastraea coccinea*

۳-۲-۴ خانواده: Pocilloporidae (Gray, 1842)

ویژگی‌های عمومی: تمام اعضای این خانواده دارای فرم شاخه‌ای بوده و دارای کورالیت‌های کوچک با یک یا دو ردیف سپتاهای منظم هستند. ناحیه کلوملا از اتصال چندین سپتا بوجود آمده و در اغلب موارد غالب مشاهده است. ناحیه سنوستیوم اغلب دارای خارهای ریز (spinules) است. دو جنس *Pocillopora* و *Stylophora* از این خانواده در آبهای اقیانوس هند پراکنش دارند.

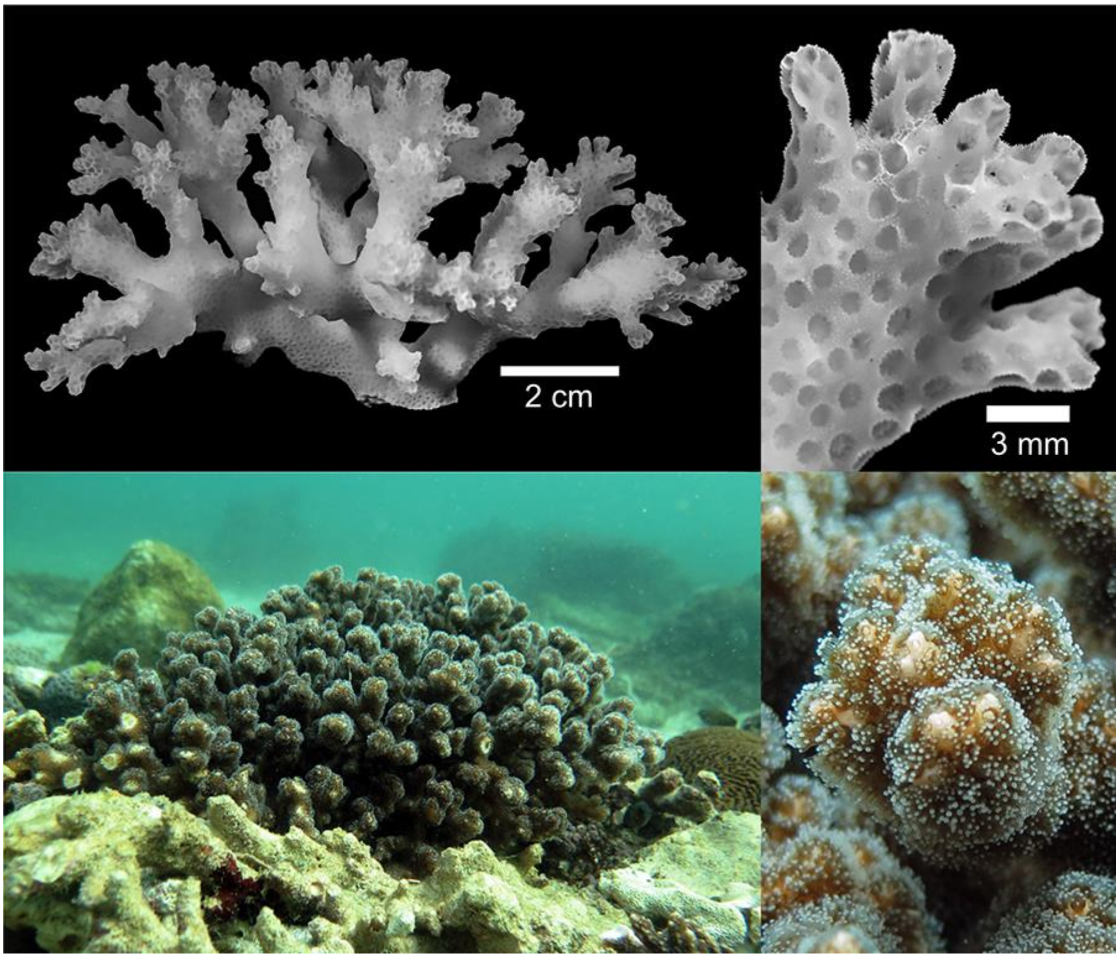
جنس: ***Pocillopora*** **Lamarck, 1816**

ویژگی‌های عمومی: اعضای این جنس دارای فرم شاخه‌ای بوده و با داشتن ظاهری زگیل‌دار بر روی سطح کلنی به نام وروکا (verrucae) قابل شناسایی هستند. کورالیت‌ها فرو رفته هستند و ممکن است فاقد ساختارهای داخلی مانند سپتا باشند، اما در برخی گونه‌ها نیز دارای کلوملا و دو ردیف ناهمسان سپتا هستند. ناحیه سینوستیوم دارای برجستگی‌های زگیل‌مانند (verrucae) و یا دانه‌ای است. فرم رشد کلنی‌ها در این جنس به شدت متغیر و وابسته به شرایط محیطی و عمق پراکنش آن است. کلنی‌های مناطق کم‌عمق‌تر و یا در معرض امواج دارای ساختار متراکم‌تر و محکم‌تر بوده و کلنی‌های مناطق عمیق و یا مناطقی که کمتر تحت تأثیر امواج قرار دارند دارای کلنی‌های ظریف‌تر و کم‌تراکم‌تر هستند.

گونه: ***Pocillopora damicornis*** **(Linnaeus, 1758)**

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها به شکل توده‌های متراکمی گل‌کلمی می‌باشند. در این گونه مرز بین وروکا (Verrucae) و شاخه‌های فرعی مشخص نیست. شاخه‌ها در مناطق کم عمق و در معرض امواج به شدت متراکم است. پولیپ‌ها اغلب در طول روز بیرون‌زده هستند و به کلنی ظاهری مخملی می‌دهند (شکل ۳-۱۱۳).

رنگ: کلنی‌ها اغلب به رنگ قهوه‌ای تیره و گاهی متمایل به صورتی مشاهده می‌شوند که در ناحیه نوک شاخه‌ها روشن‌تر هستند.



شکل ۳-۱۱۳. ساختار کلنی، شاخه فرعی و کورالیت های گونه *Pocillopora damicornis*

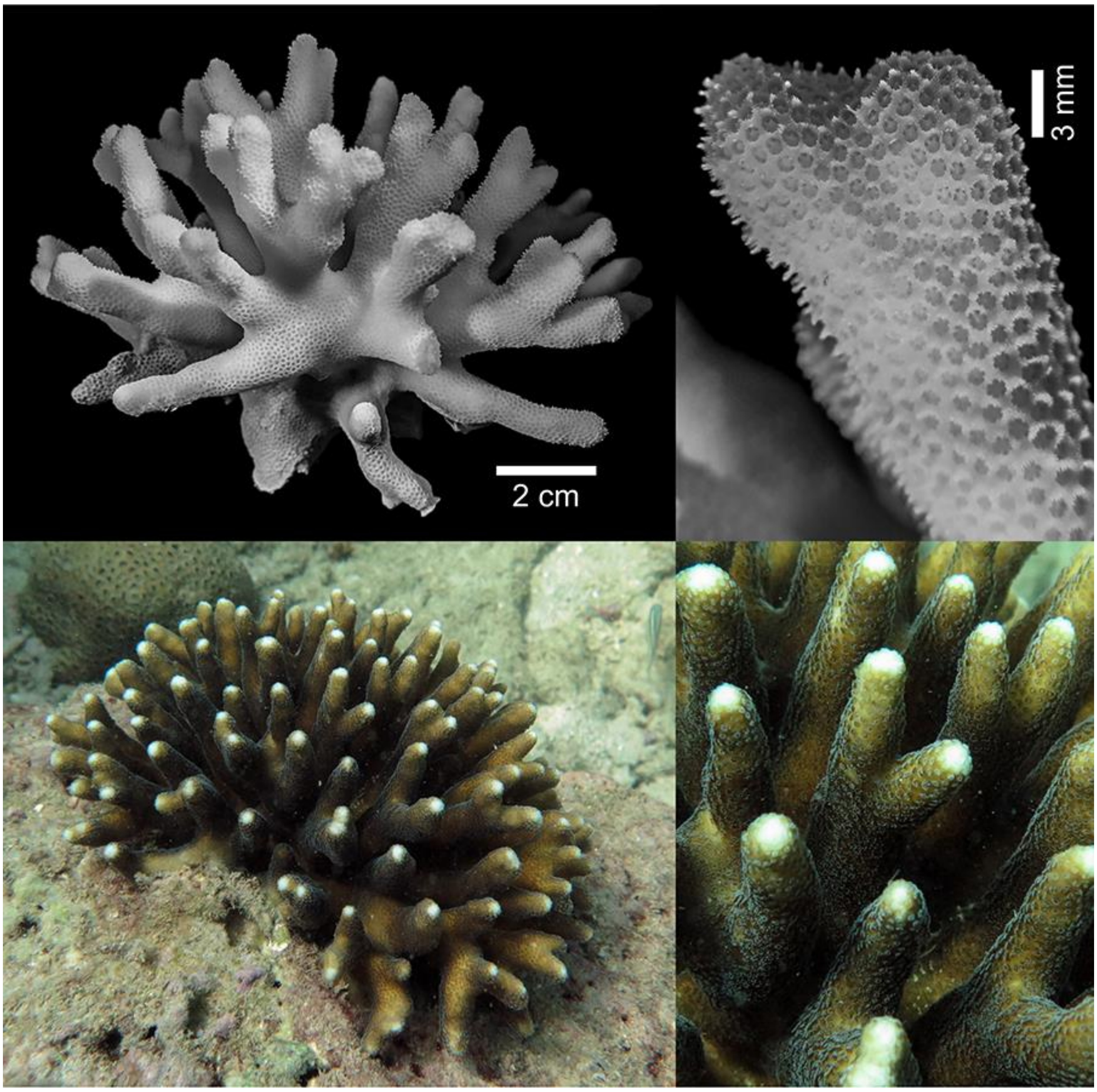
جنس: *Stylophora* (Schweigger, 1820)

ویژگی‌های عمومی: ساختار کلنی در این جنس شاخه‌ای و قطر آن کمتر از یک متر است. شاخه‌ها اغلب کوتاه و به ندرت به هم پیوسته‌اند. تنوع شکل، رنگ و اندازه شاخه‌ها در کلنی‌های هریک از گونه‌های این جنس زیاد است. در اغلب گونه‌ها کورالیت‌ها دارای ساختار سپتای ساده بوده و در آن معمولاً تعداد ۶ سپتا در مرکز کورالیت به هم پیوسته و به کلوملای میله‌ای شکل می‌پیوندند. شکل کورالیت‌ها در نواحی مختلف یک شاخه از کلنی بسیار متغیر است. کورالیت‌ها اغلب در یک طرف دارای برجستگی (hood) هستند که این ویژگی در کورالیت‌های پیرامونی نسبت به رأسی بیشتر است.

گونه: *Stylophora pistillata* (Esper, 1797)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها دارای فرم شاخه‌ای بوده و دارای شاخه‌هایی با انتهای مسطح می‌باشند. کورالیت‌ها دارای برجستگی‌های hood کاملاً مشخص و کلوملای میله‌ای هستند. کورالیت‌ها دارای تعداد شش سپتای اولیه هستند که ممکن است کوتاه و یا پیوسته به کلوملا باشند و در برخی موارد نیز دارای تعداد شش سپتای ثانویه کوتاهتر هستند. ناحیه سنوستیوم با خارهای ریز پوشیده شده است. کلنی‌های مناطق عمیق اغلب دارای فرم شاخه‌ای مسطح هستند (شکل۳-۱۱۴).

رنگ: کلنی‌ها اغلب به رنگ‌های قهوه‌ای تا کرم و گاهی متمایل به صورتی یا سبز مشاهده می‌شوند.



شکل ۳- ۱۱۴. ساختار کلنی، شاخه فرعی و کورالیت های گونه *Stylophora pistillata*

۳-۲-۵ خانواده: Poritidae (Gray, 1842)

ویژگی‌های عمومی: این خانواده دارای جلبک همزیست زوزانتلا و فرم کلنی توده‌ای، ستونی، و به ندرت پوششی می‌باشد. در برخی جنس‌ها مانند *Porites* اندازه کورالیت‌ها بسیار کوچک و در برخی مانند جنس *Goniopora* دارای کورالیت‌هایی با اندازه‌های متنوع است. در اغلب گونه‌ها کورالیت‌ها کاملاً به هم پیوسته بوده و فاقد ناحیه بین کورالیتی سنوستیوم می‌باشند. دیواره‌ها و سپتاها در این خانواده متخلخل هستند.

جنس: *Porites* (Link, 1807)

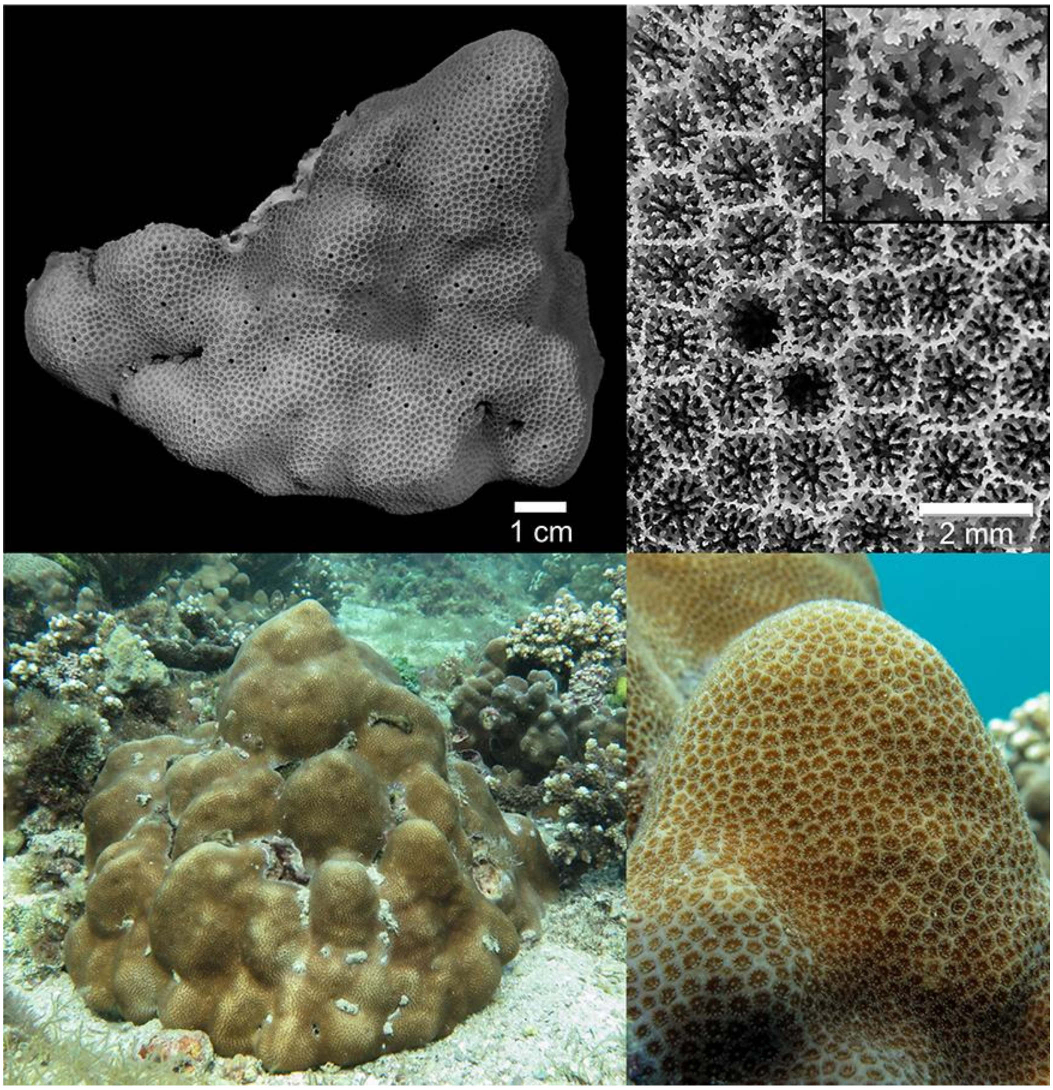
ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها در این جنس به فرم‌های توده‌ای، پوششی، ستونی و یا ترکیبی از آن‌ها مشاهده می‌شوند. کورالیت‌ها بسیار کوچک و با قطر کمتر از ۲ میلیمتر هستند. سپتاها معمولاً دارای ساختارهای دندانه‌ای شکلی به نام denticle هستند. به‌طور معمول هر کورالیت دارای دارای ۱۲ سپتا است که از این میان تعداد ۸ سپتا به‌صورت جفت، ۳ سپتا به‌صورت سه‌تایی یا تریپلت (triplet) در کنار هم (آزاد و یا پیوسته) و یک سپتا (سپتای پشتی) به صورت آزاد قرار دارد. در برخی گونه‌ها تریپلت‌ها به‌هم جوش خورده و پیوسته بوده و در برخی دیگر آزاد هستند که یکی از ویژگی‌های مهم در شناسایی گونه‌ها به شمار می‌رود. در قسمت مرکزی سپتاها (نزدیک به کلوملا) برجستگی‌های میله‌ای شکلی به نام پالی (pali) وجود دارد و تعداد آنها از ۵ تا ۸ عدد متغیر است. به طور معمول در صورت وجود پالی، تعداد ۴ پالی در انتهای ۴ سپتای جفت، یک پالی در سپتای آزاد و یک تا سه پالی در تریپلت (بسته به آزاد یا متصل بودن سپتاها در تریپلت) وجود دارد.

گونه: *Porites lobate* (Dana, 1846)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها در این گونه دارای فرم نیم‌کره‌ای و یا گنبدی با برجستگی‌های نسبتاً ملایم بوده و قطر آن‌ها می‌تواند به چندین متر برسد. نواحی پایینی در کلنی‌های بزرگ معمولاً دارای

بیرون‌زدگی‌های دامن مانند است. قطر کورالیت‌ها حداکثر یک و نیم میلیمتر است. سپتاهای تریپلت در این گونه از هم جدا هستند و تعداد ۸ پالی کوتاه در کورالیت‌ها مشاهده می‌شود. هر سپتا دارای دو دندانه (denticle) بوده و دیواره کورالیت از سه ردیف دندانه تشکیل شده است (شکل۳-۱۱۵).

رنگ: کلنی‌ها اغلب به رنگ‌های کرم تا قهوه‌ای مشاهده می‌شوند اما ممکن است در نواحی کم عمق به رنگ‌های سبز، آبی یا صورتی نیز دیده شوند.

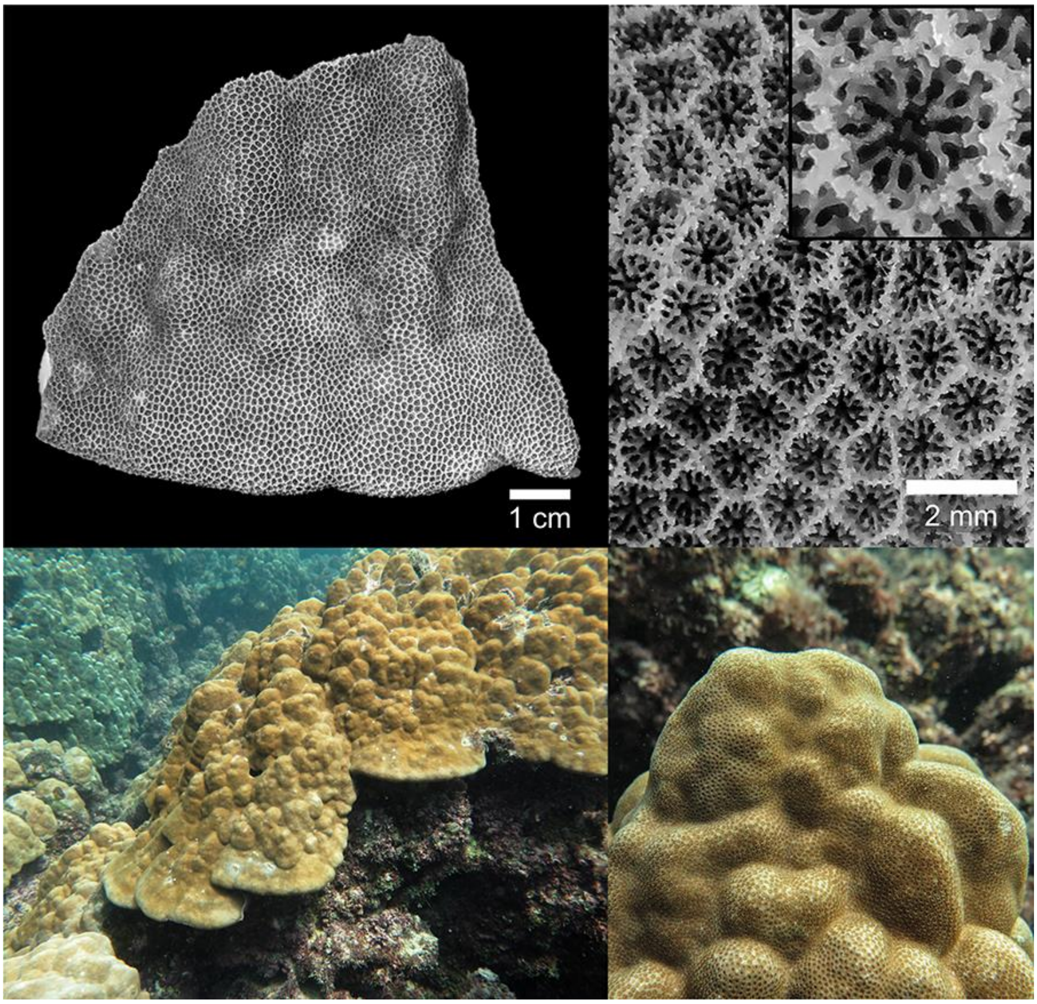


شکل ۳-۱۱۵. ساختار کلنی، شاخه فرعی و کورالیت های گونه *Porites lobate*

گونه: *Porites lutea* (Milne Edwards & Haime, 1851)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها در این گونه دارای فرم نیم‌کره‌ای و یا گنبدی با برجستگی‌های نسبتاً ملایم بوده و قطر آن‌ها می‌تواند به چندین متر برسد. قطر کورالیت‌ها بین یک تا یک و نیم میلیمتر است. سپتاهای تریپلت به هم پیوسته هستند و تعداد ۵ پالی (گاهی ۶) در مرکز کورالیت وجود دارد که از طریق ۵ شعاع نازک (radii) به کلوملا متصل می‌شوند. سپتای پشتی (منفرد) در این گونه کوتاه است (شکل ۳-۱۱۶).

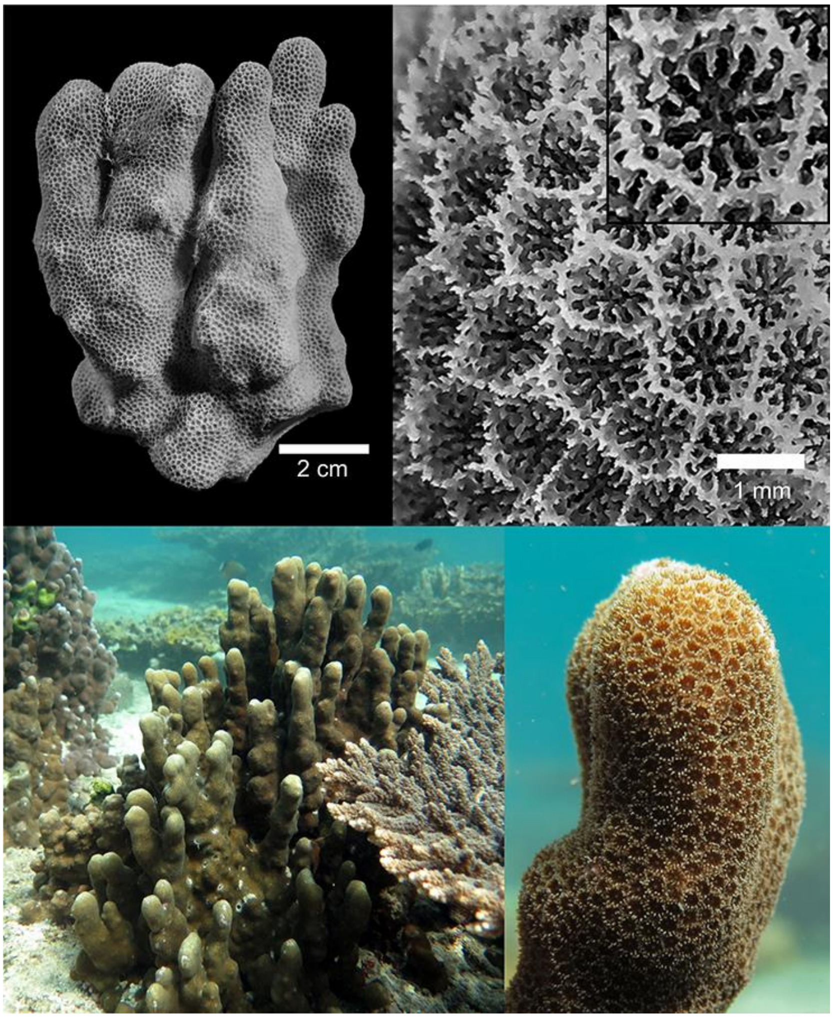
رنگ: کلنی‌ها اغلب به رنگ‌های زرد و کرم هستند که علت نام‌گذاری این گونه به نام *lutea* (زرد) نیز همین بوده است. کلنی‌هایی به رنگ‌های قهوه‌ای کمرنگ و صورتی نیز در این گونه مشاهده می‌شود.



شکل ۳-۱۱۶. ساختار کلنی، شاخه فرعی و کورالیت های گونه *Porites lutea*

گونه: *Porites harrisoni* (Veron, 2000)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها دارای فرم توده‌ای با برآمدگی‌های ستونی و یا شاخه‌ای نامنظم هستند. در آب‌های کم عمق برآمدگی‌ها یه دلیل فراوانی کرم‌های پرتار و دوکفه‌های حفار (Lithophagids) نامنظم‌تر بوده و در آب‌های عمیق‌تر برآمدگی‌های به شکل ستونی و منظم‌تر هستند. پولیپ‌ها در طول روز تا حدی بیرون بوده و به کلنی ظاهری مخملی می‌دهند. کورالیت‌ها نسبتاً عمیق، به شکل چند ضلعی و دارای قطری بین یک تا یک و نیم میلیمتر هستند. سپتاها دارای یک دندانه مشخص و برجسته، سپتاهای تریپلت به صورت آزاد بوده و ناحیه کلوملا کوچک می‌باشد. تعداد پالی‌ها بین ۵ تا ۸ عدد است (شکل۳-۱۱۷).

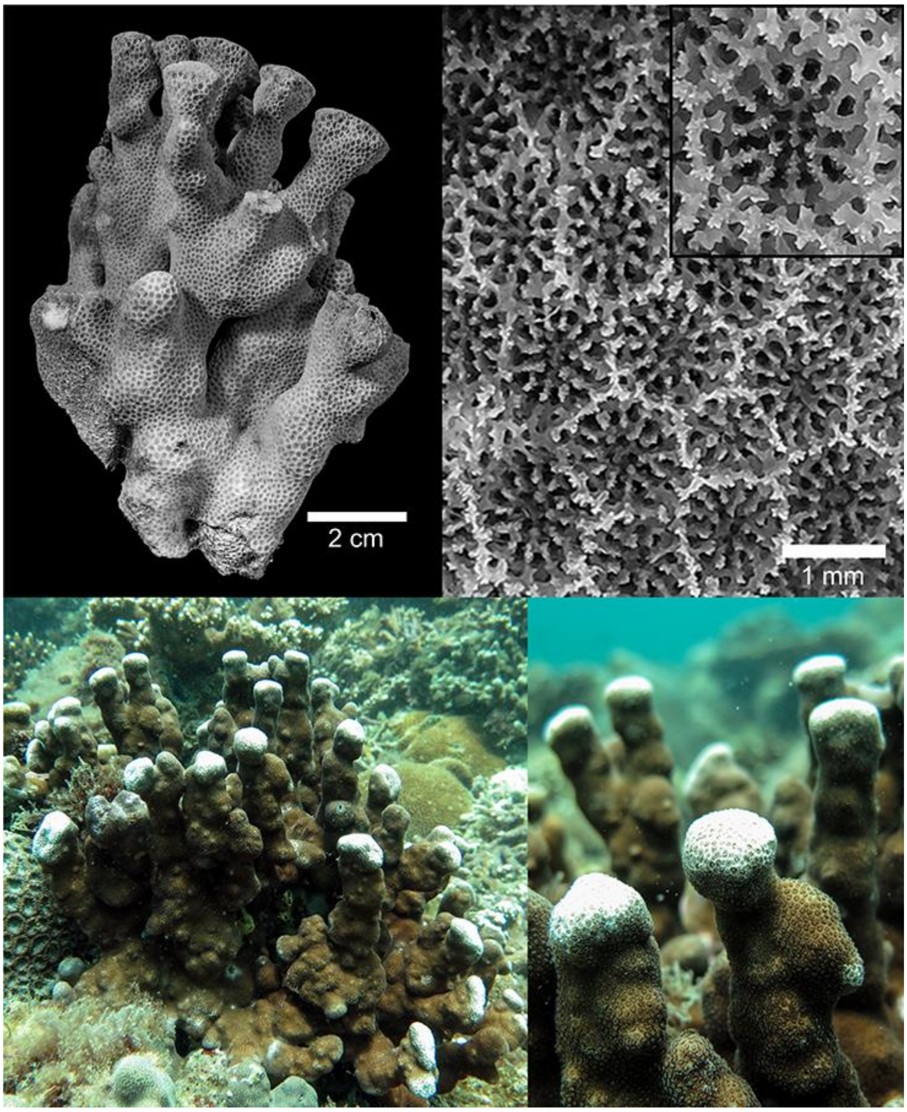


شکل ۳-۱۱۷. ساختار کلنی، شاخه فرعی و کورالیت های گونه *Porites harrisoni*

رنگ: کلنی‌ها اغلب به رنگ قهوه‌ای تیره هستند که درنواحی رأسی ستون‌ها و شاخه‌ها روشن‌تر است.

گونه: *Porites nodifera* (Klunzinger, 1879)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها دارای فرم توده‌ای با ستون‌ها و شاخه‌هایی هستند که بر روی آن‌ها غده‌ها و برجستگی‌ها نامنظم مشاهده می‌شود. در مناطق کم‌عمق اغلب ستون‌ها و شاخه‌ها به هم متصل می‌شوند. در آب‌های عمیق‌تر ستون‌ها بلند و دارای انتهای تخت هستند. کورالیت‌ها دارای قطری بین یک تا یک و نیم میلیمتر و با دیواره‌های کاملاً مشخص در زیر آب هستند.



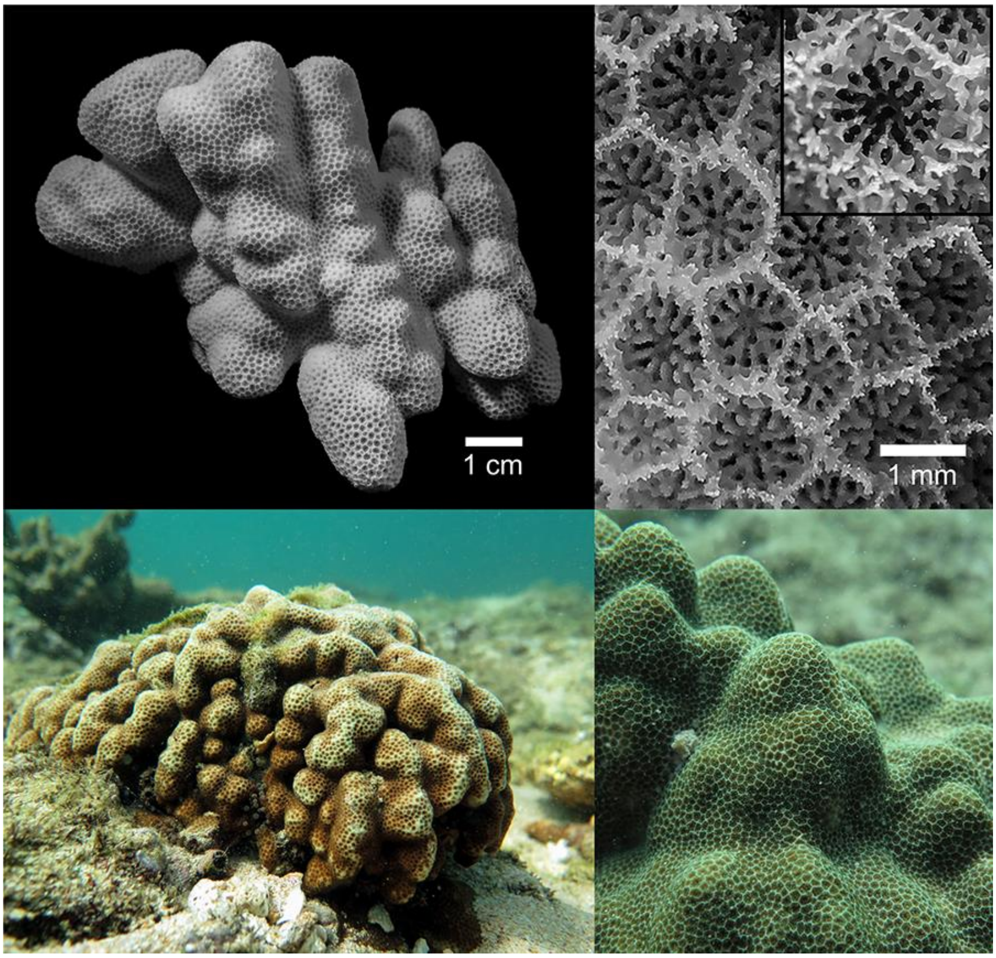
شکل ۳-۱۱۸. ساختار کلنی، شاخه فرعی و کورالیت های گونه *Porites nodifera*

ناحیه کلوملاً کاملاً رشد یافته است. سپتاهای تریپلت به صورت مستقل از هم هستند و کورالیت اغلب دارای تعداد ۸ پالی است (شکل۳-۱۱۸).

رنگ: کلنی‌ها اغلب به رنگ قهوه‌ای تیره هستند که در انتهای ستون‌ها بسیار کمرنگ‌تر است.

گونه: ***Porites solida*** **(Forskål, 1775)**

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها دارای فرم توده‌ای یا نیم‌کره‌ای بوده که قطر آن می‌تواند به چندین متر برسد. این گونه بزرگترین کورالیت‌ها را در بین اعضای جنس *Porites* داراست (با قطری بین ۱/۸ تا ۲ میلیمتر).



شکل ۳-۱۱۹. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Porites solida*

کورالیت‌های فاقد پالی مشخص هستند. سپتاها درای دو و به ندرت سه دندانه بوده و سپتاهای تریپلت به صورت مستقل از هم قرار دارند. از نظر ساختار کورالیت، شباهت زیادی به *P. lobata* دارد که با داشتن پالی‌های کم رشد یافته از *P. solida* (فاقد پالی) قابل تشخیص است (شکل۳-۱۱۹).

رنگ: کلنی‌ها اغلب به رنگ‌های قهوه‌ای یا زرد مایل به سبز مشاهده می‌شوند.

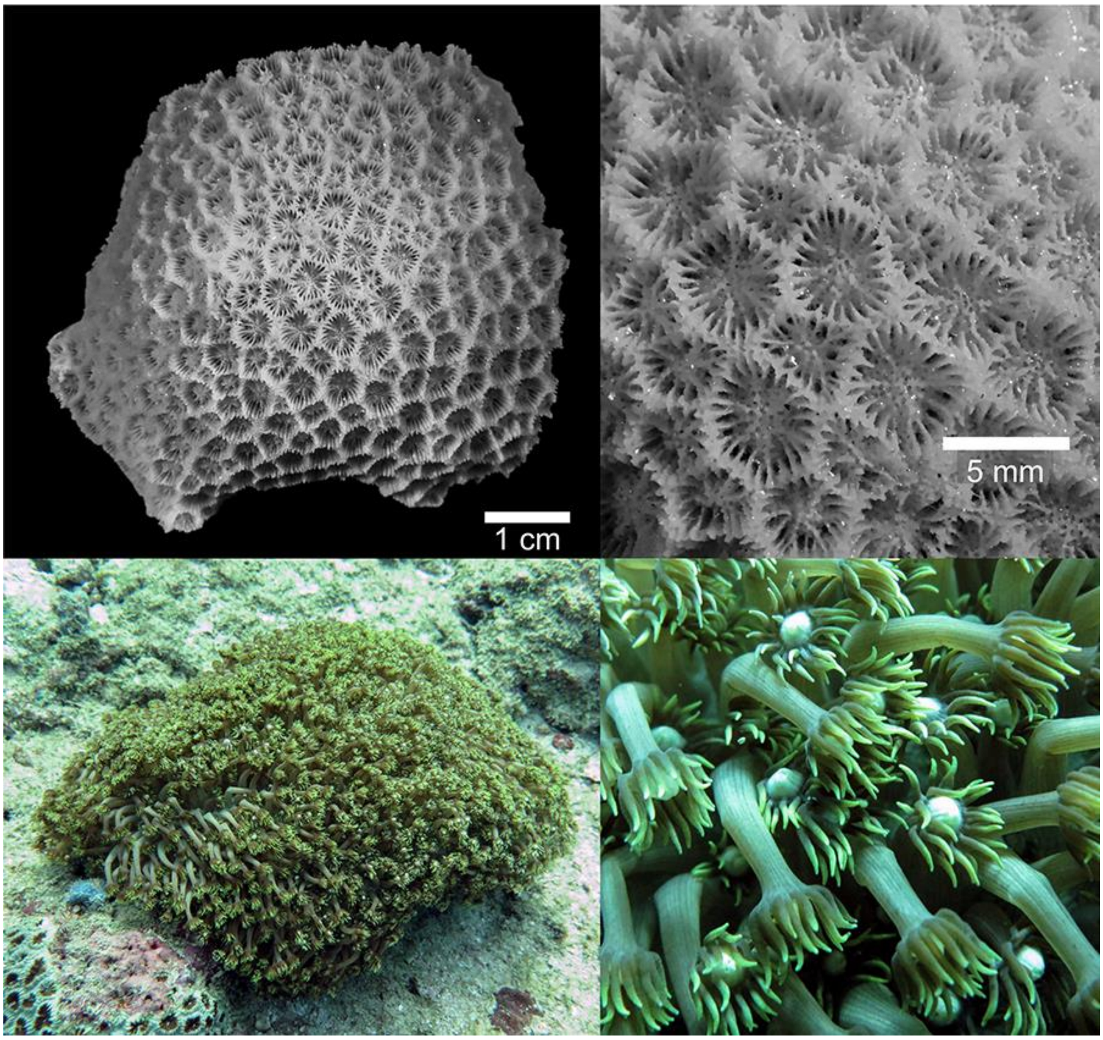
جنس: *Goniopora* (Dana, 1846)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها دارای فرم پوششی، توده‌ای و یا ستونی هستند و به دلیل داشتن پولیپ-های بزرگ و کاملاً بیرون‌زده به راحتی در زیر آب قابل تشخیص هستند. این جنس دارای بزرگترین اندازه کورالیت در میان اعضای خانواده Poritidae است. سپتاها ضخیم اما متخلخل است. کورالیت‌ها درشت و دارای سه ردیف سپتا هستند که در ترتیب‌های ۶+۶+۱۲ قرار گرفته و ممکن است به هم متصل شده و الگوهای بادبزنی ایجاد کنند. اتصال سپتاها از الکوی مشخصی پیروی نمی‌کند. در این جنس، ترکیبی از ویژگی‌های مورفولوژیک اسکلت به همراه طول پولیپ، اندازه بازوهای پولیپ و اندازه و رنگ مخروط پولیپ در شناسایی مؤثرند.

گونه: *Goniopora columna* (Dana, 1846)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها به فرم توده‌ای بوده و ستون‌های تخم‌مرغی شکل ایجاد می‌کنند. قطر کورالیت‌ها بین ۳ تا ۴/۵ میلیمتر است. کورالیت‌های ناحیه پایه ستون‌ها در کلنی نسبت به کورالیت‌های بالایی متراکم‌تر هستند. سپتاها متخلخل هستند. سپتاها در کورالیت‌های ناحیه پایه ستون‌ها به هم متصل شده و الگوهای بادبزنی ایجاد می‌کنند. پولیپ‌ها دارای مخروط دهانی بزرگ بوده که رنگ آن نسبت به سایر قسمت‌های پولیپ متفاوت است. الگوی قرارگیری بازوها پیرامون مخروط دهانی در پولیپ به شکل جام یا گل لاله است (شکل۳-۱۲۰).

رنگ: پولیپ‌ها قهوه‌ای خاکستری یا سبز بوده و نوک بازوهای آن روشن‌تر است.

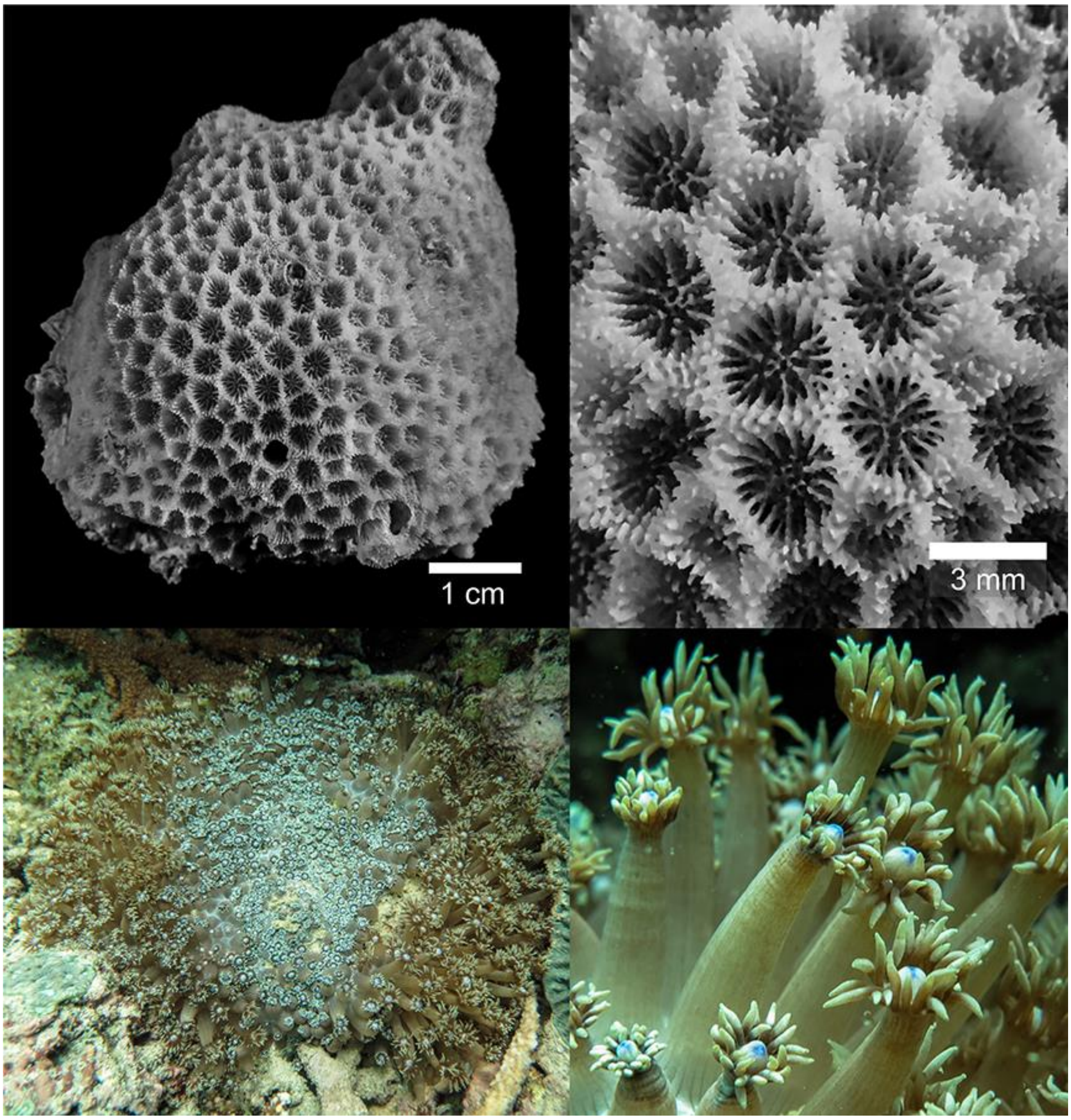


شکل ۳-۱۲۰. ساختار کلنی، شاخک های خارج شده از کلنی و کورالیت های گونه*Goniopora columna*

گونه: *Goniopora djiboutiensis* (Vaughan, 1907)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها دارای فرم توده‌ای با ستون‌های کوتاه و عریض و ممکن است قطر آن‌هابه چندین متر برسد. ناحیه کلوملای مشخص بوده و معمولاً توسط سپتاها به شش قسمت بادبزنی قابل تشخیص تقسیم شده است. قطر کورالیت‌ها بین ۳/۵ تا ۶ میلیمتر است (شکل۳-۱۲۱).

رنگ: ناحیه مخروط دهانی در پولیپ معمولاً به رنگ آبی تا صورتی و گاهی سفید.



شکل ۳-۱۲۱. ساختار کلنی، شاخک های خارج شده از کلنی و کورالیت های گونه ***Goniopora djiboutiensis***

گونه: *Goniopora* cf. *albiconus* (Veron, 2000)

ویژگی‌های عمومی: اندازه کلنی‌ها کوچک و به فرم پوششی تا نیمه‌توده‌ای هستند. کورالیت‌ها کم عمق و چندضلعی بوده و دیواره نازک دارند. اندازه کورالیت‌ها به شدت متغیر است. سپتاها به طور نامنظم به هم چسبیده‌اند، اما الگوهای بادبزنی ایجاد نمی‌کنند. ناحیه کلوملا بسیار کوچک است. مخروط دهانی بزرگ اما بازوها کوتاه و باریک هستند (شکل۳-۱۲۲). این کلنی تنها در جزیره سیری مشاهده

شده و با سایر نمونه‌های بدست آمده متفاوت است، اما به دلیل عدم دسترسی به اسکلت مرجانی شناسایی آن به طور قطعی انجام نشده است.

شکل ۳-۱۲۲. ساختار کلنی و شاخک های خارج شده از کلنی ***Goniopora* cf. *albiconus***

۳-۲-۶ خانواده: **Psammocoridae (Chevalier & Beauvais, 1987)**

ویژگی‌های عمومی: اعضای این خانواده که به تازگی از خانواده Siderastreidae جدا شده است، تنها دارای یک جنس به نام *Psammocora* می‌باشد (Benzoni et al., 2012) و به فرم کلنی هستند. ساختار کلنی به فرم‌های توده‌ای، پوششی، برگی، ستونی و شاخه‌ای است. ناحیه سنوستیوم در این خانواده غایب است و کورالیت‌ها فاقد کاستی (costae) هستند. سپتاها متخلخل و دارای آرایش‌های دندانه‌ای در لبه‌ها و دیواره‌ها، کورالیت‌ها فاقد پالی و دارای کلوملا.

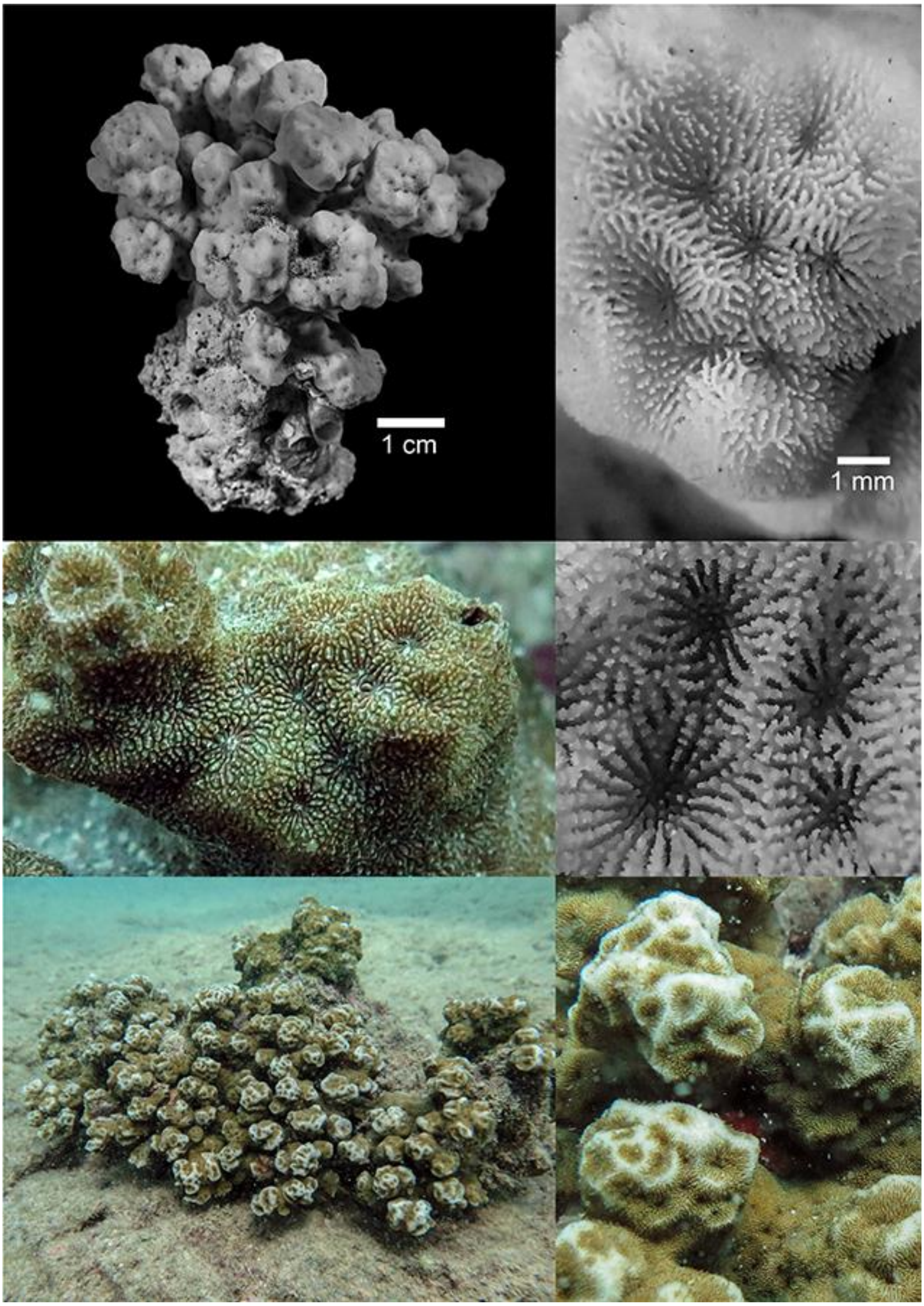
جنس: *Psammocora* (Dana, 1846)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها در این جنس به فرم‌های توده‌ای، پوششی و شاخه‌ای مشاهده می‌شوند. کورالیت‌ها فرورفته و معمولاً در داخل شیارهای کم عمق قرار داشته و فاقد دیوار مشخص هستند. ناحیه سپتو-کاستی معمولاً به شکل گلبرگ و الگوهای مشخصی را بوجود می‌آورد. کورالیت‌ها معمولاً دارای کلوملای کوچک هستند. این جنس به دلیل داشتن کورالیت‌های کوچکتر نسبت به جنس *Coscinaraea* که آن هم به تازگی از خانواده Siderastreidae جدا شده، قابل تشخیص هستند.

گونه: *Psammocora stellate* (Verrill, 1866)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها دارای پایه پوششی و نیمه توده‌ای با شاخه‌ها و غده‌های بیرون‌زده نامنظم با طول بین ۳ تا ۵ سانتیمتر هستند. سطح کلنی دارای برآمدگی‌هایی است که ظاهری ناهموار به سطح کلنی می‌دهند، این برآمدگی‌ها می‌توانند رشد کرده و به شاخه تبدیل شوند. شاخه‌ها با قطری بین ۱ تا ۱/۵ سانتیمتر، از هم جدا بوده و فاقد اتصال به یکدیگر هستند. اندازه کلنی کوچک و قطر آن معمولاً کمتر از ۱۵ سانتیمتر است. کورالیت‌ها چندضلعی و کم عمق با دیوارهای کم رشد یافته هستند. قطر کورالیت‌ها بین ۱/۵ تا ۱/۹ میلیمتر است. در کورالیت‌های ناحیه شاخه‌های کلنی، دیوارها با ارتفاع‌های ناهمسان در اطراف کورالیت قرار گرفته‌اند و ردیف‌های کورالیت را شکل داده‌اند که توسط دیوارهای نابرابر از ردیف‌های دیگر متمایز هستند. کورالیت‌ها دارای ۸ تا ۱۰ سپتای متخلخل هستند که به مرکز کورالیت می‌رسند و از این میان معمولاً ۳ یا ۴ عدد گلبرگی شکل هستند. کورالیت‌ها دارای کلوملا هستند (شکل۳-۱۲۳).

رنگ: کلنی‌ها اغلب به رنگ قهوه‌ای، گاهی متمایل به سبز هستند که در ناحیه رأس شاخه‌ها کمرنگ‌تر است.



شکل ۳-۱۲۳. ساختار کلنی، شاخه فرعی و کورالیت های گونه ***Psammocora stellate***

۳-۲-۷ خانواده: Siderastreidae (Vaughan & Wells, 1943)

ویژگی‌های عمومی: این خانواده شامل جنس‌هایی از مرجان‌های سخت است که همچنان در مورد ارتباط‌های فیلوژنتیک آن‌ها تردیدهای زیادی وجود دارد، به طوری که به تازگی جنس‌های *Psammocora* و *Coscinaraea* از آن جدا شده است (Benzoni et al., 2012). تمامی اعضای این خانواده دارای فرم کلنی هستند. کورالیت‌ها فرورفته و دارای دیوارهای کم رشد یافته که در واقع از ضخیم شدن ناحیه سپتو-کاستی بوجود آمده‌اند. سپتاها در قسمت انتهایی به هم متصل شده و گروه‌های بادبزنی شکل را بوجود می‌آورند. سپتاها فشرده و با فاصله‌های نسبتاً یکسان از یکدیگر بوده و حاشیه بالایی آن‌ها دانه‌دار است.

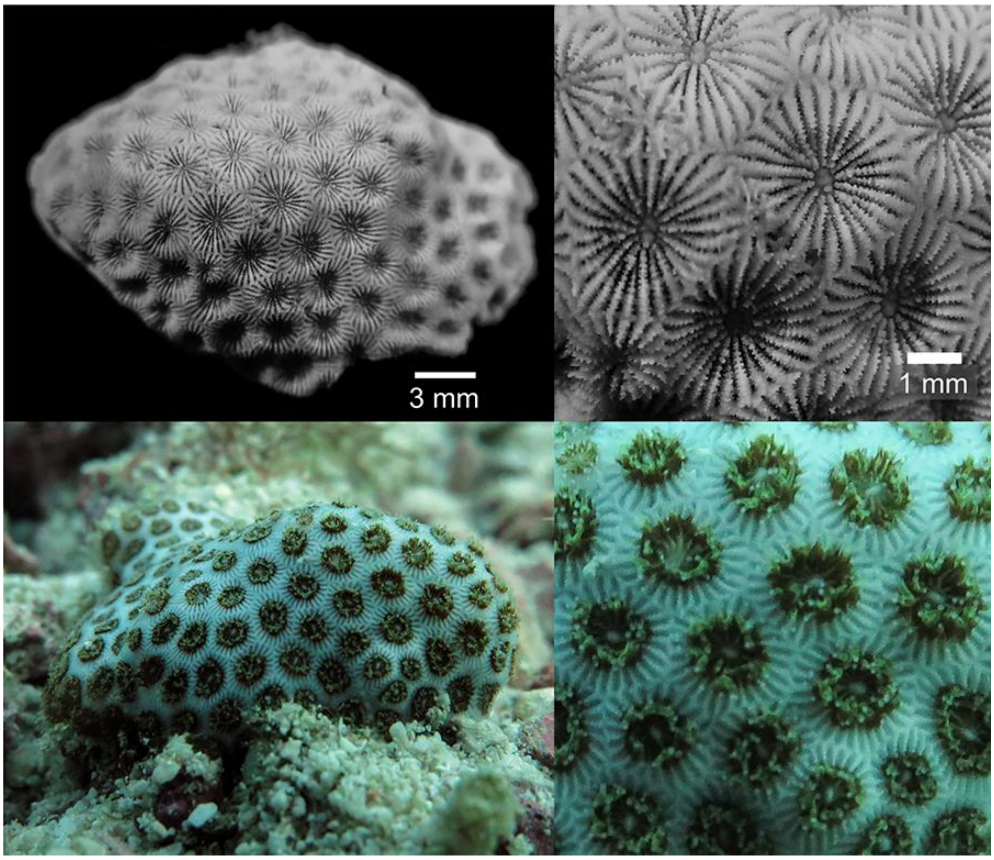
جنس: *Siderastrea* (Blainville, 1830)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها معمولاً به فرم توده‌ای و گاهی پوشش و یا شاخه‌ای. کورالیت‌ها به فرم سریوئید و دارای جوانه‌های extratentacular هستند.

گونه: *Siderastrea savignyana* (Milne Edwards & Haime, 1850)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها معمولاً به فرم پوششی و گاهی نیمه توده‌ای و بالشتی هستند. کورالیت‌ها چندضلعی و دارای قطری بین ۲ تا ۴ میلیمتر هستند. سپتاها فشرده و دارای آرایش بابزنی و مثلثی هستند. تعداد ۱۰ تا ۱۵ سپتا به ناحیه کلوملا متصل می‌شوند (شکل۳-۱۲۴).

رنگ: دیوارها به رنگ سفید و داخل کورالیت‌ها قهوه‌ای، قرمز و یا سبز.



شکل ۳-۱۲۴. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Siderastrea savignyana*

۳-۲-۸ خانواده: Coscinaraeidae (Benzoni, Arrigoni, Stefani & Stolarski, 2012)

ویژگی‌های عمومی: اعضای این خانواده به تازگی و در سال ۲۰۱۲ از خانواده Siderastreidae جدا شده است (Benzoni et al., 2012). کلنی‌ها دارای فرم توده‌ای، نیمه‌توده‌ای، پوششی و یا فنجانی هستند. کورالیت‌ها به فرم‌های سریوئید یا پلوکوئید بوده و ظاهری چندضلعی، دایره‌ای و یا بی‌قاعده دارند. سپتاها به طور کامل یا تا قسمتی متخلخل بوده و توسط یک یا دو ردیف عرضی به نام سیناپتیکولا (synapticulae) به هم متصل می‌شوند. سپتاها دارای دیواره دانه‌دار بوده و به سمت مرکز کورالیت به هم می‌پیوندند. لبه‌های سپتاها دارای خارهای پارومانند که به صورت عرضی به سمت دیواره سپتا متمایل هستند. کورالیت‌ها دارای کلوملا وپاپیلا.

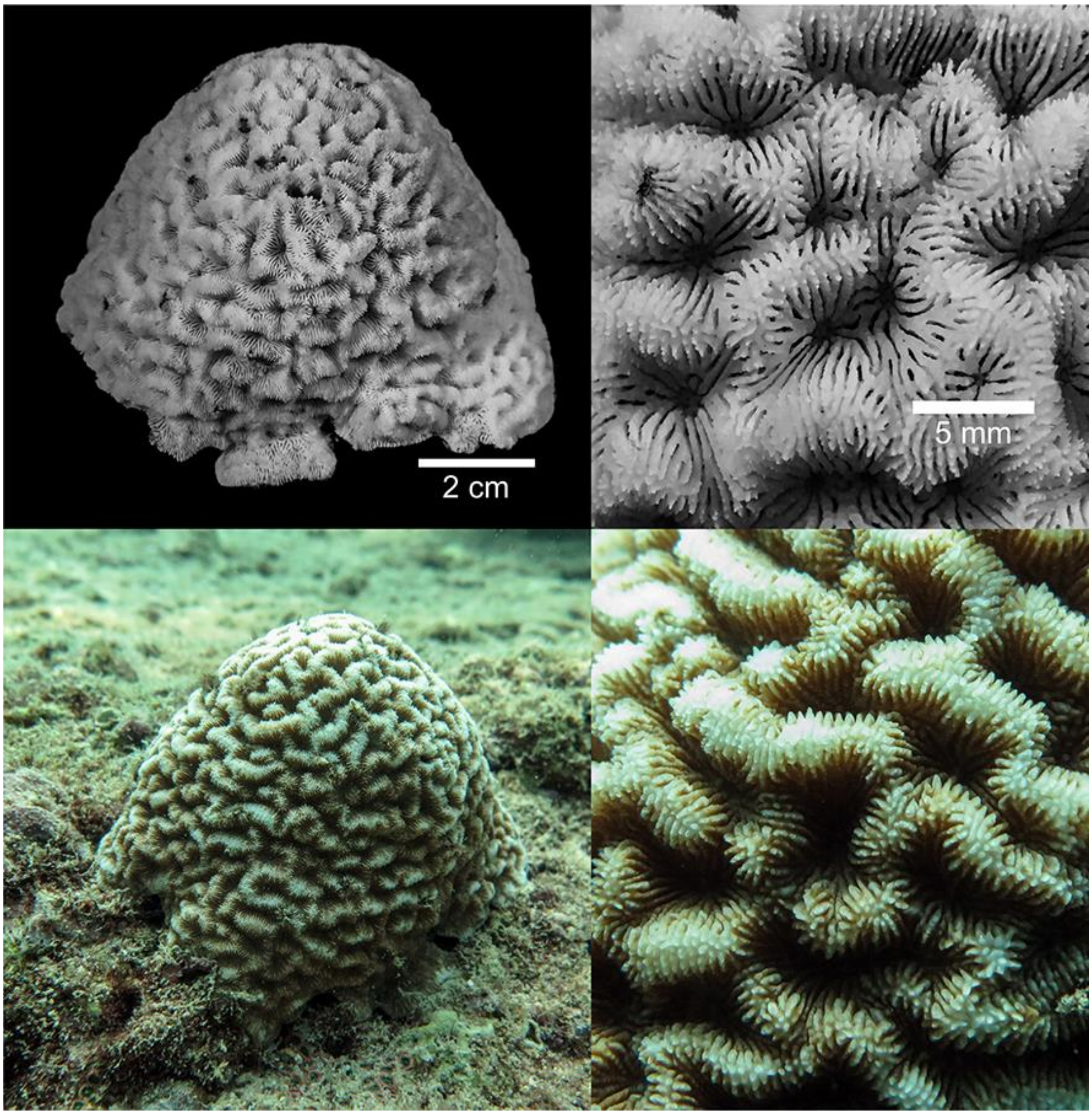
جنس: *Coscinaraea* (Milne Edwards & Haime, 1848)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها به فرم‌های توده‌ای، نیمه توده‌ای و یا پوششی. در برخی گونه‌ها کورالیت‌ها در ردیف‌های شیاری قرار گرفته‌اند. سپتاها متخلخل بوده و توسط یک یا دو ردیف عرضی به نام سیناپتیکولا (synapticulae) به هم متصل می‌شوند. سپتاها دارای دیواره دانه‌دار بوده و به سمت مرکز کورالیت به هم می‌پیوندند. کورالیت‌ها دارای کلوملا هستند. کاست‌ها در ناحیه دیوار به صورت ناهمسان و یا نیمه‌همسان هستند. لبه‌های سپتاها دارای خارهای پارومانند که به صورت عرضی به سمت دیواره سپتا عمود هستند.

گونه: *Coscinaraea columna* (Dana, 1846)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها به فرم‌های توده‌ای و یا گاهی گنبدی و به ندرت پوششی می باشند. ردیف کورالیت‌ها ساختارهای شیاری شکل بر روی کلنی بوجود آورده است که عرض و عمق آن‌ها تقریباً برابرند. کورالیت‌ها دارای کلوملای فشرده برگچه‌ای که کاملاً پایین‌تر از ناحیه سپتو-کاستی قرار دارد. ناحیه سپتو-کاستی کمی دانه‌دار است (شکل۳-۱۲۵).

رنگ: کلنی به رنگ‌های زرد مایل به سبز روشن و یا خاکستری و قهوه‌ای مشاهده می‌شود که در ناحیه بالای دیوارها دارای رنگ روشن‌تر است.



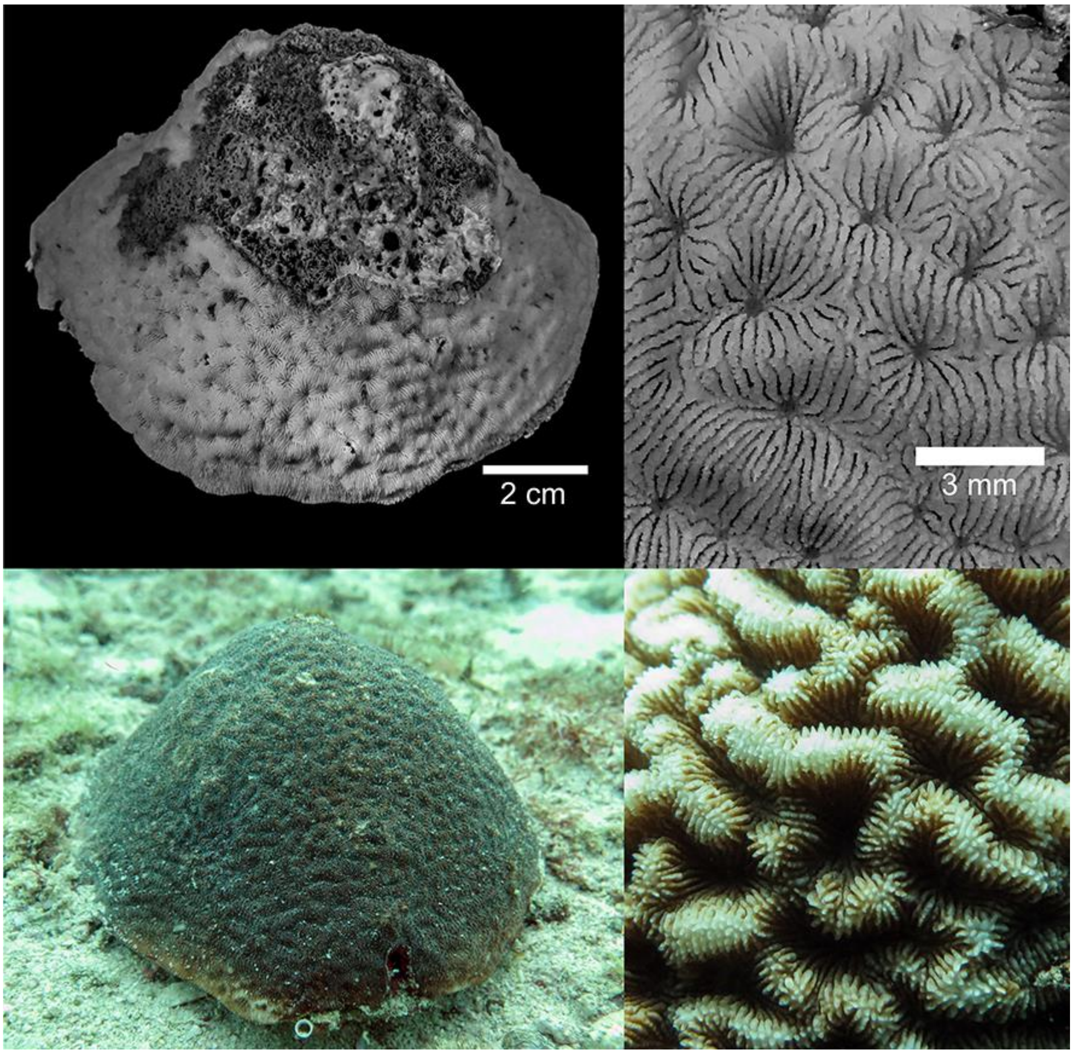
شکل ۳-۱۲۵. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Coscinaraea columna*

گونه: *Coscinaraea monile* (Forsskål, 1775)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها معمولاً به شکل توده‌ای، نیمه‌توده‌ای و گنبدی شکل و به ندرت پوششی هستند و قطر آن‌ها به ندرت به بیش از ۲۰ سانتیمتر می‌رسد. فرم کلنی به شدت متغیر و وابسته به شرایط محیطی آن است. قطر کورالیت‌ها بین ۳ تا ۷ میلیمتر و دارای دیواره‌های ضخیم است. سپتاها ضخیم و معمولاً به صورت زوج قرار دارند و به دلیل داشتن دندانه‌های ظریف ظاهری نرم به سطح کلنی

می‌دهند. کورالیت‌ها به شکل دایره‌ای، بیضی و یا در ردیف‌های شیاری کوتاه قرار گرفته‌اند. عمق کورالیت‌ها تقریباً برابر و بین ۲ تا ۵ میلیمتر است (شکل۳-۱۲۶).

رنگ: کلنی به رنگ‌های قهوه‌ای روشن و یا متمایل به سبز مشاهده می‌شود.



شکل ۳-۱۲۶ . ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Coscinaraea monile*

جنس: *Anomastraea* (Marenzeller, 1901)

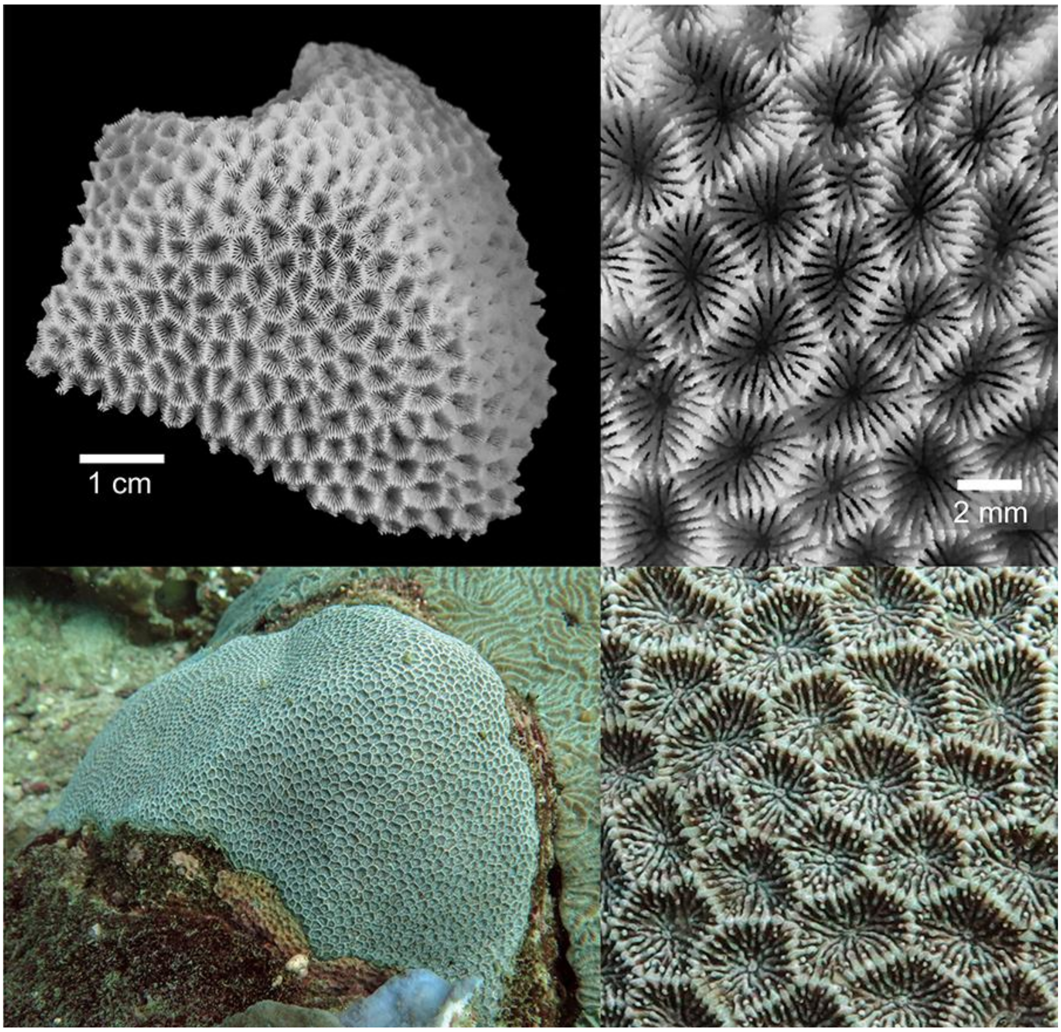
ویژگی‌های عمومی: پراکنش این جنس محدود به غرب و شمال‌غرب اقیانوس هند (به‌جز دریای سرخ) می‌باشد. این جنس از نظر مورفولوژیک شباهت بسیار زیادی با جنس *Pseudosiderastrea* دارد و معمولاً شناسایی آن‌ها را دچار مشکل می‌کند. اما چند ویژگی ظریف وجود دارد که شناسایی این دو

جنس از یکدیگر را ممکن می‌کند. کورالیت‌ها در جنس *Pseudosiderastrea* به روش extratentacular جوانه می‌زنند در حالی که در جنس *Anomastraea* جوانه‌زنی به روش intratentacular است. در جنس *Anomastraea* ناحیه کلوملا از پاپیلاهای منشعب شده از سپتا تشکیل شده که در عمق کلوملا قرار گرفته است در حالی که ناحیه کلوملا در جنس *Pseudosiderastrea* به صورت یکپارچه (solid) است. از آنجا که این جنس تنها دارای یک گونه به نام *A. irregularis* است، بنابراین ویژگی‌های گونه همان ویژگی‌های جنس می‌باشد.

گونه: ***Anomastraea irregularis* (von Marenzeller, 1901)**

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها به فرم‌های پوششی، نیمه‌توده‌ای و توده‌ای و کورالیت‌ها سریوئید هستند. قطر کورالیت‌ها بین ۳ تا ۶ میلیمتر بوده و به شکل چندضلعی‌های نامنظم و گاهی کشیده هستند. تعداد سپتاها بین ۱۵ تا ۳۰ عدد بوده که به اندازه کورالیت بستگی دارد و از نظر اندازه قابل دسته‌بندی نیستند. دیواره‌های سپتاها متخلخل است. در هر کورالیت بین ۱ تا ۶ عدد سپتا ممکن است به صورت مستقل بدون اتصال به سایر سپتاها به ناحیه کلوملا برسند. تعداد بیش از ۲ سپتا نیز ممکن است به هم متصل شوند. در برخی موارد ممکن است تاج پالی‌فرم پیرامون کلوملا وجود داشته باشد. ناحیه کلوملا عمیق و دارای ۳ یا ۴ پاپیلای منشعب شده از سپتا است (شکل۳-۱۲۷).

رنگ: خاکستری مایل به آبی، کرم.



شکل ۳- ۱۲۷. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Anomastraea irregularis*

۳-۲-۹ خانواده: Merulinidae (Verrill, 1865)

ویژگی‌های عمومی: این خانواده بر اساس مطالعات مولکولی جدید در سال‌های گذشته دچار تغییر و تحول بسیاری شده و تمام اعضای خانواده پیشین Faviidae در این گروه قرار گرفته‌اند (Hoeksema, 2013, Huang et al., 2014, Huang et al., 2011). دارای فرم کلنی با کورالیت‌های یک شکل و یا چندشکلی می باشند. کورالیت‌ها در برخی جنس‌ها مانند *Hydnophora* دارای ساختار قله‌ای (monticules) هستند. کورالیت‌ها به هم پیوسته و یا جدا از هم با اندازه‌های مختلفی از سنوستیوم که ممکن از دارای کاستی (coastae) یا خار باشند. دهانه کورالیت‌ها دارای قطرهای متفاوت از ۴ تا ۱۵

میلیمتر و با ارتفاع ۳ تا ۶ میلیمتر در گونه‌های مختلف. سپتاها متناسب با گونه در تعداد ردیف‌های متفاوت قرار دارند. سپتاهای آزاد به صورت منظم و یا نامنظم در برخی گونه‌ها وجود دارد. دارای کلوملا در اندازه‌های مختلف و لوب‌های پالی‌فرم. سپتاها معمولاً دارای دندانه هستند که متناسب با گونه ارتفاع، فاصله و تعداد آن‌ها متغیر است.

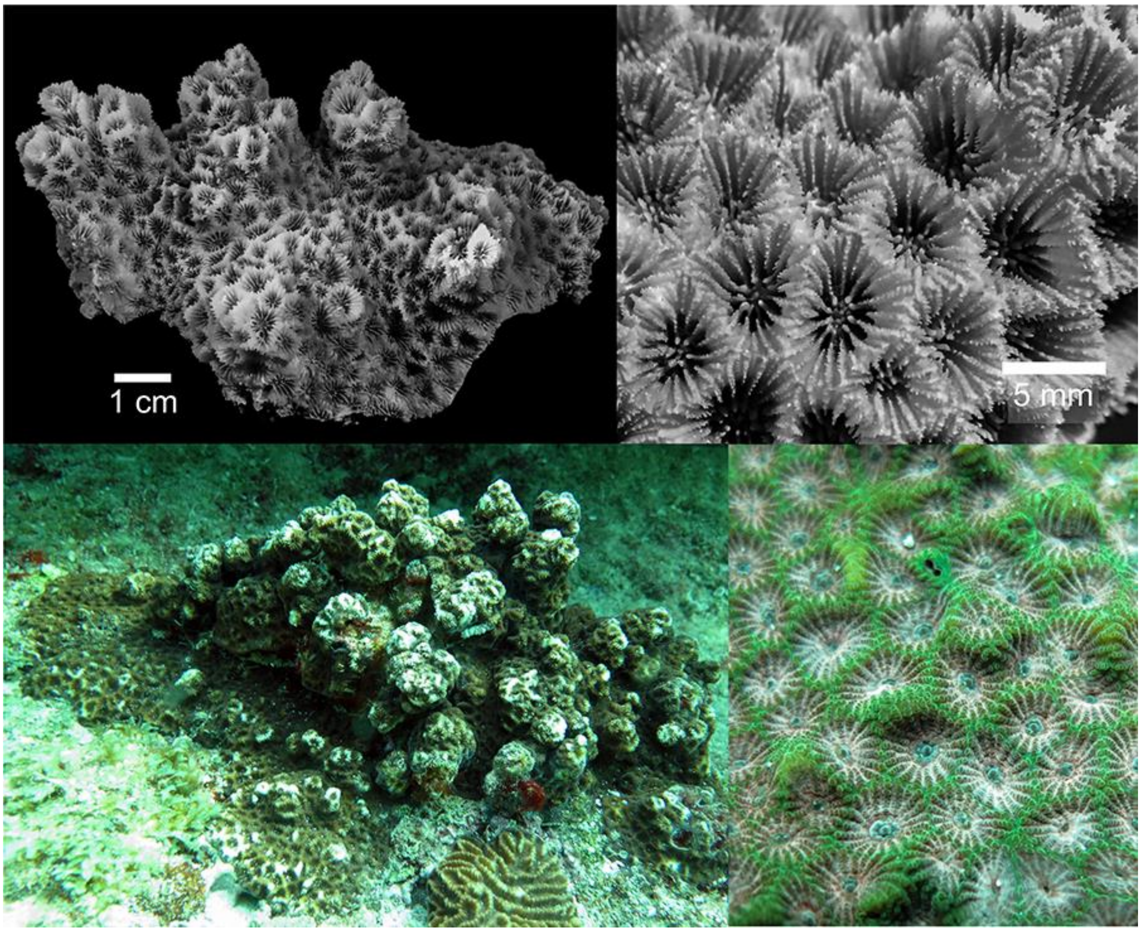
جنس: ***Favites*** **(Link, 1807)**

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها معمولاً به فرم توده‌ای و قله‌ای و گاهی مسطح و پوششی هستند. کورالیت-ها فاقد ساختار قله‌ای (monticules) بوده و کورالیت‌های مجاور معمولاً دارای دیوار مشترک و به فرم سریوئید و گاهی نیمه‌پلوکوئید (subplocoid) هستند. لوب‌های پالی‌فرم معمولاً کم رشد یافته است. سپتاها معمولاً در دو ردیف و حداکثر چهار ردیف بوده و دارای دندانه‌ها و خارهای ریز هستند. قطر دهانه کورالیت‌ها معمولاً بین ۴ تا ۱۵ میلیمتر و با ارتفاع ۳ تا ۶ میلیمتر است. فاصله سپتاها از یکدیگر معمولاً بین ۶ تا ۱۱ سپتا در هر ۵ میلیمتر است.

گونه: ***Favites pentagona*** **(Esper, 1795)**

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها دارای فرم پوششی و یا توده‌ای با برجستگی‌های ستونی و شاخه‌ای کوچک نامنظم می باشند. کورالیت‌ها سروئید، دایره‌ای تا چندضلعی و با قطر ۶ تا ۱۰ میلیمتر و با دیواره نازک هستند. سپتاها دانه‌دار و به تعداد کم در دو یه سه ردیف، و دارای لوب‌های پالی‌فرم رشدیافته که گاهی ایجاد تاج پالی‌فرم می‌کنند. ردیف اول سپتاها همیشه به ناحیه کلوملا می‌رسد، ردیف دوم گاهی ممکن است به کلوملا برسد اما ردیف سوم کوتاه و گاهی غایب است (شکل۳-۱۲۸).

رنگ: دارای تنوع رنگ زیاد شامل کرم، قهوه‌ای، سبز و گاهی با صفحه دهانی صورتی.

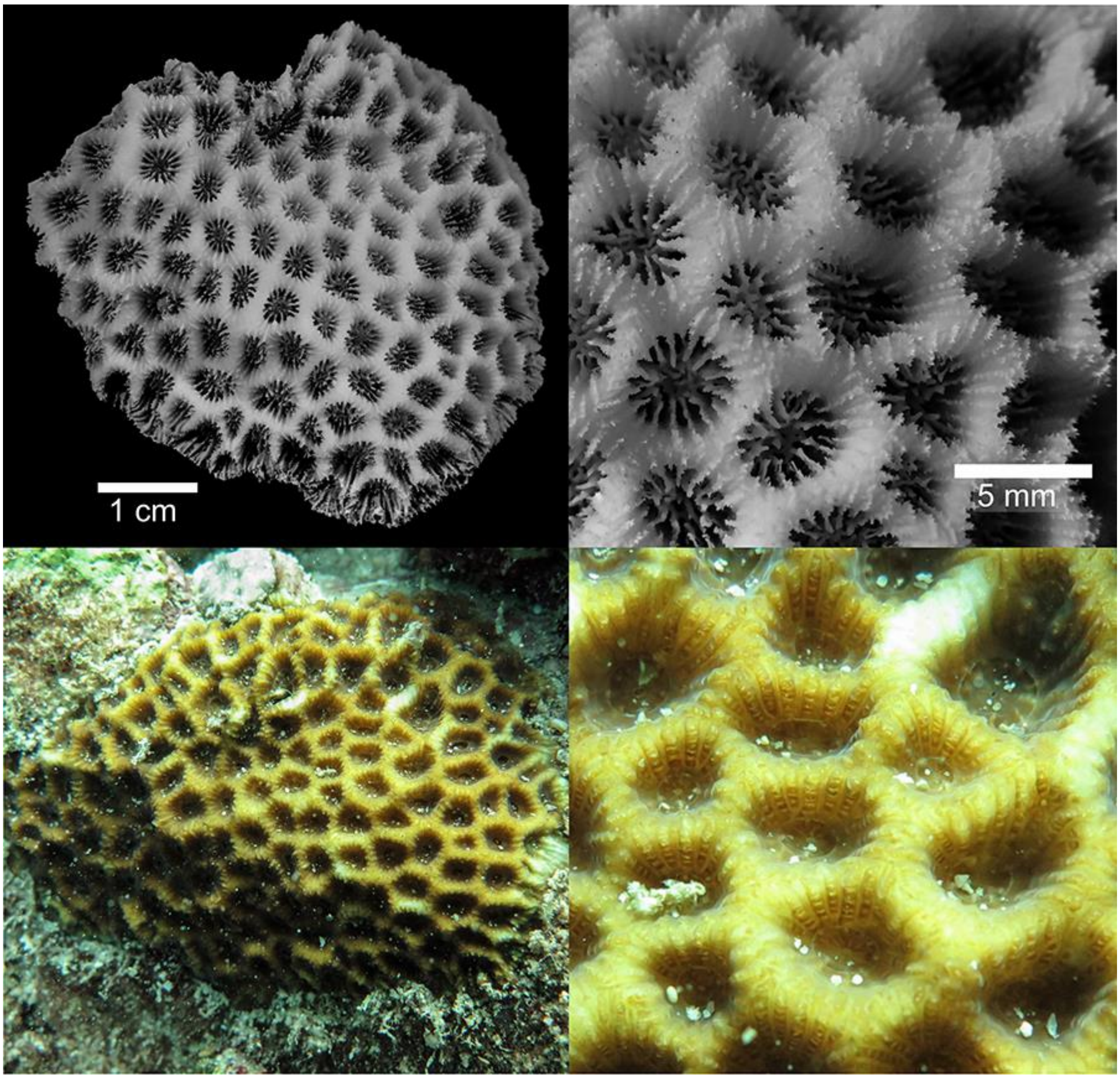


شکل ۳-۱۲۸. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Favites pentagona*

گونه: *Favites micropentagonus* (Veron, 2000)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها معمولاً به فرم پوششی، کوچک و با قطری کمتر از ۳۰ سانتیمتر و دارای برجستگی‌های ستونی و شاخه‌ای کوچک نامنظم هستند. کورالیت‌ها چندضلعی، کوچکتر از *F. pentagona* و با قطر ۳ تا ۵ میلیمتر است. سپتاها در دو ردیف قرار داشته و لوب‌های پالی‌فرم به خوبی رشد یافته‌اند (شکل۳-۱۲۹).

رنگ: قهوه‌ای روشن با صفحه دهانی تیره، سبز و یا خاکستری.

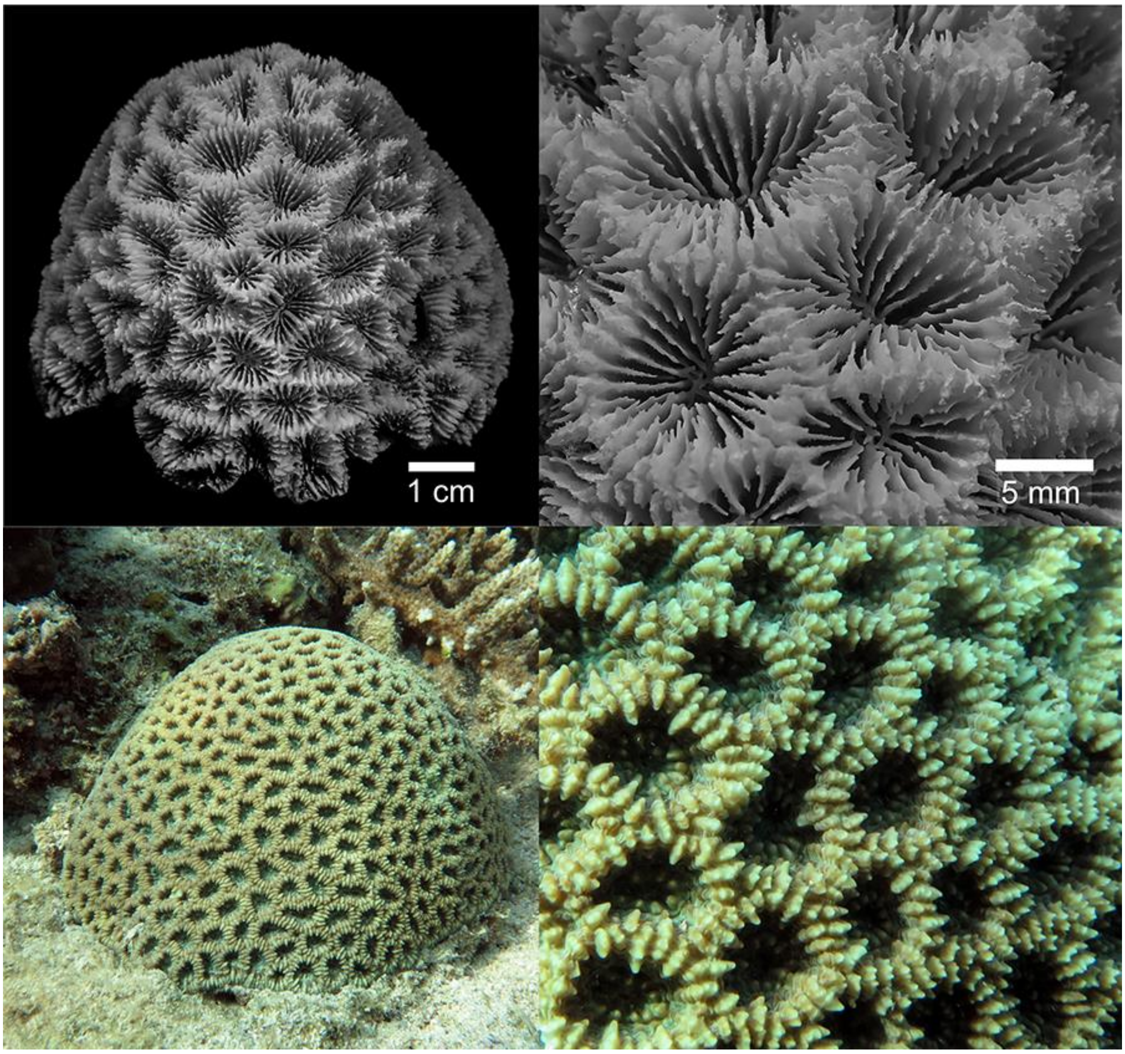


شکل ۳-۱۲۹. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Favites micropentagonus*

گونه: *Favites spinosa* (Klunzinger, 1879)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها کوچک، توده‌ای و کروی شکل هستند. کورالیت‌ها عمیق و دارای دیواره-های چندضلعی هستند. سپتاها مستقیم و با فاصله نسبتاً زیاد از هم و در دو ردیف متفاوت قرار دارند که ردیف اول به کلوملا می‌رسد. لوب‌های پالی‌فرم خیلی کم رشد یافته‌اند و یا غایبند. سپتاها دارای دندانه‌ها و خارهای کاملاً مشخص بوده و لبه سپتا دارای ظاهری پاره‌پاره است. ناحیه کلوملا کوچک و فشرده است (شکل۳-۱۳۰).

رنگ: دارای رنگ‌های قهوه‌ای و سبز، دیواره‌ها و برخی سپتاها به رنگ خیلی روشن و عمق کورالیت تیره.



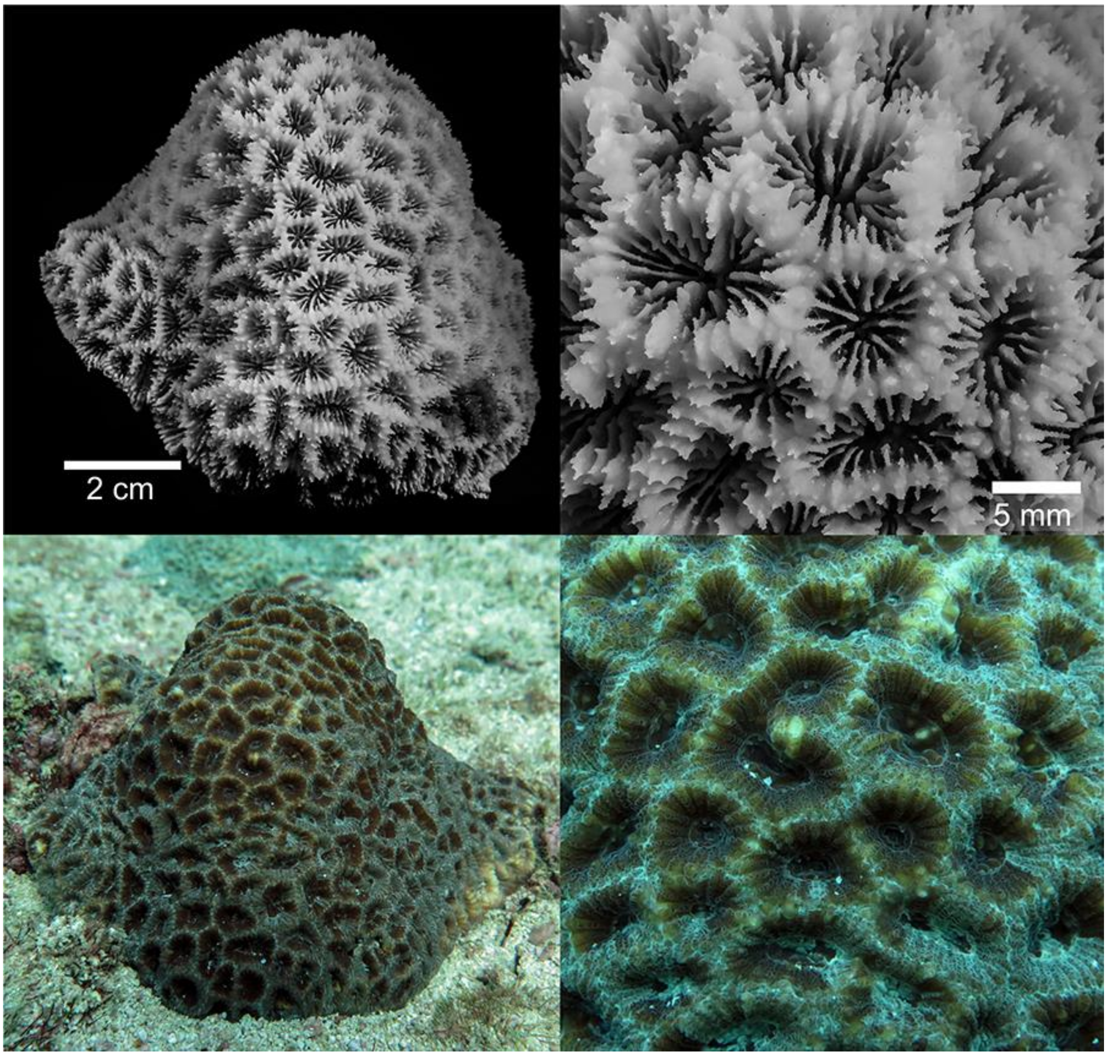
شکل ۳-۱۳۰. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Favites spinosa*

گونه: *Favites acuticollis* (Ortmann, 1889)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها به فرم نیمه‌توده‌ای و یا پوششی هستند. کورالیت‌ها سریوئید، عمیق، به شکل چندضلعی تا بیضی و دارای دیواره‌های بسیار نازک هستند که به کلنی ظاهری لانه‌زنبوری می‌دهد. قطر کورالیت‌ها معمولاً کمتر از ۵ میلیمتر و حداکثر ۱۰ تا ۱۲ میلیمتر است. سپتاها دانه‌دار و در سه

ردیف قرار دارند که دو ردیف به کلوملا می‌رسد و ردیف سوم کوتاه است. لبه سپتاها دندانه‌دار بوده و تاج پالی‌فرم موجود است (شکل۳-۱۳۱).

رنگ: به رنگ‌های مختلف شامل سبز و قهوه‌ای که در لبه دیواره‌های کورالیت‌ها روشن‌تر است.



شکل ۳-۱۳۱. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Favites acuticollis*

جنس: *Dipsastraea* (Blainville, 1830)

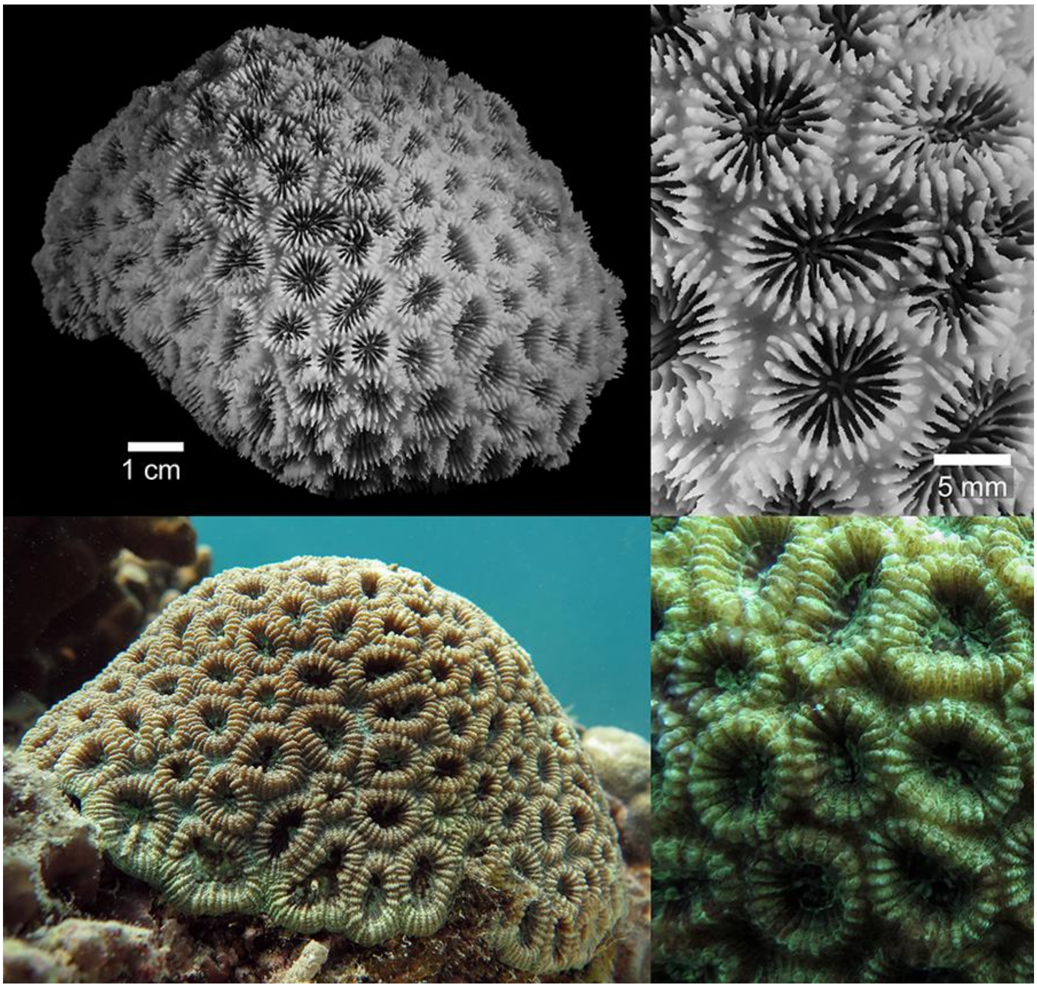
ویژگی‌های عمومی: این جنس بر اساس مولکولی جدید در سال ۲۰۱۴ و به تازگی معرفی شده و جنس‌های پیشین *Favia* و *Barbattoia* را در بر می‌گیرد (Huang et al., 2014). معمولاً دارای فرم

توده‌ای و کورالیت‌ها اغلب به فرم پلوکوئید هستند. ناحیه سنوستیوم دارای کاستی (costae) و قطر دهانه کورالیت‌ها بین ۴ تا ۱۵ میلیمتر با برآمدگی بین ۳ تا ۶ میلیمتر است. سپتاها در سه ردیف قرار داشته و تعداد آنها بین ۲۴ تا ۳۶ عدد است. سپتاها با فواصل ۶ تا ۱۱ عدد در هر ۵ میلیمتر قرار دارند. سپتاها و کاستی‌ها دارای ضخامت برابر هستند. لوب‌های پالی‌فرم به میزان کم تا متوسط رشد پیدا کرده‌اند. سپتاها دارای دندانه‌هایی با ارتفاع بین ۰/۳ تا ۰/۶ میلیمتر و با فواصل ۰/۳ تا ۱ میلیمتر هستند که کمتر از ۶ عدد در هر سپتا است. دیواره سپتاها دانه‌دار است.

گونه: *Dipsastraea favus* (Forskal, 1775)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها به فرم توده‌ای، کروی و گاهی پهن هستند. کورالیت‌ها مخروطی، کاملاً به فرم پلوکوئید و با قطری بین ۱۲ تا ۲۰ میلیمتر هستند و با فواصل ۲/۵ تا ۳/۵ میلیمتر از یکدیگر قرار دارند. سپتاها دندانه‌دار و فاقد ردیف‌های مشخص هستند؛ اگرچه در برخی موارد تعداد ۲ یا ۳ شبه ردیف در آن‌ها مشاهده می‌شود. لوب‌های پالی‌فرم وجود دارد اما کم رشد یافته است. کلوملا مشخص و فشرده است اگرچه نسبت به سایر اعضای این جنس کمتر رشد یافته است. سپتو-کاستی‌ها مشخص و دارای دندانه‌های مشابه سپتاها بوده و در بین کورالیت‌های همجوار قرار گرفته‌اند. ناحیه theca در کورالیت ضخیم است. سپتاها بیرون‌زده هستند، اما در ناحیه دیوار ضخیم نیستند و با شیبی زیاد به عمق کورالیت فرو رفته‌اند (شکل۳-۱۳۳).

رنگ: بسیار متنوع و به رنگ‌های زرد تا قهوه‌ای و خاکستری مشاهده می‌شود.



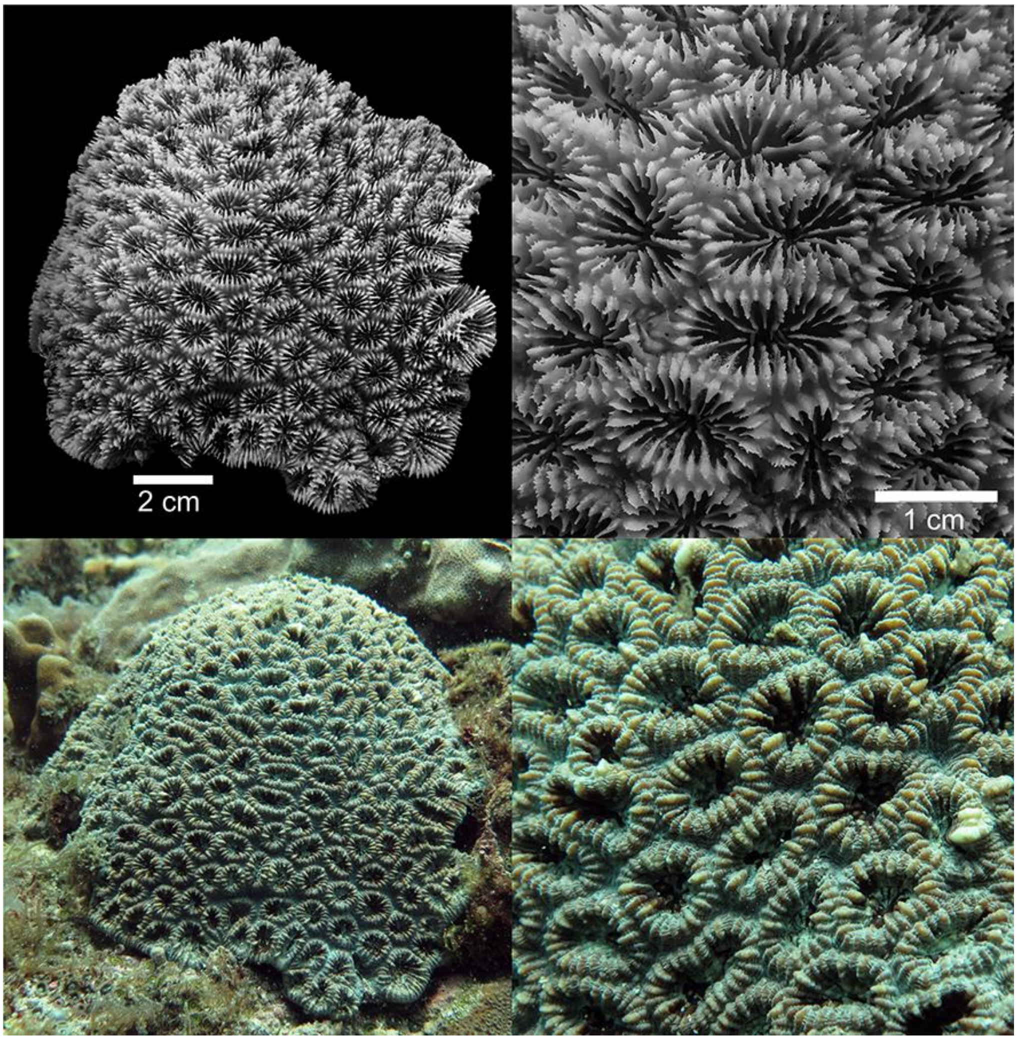
شکل ۳-۱۳۳. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Dipsastraea favus*

گونه: *Dipsastraea pallida* (Dana, 1846)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها به فرم توده‌ای، کروی و گاهی پهن هستند. کورالیت‌ها کاملاً پلوکوئید و با قطری بین ۸ تا حداکثر ۱۵ میلیمتر کوچکتر از *D. favus* بوده و با فواصل ۲/۵ تا ۳/۵ میلیمتر از یکدیگر قرار دارند، اما معمولاً نسبت به *D. favus* متراکم‌تر هستند. فرم کورالیت‌ها در مقایسه با *D. favus* کمتر مخروطی و بیشتر استوانه‌ای است. سپتاها در ناحیه دیوار کورالیت ضخیم هستند و کاستی-ها به میزان کمی در ناحیه سنوستیوم پیش رفته‌اند. کلوملا مشخص و فشرده است و لوب‌های پالی‌فرم به میزان کمی رشد یافته‌اند. عمق کورالیت‌ها حداکثر ۹ میلیمتر است. سپتاها در ۲ یا ۳ ردیف قرار

دارند. ردیف اول سپتاها همیشه به ناحیه کلوملا می‌رسد، ردیف دوم گاهی ممکن است به کلوملا برسد اما ردیف سوم کوتاه است. سپتاها همانند *D. favus* با شیبی زیاد به عمق کورالیت فرو رفته‌اند. لوب‌های پالی‌فرم کاملاً مشخصی از ردیف اول سپتاها تشکیل شده است. سپتاها در ناحیه theca ضخیم هستند. تاج پالی‌فرم کاملاً مشخص، سپتاها دندانه‌دار هستند. کاستی‌ها رشد یافته، دندانه‌دار و دارای به دو ردیف متمایز هستند (شکل۳-۱۳۴).

رنگ: بسیار متنوع و به رنگ‌های زرد تا قهوه‌ای یا سبز تیره بوده و ناحیه دهانی کورالیت‌ها دارای رنگ روشن‌تر است.

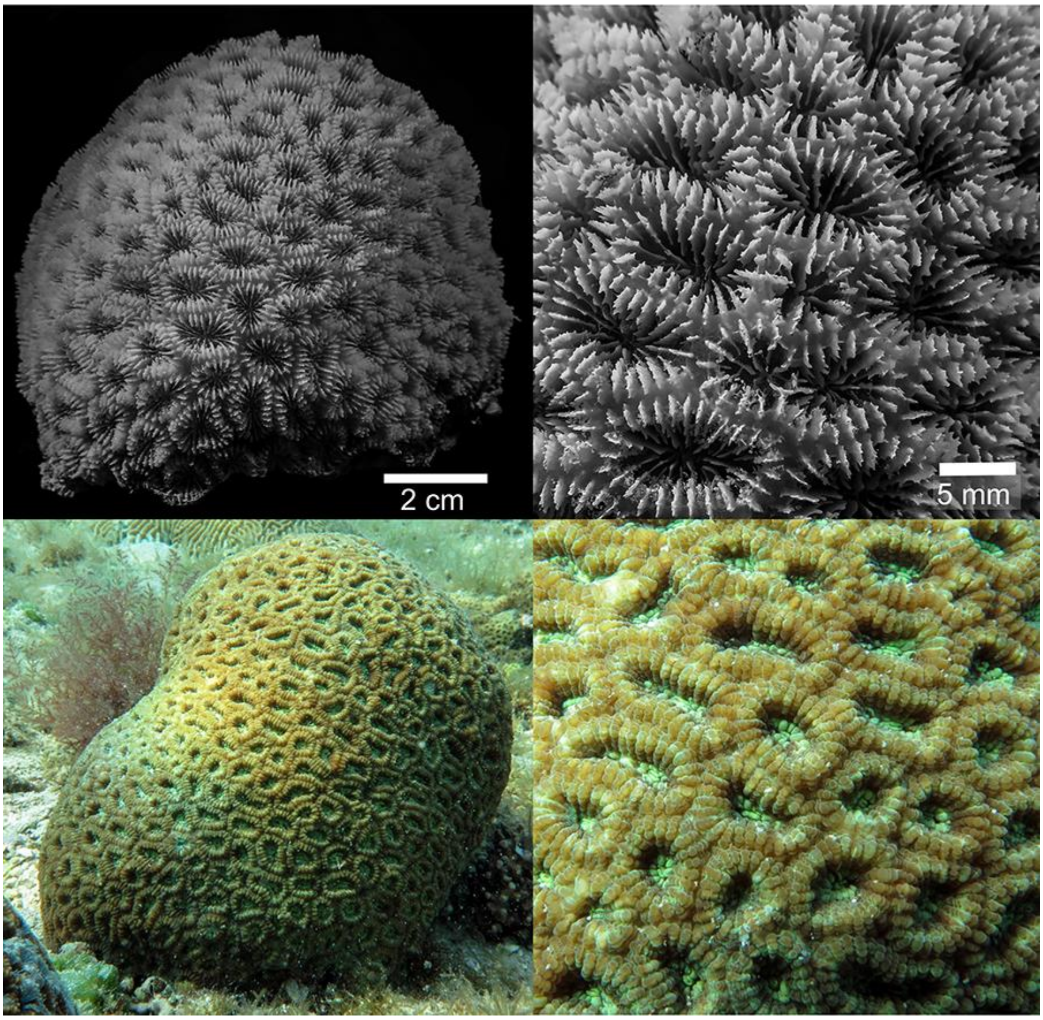


شکل ۳-۱۳۴. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Dipsastraea pallida*

گونه: ***Dipsastraea speciosa* (Dana, 1846)**

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها به فرم توده‌ای، کروی و گاهی پهن. کورالیت‌ها بیرون‌زده، کاملاً پلوکوئید و با قطری بین ۶ تا ۱۰ میلیمتر و به طور متوسط ۷ میلیمتر هستند. سپتاها در ۲ یا ۳ ردیف قرار دارند. ردیف اول سپتاها همیشه به ناحیه کلوملا می‌رسد، ردیف دوم گاهی ممکن است به کلوملا برسد، اما ردیف سوم کوتاه و یا غایب است. کورالیت‌ها از نظر ظاهری شباهت زیادی به *D. pallida* دارند. سپتاها نازک و بیرون‌زده و دارای دندانه‌های شکننده است. لوب‌های پالی‌فرم ممکن است همیشه وجود نداشته باشد و به طور کلی نسبت به *D. pallida* کمتر مشخص است (شکل۳-۱۳۵).

رنگ: معمولاً به رنگ‌های زرد تا نارنجی با رنگ متمایز در ناحیه دهانی کورالیت.



شکل ۳-۱۳۵. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Dipsastraea speciosa*

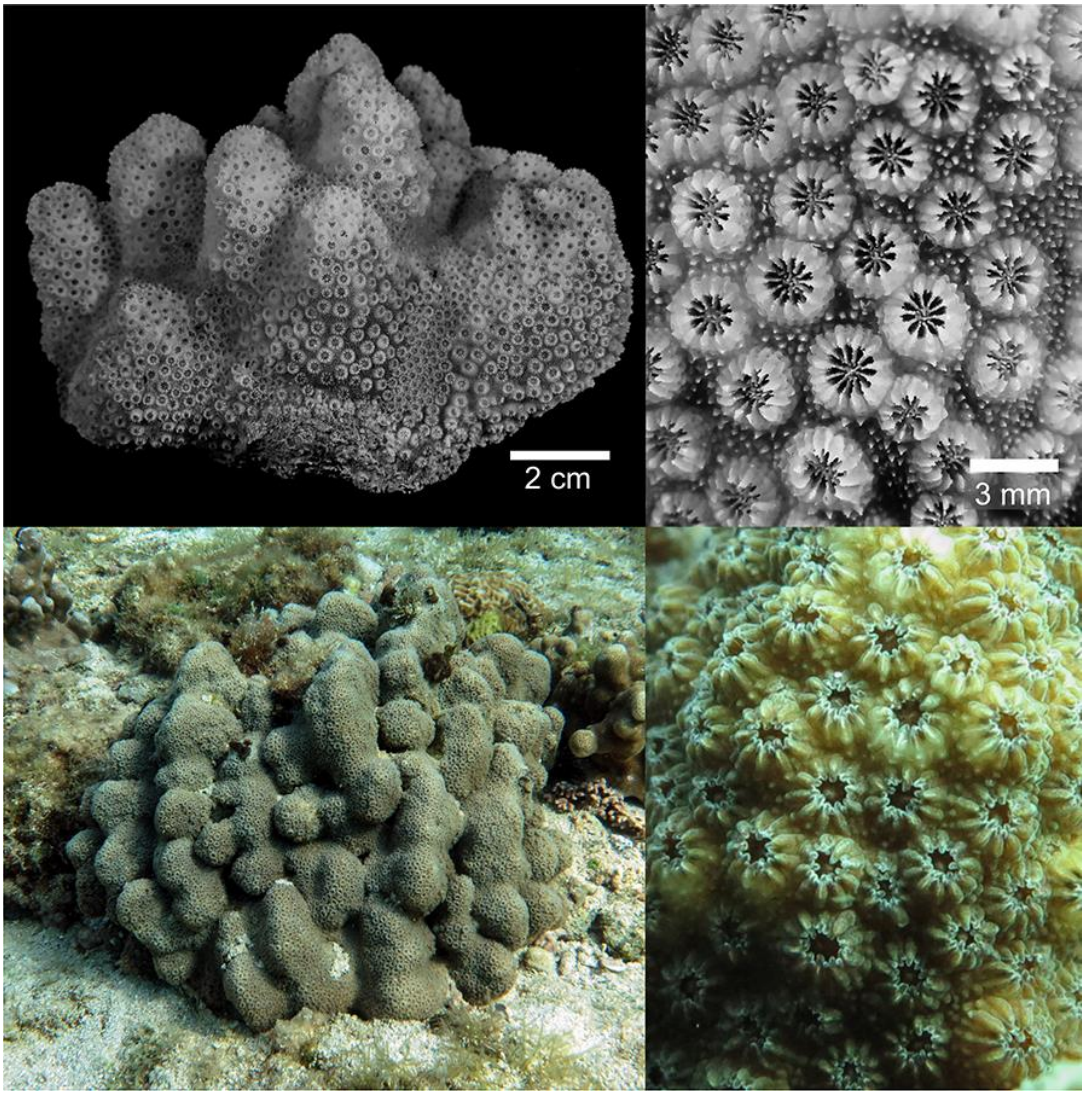
جنس: *Cyphastrea* Milne (Edwards & Haime, 1848)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها به فرم توده‌ای و یا پوششی و کورالیت‌ها پلوکوئید با قطری کمتر از ۴ میلیمتر و بیرون‌زدگی کمتر از ۳ میلیمتر هستند. کاستی‌ها معمولاً به دیواره کورالیت‌ها محدود شده‌اند. ناحیه سنوستیوم اغلب دانه‌دار است. سپتاها در ۳ ردیف و یا کمتر و در مجموع کمتر از ۳۶ عدد در هر کورالیت می باشند. سپتاهای آزاد ممکن است وجود داشته باشد. فاصله سپتاها از یکدیگر بیشتر از ۱۱ عدد در هر ۵ میلیمتر است. ضخامت سپتاها و کاستی‌ها معمولاً متفاوت است. کلوملا به صورت میله‌ای اما فشرده و دارای قطری کمتر از یک چهارم دهانه کورالیت است. لوب‌های پالی‌فرم به میزان کم تا متوسط رشد یافته‌اند. سپتاها دانه‌دار و دارای دندانه در لبه‌ها هستند.

گونه: *Cyphastrea microphthalma* (Lamarck, 1816)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها به فرم توده‌ای و دارای برجستگی‌های ستونی غده مانند هستند. کورالیت-ها دایره‌ای، پلوکوئید، به قطر دهانه حداکثر ۳/۵ میلیمتر و با فاصله از یکدیگر هستند. ناحیه theca ضخیم است. کورالیت‌ها دارای ۱۰ عدد سپتای اولیه که بر روی آنها لوب‌های پالی‌فرم قابل تشخیص است. سپتاهای اولیه بلند بوده به ناحیه کلوملا می‌رسند، اما سپتاهای ثانویه کوتاه و نازک‌تر هستند. دیواره‌های هر دو ردیف سپتاها به شدت دانه‌دار است. ناحیه کلوملا کاملاً رشد یافته است. کاستی‌ها بیرون‌زده و همانند سپتاها در دو ردیف قرار دارند که ردیف اول بزرگ‌تر است. سنوستیوم پوشیده از خار است (شکل۳-۱۳۶).

رنگ: قهوه‌ای روشن، کرم، سبز تیره یا خاکستری.



شکل ۳-۱۳۶. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Cyphastrea microphthalma*

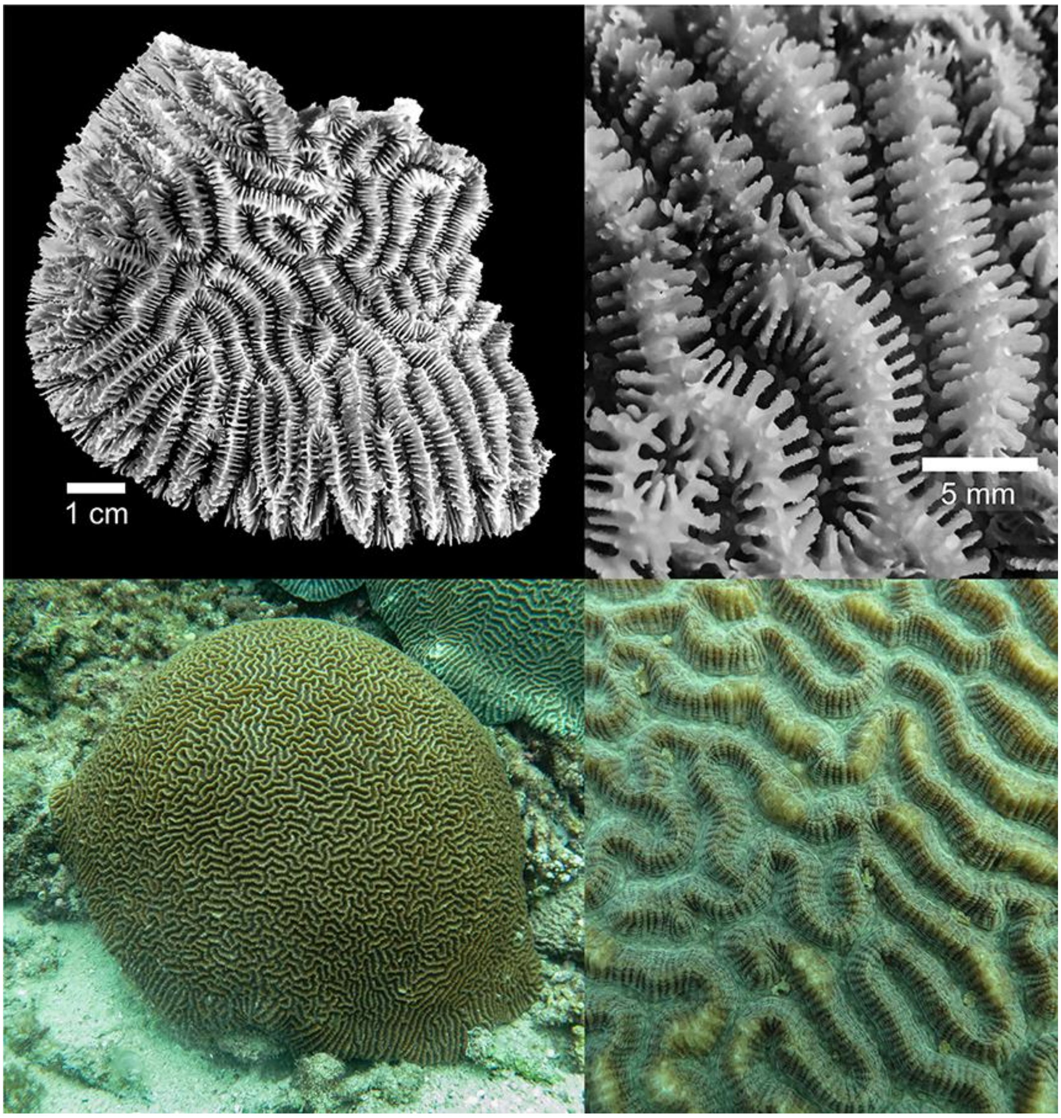
جنس: *Platygyra* (Ehrenberg, 1834)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها دارای فرم توده‌ای و یا پوششی هستند. کورالیت‌ها دارای فرم مئاندروئید و در برخی گونه‌ها به فرم سریوئید هستند. کورالیت‌ها فاقد لوب‌های پالی‌فرم بوده و کلوملا در صورت وجود، در امتداد شیار مئاندروئید کشیده شده است.

گونه: *Platygyra daedalea* (Ellis & Solander, 1786)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها دارای فرم توده‌ای، گنبدی و یا مسطح هستند. کورالیت‌ها دارای فرم مئاندروئید با طول‌های متغیر هستند. سپتاها بیرون‌زده و دندانه‌دار بوده و در یک یا دو ردیف قرار دارند که اغلب دارای اندازه یکسان بوده و در بالای theca به هم متصل می‌شوند. کلوملا به طور کامل رشد یافته است (شکل۳-۱۳۷).

رنگ: دارای رنگ‌های متنوع شامل سبز، قهوه‌ای و خاکستری.



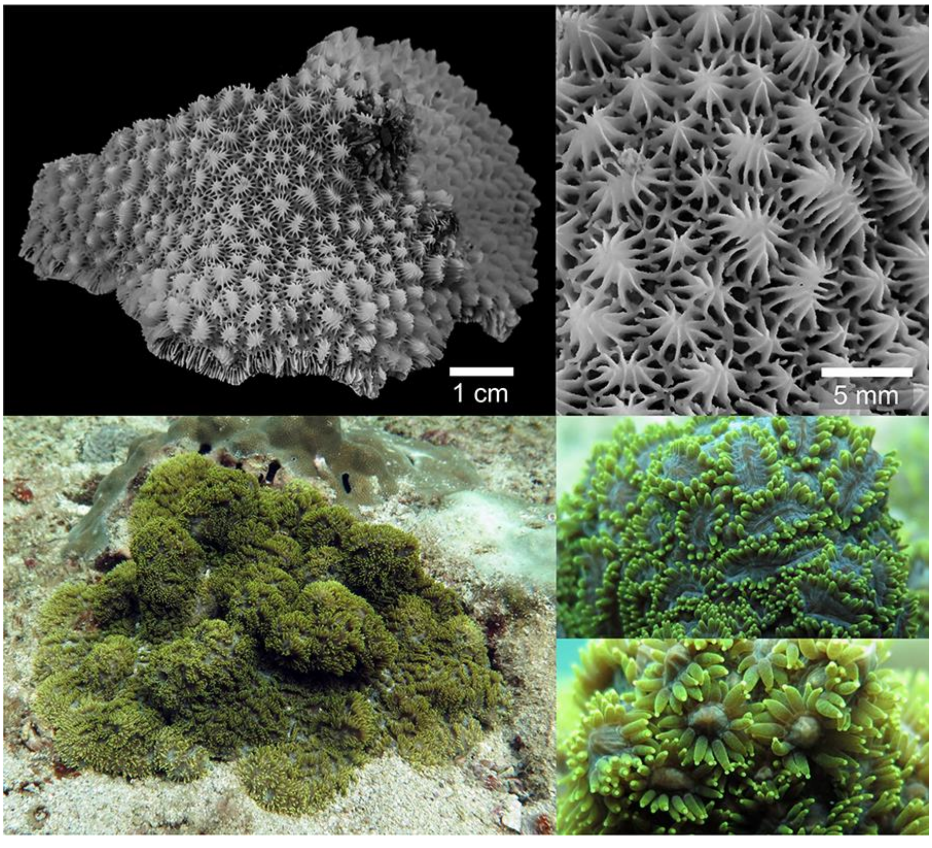
شکل ۳-۱۳۷. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Platygyra daedalea*

جنس: (*Hydnophora* (Fischer von Waldheim, 1807

ویژگی‌های عمومی: دارای کلنی‌های با فرم توده‌ای، ستونی و یا پوششی بوده و به دلیل داشتن ساختارهای هیدنوفور (hydnophore) یا مانتیکول‌ها (monticules) که بر اثر بالا آمدن محل تقاطع دیواره‌های مشترک ایجاد شده، از سایر جنس‌ها به خوبی قابل تشخیص هستند.

گونه: (*Hydnophora pilosa* (Veron, 1985

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها اغلب له فرم پوششی و یا توده‌ای با برآمدگی‌های غده‌ای و ستونی هستند. مانتیکول‌ها دارای قطر ۵ تا ۸ میلیمتر هستند و با آرایشی شبه مئاندروئید بر روی کلنی قرار گرفته‌اند. سپتاها از نظر اندازه دارای یک ردیف مشخص و به ندرت دارای ردیف دوم هستند. مانتیکول‌های



شکل ۳-۱۳۸. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Hydnophora pilosa*

کوچک دارای ۶ عدد سپتا بوده که در مانتیکول‌های بزرگتر که از اتصال چندین مانتیکول بوجود آمده‌اند. تعداد سپتاها معمولاً مضربی از ۶ است. سپتاها دارای ضخامت ثابت در طول خود بوده و دارای آرایش‌های دندانه‌ای هستند. کلوملا در شیار وسط مانتیکول‌ها قرار دارد (شکل۳-۱۳۸).

رنگ: دارای رنگ‌های متنوع شامل سبز، قهوه‌ای، کرم و خاکستری و نوک بازوها در پولیپ به رنگ روشن است.

۳-۲-۱۰ خانواده: Lobophylliidae (Dai & Horng, 2009)

ویژگی‌های عمومی: این خانواده به تازگی در سال ۲۰۱۶ و براساس مطالعات مولکولی جدید معرفی شده و جنس‌هایی نظیر *Acanthastrea*، *Lobophyllia* (در گذشته *Symphyllia*)، *Sclerophyllia* و *Echinophyllia* را در برمی‌گیرد (Huang et al., 2016). کلنی‌ها دارای فرم توده‌ای و یا مسطح و کورالیت‌ها تک‌شکلی و یا چندشکلی و فاقد مانتیکول هستند. دیواره‌های کورالیت‌ها ممکن است به هم متصل و یا جدا و حتی فاسلوئید یا فلابلو-مئاندروئید (flabello-meandroid) باشند. سنوستیوم در صورت وجود خاردار است. کورالیت‌ها اغلب بیرون‌زده بوده و قطر آن‌ها متوسط تا زیاد و بیشتر از ۴ میلیمتر است. سپتاها و کاستی‌ها ممکن است در امتداد هم قرار داشته باشند. سپتاها در ردیف‌های متفاوتی قرار دارند وتعداد آن‌ها کمتر از ۱۱ عدد در هر ۵ میلیمتر است. کلوملا در اندازه‌های متفاوت وجود دارد. لوب‌های پالی‌فرم به میزان کم تا متوسط رشد پیدا کرده‌اند.

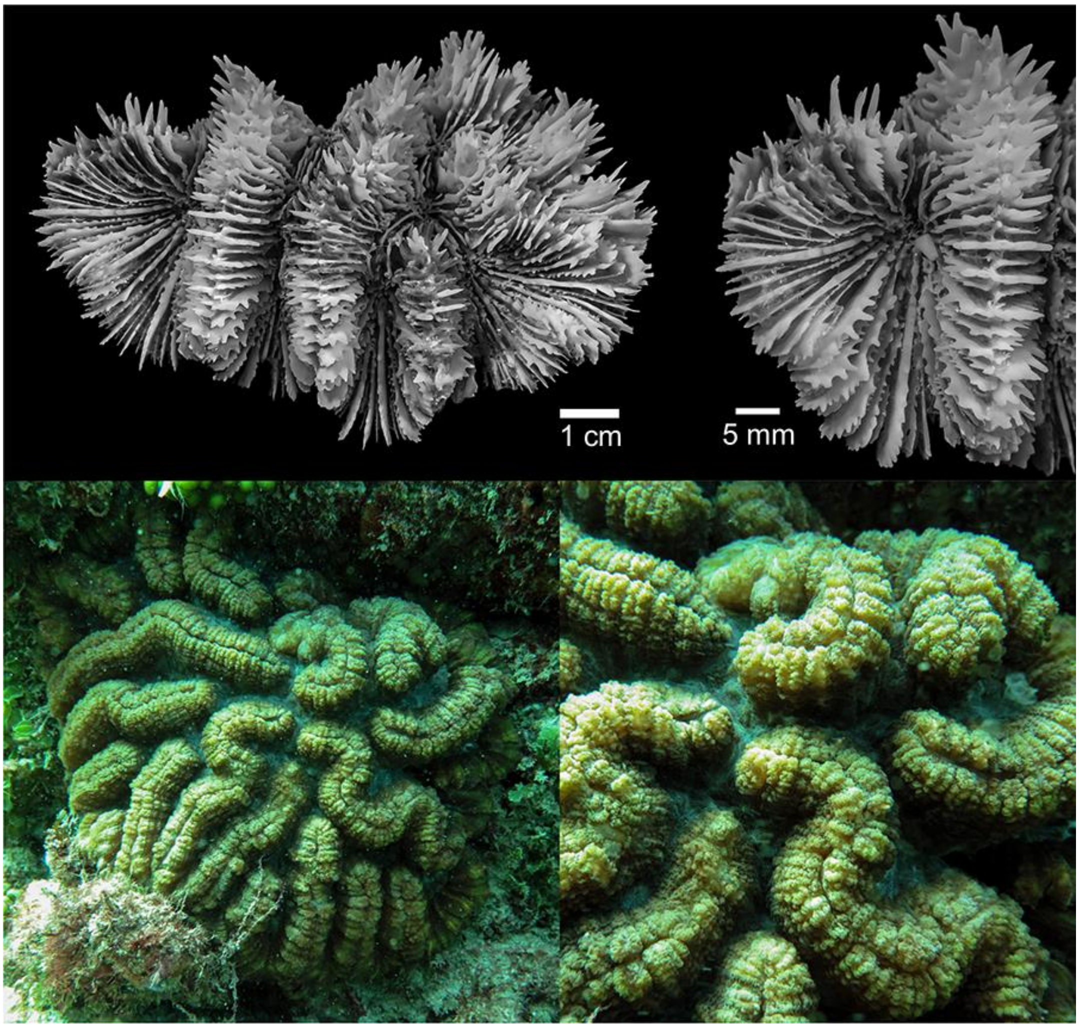
جنس: *Lobophyllia* (de Blainville, 1830)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها دارای فرم توده‌ای، گنبدی و یا پهن هستند. کورالیت‌ها دارای فرم فاسلوئید و یا فلابلو-مئاندروئید هستند. اندازه کورالیت‌ها و یا شیارهای کورالیتی بزرگ است. سپتاها بزرگ و دارای دندانه‌های بلند است. کلوملا گسترده و متراکم است.

گونه: *Lobophyllia radians* (Milne Edwards & Haime, 1849)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها کروی و یا مسطح هستند. شیار مئاندروئید کورالیت‌ها پر پیچ و خم و اغلب بلند بوده و دارای عرضی بین ۲۰ تا ۲۵ میلیمتر است. سپتاها به خوبی رشد یافته‌اند و دارای خار و دندانه‌های بلند در انتها هستند. سپتاها به صورت ضخیم و نازک و به طور متناوب قرار گرفته‌اند. تعداد دندانه‌ها در سپتاهای ضخیم‌تر کمتر اما بلندتر است. کلوملا وجود دارد، اما اندازه آن کاملاً متغیر است. یک شکاف باریک معمولاً در وسط دیوارهای شیار کورالیتی قرار دارد (شکل۳-۱۳۹).

رنگ: به رنگ‌های قهوه‌ای، قرمز و سبز مشاهده می‌شود و رنگ داخل شیارها اغلب با سایر بخش‌های کلنی متفاوت است.



شکل ۳-۱۳۹. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Lobophyllia radians*

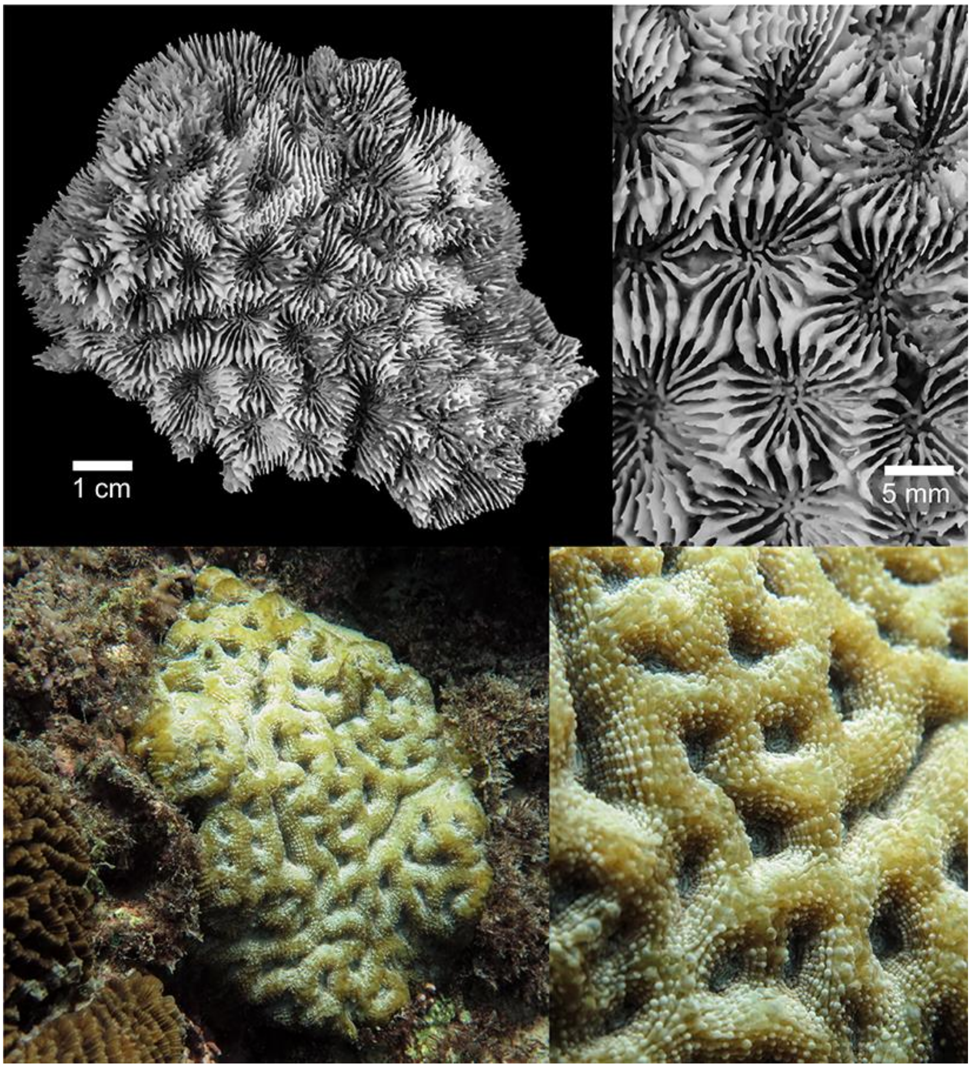
جنس: *Acanthastrea* (Milne Edwards & Haime, 1848)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها دارای فرم‌های پوششی، توده‌ای و معمولاً مسطح هستند. کورالیت‌ها به وضوح سریوئید هستند. سپتو-کاستی‌ها در قسمت کلوملا باریک و در قسمت دیوار کورالیت ضخیم شده و دارای دندانه‌های سه‌وجهی هستند. اغلب گونه‌ها دارای پولیپ‌های گوشتی بوده که به طور کامل ساختار اسکلت را می‌پوشاند.

گونه: *Acanthastrea echinata* (Dana, 1846)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها دارای فرم توده‌ای و یا مسطح بوده و به ندرت قطر آن‌ها به بیشتر از یک متر می‌رسد. دیوارها ضخیم، کورالیت‌ها دارای فرم پلوکوئید تا سریوئید و قطر آن‌ها بین ۱۰ تا ۲۵ میلیمتر است. سپتاها ضخیم و دارای خارهای بزرگ است. سپتاها از نظر اندازه در یک ردیف قرار دارند و تعداد آن‌ها به اندازه کورالیت بستگی دارد. اغلب تمامی سپتاها به ناحیه کلوملا می‌رسند. سپتو-کاستی‌ها کاملاً رشد یافته و در کورالیت‌های همجوار به هم متصل می‌شوند. کلوملا کاملاً رشد یافته است (شکل۳-۱۴۰).

رنگ: قهوه‌ای تیره، سبز یا خاکستری و معمولاً صفحه دهانی به رنگ سبز.

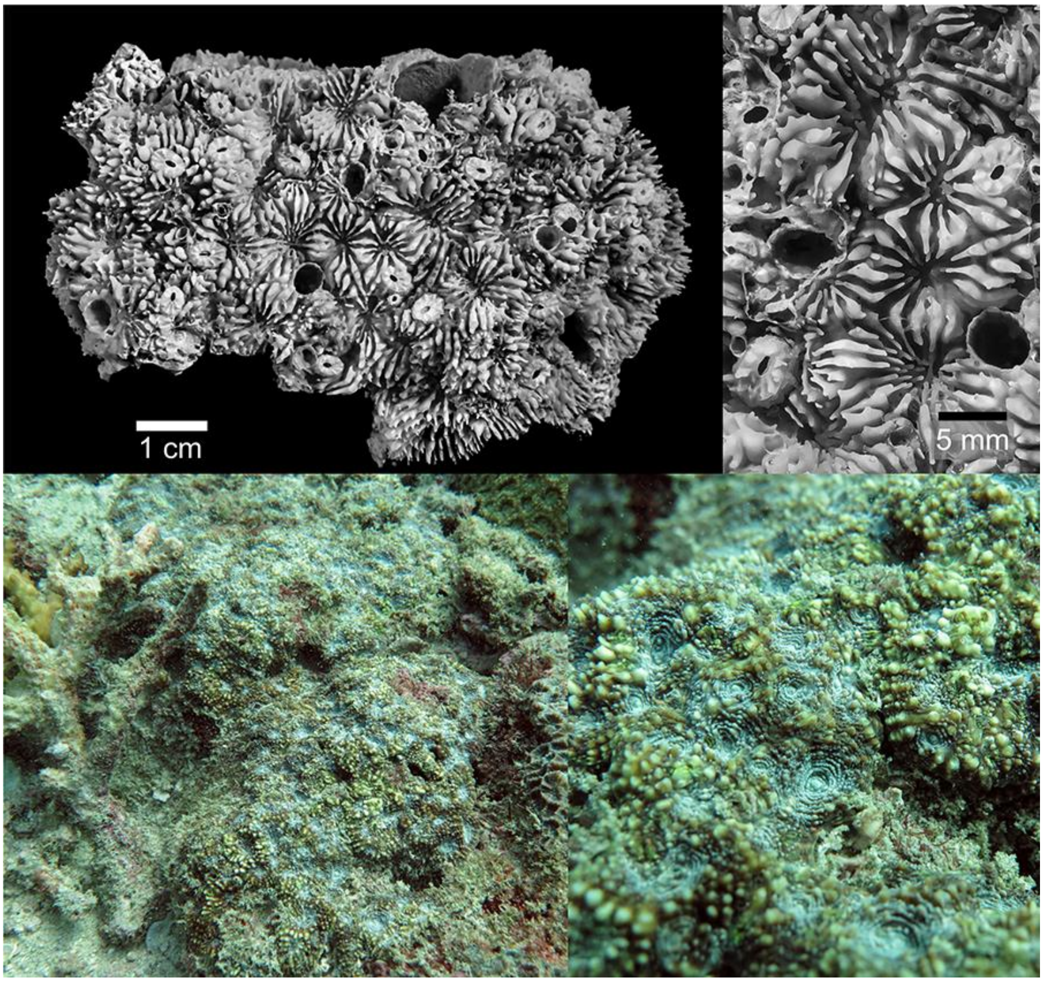


شکل ۳-۱۴۰. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Acanthastrea echinata*

گونه: *Acanthastrea hemprichi* (Ehrenberg, 1834)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها دارای فرم توده‌ای یا پوششی و مسطح بوده و اندازه آن‌ها به بیش از یک متر می‌رسد. کورالیت‌ها نسبت به *A. echinata* نامنظم‌تر و کمی بزرگتر، دارای فرم سریوئید و سپتاها دارای دندانه‌های بیرون زده است. کلنی‌ها دارای بافت گوشتی بوده، اما نه به اندازه‌ای که بتواند اجزای اسکلت بخصوص دندانه‌های بیرون‌زده را پنهان کند. سپتاها با فاصله از یکدیگر قرار داشته و نیمی از آن ضخیم ضخیم‌تر و بیرون‌زده‌تر است (شکل۳-۱۴۱).

رنگ: معمولاً دیواره‌ها به رنگ قهوه‌ای که در ناحیه بیرون‌زدگی‌های اسکلت، روشن‌تر است و ناحیه دهانی به رنگ‌های سبز و آبی می باشد.



شکل ۳-۱۴۱. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Acanthastrea hemprichi*

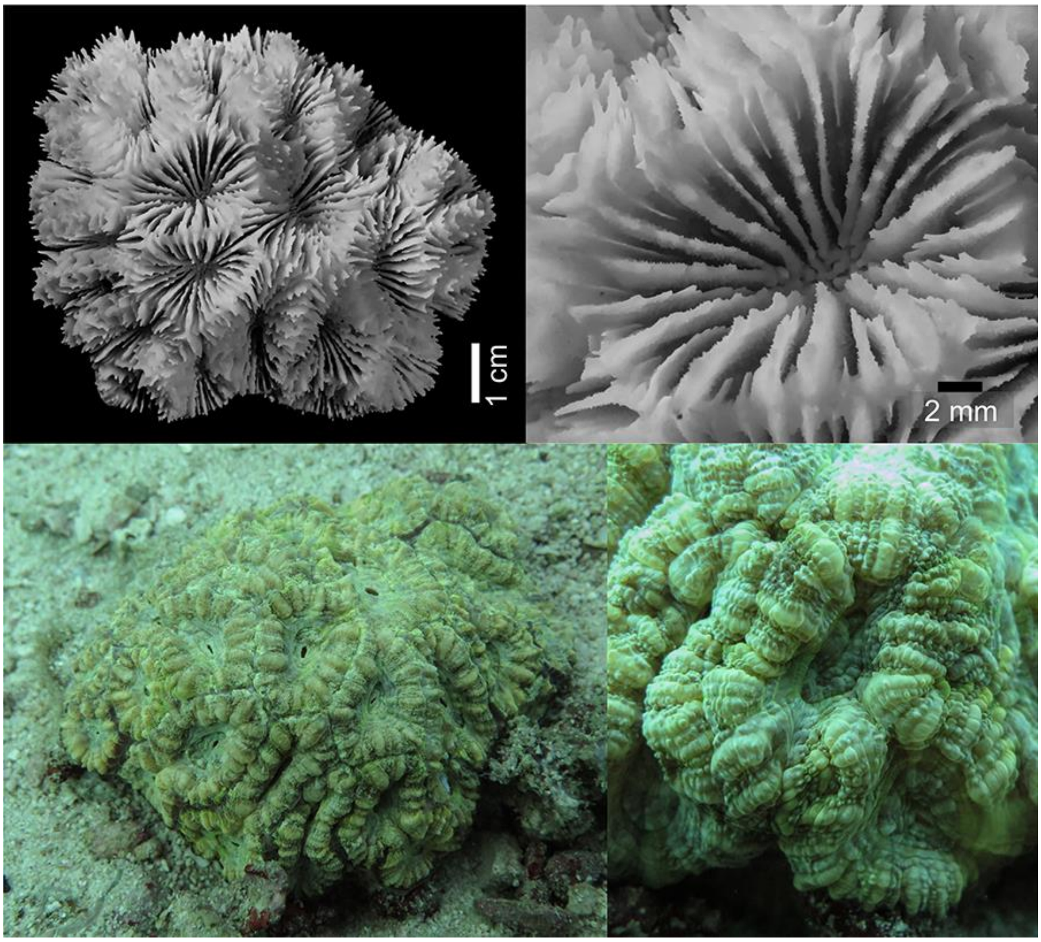
جنس: ***Sclerophyllia* (Klunzinger, 1879)**

ویژگی‌های عمومی: این جنس به تازگی و در سال ۲۰۱۵ تعریف شده و تنها دو گونه شامل مرجان منفرد *Sclerophyllia margariticola* و کلنی *Sclerophyllia maxima* که در گذشته در جنس *Acanthastrea* قرار داشته را در برمی‌گیرد (Arrigoni et al., 2015).

گونه: *Sclerophyllia maxima* (Sheppard & Salm, 1988)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها به فرم توده‌ای و با قطری معمولاً کمتر از ۲۰ سانتیمتر هستند. کورالیت‌ها به تعداد کم، با اندازه درشت و به فرم سریوئید تا نیمه-پلوکوئید بوده و قطر آن‌ها می‌تواند به ۵۰ میلیمتر برسد، اگرچه در اغلب موارد قطر آن‌ها بین ۲۵ تا ۴۰ سانتیمتر است. پولیپ‌ها بسیار گوشتی هستند (شکل۳-۱۴۲).

رنگ: به رنگ‌های خاکستری، آبی و یا سبز و دارای الگوهای شعاعی با رنگ روشنتر در بافت روی سپتای اولیه کورالیت‌ها.



شکل ۳-۱۴۲. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Sclerophyllia maxima*

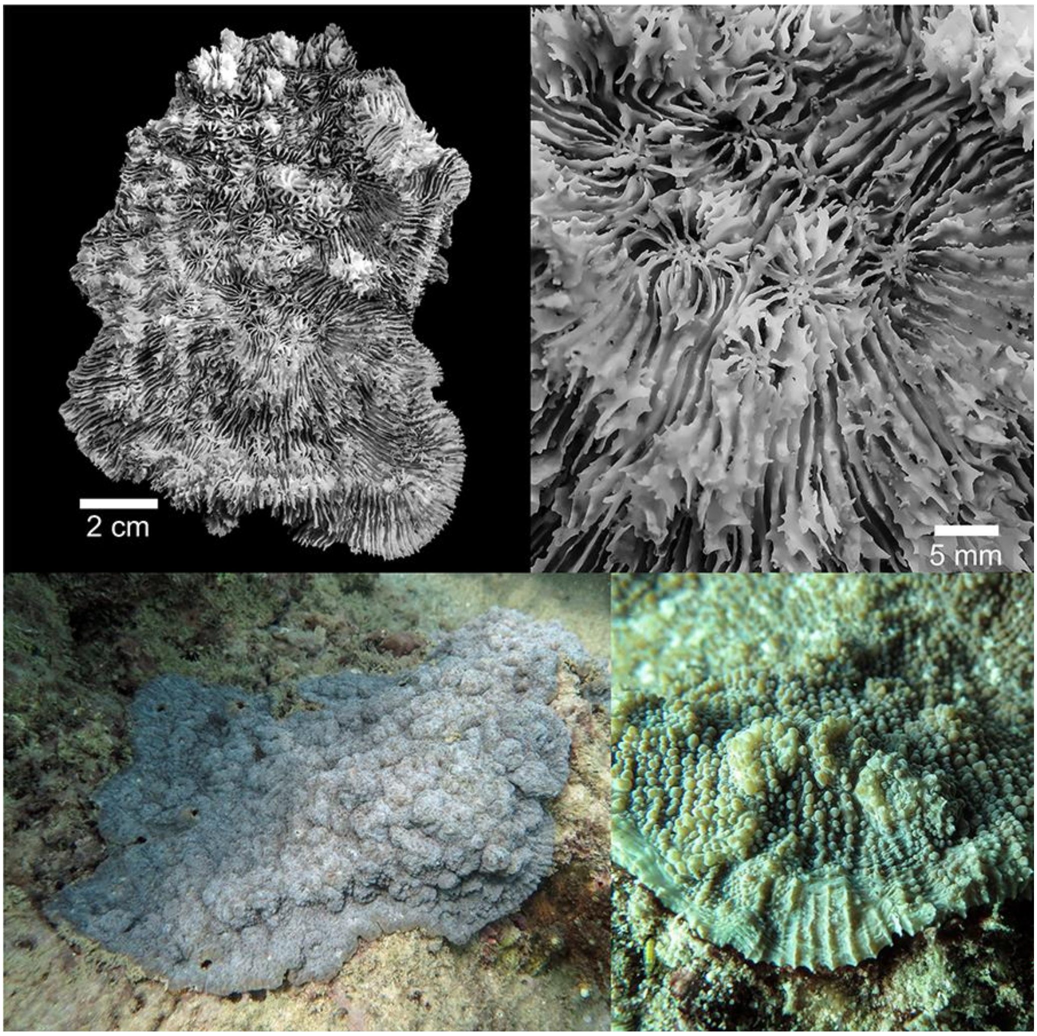
جنس: *Echinophyllia* (Klunzinger, 1879)

ویژگی‌های عمومی: اعضای این جنس که قبلاً در خانواده Pectinidae قرار داشتند، دارای فرم کلنی پوششی و یا ورقه‌ای هستند. کورالیت‌ها دایره‌ای و یا بیضی شکل و بیرون‌زده و گاهی استوانه‌ای شکل هستند. کلوملا به طور کامل رشد یافته و تعداد سپتاها زیاد است. سنوستیوم در محل ورود سپتو-کاستی‌های جدید دارای حفره‌های قابل تشخیص است.

گونه: *Echinophyllia aspera* (Ellis & Solander, 1786)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها دارای فرم پوششی و ورقه‌ای با ضخامت کم بوده و قطر آن‌ها تا نیم متر می‌رسد. ناحیه سنوستیوم بسیار وسیع بوده و کورالیت‌ها در فواصیل زیاد از هم قرار دارند. سپتو-کاستی‌ها دندانه‌دار و به صورت شعاعی از کورالیت‌ها خارج می‌شوند. کلوملا به طور کامل رشد یافته و فاقد لوب‌های پالی‌فرم است (شکل۳-۱۴۳).

رنگ: دارای رنگ‌های مختلف شامل سبز، آبی، قهوه‌ای، قرمز و خاکستری. ناحیه دهانی کورالیت دارای رنگ متفاوت نسبت به سایر بخش‌های کلنی (معمولاً سبز یا قرمز روشن) است.



شکل ۳-۱۴۳. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Echinophyllia aspera*

۳-۲-۱۱ خانواده: Scleractinia incertae sedis

ویژگی‌های عمومی: این خانواده جنس‌هایی از مرجان‌ها را در برمی‌گیرد که وضعیت آن‌ها بر اساس رده‌بندی‌های اخیر مشکوک و بحث‌برانگیز بوده و فاقد جایگاه مشخص در رده‌بندی هستند و هرکدام ممکن است به یکی از خانواده‌های شناخته شده مرجانی و یا خانواده‌های جدید متعلق باشند. بنابراین فاقد ویژگی‌های مورفولوژیک مشترک جهت توصیف هستند (Hoeksema, 2013).

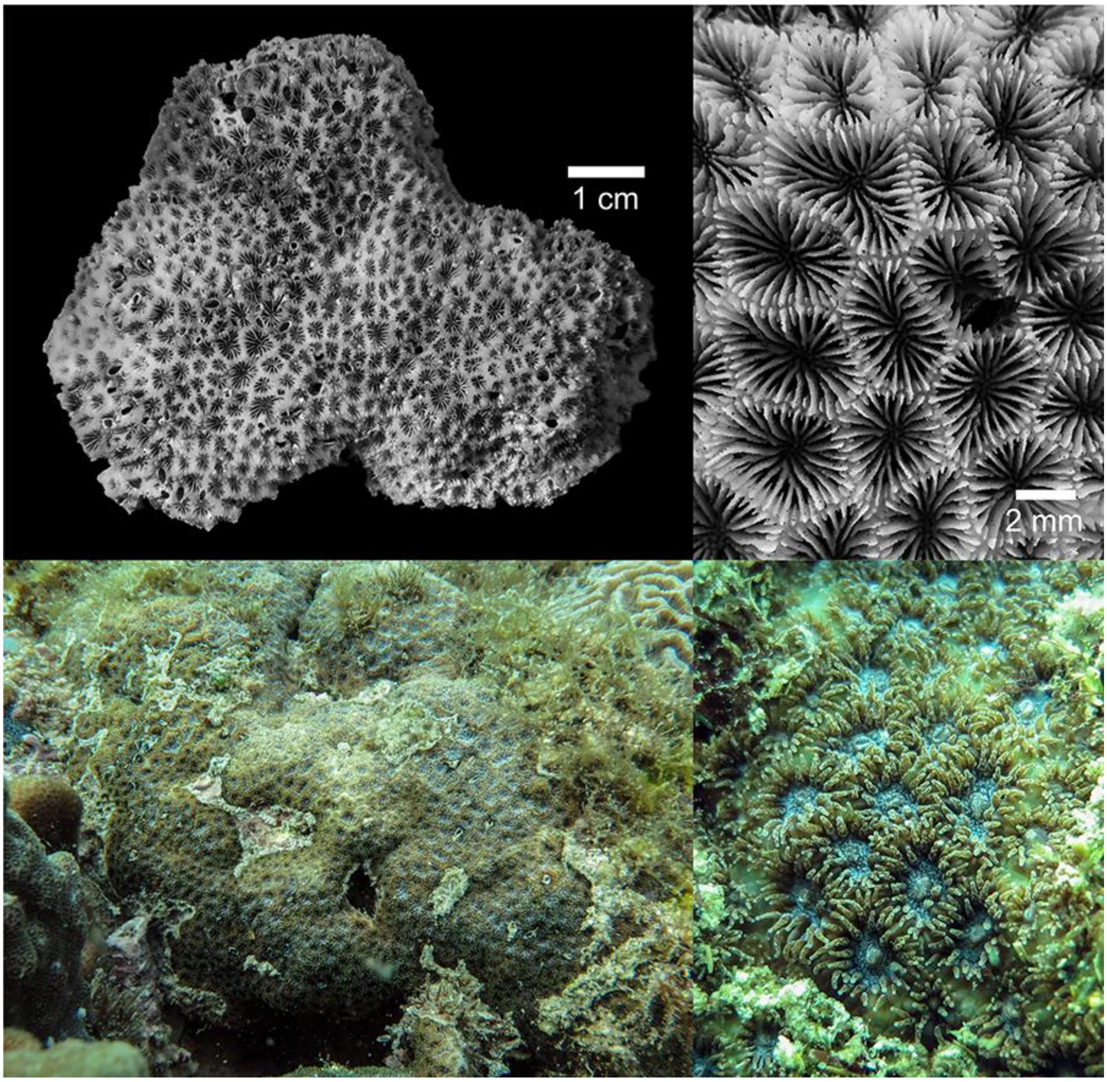
جنس: *Leptastrea* **(Milne Edwards & Haime, 1849)**

ویژگی‌های عمومی: این جنس براساس مطالعات مولکولی جدید و در سال ۲۰۱۲ از خانواده Faviidae خارج شده است (Arrigoni et al., 2012). کلنی‌ها معمولاً به فرم نیمه توده‌ای، پوششی و مسطح و کورالیت‌ها دارای فرم سریوئید تا نیمه پلوکوئید و اصولاً دایره‌ای تا چندضلعی هستند، هرچند که در بسیاری مواقع به دلیل تراکم کورالیت‌ها ظاهری نامنظم پیدا می‌کنند. کورالیت‌ها نسبت به جنس *Cyphastrea* کمتر بیرون‌زده است. سپتاها کاملاً رشد یافته و بدون دندانه یا دارای دندانه‌های کوچک بوده و از نظر اندازه در دو ردیف یا بیشتر قرار گرفته‌اند. ناحیه کاستی به میزان کمی رشد یافته و یا غایب است. کلوملاً معمولاً وجود دارد، اما کوچک است و لوب‌های پالی‌فرم ممکن است وجود نداشته باشد (بخصوص در نمونه‌های منطقه خلیج فارس).

گونه: *Leptastrea transversa* **(Klunzinger, 1879)**

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها کوچک و با فرم پوششی یا مسطح بوده و به ندرت قطر آن‌ها به بیش از ۴۰ سانتیمتر می‌رسد. کورالیت‌ها به فرم پلوکوئید تا نیمه‌سریوئید (subcerioid)، سپتاها زاویه‌دار و چندضلعی بوده و با شیب زیاد به داخل کورالیت و ناحیه کلوملا فرو می‌روند. کورالیت‌ها از نظر اندازه به شدت متغیر بوده و دارای قطری بین ۲ تا ۷ میلیمتر هستند. شیاری که دیواره‌های به هم مرتبط کورالیت‌های همجوار را از هم جدا می‌کند در این گونه نسبت به *L. purpurea* باریک‌تر بوده اما قابل مشاهده است. کلوملا رشد یافته و از اتصال چندین ساختار برگچه مانند به یکدیگر ایجاد شده است. سپتاها از نظر اندازه دارای دو ردیف نسبتاً هم‌اندازه بوده که گرایش به رسیدن به هم دارند. ردیف سوم در صورت وجود بسیار کمتر رشد یافته است. تراکم سپتاها معمولاً کمتر از سایر گونه‌های این جنس است (شکل۳-۱۴۴).

رنگ: کرم، زرد، سبز، خاکستری متمایل به آبی.



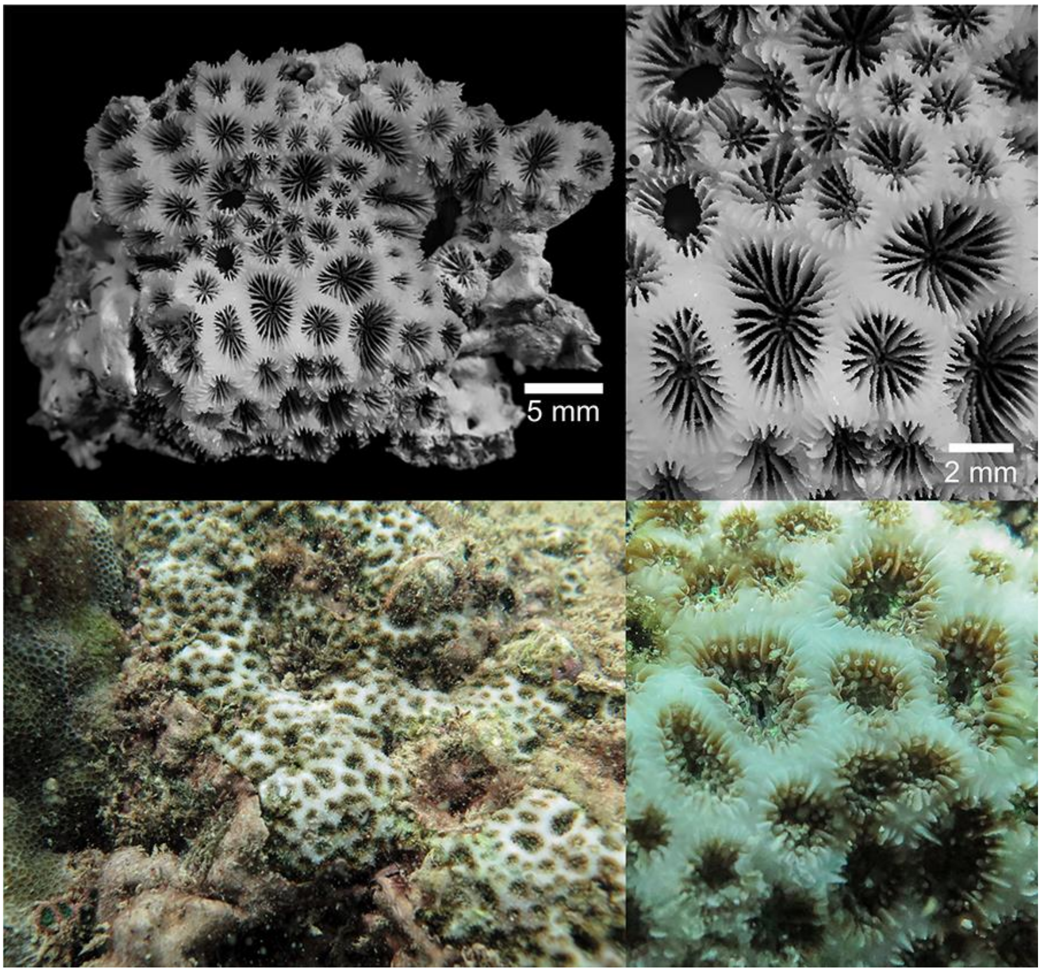
شکل ۳-۱۴۴. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Leptastrea transversa*

گونه: *Leptastrea purpurea* (Dana, 1846)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها معمولاً نیمه‌توده‌ای تا پوششی و مسطح و در کلنی‌های بزرگتر به فرم توده‌ای و با رشدی نامنظم هستند. کورالیت‌ها به فرم پلوکوئید تا نیمه‌سریوئید (subcerioid) بوده و شیاری که دیواره‌های به هم مرتبط کورالیت‌های همجوار را از هم جدا می‌کند در این گونه کاملاً قابل مشاهده بوده و دارای عرضی بین ۱ تا ۴ میلیمتر است. تعداد سپتاها معمولاً حدود ۳۰ عدد بوده که در دو یا حداکثر سه ردیف اندازه‌ای قرار دارند. سپتاهای کوچکتر گاهی به سپتاهای بزرگتر متصل شده و

بنابراین فقط سپتاهای بزرگتر به ناحیه کلوملا در وسط کورالیت می‌رسند. تفاوت اندازه در سپتاها نسبت به *L. transversa* معمولاً کمتر است. سپتاها دارای دیواره دانه‌دار و لبه‌های اره‌ای ظریف بوده و با شیب ملایم به سمت کلوملا کشیده شده‌اند. سپتاها خیلی کم بیرون‌زده هستند و لوب‌های پالی‌فرم معمولاً وجود ندارد. ساختار کلنی معمولاً به دلیل وجود دوکفه‌ای‌ها و کرم‌های حفار فراوان دارای ظاهری نامنظم است (شکل۳-۱۴۵).

رنگ: سبز، آبی روشن، قهوه‌ای یا قرمز.

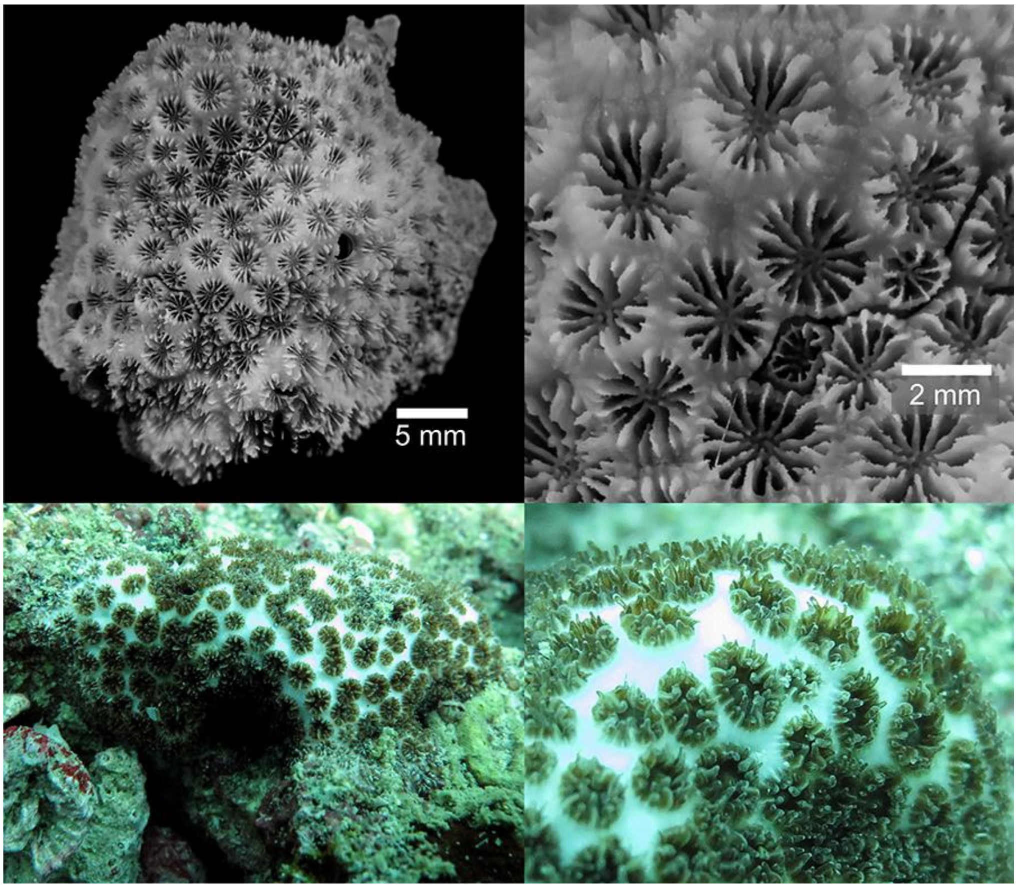


شکل ۳-۱۴۵. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Leptastrea purpurea*

گونه: ***Leptastrea bottae*** **(Milne Edwards & Haime, 1849)**

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها به فرم توده‌ای یا پوششی و کورالیت‌ها نیمه‌پلوکوئید و استوانه‌ای هستند. کورالیت‌ها دارای سه ردیف سپتا بوده که ردیف اول بیرون‌زده است. رنگ کلنی به جز در قسمت داخلی کورالیت بسیار روشن و متمایل به سفید است. در بدنه کلنی شیارهای عمیقی وجود دارد که کلنی را چند تکه نشان می‌دهد (شکل۳-۱۴۶).

رنگ: کلنی به رنگ سفید یا کرم و داخل کورالیت‌ها به رنگ تیره.



شکل ۳-۱۴۶. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Leptastrea bottae*

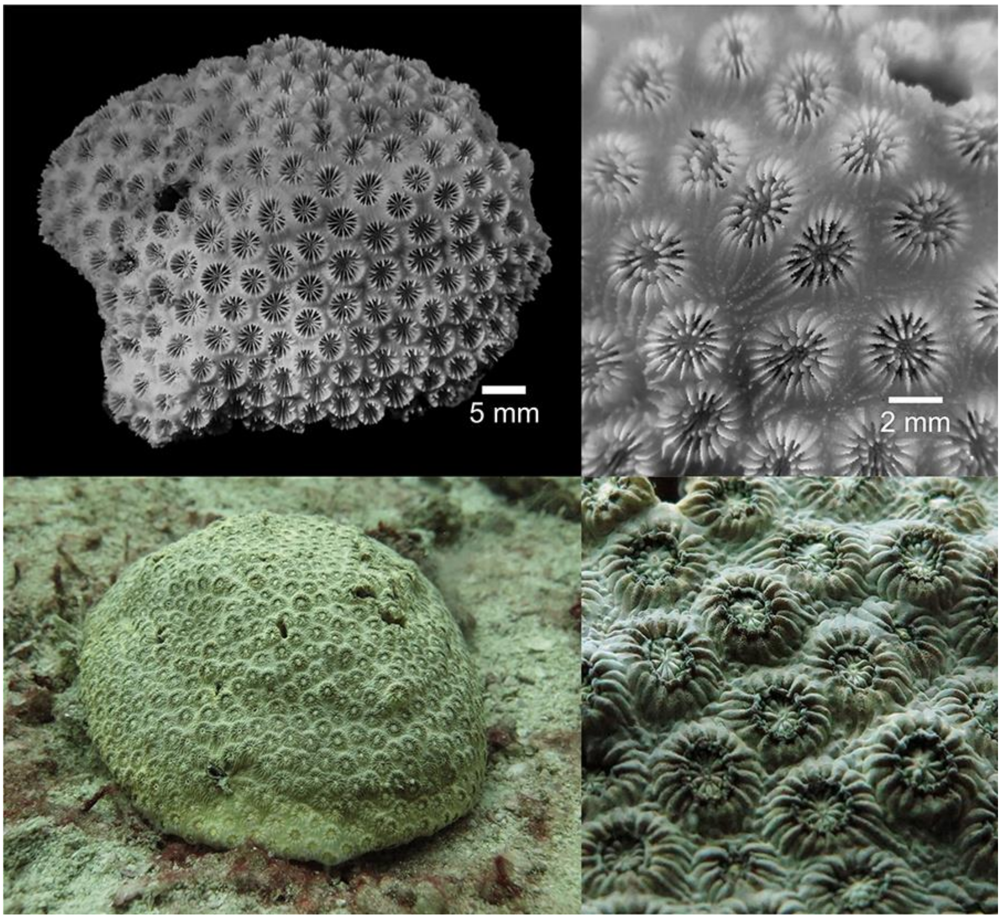
جنس: ***Plesiastrea*** **(Milne Edwards & Haime, 1848)**

ویژگی‌های عمومی: این جنس بر اساس مطالعات مولکولی جدید از خانواده Faviidae خارج شده است (Benzoni et al., 2011). کلنی‌ها دارای فرم توده‌ای و گاهی پوششی هستند. کورالیت‌ها دارای

فرم کامل پلوکوئید و با اندازه کوچک و قطری بین ۲ تا ۴ میلیمتر هستند. کورالیت‌ها دارای چند ردیف سپتا بوده، کلوملا رشد یافته و دارای پالی هستند. در این جنس پالی‌های حقیقی به‌جای لوب‌های پالی‌فرم وجود دارد.

گونه: *Plesiastrea versipora* (Lamarck, 1816)

ویژگی‌های عمومی: کلنی‌ها دارای فرم توده‌ای و گاهی پوشی هستند. کورالیت‌ها دارای فرم کامل پلوکوئید، دایره‌ای و در بخش‌های پر تراکم کلنی به صورت چندضلعی و با قطری بین ۲ تا ۳ میلیمتر. دارای سه ردیف سپتا بوده که دو ردیف اول تقریباً هم‌اندازه هستند و ردیف سوم به مراتب کوتاهتر



شکل ۳-۱۴۷. ساختار کلنی و کورالیت های گونه *Plesiastrea versipora*

است. سپتاها بیرون‌زده هستند و انتهای سپتاهای اول و دوم دارای پالی‌های حقیقی است که دو تاج پالی پیرامون کلوملا ایجاد کرده است. کلوملا رشد کمی پیدا کرده و از اتصال چند ساختار میله‌ای بوجود آمده است. کاستی‌ها تقریباً با هم برابرند و کمی وارد ناحیه سنوستیوم می‌شوند (شکل۳-۱۴۷).

رنگ: زرد، کرم، قهوه‌ای روشن، صورتی و سبز و گاهی ناحیه دهانی تیره‌تر.

۳-۳ تهدیدات موجود در مناطق مورد مطالعه

بر اساس مطالعات عوامل تهدید کننده آبسنگ های مرجانی جزایر مورد مطالعه به صورت ذیل مشخص شد.

- یکی از تهدیدات اساسی برای مرجان های جزایر می تواند توسعه اسکله صیادی، تجاری و نظامی باشد.
- عواملی همچون لنگراندازی توسط صیادان محلی
- رهاسازی ادوات صید مثل تورهای اسقاطی
- استفاده از تورهای گرگور
- افزایش دمای آب توسط آب شیرین کن ها
- تغییرات اقلیمی و افزایش دمای آب بخصوص در نقاطی که آبسنگ ها در عمق کم و در مناطق با جریان کم یافت می شوند.
- وجود برخی طوفان های شدید موقتی که باعث شکستگی مرجان ها به خصوص گونه های جنس های *Acropora* ، *Porites* و *Pocillopora* در مناطق مورد مطالعه شده بود.

به طور کلی تهدید اول بیشتر مختص اسکله های نظامی در هر چهار جزیره و همچنین اسکله نفتی در جزیره سیری می باشد. بر اساس مشاهدات صورت گرفته خروج فاضلاب در منطقه مصکونی جزیره سیری در محدوده تاسیسات نفتی و همچنین خروجی آب شیرین کن در ناحیه جنوب شرقی جزیره سیری به عنوان یکی از عوامل کاهش بسترهای مرجانی در این محدوده می باشد.

فعالیت های صید و صیادی در اطراف جزایر مورد مطالعه نسبت به بسیاری از نقاط شمال خلیج فارس کمتر می باشد که حضور ماهیان بزرگ جثه و تنوع گونه ای مناسب ماهیان در اطراف این جزایر گواه بر عدم وجود فعالیت های صیادی مداوم و شدید در اطراف این جزایر می باشد. به جز جزیره ابوموسی در سایر جزایر هیچ گونه جمعیت بومی ساکن نمی باشند از طرفی به علت حضور دائمی نیروهای نظامی و عدم وجود مجوز تردد مداوم و صیادی در اطراف این جزایر لذا به همین علت فعالیت های صید و صیادی شدید و مداوم در اطراف این جزایر نمی باشد. استفاده از تورهای گرگور بیشتر در اطراف جزیره ابوموسی مشاهده گردید.

در سال های اخیر به علت وجود گرمایش زمین برخی مناطق کم عمق و خلیج مانند اطراف جزایر سفید شدگی بیشتری مشاهده گردید.

بر اساس مشاهدات صورت گرفته در برخی مناطق نزدیک سواحل خرده مرجان های متعدد دیده می شد که نشان از وجود برخی جریانات شدید در اطراف این مناطق می باشد که باعث شکستگی بخش های راسی برخی گونه ها به خصوص نمونه های شاخ گوزنی شده بود.

۳-۴ نقشه پراکنش آبسنگ های مرجانی در جزایر مورد مطالعه

در این بخش نقشه‌های تهیه شده برای هر جزیره به تفکیک آورده شده است. نکته قابل ذکر اینکه این نقشه‌ها در محیط GIS تهیه شده‌اند و آنچه که در ادامه می‌آید، صرفاً نمایی از این نقشه ها می‌باشد و به دلیل موجود بودن فایل GIS نقشه‌ها، در هر زمانی امکان تهیه، به روز رسانی و ایجاد هر تغییری در نقشه‌ها وجود دارد. همچنین نقشه‌هایی که در فرمت pdf در متن گزارش ارائه می گردد، با کیفیت بالا خواهند بود ولی در این گزارش برای کاستن از حجم فایل ناچار به کاهش کیفیت تصاویر شده‌ایم.

۳-۴-۱ دقت مکانی نقشه‌ها

دقت مکانی نقشه به معنی اختلاف میان موقعیت ثبت شده برای یک عارضه بر روی نقشه و موقعیت واقعی آن بر روی زمین است و هرچه این مقدار کمتر باشد یافتن یک عارضه موجود بر روی نقشه بر

روی سطح زمین راحتتر خواهد بود. در این پروژه با توجه به استفاده از تصاویر بزرگ مقیاس ماهواره‌های Worldview 2, 3 که به ترتیب دقت زمین مرجع ۳/۱ و ۲/۷ متر دارند و با احتساب خطاهای وارد شده در فرآیند تولید نقشه‌ها می‌توان دقت ۳/۵-۴ متر را به عنوان دقت مکانی نقشه‌های نهایی عنوان کرد. این مقدار دقت مطلق موقعیت هر عارضه می باشد و دقت موقعیت نسبی عوارض به مراتب کمتر می‌باشد.

۳-۴-۲ دقت موضوعی نقشه‌ها

دقت موضوعی نقشه‌ها به معنی میزان صحیح بودن کلاس‌های انتسابی به هر پلیگون می‌باشد. در این پروژه این پارامتر براساس داده‌های تست برداشتی در حین عملیات میدانی اندازه‌گیری شد. این داده‌ها به صورت نقطه‌ای و در هر ۷ سطح طبقه‌بندی برداشت شده‌اند. دقت کل نهایی برای هر کدام از سطوح طبقه‌بندی در جدول زیر آمده است.

جدول ۳-۶. دقت موضوعی برای هر ۷ سطح طبقه‌بندی

سطح ۷	سطح ۶	سطح ۵	سطح ۴	سطح ۳	سطح ۲	سطح ۱
۸۶,۴۹	۸۴,۰۳	۸۹,۶	۸۳,۱۲	۸۶,۹۱	۹۲,۵۴	۸۸,۲۳

از آنجایی که دقت طبقه‌بندی تمامی کلاس‌ها از حدآستانه پیش‌بینی شده در ابتدای پروژه (۸۰٪) بیشتر بود، دقت موضوعی نقشه‌ها مورد قبول واقع شد. لازم به ذکر است که حد آستانه ۸۰٪ با توجه به منابع مطالعاتی موجود (Bauer and Kendall, 2010) تعیین گردید.

۳-۴-۳ کیفیت ترسیمی نقشه‌ها

نقشه‌های ارائه شده همگی در فرمت mxd.که فرمت خروجی نرم‌افزار ARCGIS می‌باشد، ارائه شده‌اند و این بدین معنی است که به دلیل برداری بودن نقشه‌ها برخلاف نقشه‌های رستری امکان تهیه و پرینت

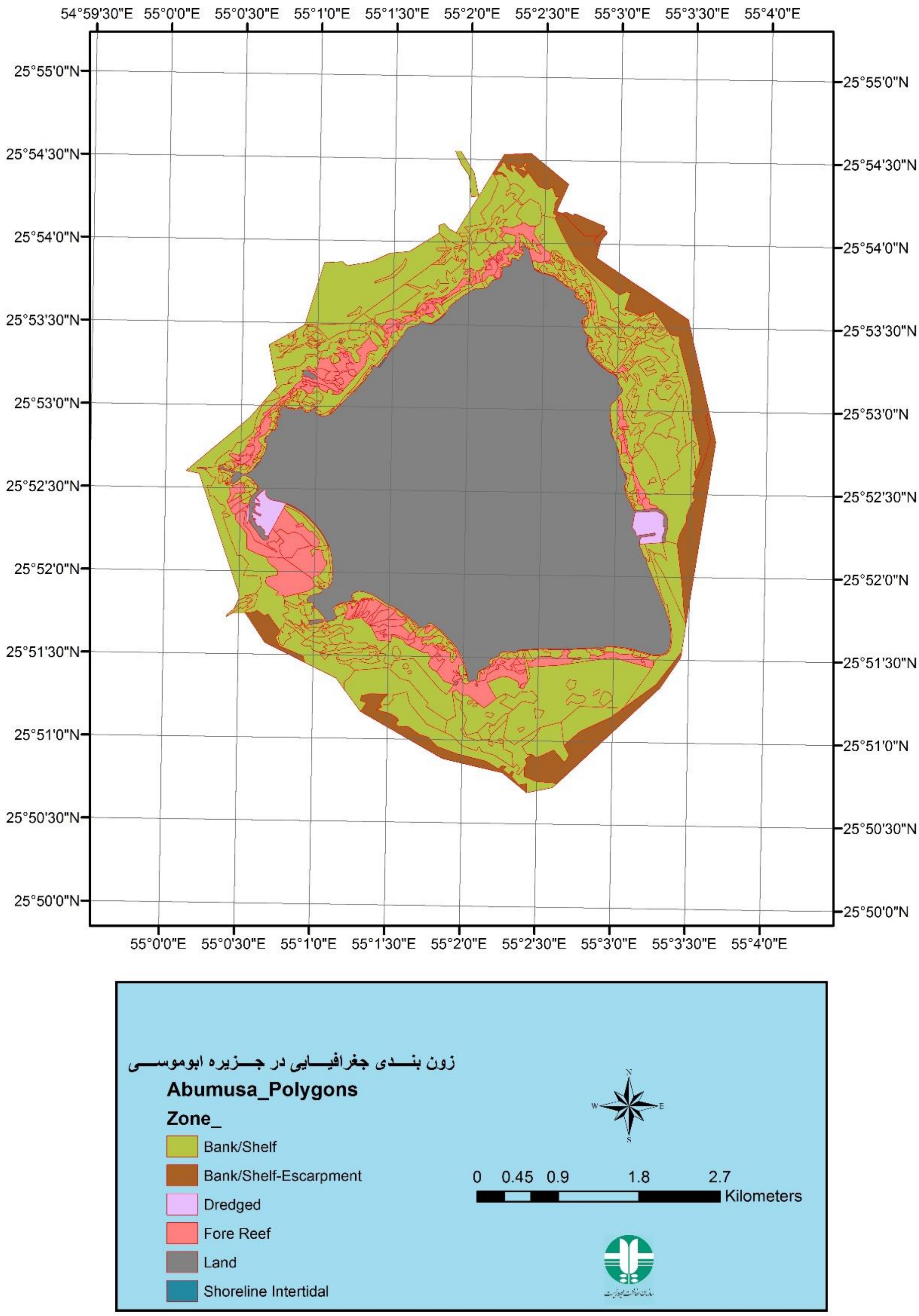
نقشه‌ها با هر ابعاد و مقیاسی بدون کاهش کیفیت در هر زمان وجود دارد. همچنین نقشه‌ها میتوانند در هر فرمت عکسی دلخواه چاپ یا توزیع شوند. به دلیل کار در محیط نرم‌افزار ARCGIS امکان برطرف کردن تمامی خطاهای ترسیمی وجود داشت که از آن جمله میتوان به حذف خطاهای Overshoot، Undershoot، Gap، Duplication اشاره نمود.

بر اساس توضیحات فوق نقشه های پراکنش آبسنگ های مرجانی در آب های اطراف جزایر ابوموسی، سیری، تنب بزرگ و تنب کوچک در ذیل ارائه شده است.

۳-۴-۴ جزیره ابوموسی

۳-۴-۴-۱ ســطح اول طبقه‌بندی: نقشــه زون‌بندی جغرافیایی جزیره ابوموســی (Geographical Zone)

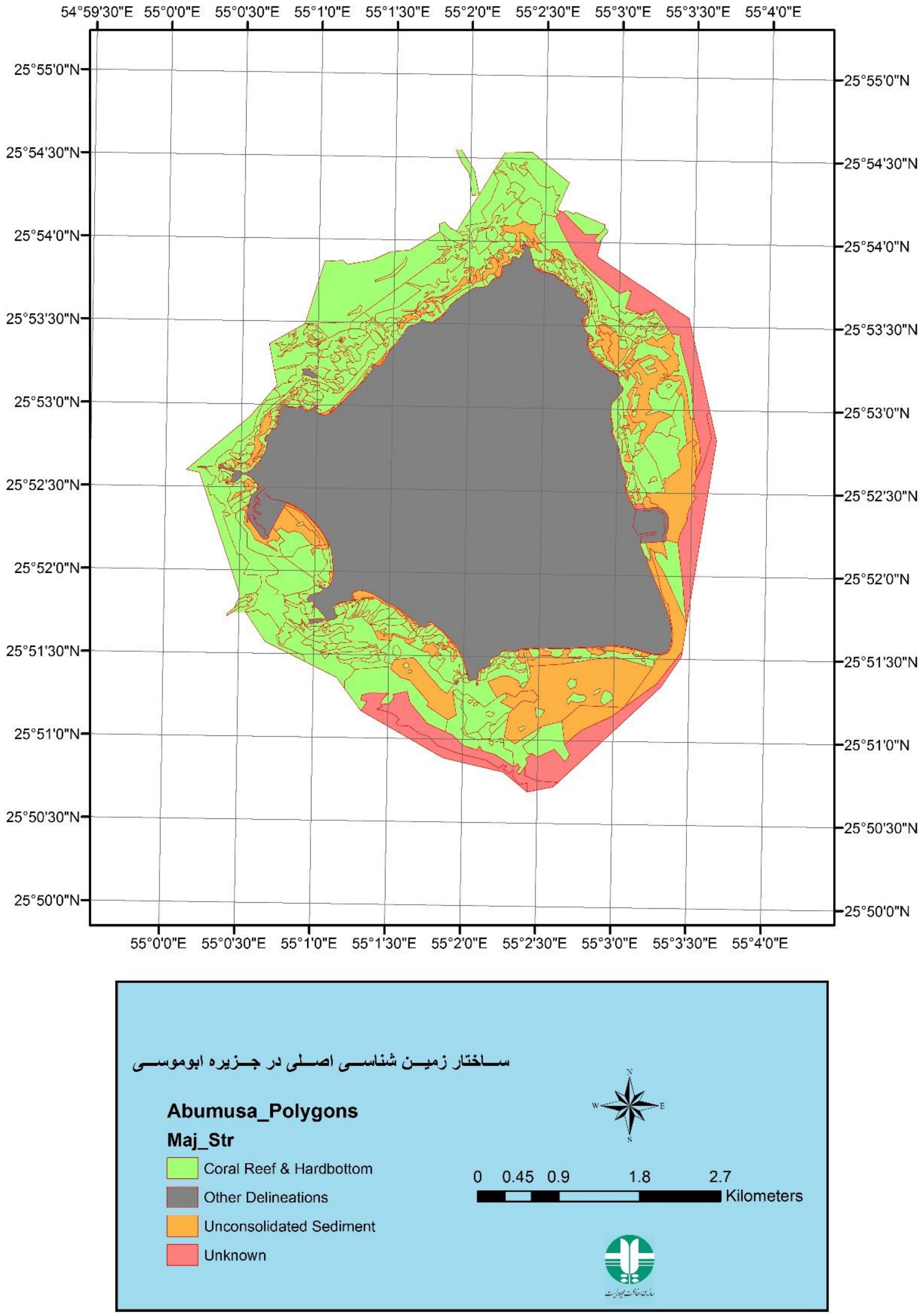
نق شه زون‌بندی جغرافیایی جزیره ابومو سی (شکل ۳-۱۴۸) ن شان‌دهنده وجود ۶ ساختار متفاوت در این جزیره می‌با شد. این نق شه به خوبی ن شان می‌دهد که سمت شرقی جزیره با شیب شدیدی به Bank/Shelf Escarpment و در نهایت به آبهای عمیق وصـــل می‌شـــود، که این مســـئله تشـــکیل کلونی‌های مرجانی را در این منطقه محدود ســاخته اســت. برعکس این مســاله در مورد غرب، شــمال غرب و جنوب غربی جزیره صادق است که وجود ساختارهای Bank/Shelf و Fore reef محل مناسبی را برای تشــکیل بســتر مرجانی پدید آورده اســت. همچنین این نقشــه به خوبی موقعیت دو اســکله (جانمایی شده تحت عنوان کلاس Dredged) جزیره ابومو سی را نشان می‌دهد که حداقل یکی از آنها (اسکله غربی) بر روی مناطق مستعد مرجانی احداث شده‌اند.



شکل ۳-۱۴۸. نقشه Geographical Zone جزیره ابوموسی

۲-۴-۴-۳ سطح دوم طبقه‌بندی: نقشه ساختار زمین شناسی اصلی جزیره ابوموسی (Major Geomorphological Structure)

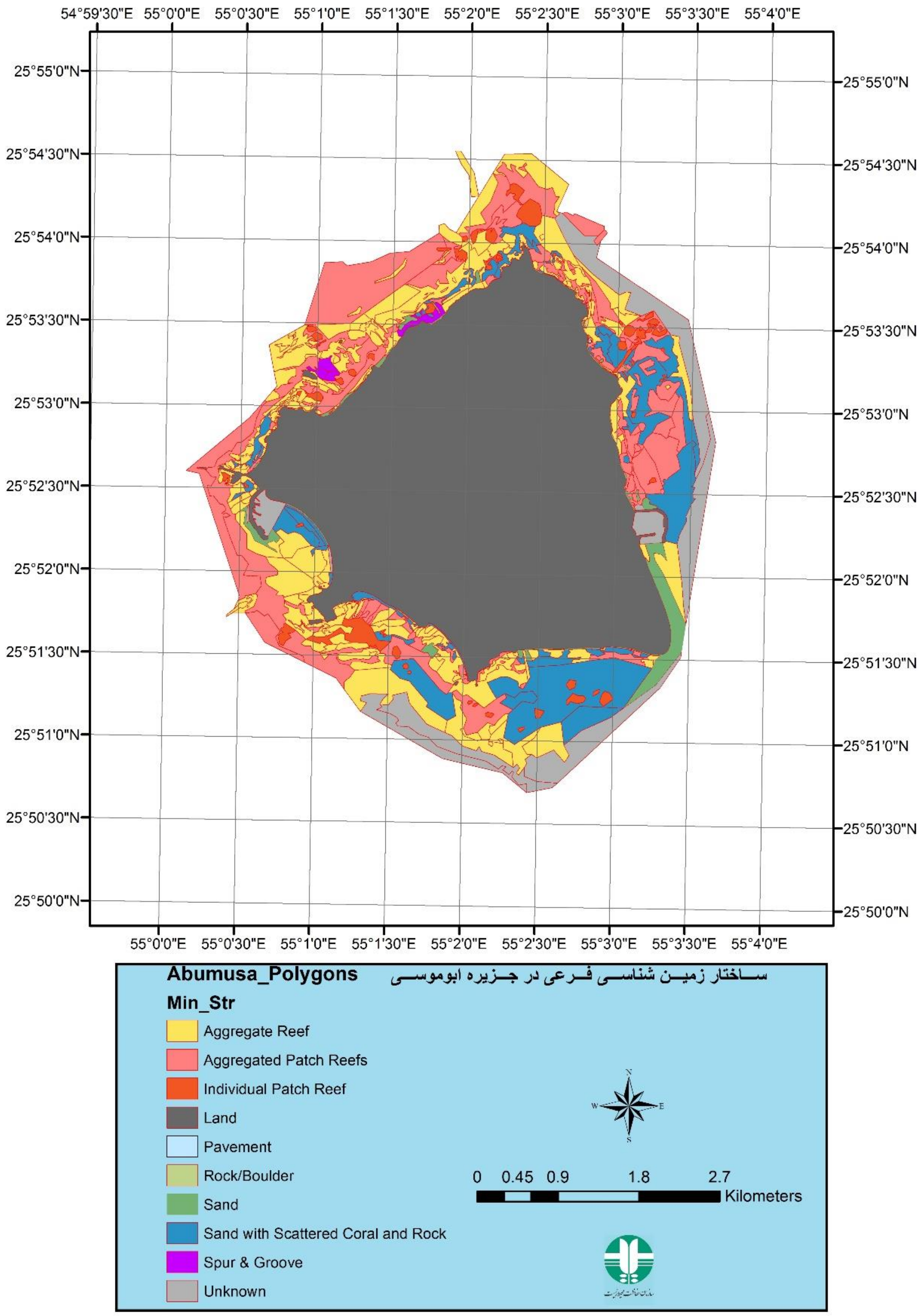
نقشه ساختار زمین شناسی اصلی جزیره ابوموسی (شکل ۳-۱۴۹) نشان‌دهنده ساختارهای ماسه‌ای در قسمت شرقی و جنوب شرقی جزیره می‌باشد. سایر قسمتهای ساحل جزیره ابوموسی به خصوص غرب و شمال غربی آن پوششی صخره‌ای دارد و مستعد وجود کلونی‌های مرجانی می‌باشد.



شکل ۳-۱۴۹. نقشه Major Geomorphological Structure جزیره ابوموسی

۳-۴-۴-۳ سطح سوم طبقه‌بندی: نقشه ساختار زمین شناسی فرعی جزیره ابوموسی (Minor Geomorphological Structure)

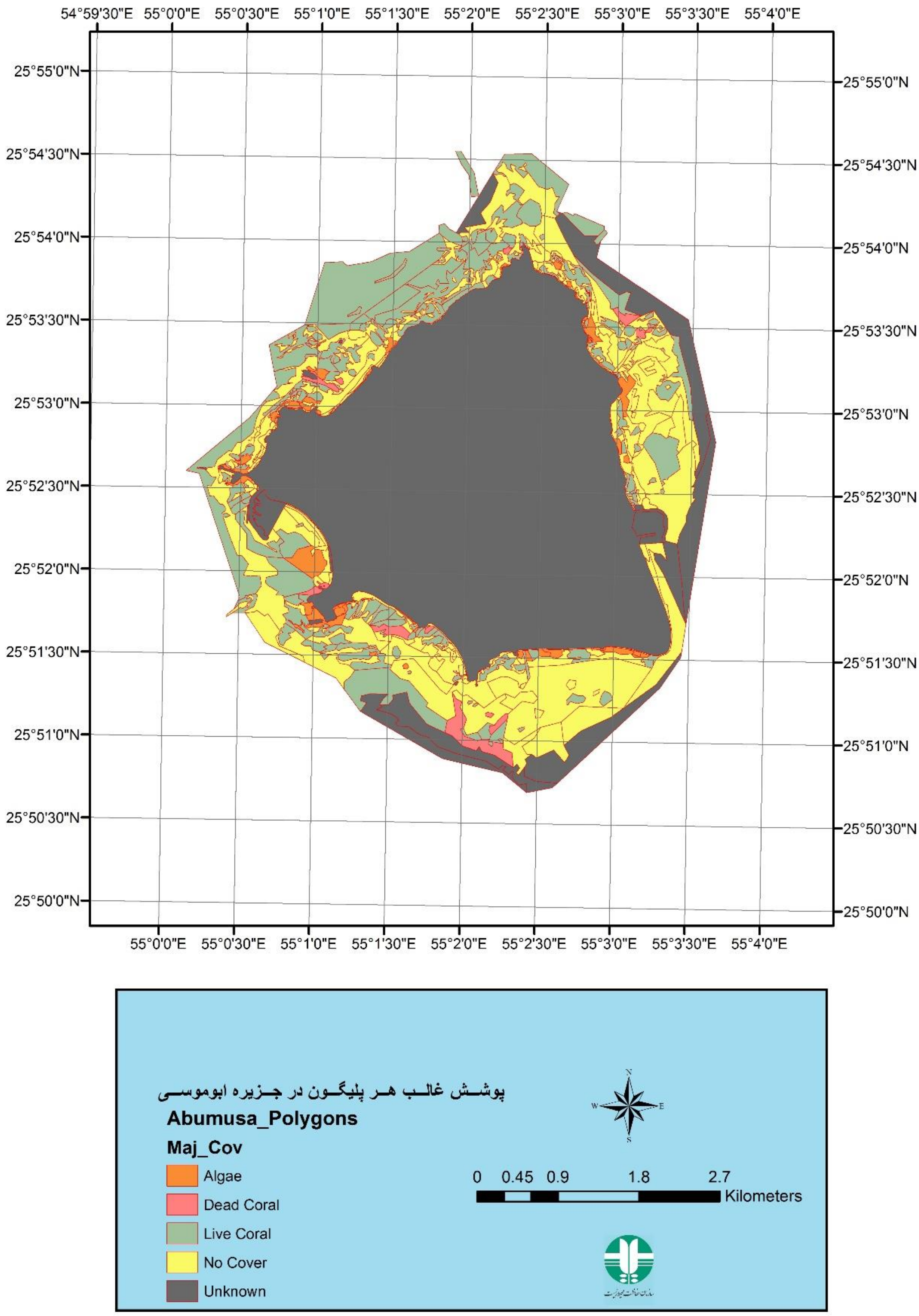
نقشه ساختار زمین شناسی فرعی جزیره ابوموسی (شکل ۳-۱۵۰) نشان‌دهنده وجود حداقل ۸ ساختار فرعی متفاوت در اطراف جزیره ابوموسی می‌باشد. عمده ساختار موجود در قسمت‌های ماسه‌ای، ساختار ماسه با مرجان پراکنده (Sand with Scattered Coral) می‌باشد. در قسمت‌های صخره‌ای ساختار غالب Aggregate Reef و Aggregated Patch Reef بیشترین فراوانی را دارد.



شکل ۳-۱۵۰. نقشه Minor Geomorphological Structure جزیره ابوموسی

۴-۴-۴-۳ سطح چهارم طبقه‌بندی: نقشه پوشش بیولوژیکی اصلی آبهای جزیره ابوموسی (Major Biological Cover)

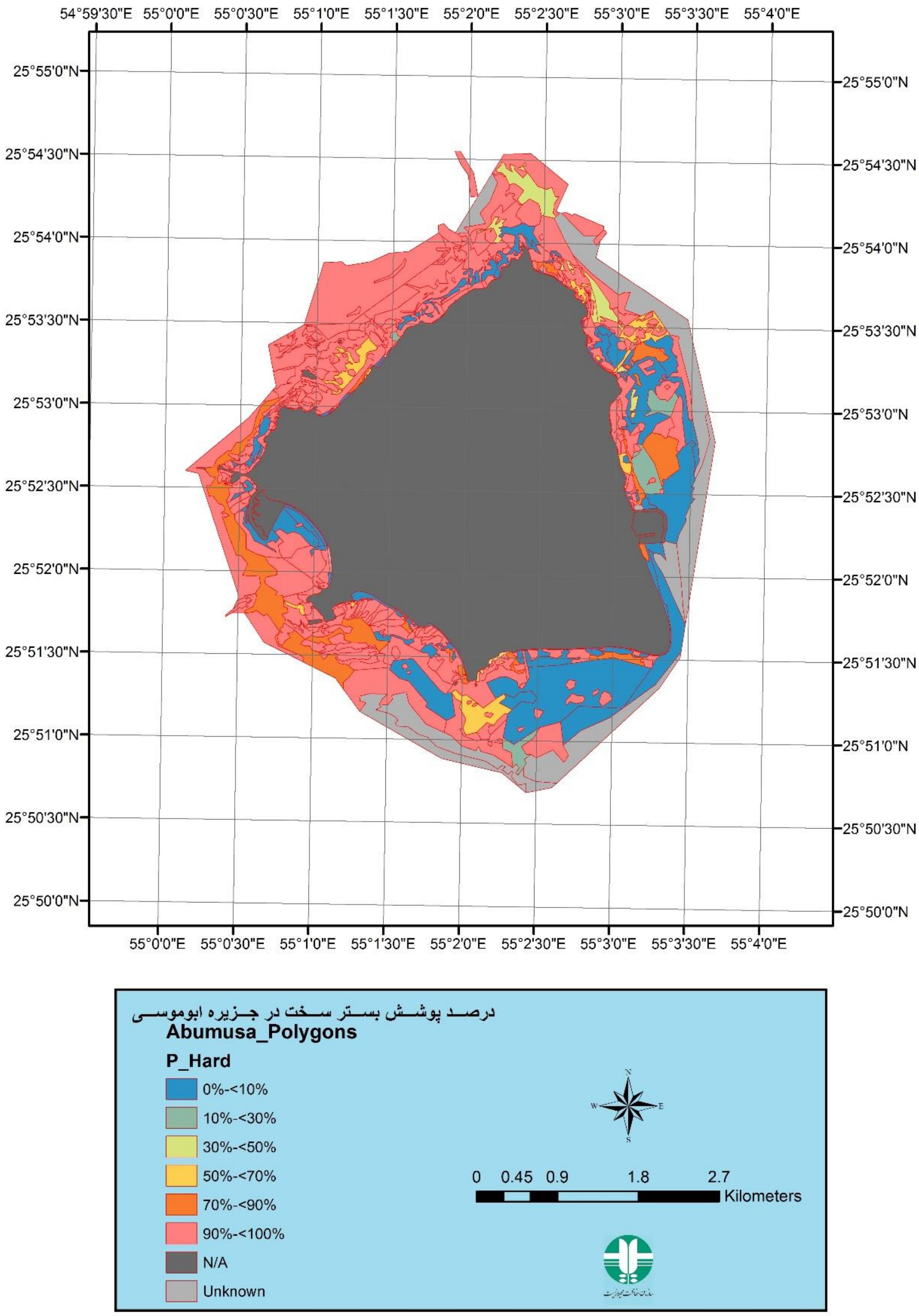
نقشه پوشش بیولوژیکی اصلی جزیره ابوموسی (شکل ۳-۱۵۱) نشاندهنده حداقل ۴ کلاس از پوشش بیولوژیکی در این منطقه می‌باشد. مناطق ماسه‌ای بدون پوشش بیولوژیکی در شرق و جنوب شرقی جزیره مشاهده گردید. همچنین پوشش جلبک (Algae) در غرب جزیره و مناطقی با مرجان مرده (Dead Coral) در جنوب جزیره به صورت پراکنده مشاهده گردید. از سوی دیگر، مطابق نقشه، بخش عمده پوشش مرجان این جزیره در غرب، شمال غرب و جنوب غرب متمرکز شده است.



شکل ۳-۱۵۱. نقشه Biological Major Cover جزیره ابوموسی

۵-۴-۴-۳ سطح پنجم طبقه‌بندی: نقشه درصد پوشش بستر سخت (Percent Hardbottom)

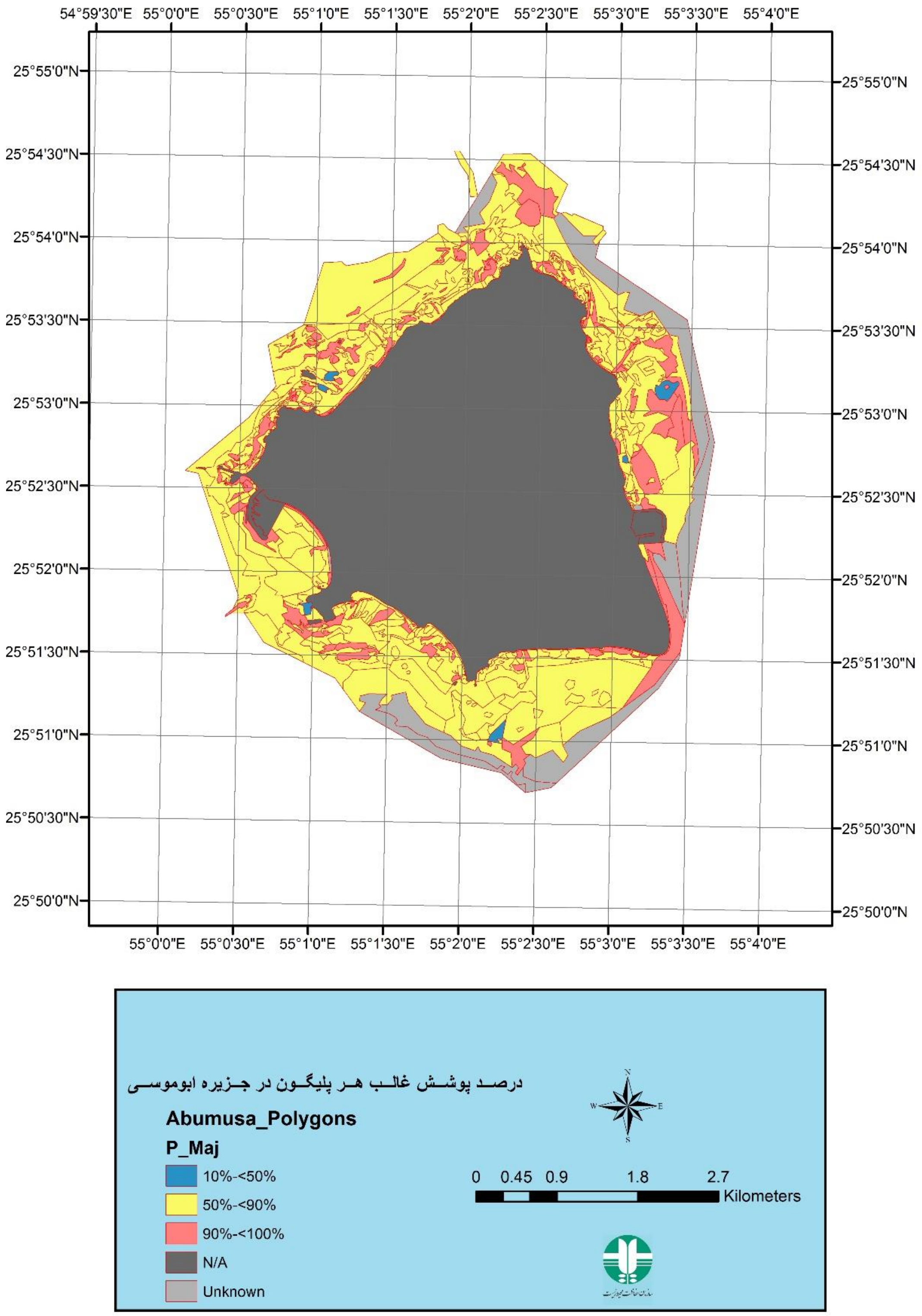
نقشـه درصـد پوشـش بسـتر سـخت برای جزیره ابوموسـی (شـکل ۳-۱۵۲) بیانگر این اسـت که اکثر پلیگونهای نگاشت شده در قسمت های غربی جزیره دارای پوشش بالای ۹۰٪ بستر سخت و صخره ای هستند، در حالیکه در قسمت شرقی این جزیره اکثر پلیگونها دارای پوشش کمتر از ۳۰٪ برای بستر سخت هستند.



شکل ۳-۱۵۲. نقشه Percent Hardbottom جزیره ابوموسی

۶-۴-۴-۳ سطح ششم طبقه‌بندی: نقشه درصد پوشش بیولوژیکی اصلی (Percent Major Cover)

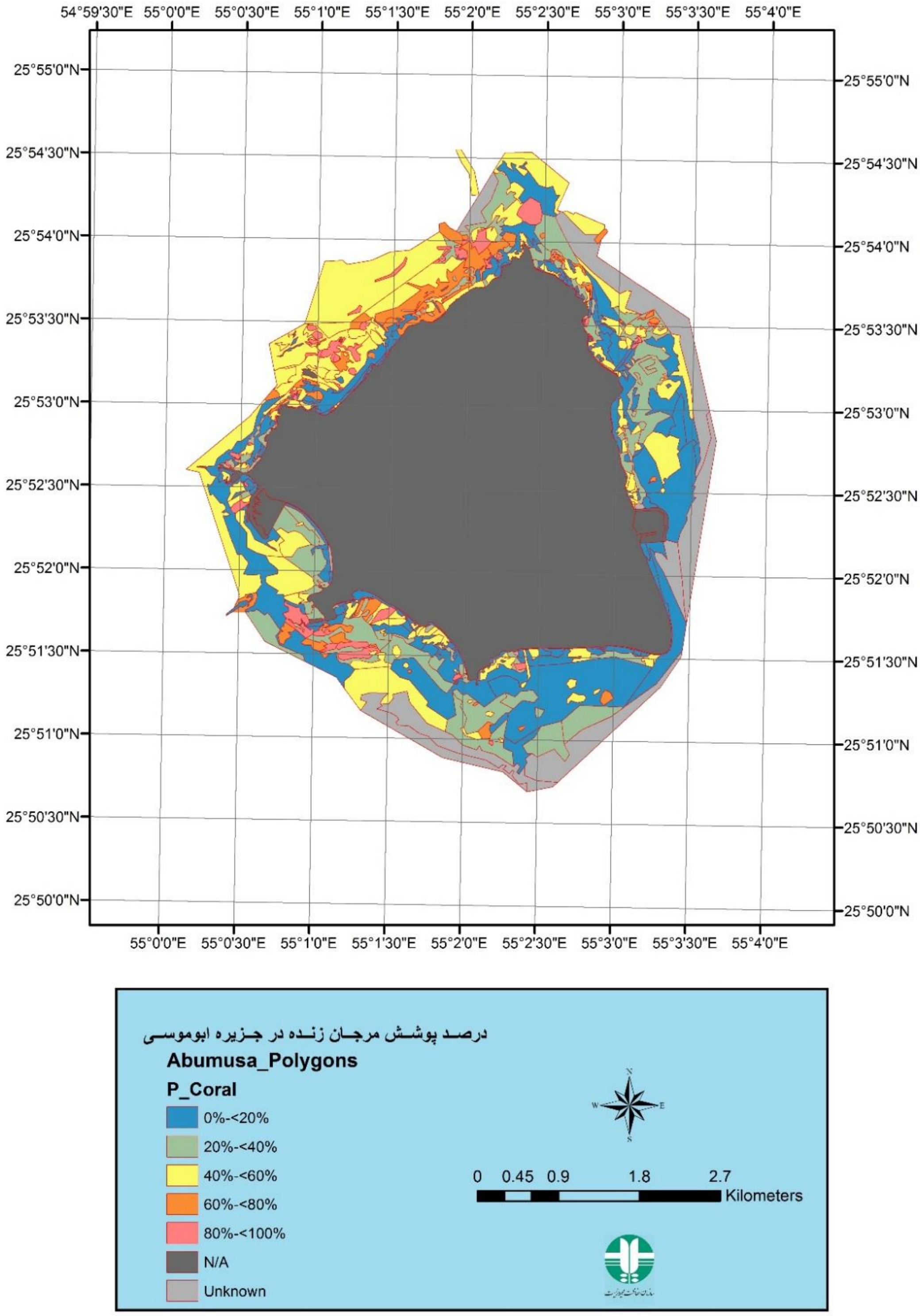
نقشه درصد پوشش بیولوژیکی اصلی برای جزیره ابوموسی (شکل ۳-۱۵۳) بیانگر این نکته است که اکثر پلیگونهای نگاشت شده در حاشیه جزیره ابوموسی دارای پوشش غالب با درصد ۵۰٪-۹۰٪ می‌باشند که این نکته نشان‌دهنده‌ی هموژن نبودن پوشش بیولوژیکی برای جزیره ابوموسی می‌باشد.

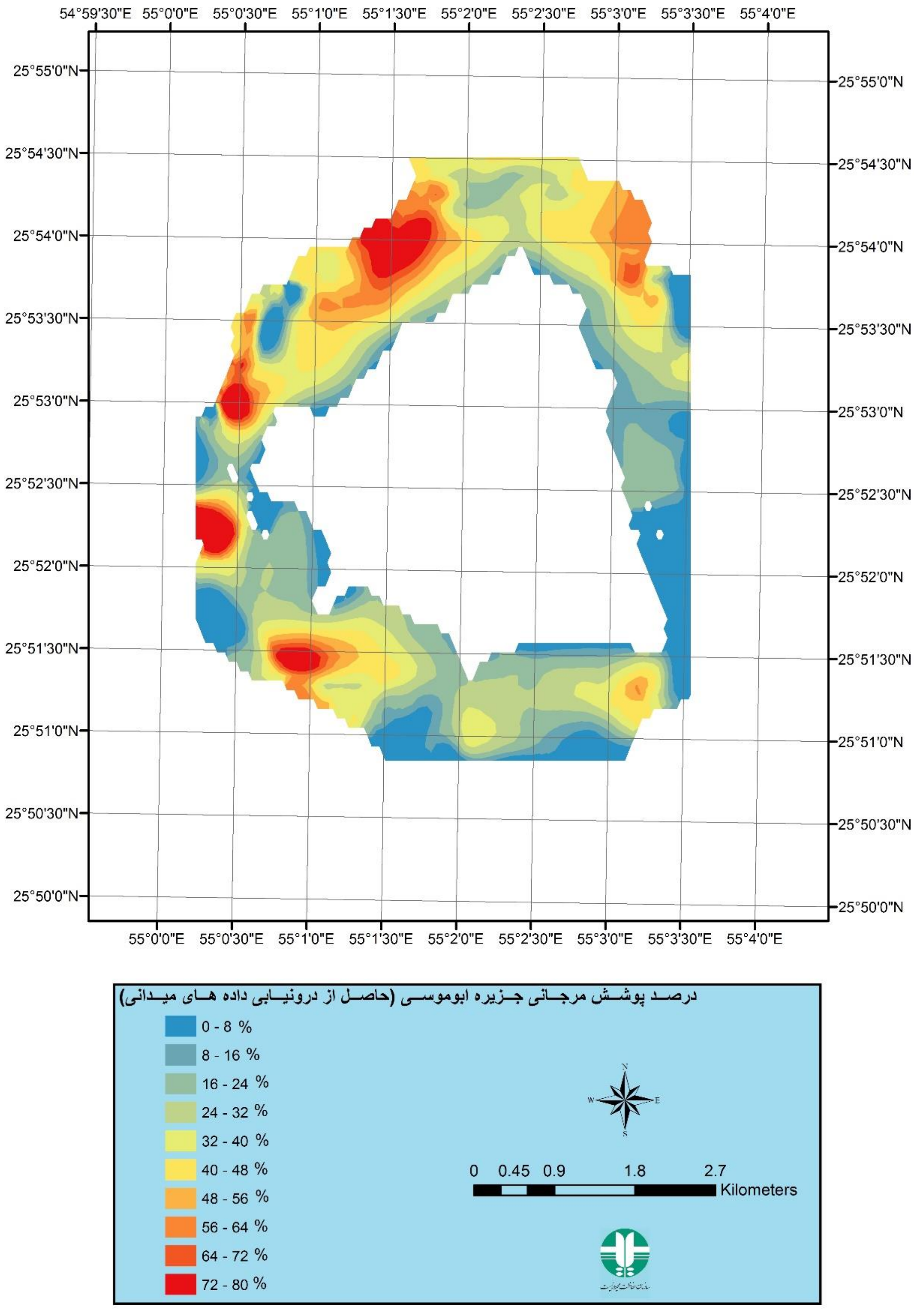


شکل ۳-۱۵۳. نقشه Percent Major Cover جزیره ابوموسی

۷-۴-۴-۳ سطح هفتم طبقه‌بندی: نقشه درصد پوشش مرجان زنده (Percent Coral Cover)

نقشه درصد پوشش مرجان زنده برای جزیره ابوموسی (شکل ۳-۱۵۴) نشان می‌دهد که شمال غربی جزیره غنی‌ترین پوشـــش مرجانی را در این جزیره دارد. به طوری که اکثر پلیگونهای با پوشـــش مرجان بالای ۶۰٪ در این قسـمت از جزیره واقع شـده‌اند. همچنین در شـمال، جنوب غرب، و غرب جزیره نیز اکثر پلیگونها با پوشش مرجان ۴۰٪-۶۰٪ می‌باشند. در جنوب و شمال شرق جزیره اکثر مناطق پوشش مرجان ۲۰٪-۴۰٪ دارند و در قسمت شرقی جزیره اکثرا دارای پوشش مرجانی کمتر از ۲۰٪ هســتند. در مجموع باید گفت که اکثر پلیگونها در حاشــیه جزیره ابوموســی دارای پوشــش مرجانی کمتر یا برابر با ۵۰٪ هستند.


54°59'30"E
55°0'0"E
55°0'30"E
55°1'0"E
55°1'30"E
55°2'0"E
55°2'30"E
55°3'0"E
55°3'30"E
55°4'0"E
25°55'0"N
25°54'30"N
25°54'0"N
25°53'30"N
25°53'0"N
25°52'30"N
25°52'0"N
25°51'30"N
25°51'0"N
25°50'30"N
25°50'0"N
درصد پوشش مرجان زنده در جزیره ابوموسی
Abumusa_Polygons
P_Coral
0%-<20%
20%-<40%
40%-<60%
60%-<80%
80%-<100%
N/A
Unknown
N
W
E
S
0 0.45 0.9 1.8 2.7
Kilometers

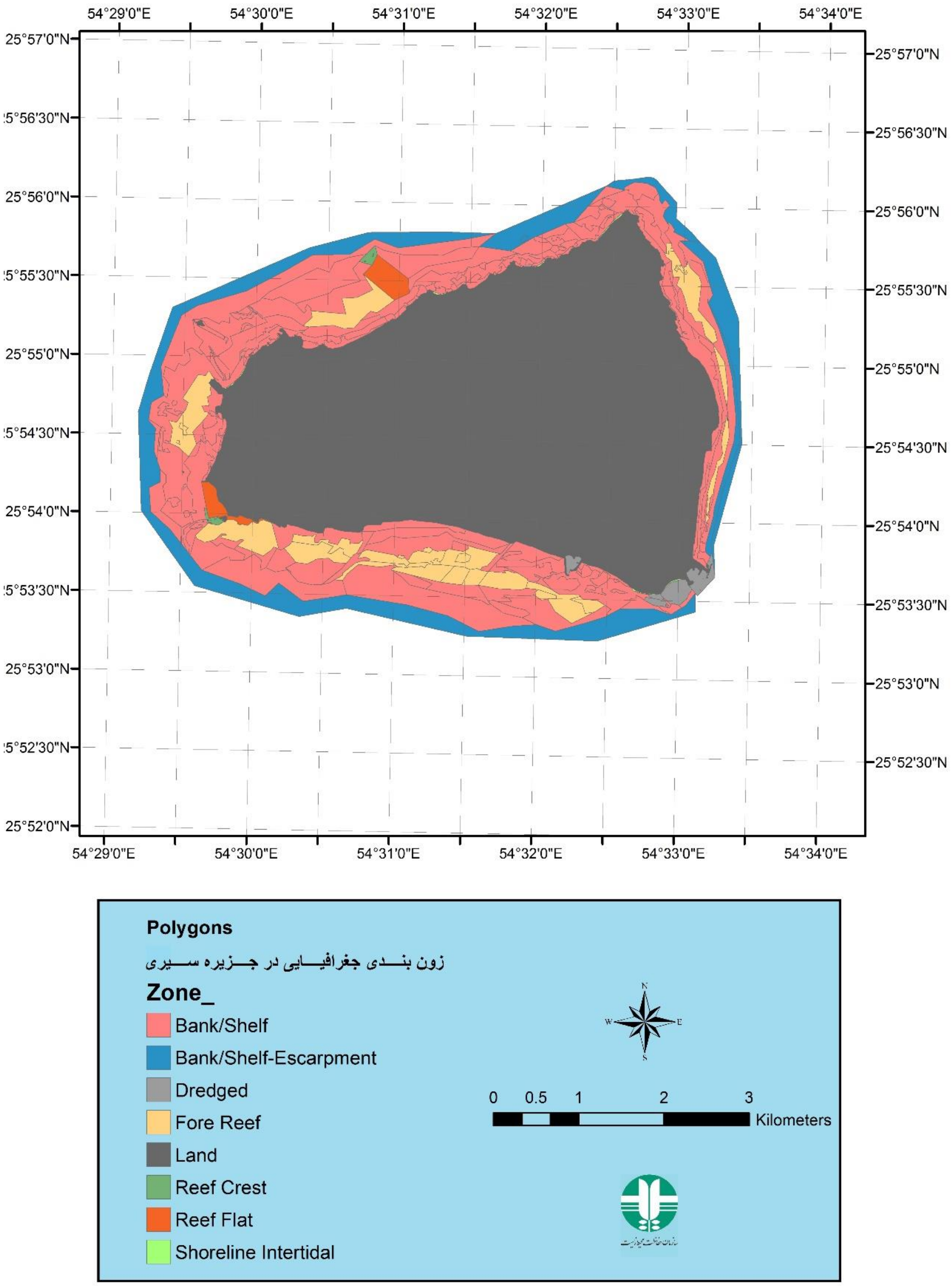


شکل ۳-۱۵۴. نقشه Percent Coral Cover جزیره ابوموسی

۳-۴-۵ جزیره سیری

۳-۴-۵-۱ سطح اول طبقه‌بندی: نقشه زون‌بندی جغرافیایی جزیره سیری (Geographical Zone)

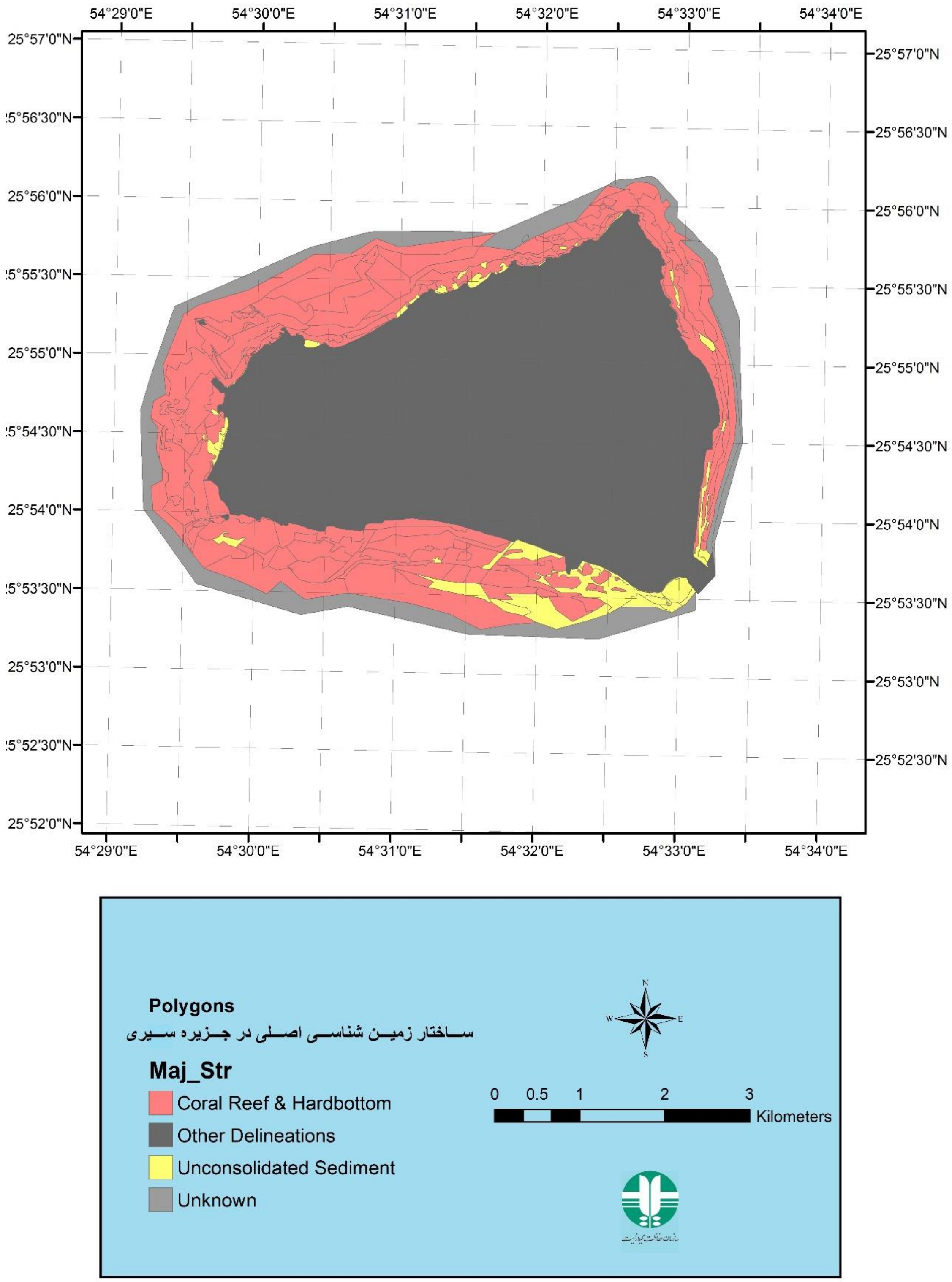
نقشه زون‌بندی جغرافیایی جزیره سیری (شکل ۳-۱۵۵) نشان‌دهنده وجود ۷ ساختار متفاوت در این جزیره می‌باشد. به مانند جزیره ابوموسی، سمت شرقی جزیره سیری نیز با شیب شدیدی به Bank/Shelf Escarpment و در نهایت به آبهای عمیق وصل می‌شود، که این مسئله تشکیل کلونی‌های مرجانی را در این منطقه محدود خواهد ساخت. برعکس این مساله در مورد غرب، شمال و جنوب جزیره صادق است که وجود ساختارهای Bank/Shelf وReef Flat محل مناسبی را برای تشکیل بستر مرجانی پدید می‌آورد.



شکل ۳-۱۵۵. نقشه Geographical Zone جزیره سیری

۲-۵-۴-۳ سطح دوم طبقه‌بندی: نقشـه سـاختار زمین شـناسـی اصـلی جزیره سـیری (Major Geomorphological Structure)

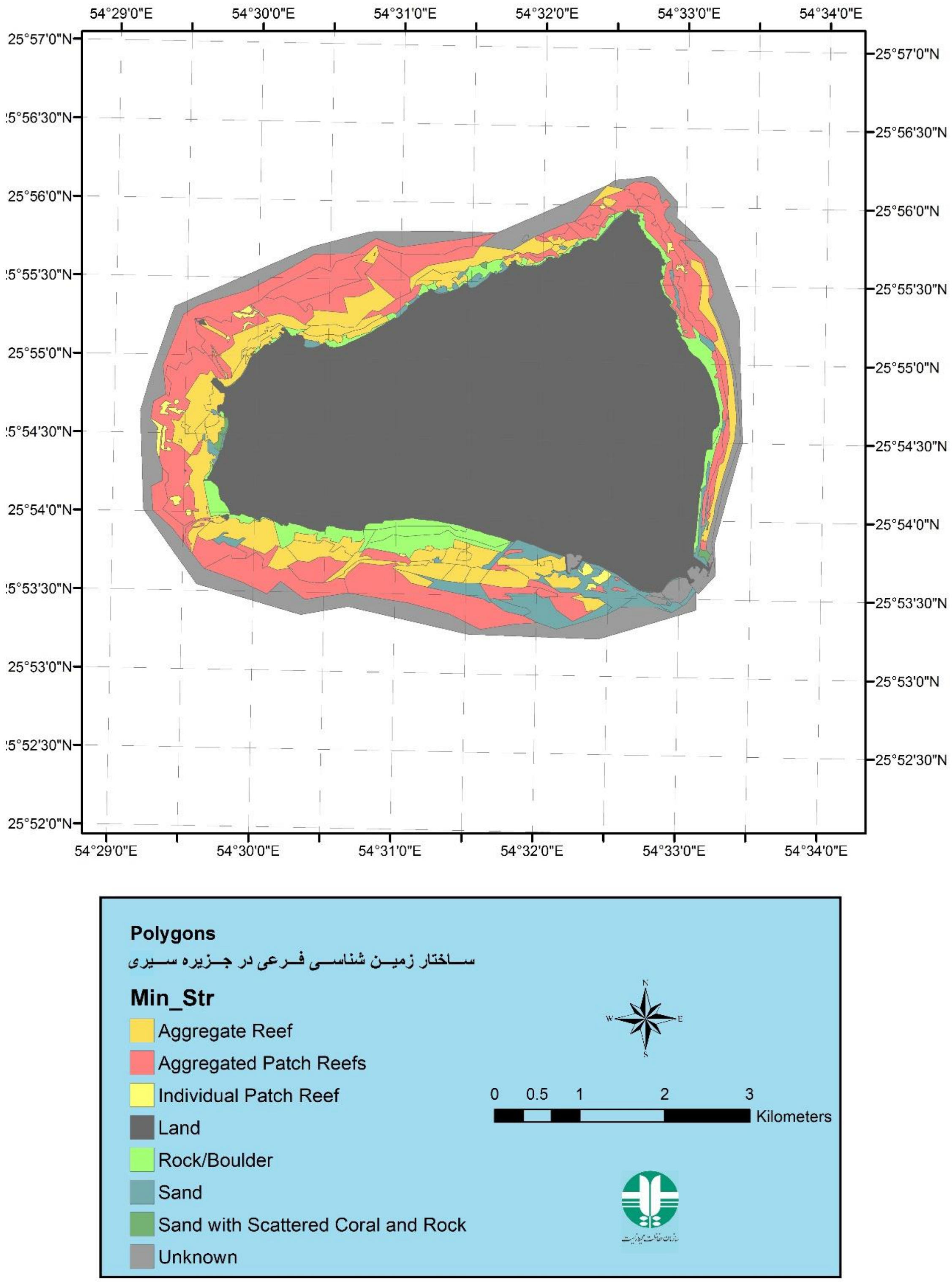
نقشه ساختار زمین شناسی اصلی جزیره سیری (شکل ۳-۱۵۶) نشان‌دهنده ساختارهای ماسه‌ای در قسمت جنوب شرقی جزیره می‌باشد. سایر قسمتهای ساحل جزیره سیری پوششی صخره‌ای دارد و مستعد وجود کلونی‌های مرجانی می‌باشد.



شکل ۳-۱۵۶. نقشه Major Geomorphological Structure جزیره سیری

۳-۵-۴-۳ سطح سوم طبقه‌بندی: نق شه ساختار زمین شنا سی فرعی جزیره سیری (Minor Geomorphological Structure)

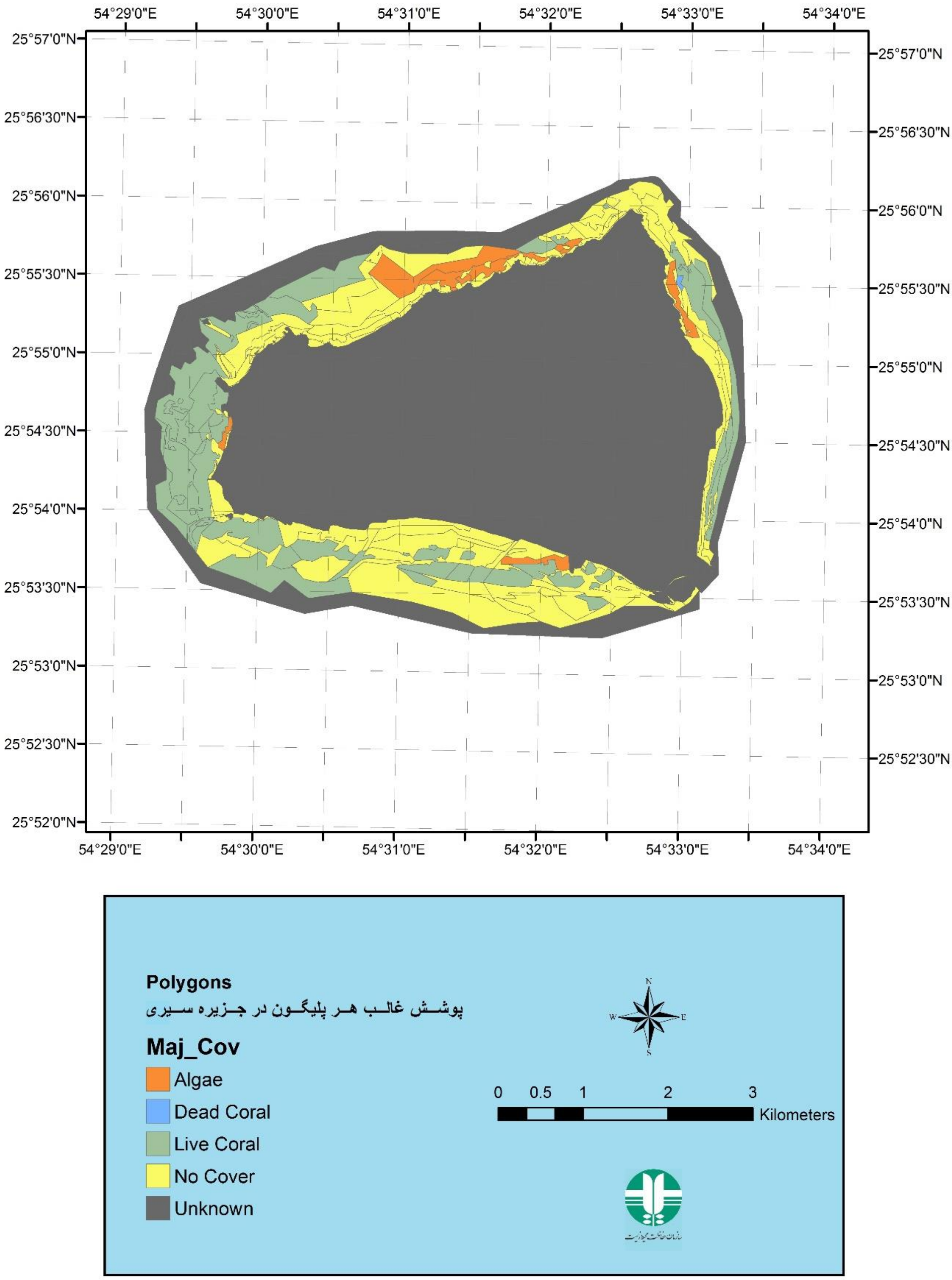
نقشه ساختار زمین شناسی فرعی جزیره سیری (شکل ۳-۱۵۷) نشان‌دهنده وجود حداقل ۶ ساختار فرعی متفاوت در اطراف جزیره سیری می‌باشد. عمده ساختار موجود در قسمت‌های ماسه‌ای، ساختار ماسه (Sand) می‌باشد. در قسمت‌های صخره‌ای ساختار غالب Aggregate Reef و Aggregated Patch Reef بیشترین فراوانی را دارد.



شکل ۳-۱۵۷. نقشه Minor Geomorphological Structure جزیره سیری

۴-۵-۴-۳ سطح چهارم طبقه‌بندی: نقشه پوشش بیولوژیکی اصلی آبهای جزیره سیری (Major Biological Cover)

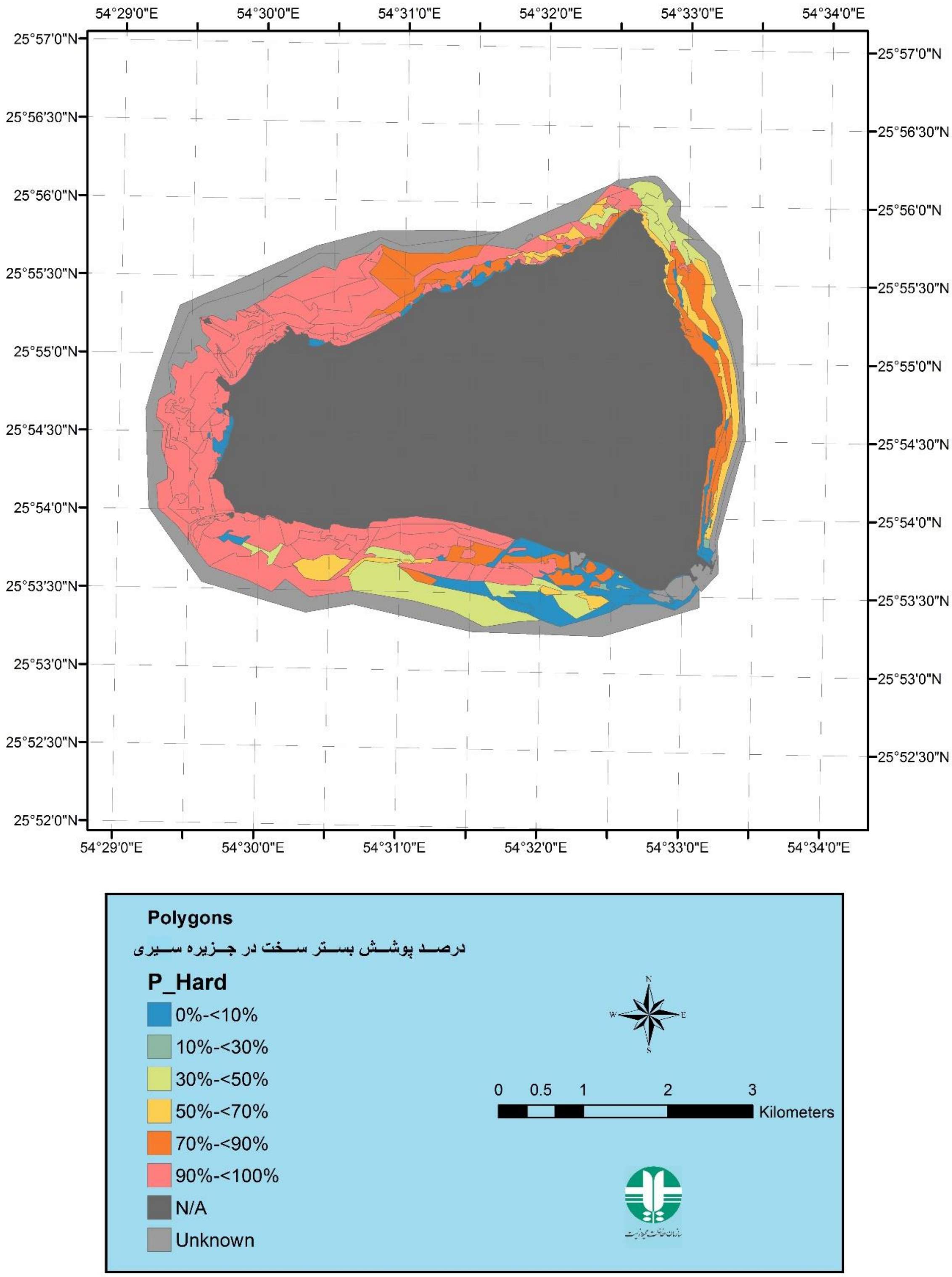
نقشه پوشش بیولوژیکی اصلی جزیره سیری (شکل ۳-۱۵۸) نشان‌دهنده حداقل ۴ کلاس از پوشش بیولوژیکی در این منطقه می‌باشد. مناطق ماسه‌ای بدون پوشش بیولوژیکی در شرق و جنوب شمال جزیره مشاهده می‌گردد که مساحت قابل ملاحظه‌ای را نیز شامل می‌شوند. همچنین پوشش جلبک (Algae) در شمال جزیره مشاهده گردید. از سوی دیگر، مطابق نقشه، بخش عمده پوشش مرجان این جزیره در غرب جزیره متمرکز شده است.



شکل ۳-۱۵۸. نقشه Biological Major Cover جزیره سیری

۵-۵-۴-۳ سطح پنجم طبقه‌بندی: نقشه درصد پوشش بستر سخت (Percent Hardbottom)

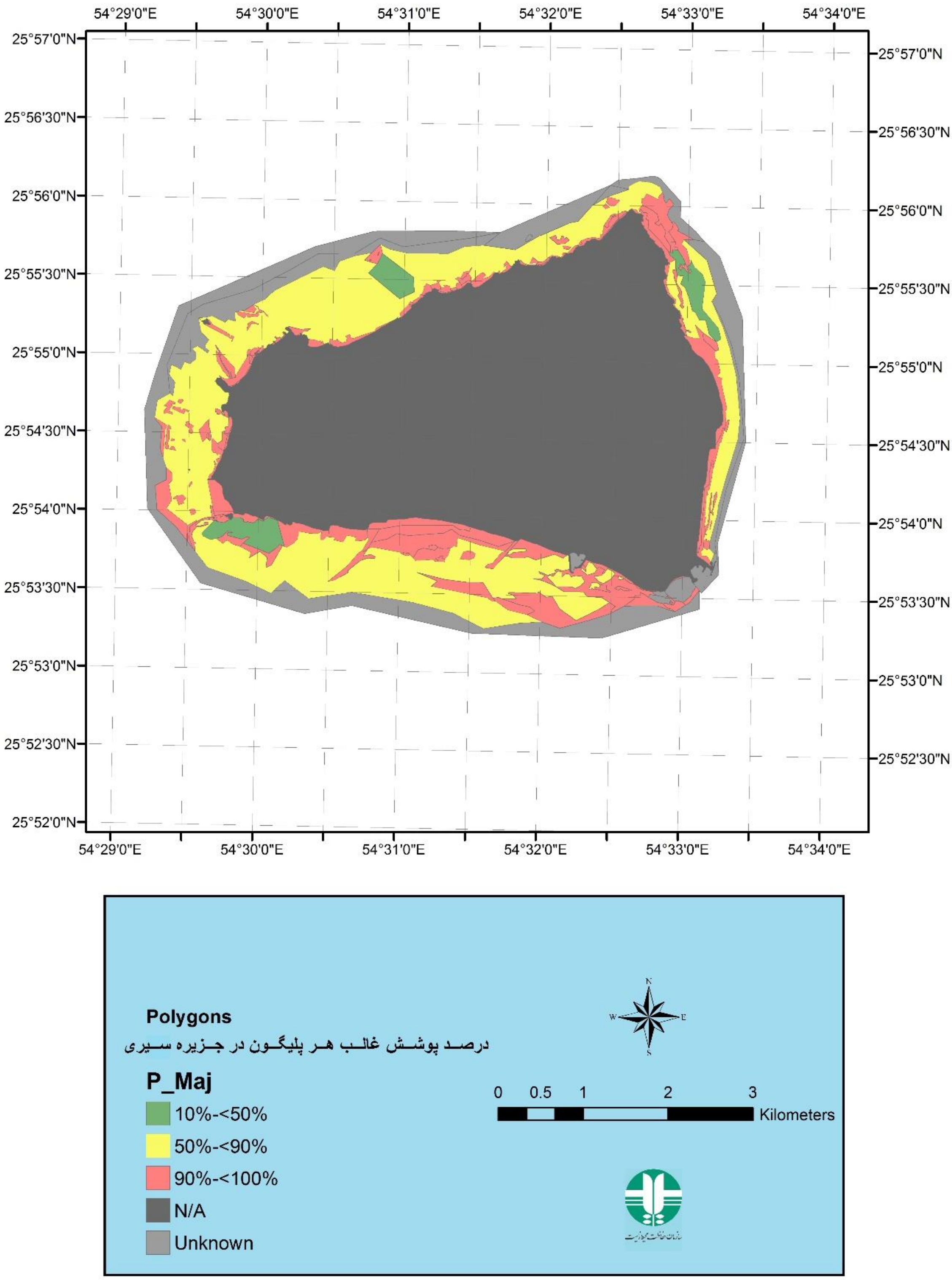
نقشه درصد پوشش بستر سخت برای جزیره سیری (شکل ۳-۱۵۹) بیانگر این است که اکثر پلیگون‌های نگاشت شده در قسمت های غربی جزیره دارای پوشش بالای ۹۰٪ بستر سخت و صخره ای هستند، در حالیکه در قسمت جنوب شرقی این جزیره اکثر پلیگونها دارای پوشش کمتر از ۱۰٪ برای بستر سخت هستند.



شکل ۳-۱۵۹. نقشه Percent Hardbottom جزیره سیری

۶-۵-۴-۳ سطح ششم طبقه‌بندی: نقشه درصد پوشش بیولوژیکی اصلی (Percent Major Cover)

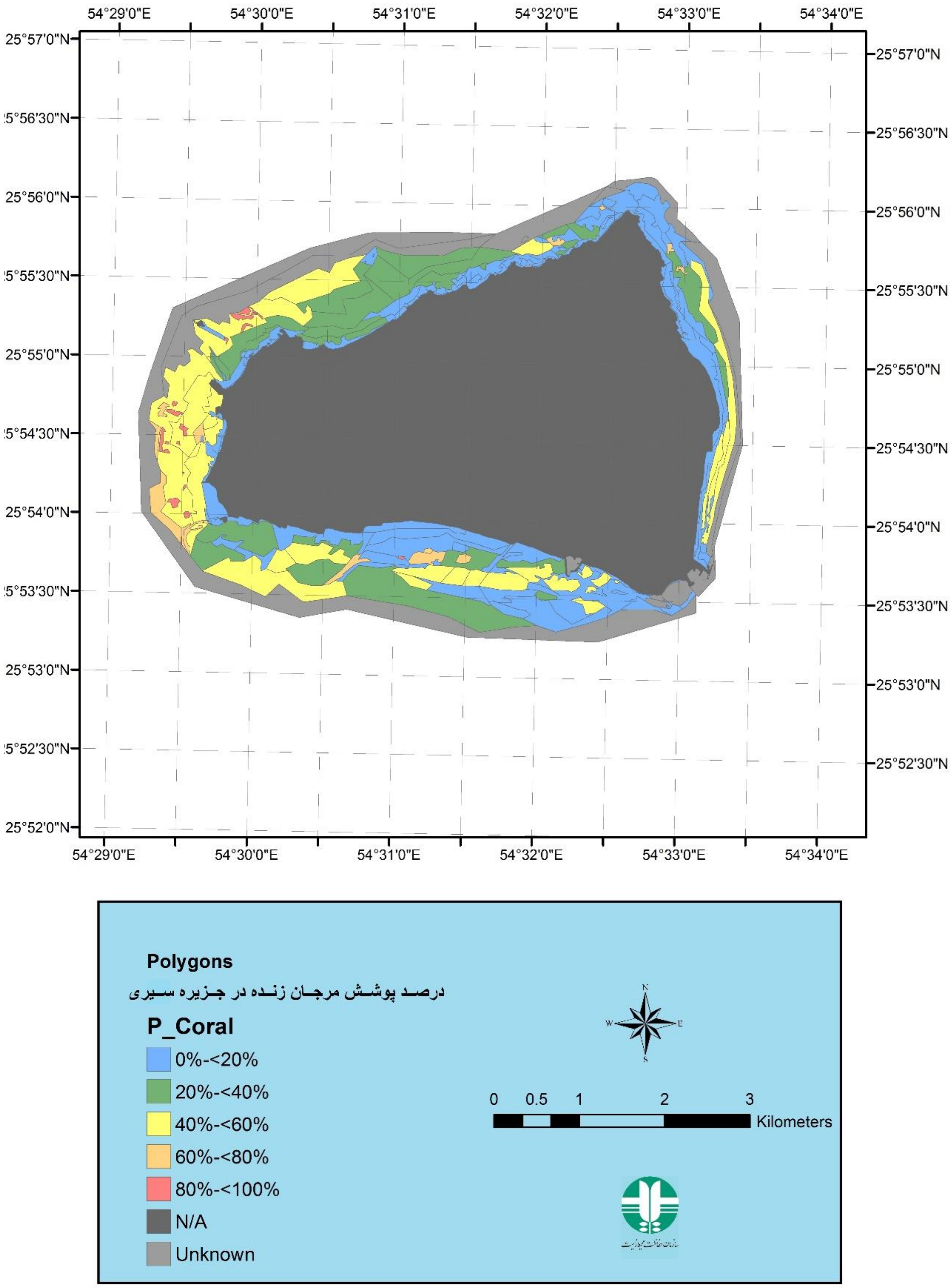
نقشه درصد پوشش بیولوژیکی اصلی برای جزیره سیری (شکل ۳-۱۶۰) بیانگر این نکته است که اکثر پلیگونهای نگاشت شده در حاشیه جزیره سیری دارای پوشش غالب با درصد ۵۰٪-۹۰٪ می‌باشند که این نکته نشان‌دهنده‌ی هموژن نبودن پوشش بیولوژیکی برای جزیره سیری می‌باشد.



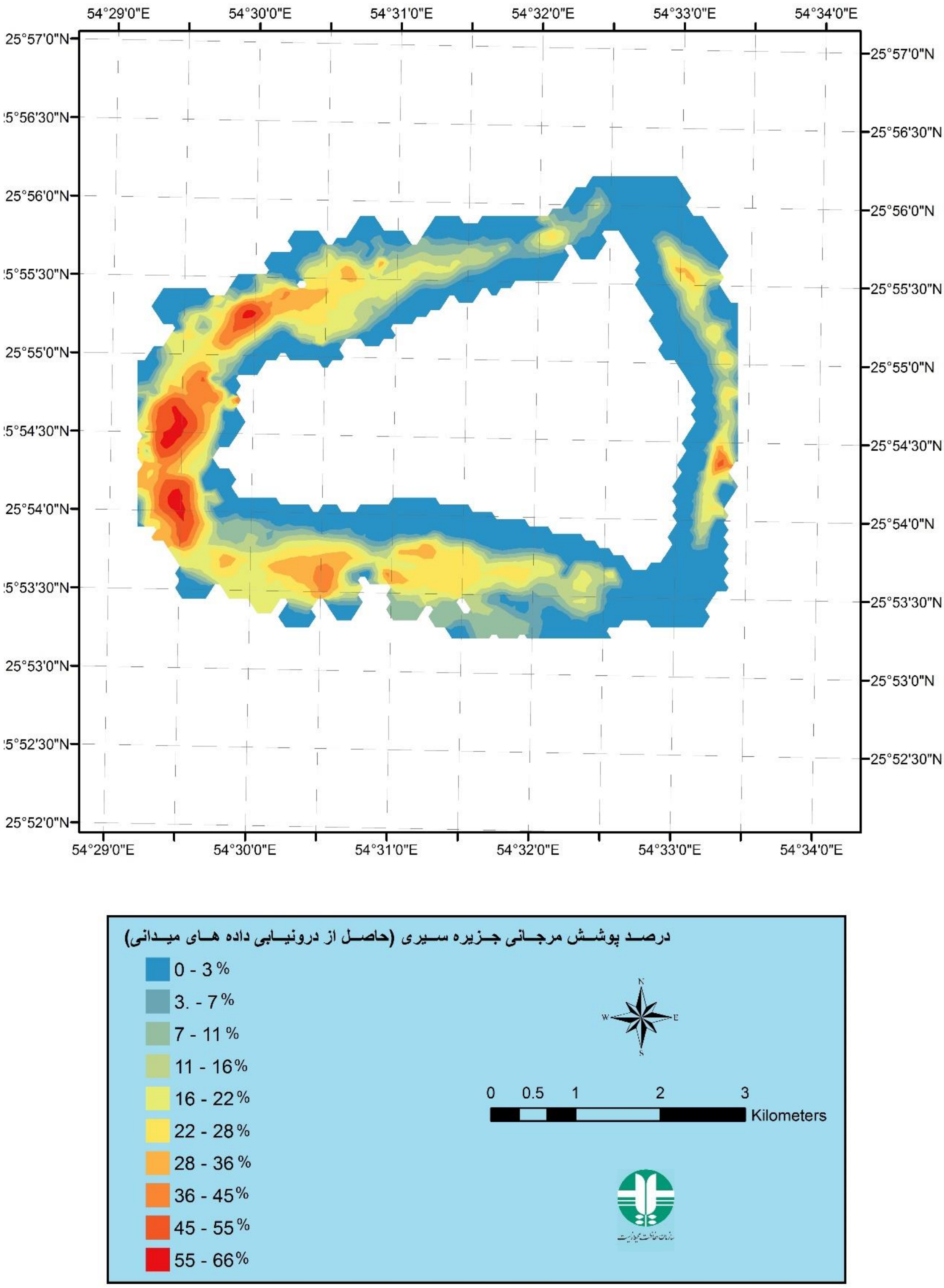
شکل ۳-۱۶۰. نقشه Percent Major Cover جزیره سیری

۷-۵-۴-۳- سطح هفتم طبقه‌بندی: نقشه درصد پوشش مرجان زنده (Percent Coral Cover)

نقشه درصد پوشش مرجان زنده برای جزیره سیری (شکل ۳-۱۶۱) نشان می‌دهد که پلیگونهای بسیار اندک و کوچکی دارای پوشـــش مرجانی بالای ۹۰٪ هســـتند که در قســـمت غربی جزیره قرار دارند. همچنین اکثر مناطق با پو شش مرجان ۵۰٪-۹۰٪ نیز در بخش‌های غرب، شمال غرب و جنوب غرب جزیره قرار دارند. در شــمال جنوب و شــرق جزیره اکثر پلیگونها دارای پوشــش مرجانی کمتر از ۵۰٪ هستند.



54°29'0"E
54°30'0"E
54°31'0"E
54°32'0"E
54°33'0"E
54°34'0"E
25°57'0"N
25°56'30"N
25°56'0"N
25°55'30"N
25°55'0"N
25°54'30"N
25°54'0"N
25°53'30"N
25°53'0"N
25°52'30"N
25°52'0"N
Polygons
درصد پوشش مرجان زنده در جزیره سیری
P_Coral
0%-<20%
20%-<40%
40%-<60%
60%-<80%
80%-<100%
N/A
Unknown
N
W
E
S
0 0.5 1 2 3
Kilometers

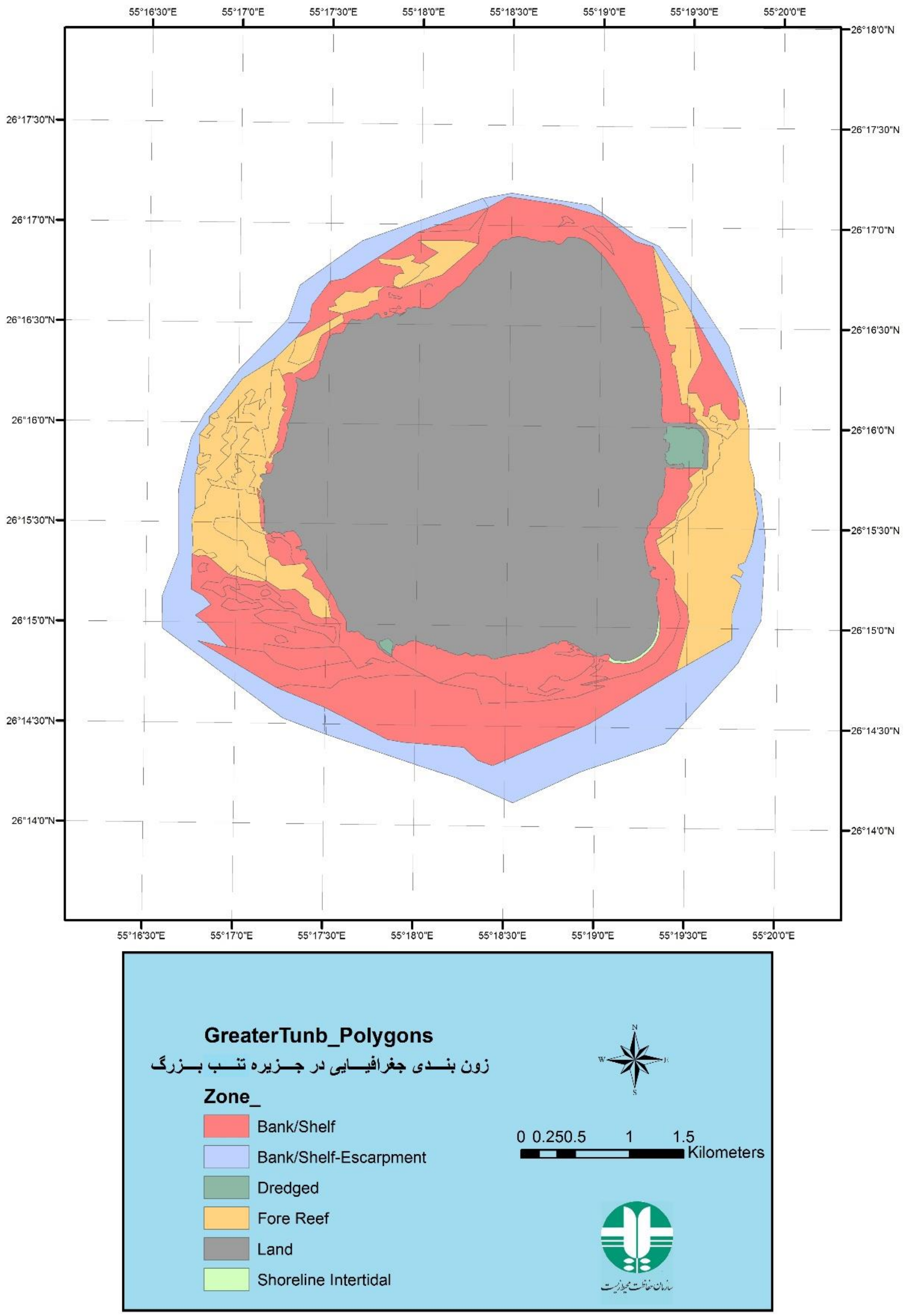


شکل ۳-۱۶۱. نقشه Percent Coral Cover جزیره سیری

۳-۴-۶ جزیره تنب بزرگ

۳-۴-۶-۱ سطح اول طبقه‌بندی: نقشــه زون‌بندی جغرافیایی جزیره تنب بزرگ (Geographical Zone)

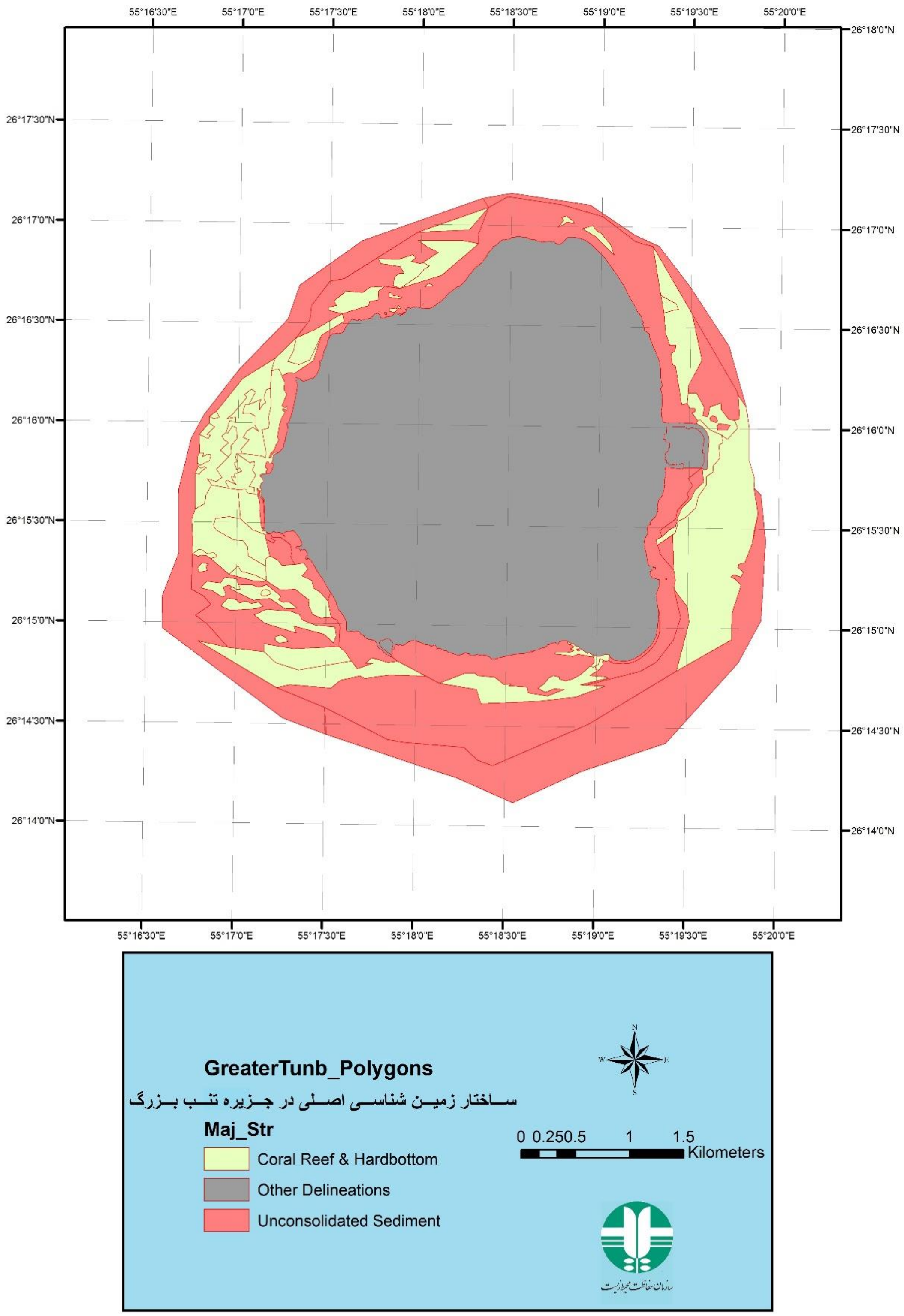
نقشــه زون‌بندی جغرافیایی جزیره تنب بزرگ (شــکل ۳-۱۶۲) نشــان‌دهنده وجود ۴ ســاختار طبیعی متفاوت در این جزیره می‌باشد.



شکل ۳-۱۶۲. نقشه Geographical Zone جزیره تنب بزرگ

۲-۶-۴-۳ سطح دوم طبقه‌بندی: نقشه ساختار زمین شناسی اصلی جزیره تنب بزرگ (Major Geomorphological Structure)

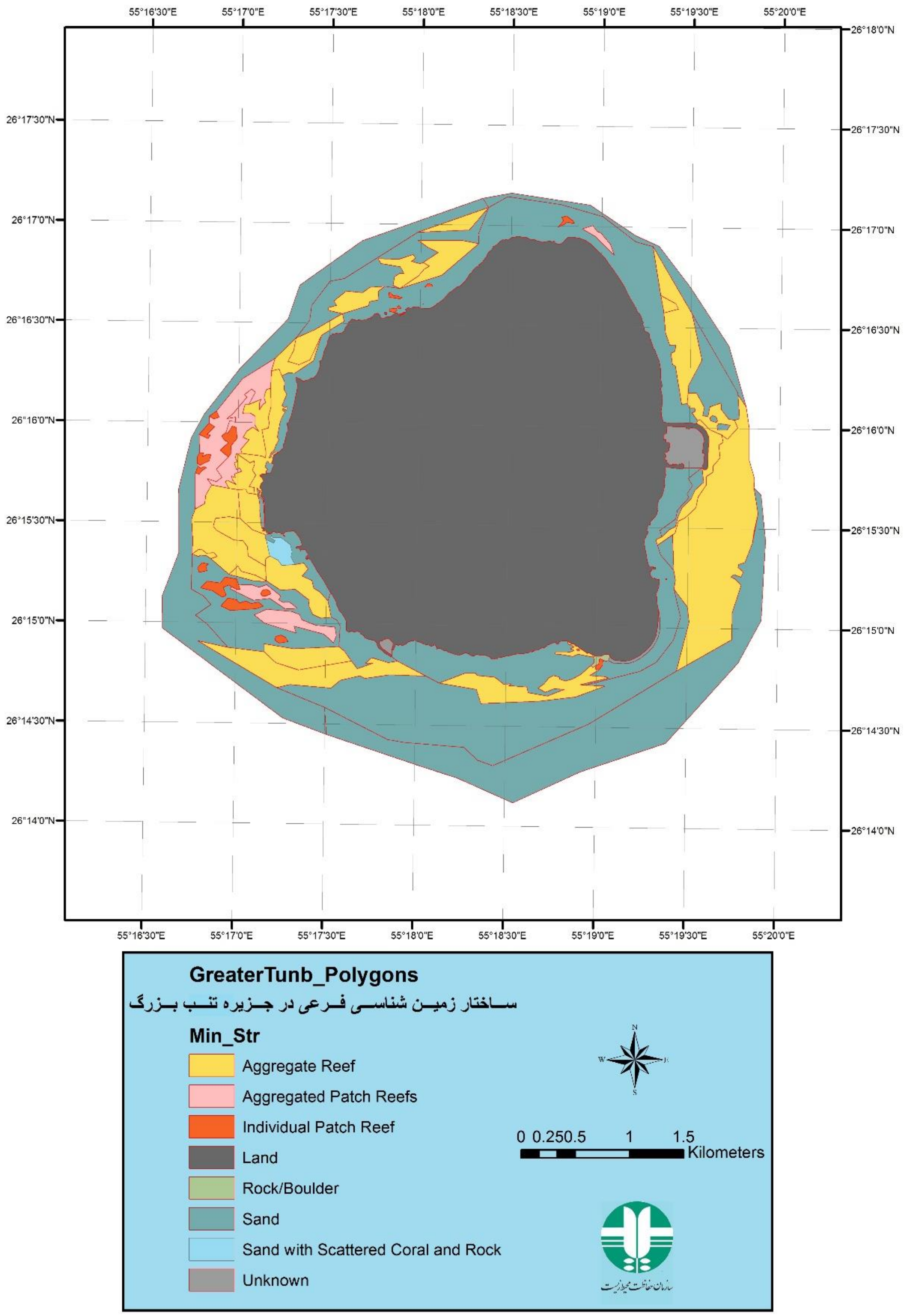
نقشه ساختار زمین شناسی اصلی جزیره تنب بزرگ (شکل ۳-۱۶۳) نشان‌دهنده ساختارهای ماسه‌ای در قسمت شمال و جنوب جزیره می‌باشد. سایر قسمتهای ساحل جزیره تنب بزرگ یعنی غرب و شرق آن پوششی صخره‌ای دارد و مستعد وجود کلونی‌های مرجانی می‌باشد.



شکل ۳-۱۶۳. نقشه Major Geomorphological Structure جزیره تنب بزرگ

۳-۶-۴-۳ سطح سوم طبقه‌بندی: نقشه ساختار زمین شناسی فرعی جزیره تنب بزرگ (Minor Geomorphological Structure)

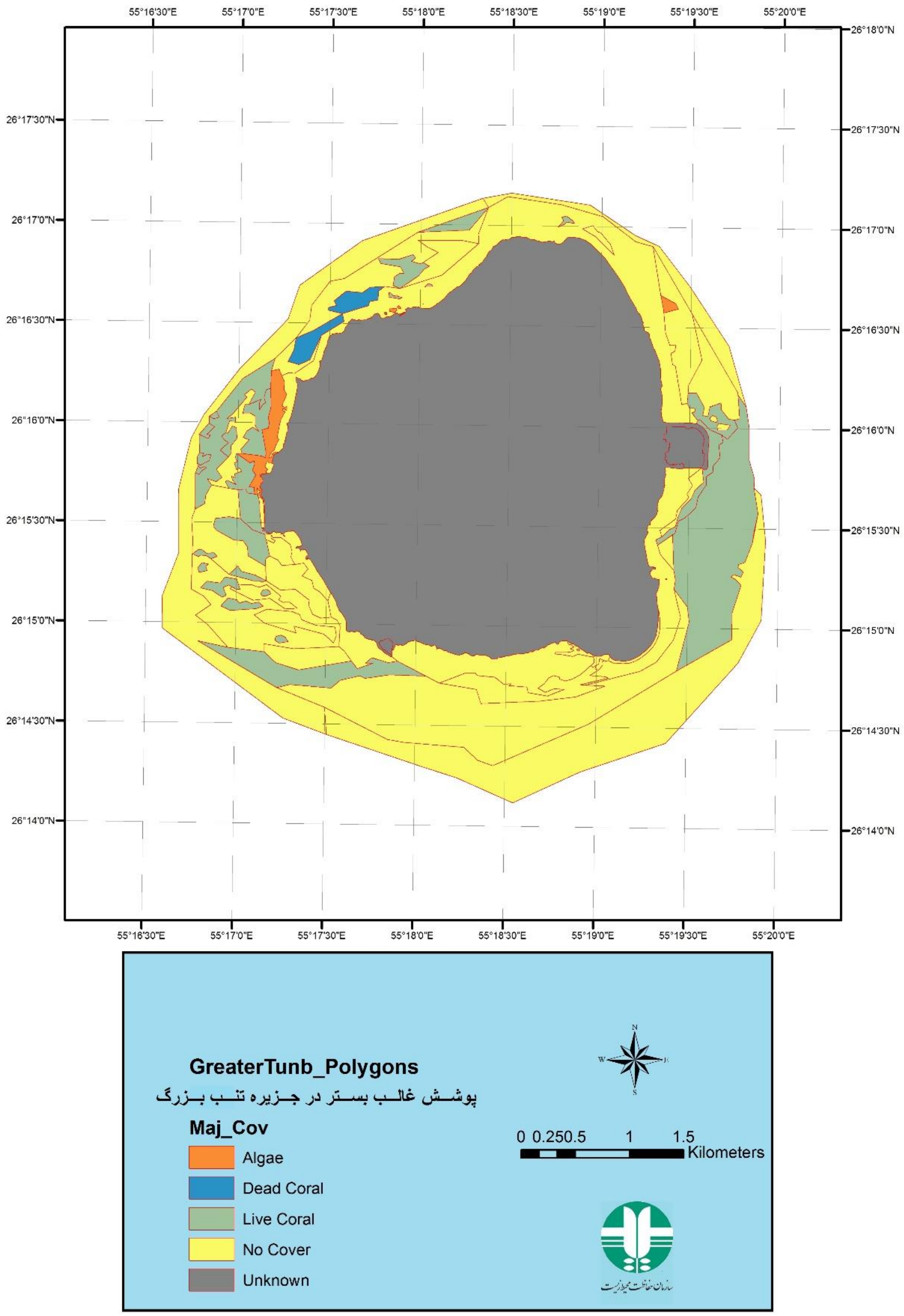
نقشه ساختار زمین شناسی فرعی جزیره تنب بزرگ (شکل ۳-۱۶۴) نشان‌دهنده وجود حداقل ۸ ساختار فرعی متفاوت در اطراف جزیره تنب بزرگ می‌باشد. عمده ساختار موجود در قسمت‌های ماسه‌ای، ساختار ماسه (Sand) می‌باشد. در قسمت‌های صخره‌ای ساختار غالب Aggregate Reef بیشترین فراوانی را دارد.



شکل ۳-۱۶۴. نقشه Minor Geomorphological Structure جزیره تنب بزرگ

۴-۶-۴-۳ ســطح چهارم طبقه‌بندی: نقشـــه پوشـــش بیولوژیکی اصـــلی آبهای جزیره تنب بزرگ (Major Biological Cover)

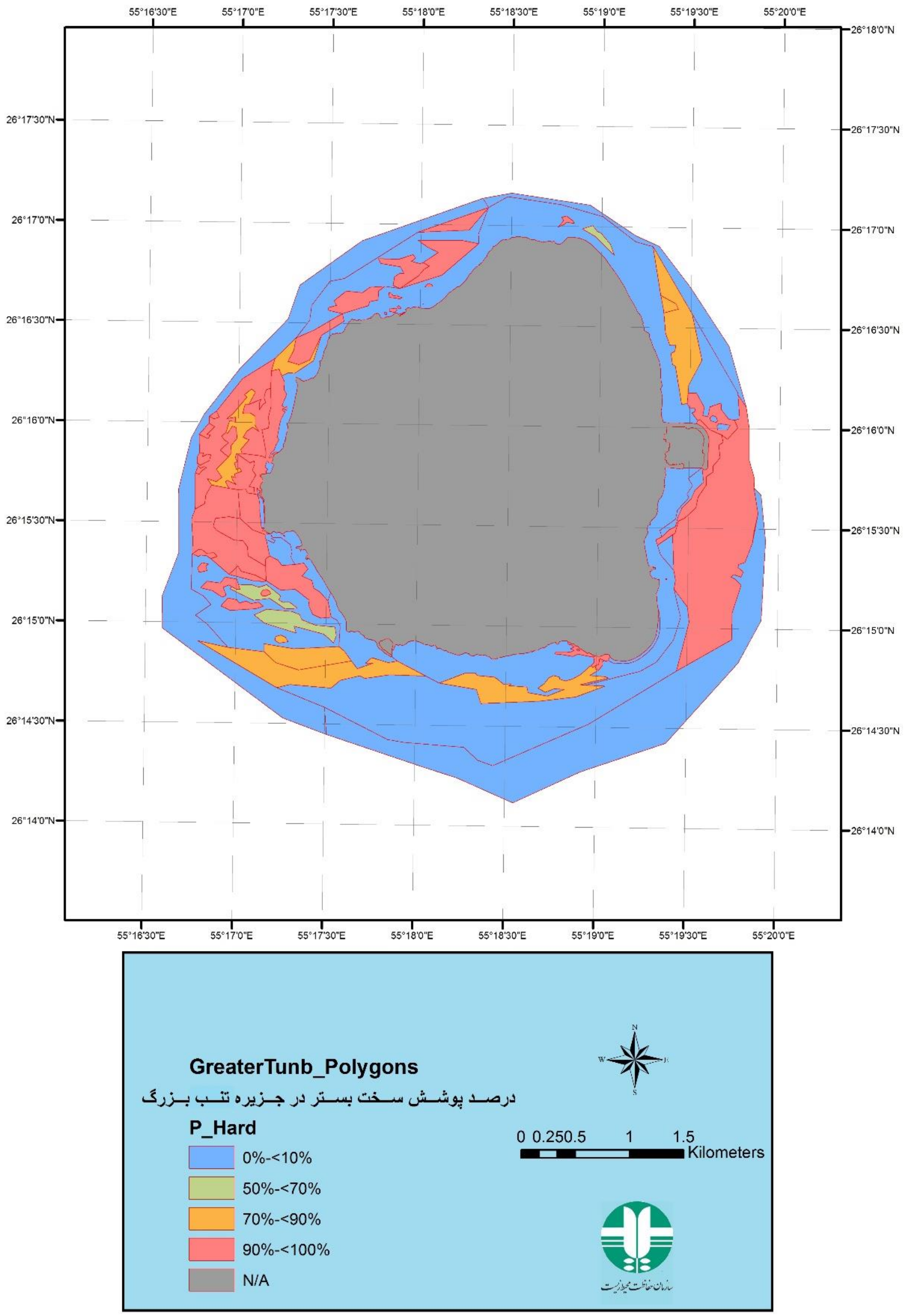
نقشـه پوشــش بیولوژیکی اصــلی جزیره تنب بزرگ (شــکل ۳-۱۶۵) نشــان‌دهنده حداقل ۴ کلاس از پوشش بیولوژیکی در این منطقه می‌باشد. مناطق ماسه‌ای به طور گسترده در سرتاسر جزیره مشاهده گردید. همچنین پو شش جلبک (Algae) در غرب جزیره و مناطقی با مرجان مرده (Dead Coral) در شمال غرب جزیره مشاهده گردید. از سوی دیگر، مطابق نقشه، بخش عمده پوشش مرجان این جزیره در شمال و جنوب متمرکز شده است.



شکل ۳-۱۶۵. نقشه Biological Major Cover جزیره تنب بزرگ

۵-۶-۴-۳ سطح پنجم طبقه‌بندی: نقشه درصد پوشش بستر سخت (Percent Hardbottom)

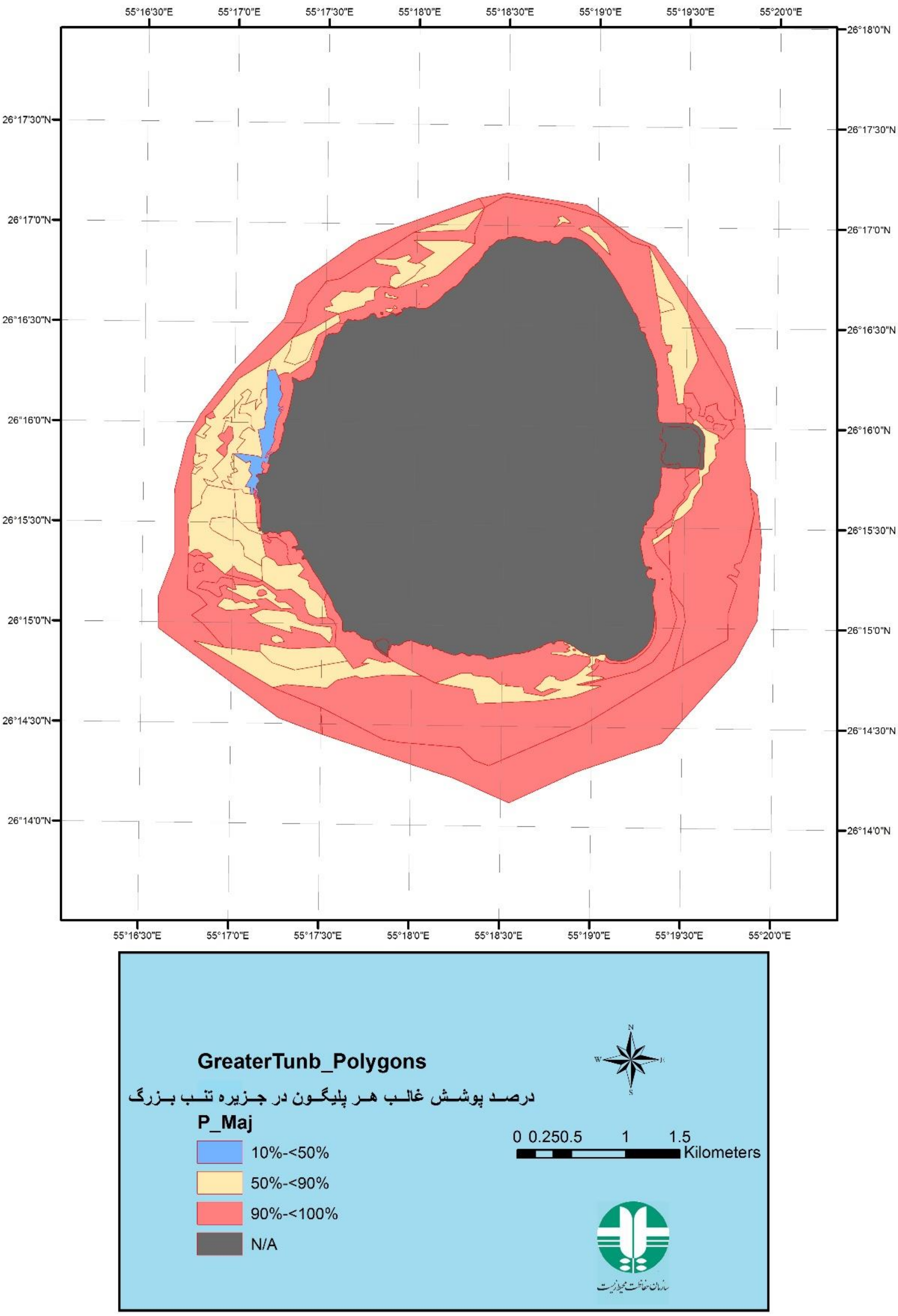
نقشه درصد پوشش بستر سخت برای جزیره تنب بزرگ (شکل ۳-۱۶۶) بیانگر این است که اکثر پلیگونهای نگاشت شده در قسمت های شرقی و غربی جزیره دارای پوشش بالای ۹۰٪ بستر سخت و صخره ای هستند، در حالیکه در قسمت شمالی و جنوبی این جزیره اکثر پلیگونها دارای پوشش کمتر از ۳۰٪ برای بستر سخت هستند.



شکل ۳-۱۶۶. نقشه Percent Hardbottom جزیره تنب بزرگ

۶-۶-۴-۳ سطح ششم طبقه‌بندی: نقشـه درصـد پوشـش بیولوژیکی اصـلی (Percent Major Cover)

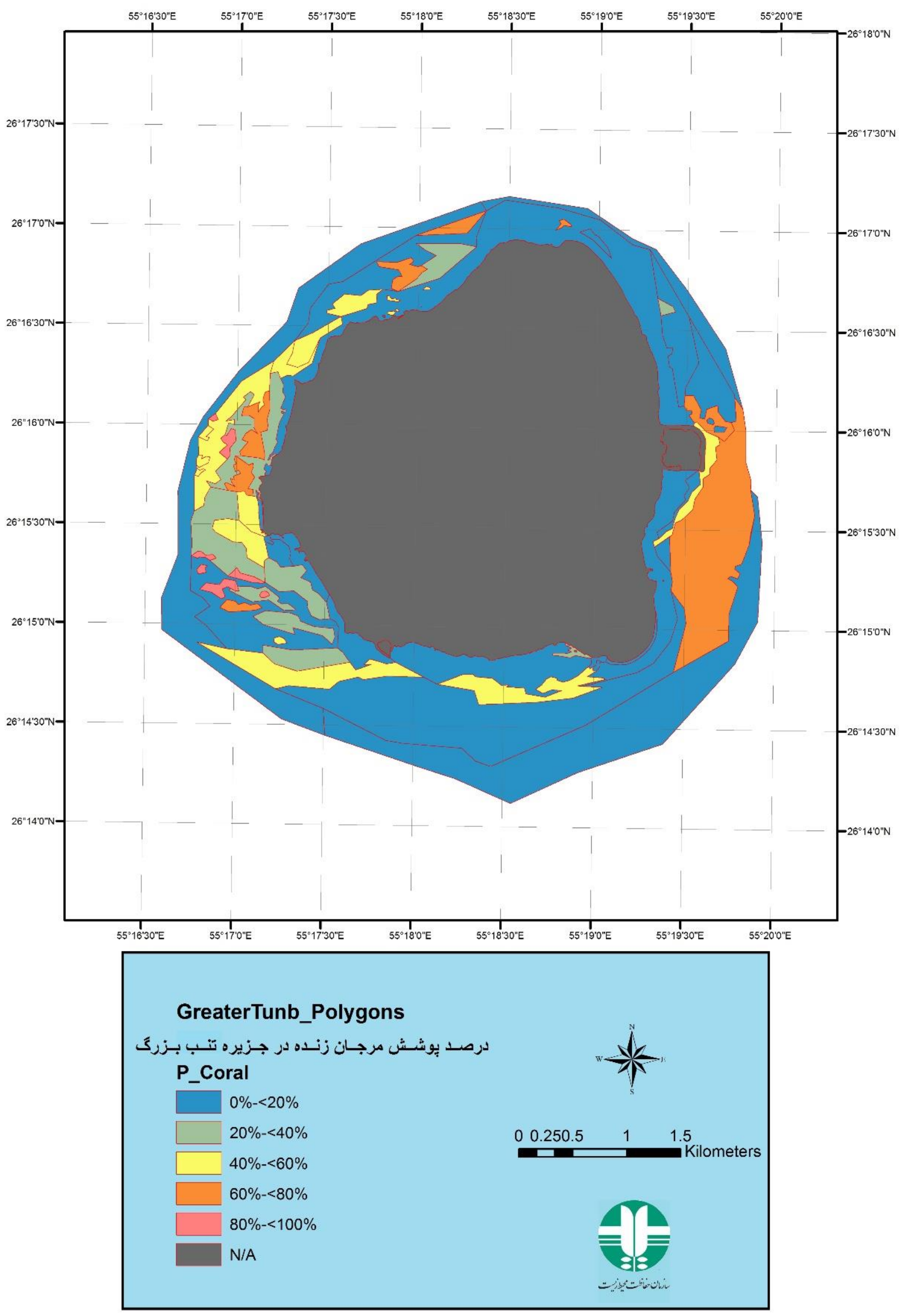
نقشه درصد پوشش بیولوژیکی اصلی برای جزیره تنب بزرگ (شکل ۳-۱۶۷) بیانگر این نکته است که اکثر پلیگونهای نگاشت شده در حاشیه جزیره تنب بزرگ دارای پوشش غالب با درصد ۱۰۰٪-۹۰٪ می‌باشند که این نکته نشان‌دهنده‌ی یکنواخت بودن نسبی پوشش بیولوژیکی برای جزیره تنب بزرگ می‌باشد.

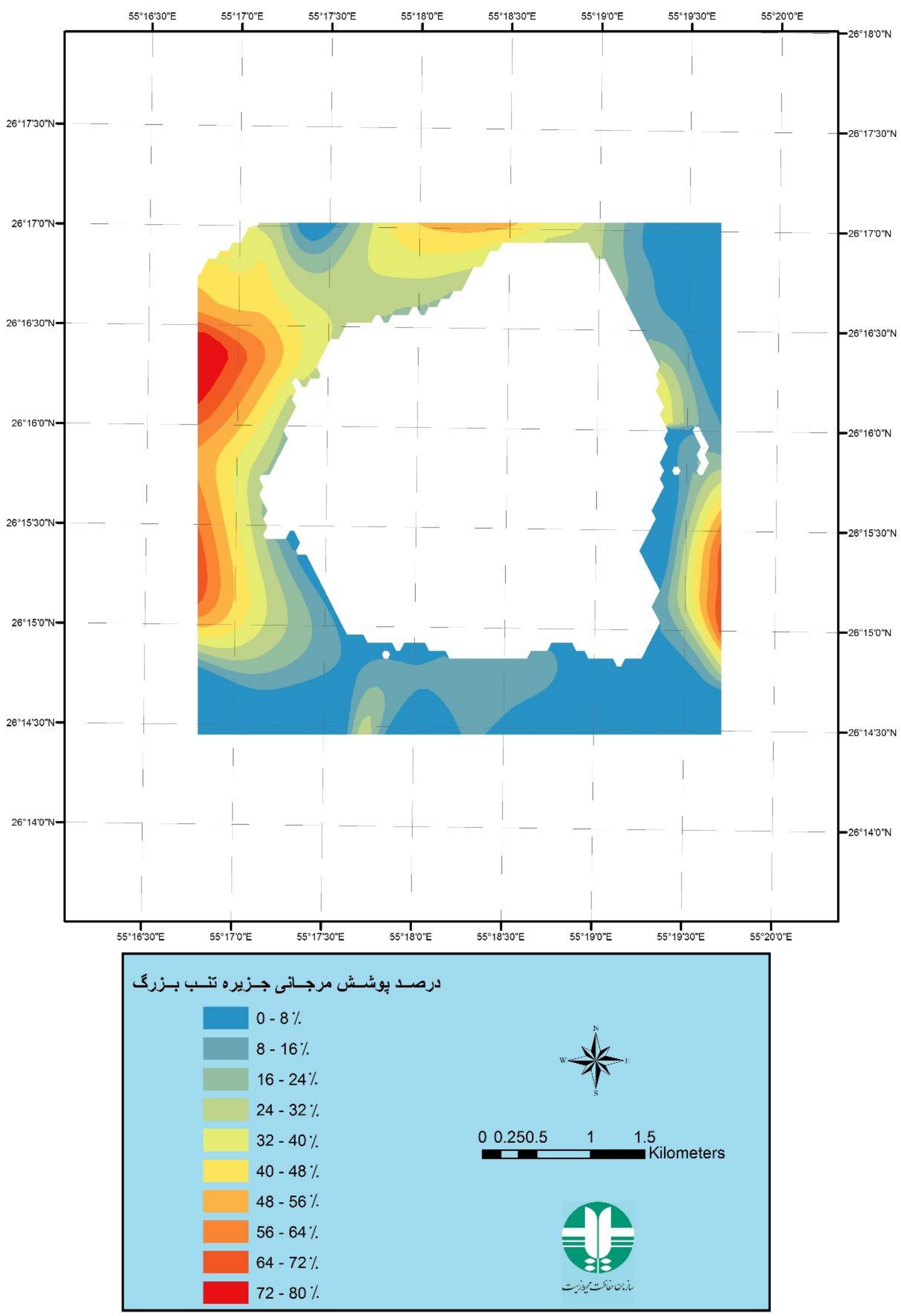


شکل ۳-۱۶۷. نقشه Percent Major Cover جزیره تنب بزرگ

۳-۴-۶-۷ سطح هفتم طبقه‌بندی: نقشه درصد پوشش مرجان زنده (Percent Coral Cover)

نق شه در صد پو شش مرجان زنده برای جزیره تنب بزرگ (شکل ۳-۱۶۸) ن شان می‌دهد که م ساحت ب‍سیار کمی به پو شش مرجانی بالای ۹۰٪ اختصاص دارد که در شرق جزیره واقع شده‌اند. در مجموع م ساحت ب سیار بی شتری به پو شش مرجانی کمتر از ۵۰٪ اخت صاص دارد که در غرب، جنوب غربی و شمال غربی جزیره قرار دارند.


55°16'30"E
55°17'0"E
55°17'30"E
55°18'0"E
55°18'30"E
55°19'0"E
55°19'30"E
55°20'0"E
26°18'0"N
26°17'30"N
26°17'0"N
26°16'30"N
26°16'0"N
26°15'30"N
26°15'0"N
26°14'30"N
26°14'0"N
GreaterTunb_Polygons
درصد پوشش مرجان زنده در جزیره تنب بزرگ
P_Coral
0%-<20%
20%-<40%
40%-<60%
60%-<80%
80%-<100%
N/A
N
W
E
S
0 0.250.5 1 1.5
Kilometers

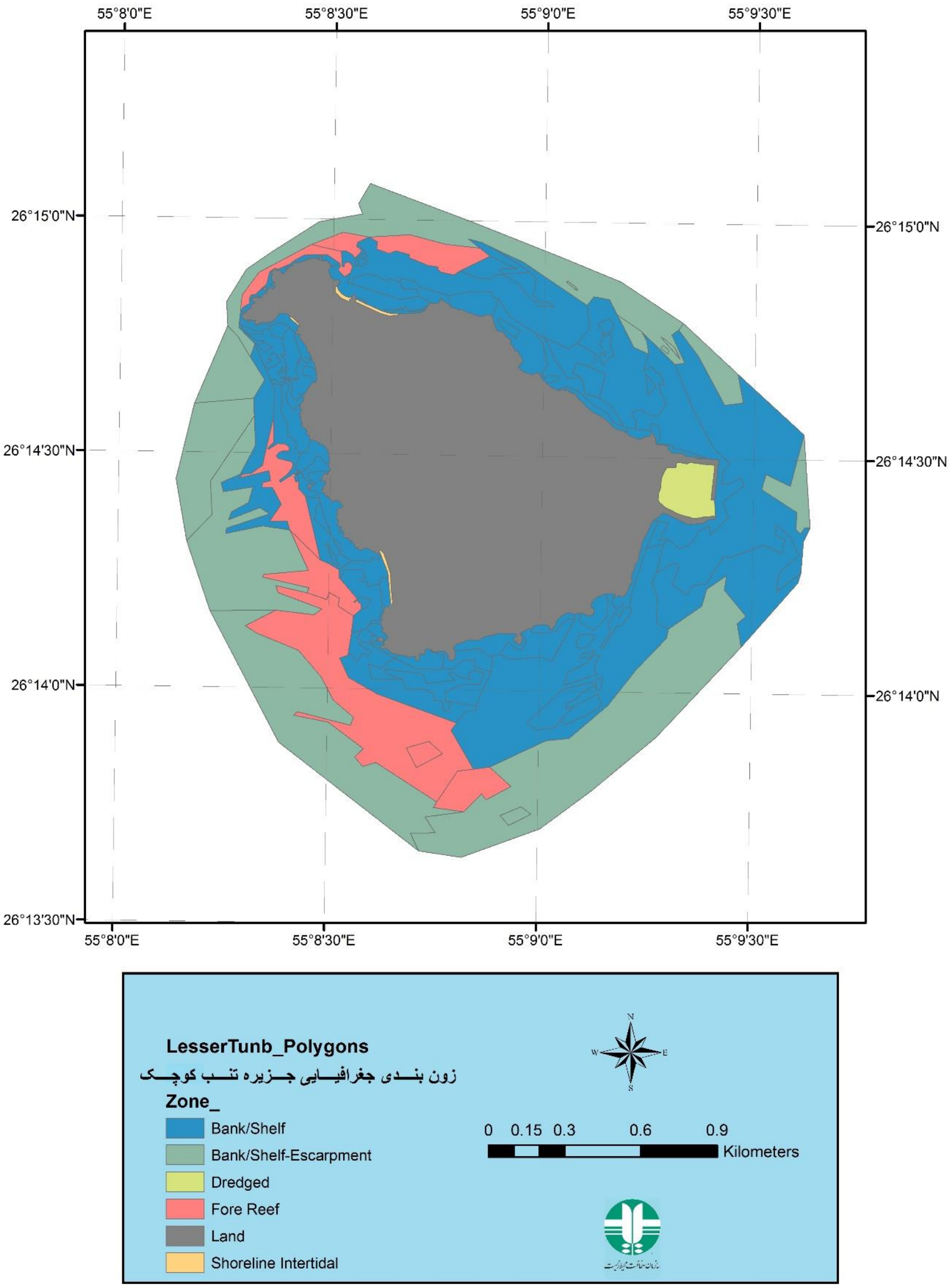


شکل ۳-۱۶۸. نقشه Percent Coral Cover جزیره تنب بزرگ

۳-۴-۷ جزیره تنب کوچک

۳-۴-۷-۱ سطح اول طبقه‌بندی: نقشه زون‌بندی جغرافیایی جزیره تنب کوچک (Geographical Zone)

نقشه زون‌بندی جغرافیایی جزیره تنب کوچک (شکل ۳-۱۶۹) نشان‌دهنده وجود ۵ ساختار متفاوت در این جزیره می‌باشد.

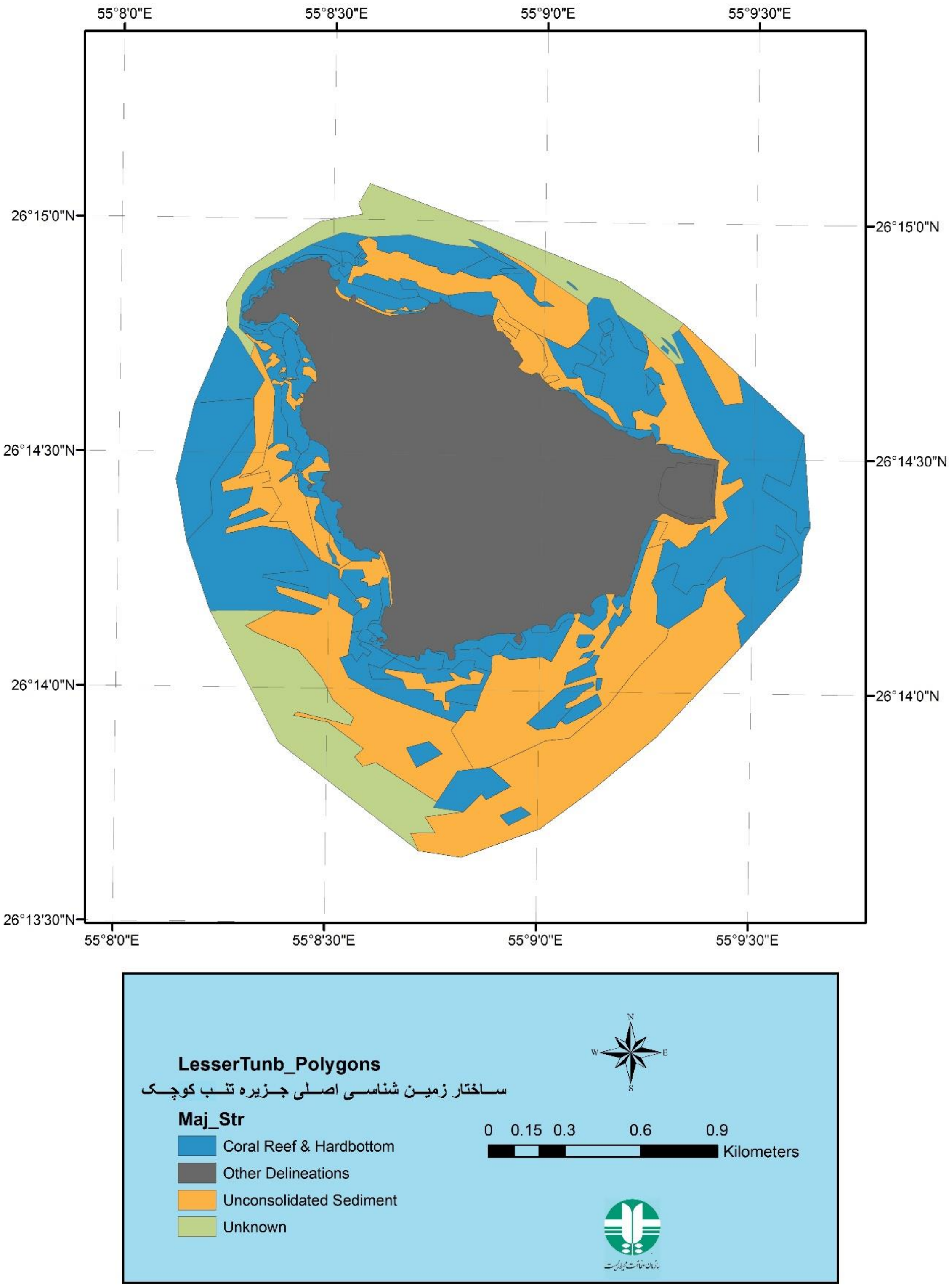


شکل ۳-۱۶۹. نقشه Geographical Zone جزیره تنب کوچک

۲-۷-۴-۳ سطح دوم طبقه‌بندی: نقشه ساختار زمین شناسی اصلی جزیره تنب کوچک (Major Geomorphological Structure)

نقشه ساختار زمین شناسی اصلی جزیره تنب کوچک (شکل ۳-۱۷۰) نشان‌دهنده ساختارهای ماسه‌ای در جنوب و شمال شرق جزیره می‌باشد. هر چند که در سایر مناطق نیز ساختارهای ماسه‌ای مشاهده شد. این جزیره نسبت به جزایر سیری و ابوموسی پراکندگی بیشتری را در الگوی پراکنش پوشش ماسه‌ای و صخره‌ای نشان می‌دهد.

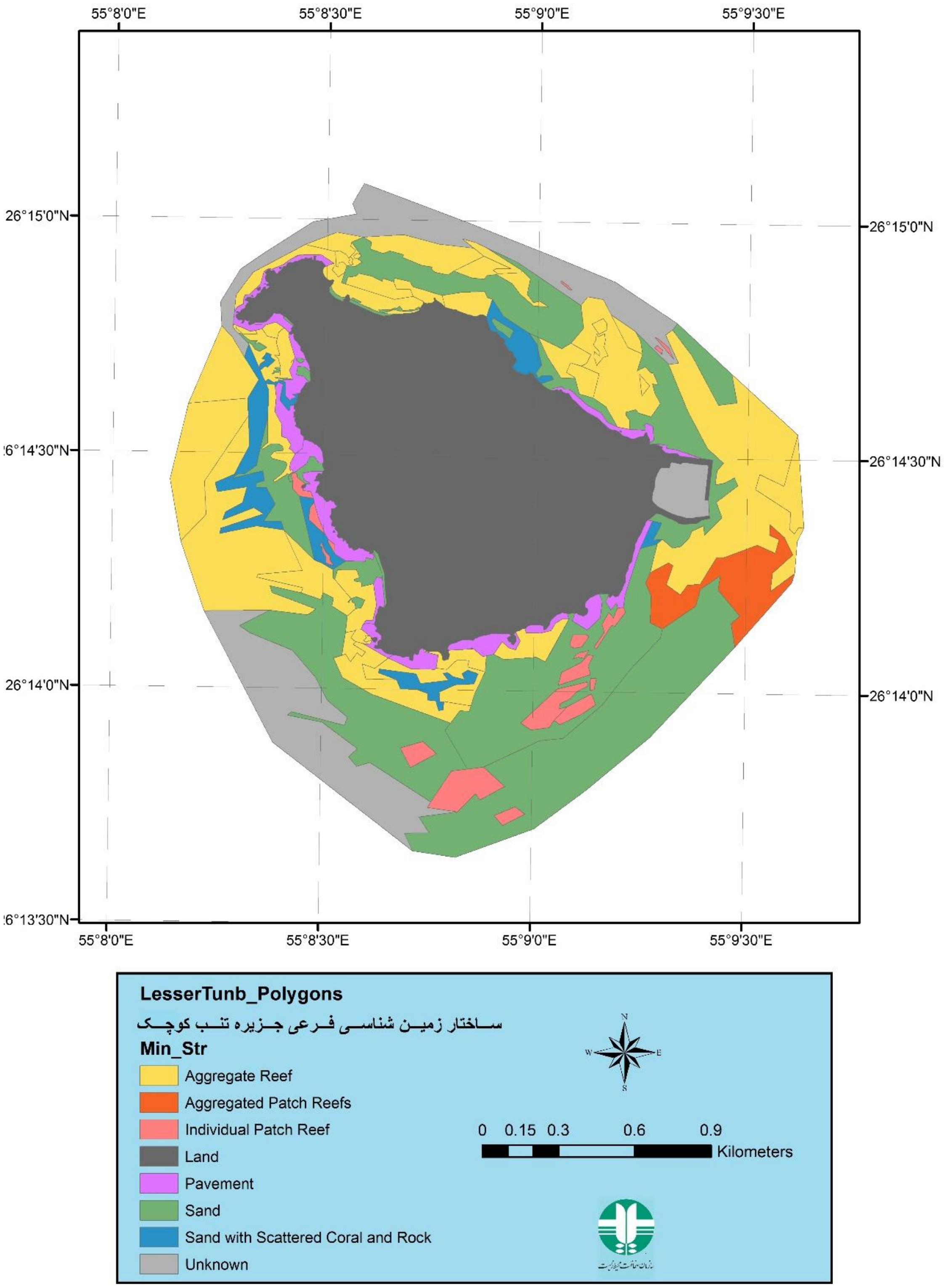
شکل ۳-۱۶۹. نقشه Major Geomorphological Structure جزیره تنب کوچک



شکل ۳-۱۷۰. نقشه Major Geomorphological Structure جزیره تنب کوچک

۳-۷-۴-۳ سطح سوم طبقه‌بندی: نقشه ساختار زمین شناسی فرعی جزیره تنب کوچک (Minor Geomorphological Structure)

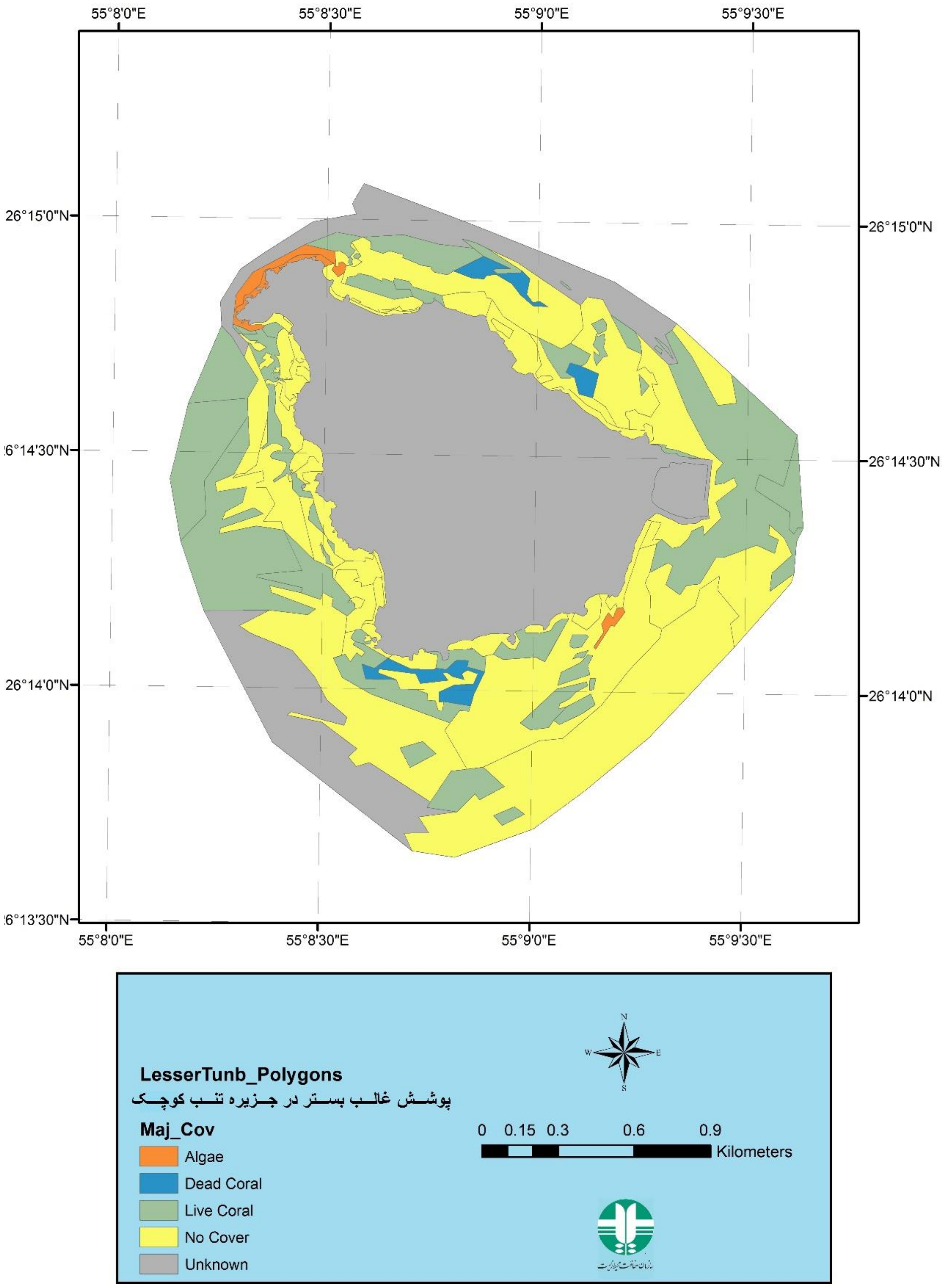
نقشه ساختار زمین شناسی فرعی جزیره تنب کوچک (شکل ۳-۱۷۱) نشان‌دهنده وجود حداقل ۶ ساختار فرعی متفاوت در اطراف جزیره تنب کوچک می‌باشد. عمده ساختار موجود در قسمت‌های ماسه‌ای، ساختار ماسه (Sand) می‌باشد. در قسمت‌های صخره‌ای ساختار غالب Aggregate Reef می‌باشد.



شکل ۳-۱۷۱. نقشه Minor Geomorphological Structure جزیره تنب کوچک

۳-۴-۷-۴ **سطح چهارم طبقه‌بندی**: نقشـــه پوشـــش بیولوژیکی اصـــلی آبهای جزیره تنب کوچک (Major Biological Cover)

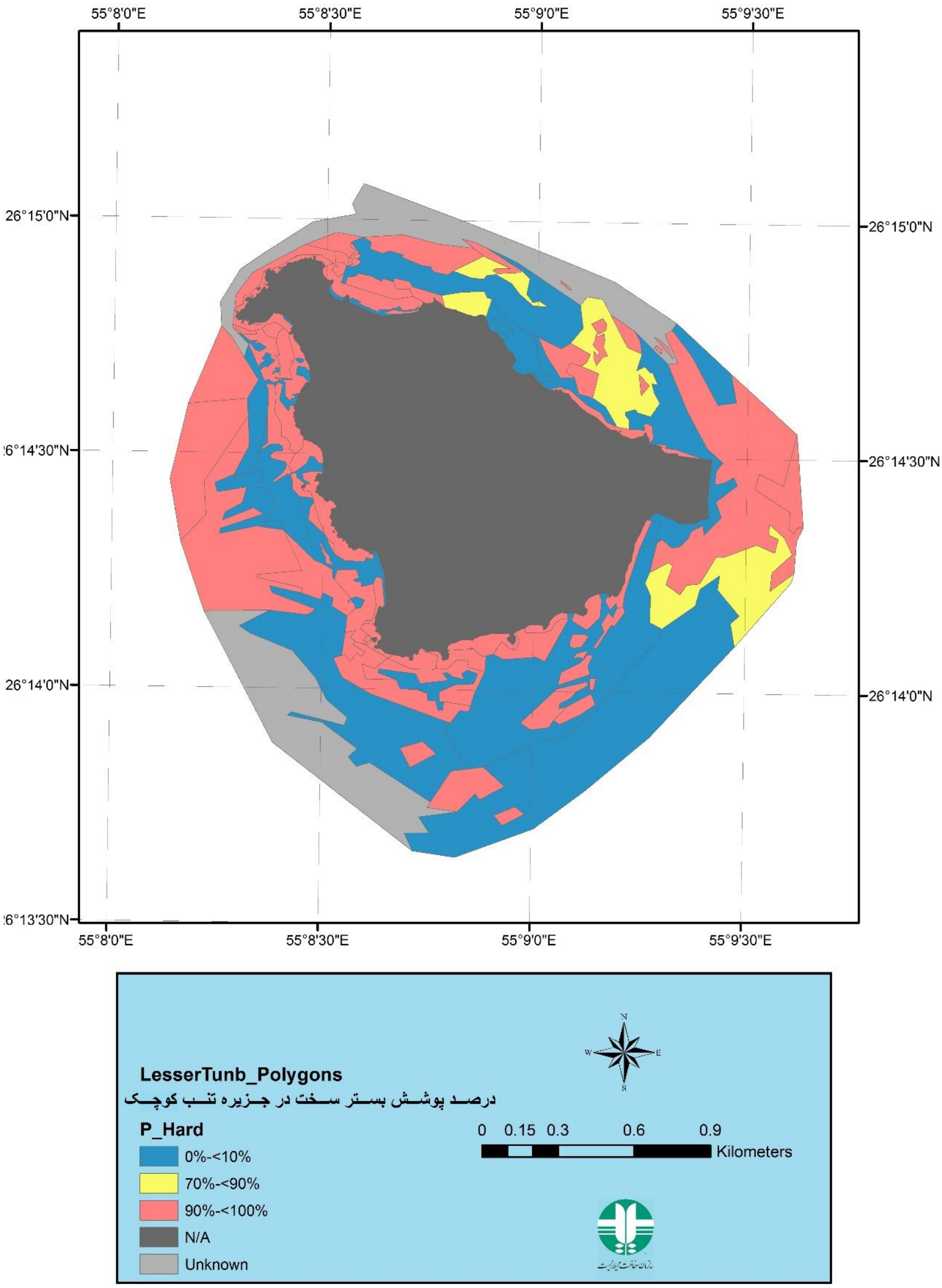
نقشه پوشش بیولوژیکی اصلی جزیره تنب کوچک (شکل ۳-۱۷۲) نشان‌دهنده حداقل ۴ کلاس از پوشش بیولوژیکی در این منطقه می‌باشد. مناطق ماسه‌ای بدون پوشش بیولوژیکی به طور گسترده در اطراف جزیره مشاهده گردید. همچنین پوشش جلبک (Algae) در شمال غرب جزیره و مناطقی با مرجان مرده (Dead Coral) در شمال و جنوب جزیره به صورت پراکنده مشاهده گردید. از سوی دیگر، مطابق نقشه، بخش عمده پوشش مرجان این جزیره در غرب و شرق آن متمرکز شده است.



شکل ۳-۱۷۲. نقشه Biological Major Cover جزیره تنب کوچک

۵-۷-۴-۳ سطح پنجم طبقه‌بندی: نقشه درصد پوشش بستر سخت (Percent Hardbottom)

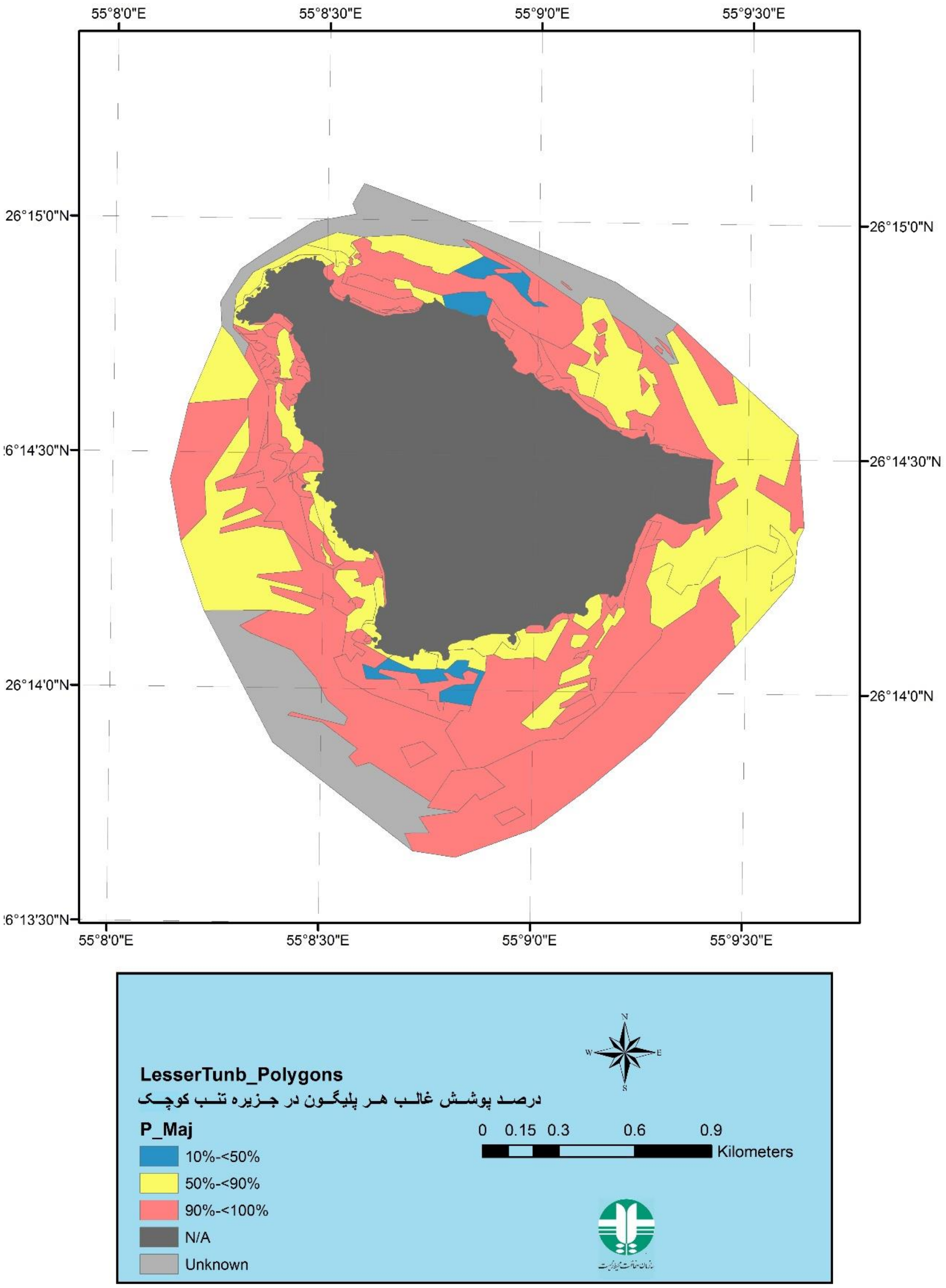
نقشه درصد پوشش بستر سخت برای جزیره تنب کوچک (شکل ۳-۱۷۳) بیانگر این است که اکثر پلیگونهای نگاشت شده در قسمت های غربی و شرقی جزیره دارای پوشش بالای ۹۰٪ بستر سخت و صخره ای هستند، در حالیکه در قسمت‌های جنوبی و شمالی این جزیره اکثر مساحت دارای پوشش کمتر از ۱۰٪ برای بستر سخت است.



شکل ۳-۱۷۳. نقشه Percent Hardbottom جزیره تنب کوچک

۶-۷-۴-۳ سطح ش شم طبقه‌بندی: نقشـه درصـد پوشــش بیولوژیکی اصـلی (Percent Major Cover)

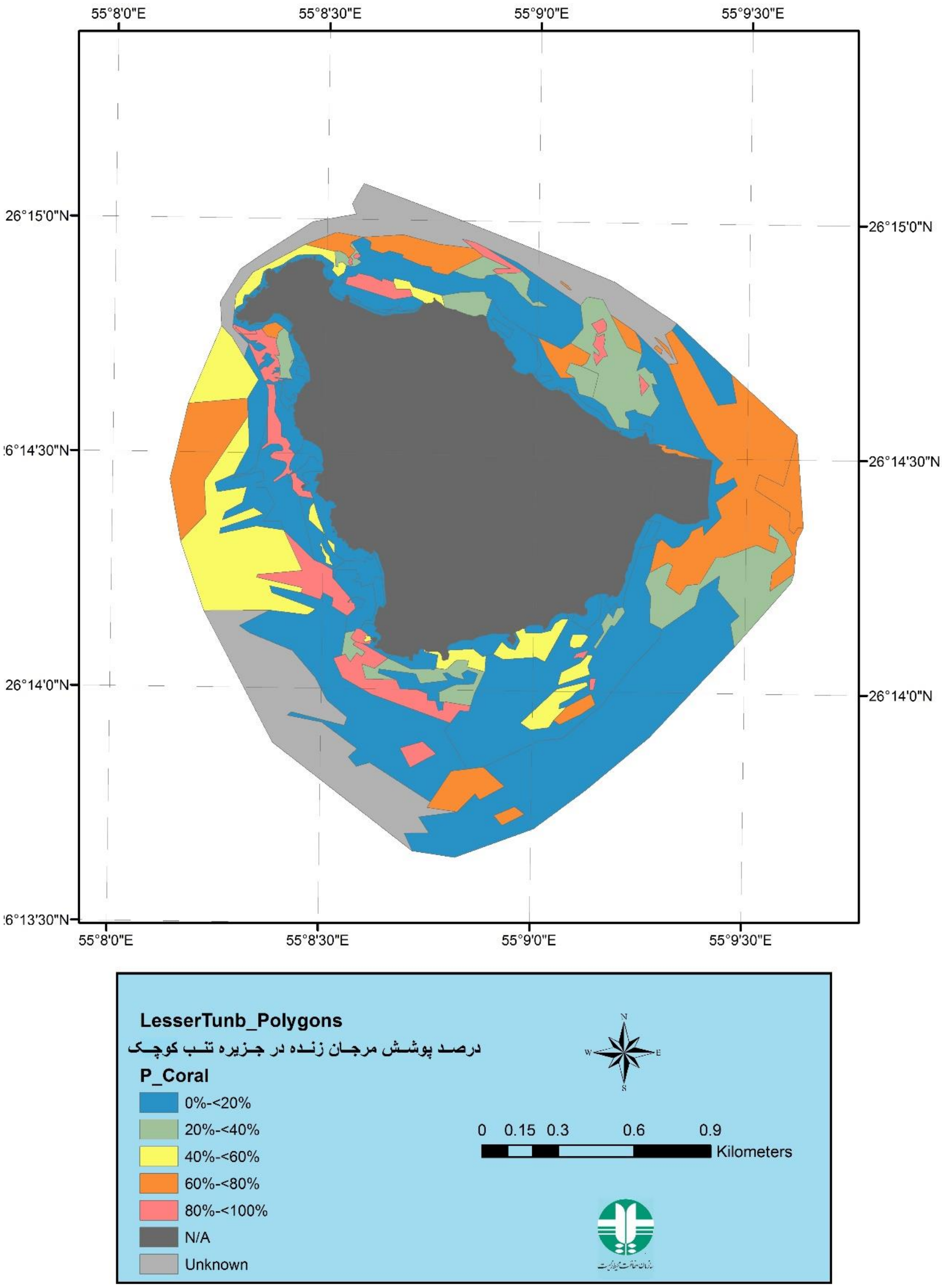
نق شه در صد پو شش بیولوژیکی ا صلی برای جزیره تنب کوچک (شکل ۳-۱۷۴) بیانگر این نکته ا ست که اکثر مساحت بستر در حاشیه جزیره تنب کوچک دارای پوشش غالب با درصد ۹۰٪-۱۰۰٪ می‌باشد که این نکته نشان‌دهنده‌ی یکنواخت بودن پوشش بیولوژیکی برای جزیره تنب کوچک نسبت به جزایر سیری و ابوموسی می‌باشد.

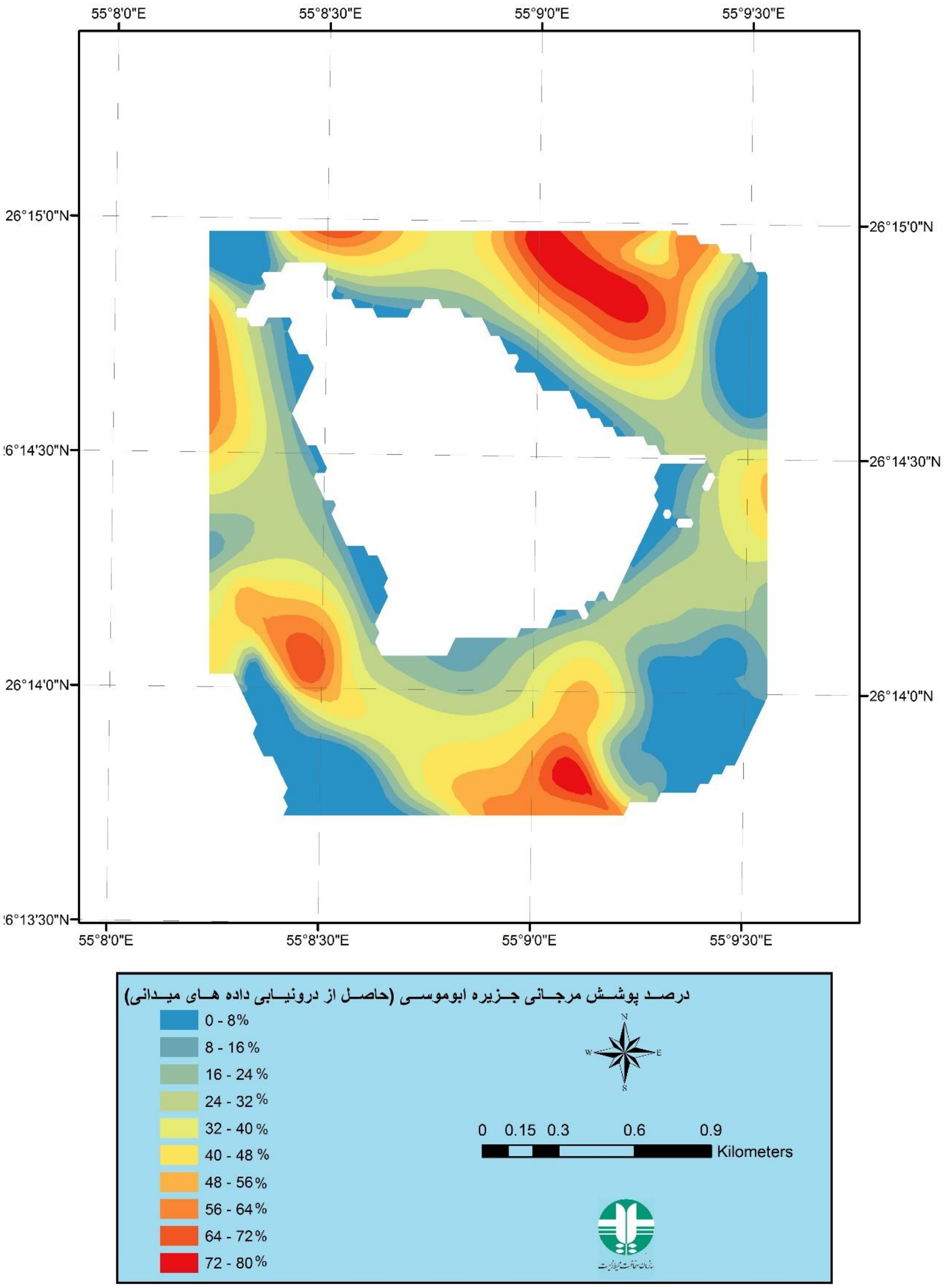


شکل ۳-۱۷۴. نقشه Percent Major Cover جزیره تنب کوچک

۷-۷-۴-۳ سطح هفتم طبقه‌بندی: نقشه درصد پوشش مرجان زنده (Percent Coral Cover)

نقشه درصد پوشش مرجان زنده برای جزیره تنب کوچک (شکل ۳-۱۷۵) نشان می‌دهد که مساحت بسیار کمی به پوشش مرجانی بالای ۹۰٪ اختصاص دارد که عمدتاً در غرب جزیره واقع شده‌اند. در مجموع مساحت بسیار بیشتری به پوشش مرجانی کمتر از ۵۰٪ اختصاص دارد که در شمال و جنوب جزیره قرار دارند.


55°8'0"E
55°8'30"E
55°9'0"E
55°9'30"E
26°15'0"N
26°14'30"N
26°14'0"N
26°13'30"N
LesserTunb_Polygons
درصد پوشش مرجان زنده در جزیره تنب کوچک
P_Coral
0%-<20%
20%-<40%
40%-<60%
60%-<80%
80%-<100%
N/A
Unknown
N
W
E
S
0 0.15 0.3 0.6 0.9
Kilometers



شکل ۳-۱۷۵. نقشه Percent Coral Cover جزیره تنب کوچک

فصل چهارم

بحث و نتیجه گیری

۱-۴- بحث و نتیجه گیری

اطلاعات بسیار اندک در سال های گذشته عدم بررسی پراکنش و تخمین آبسنگ های مرجانی در برخی از جزایر ایرانی خلیج فارس و نبود اطلاعات کافی و جامع در زمینه این زیستگاه‌ها در مناطق مذکور و نیاز اطلاعاتی به تخمین پوشش مرجانی و تنوع زیستی، انجام این بررسی را در الویت قرار می دهد. در حالی که اطلاعات کّم و مطلوبی در مورد جمعیت های مرجانی بخش جنوبی خلیج فارس موجود است، اطلاعات اندکی راجع به مرجان‌های بخش ایرانی خلیج فارس، به خصوص اطراف جزایر در استان هرمزگان موجود می باشد و از این رو مطالعه مرجان‌های این جزایر به روشن ساختن برخی از مجهولات اکوسیستم دریایی خلیج فارس مدد می رساند. از طرف دیگر، بدنبال شناسایی آبسنگ های طبیعی جدید، کار حفاظت از آنها تحت الویت قرار خواهد گرفت تا در حد امکان ذخایر موجود حفظ گردند و راه هایی جهت جلوگیری از تخریب غیرطبیعی آنها ارائه گردد.

۴-۱-۱ تعیین سلامت آبسنگ های مرجانی

اکوسیستم های مرجانی یکی از جوامع آبی کوچک اما شاخص در بسیاری از اکوسیستم های آبی هستند که دارای تنوع بالایی از جوامع گیاهی، جانوری و میکروارگانیسم های متعدد می باشند و به عنوان مهمترین پرورشگاه یا محل تکثیر، تغذیه و استراحتگاه بسیاری از آبزیان از جمله ماهیان، سخت پوستان، نرمتنان و بسیاری از موجودات آبزی دیگر به شمار می روند. با توجه به وجود جلبک های متعدد در اطراف آبسنگ ها و از طرفی تراکم بالای زوگزانتلاها در درون گونه های مختلف مرجان های سخت این اکوسیستم به عنوان یکی از اکوسیستم های فعال با تولیدات اولیه و ثانویه بالا محسوب می گردد (Nybakken, 2004). بنابراین بسیار مورد توجه محققان زیست محیطی، اکولوژیکی، شیلاتی و سایر محققان می باشند.

آبسنگهای مرجانی به دلیل داشتن گونه های زیاد، بسیار حساس به شمار می روند و از آنجا که بسیاری از موجودات وابسته به آبسنگ های مرجانی، منبع اصلی غذای ماهی ها، میگوها و دیگر گونه های حائز اهمیت محسوب می گردند. در مقیاس جهانی، ارزش کل کالاها و خدمات اقتصادی ارائه شده توسط صخره های مرجانی در حدود ۳۷۵،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰ دلار آمریکا در سال غذایی تخمین زده شده است که این مقدار برابر با مقدار متوسط حدود ۶۰۷۵ دلار در هر هکتار از صخره های مرجانی در سال می باشد (Edwards and Gomez, 2007).

اکوسیستم های مرجانی در بیش از ۱۰۰ کشور جهان پراکنش دارند و بیشترین پراکنش آنها در آب های گرمسیری و نیمه گرمسیری هستند و در حدود ۰/۱۷ درصد بیوم های آبی نواحی گرمسیری کره زمین را در بر می گیرند (Birkeland,1996; Spalding and Grenfell, 1997; Wilkinson, 2008). مساحت تحت پوشش آبسنگ های مرجانی در جهان بر اساس گزارش محققان مختلف، متغیر می باشد و این میزان از ۱/۵ تا ۳/۹ میلیون کیلومتر مربع متغیر است (Spalding and Grenfell, 1997). میزان مساحت آبسنگ های مرجانی در خلیج فارس بر اساس گزارش Smith (1978) ۱۲ هزار کیلومتر مربع و بر اساس گزارش Spalding and Grenfell (1997) ۳ هزار کیلومتر مربع تخمین زده شده است. با وجود مساحت کم آبسنگ های مرجانی در بیوم های اقیانوسی اما با توجه به ساختار زیستی منحصر به فرد در این جوامع، از اهمیت زیستی، اکوتوریسمی، اقتصادی و اکولوژیکی فوق العاده ای برخوردارند. به طوری که در حدود ۲۵ درصد گونه های جانوری و گیاهی اکوسیستم های آبی در صخره های مرجانی به ثبت رسیده است و از طرفی تعداد گونه های مناطق مرجانی در حدود ۱۰۰۰۰۰ گونه گزارش شده است که برخی از دانشمندان تخمین می زنند که پنج یا شش برابر این میزان در این مناطق می تواند وجود داشته باشد که هنوز ناشناخته مانده اند (Edwards and Gomez, 2007).

بر اساس موارد ذکر شده آبسنگ های مرجانی با وجود مساحت کم از اهمیت بالایی برخوردارند و حفاظت از آنها به عنوان یکی از دغدغه های سالیان اخیر در بین جوامع بین المللی مطرح می باشد. با

توجه به اهمیت حفاظت از این اکوسیستم مهم، سال ۲۰۰۸ به عنوان حفاظت از آبسنگ های مرجانی نامگذاری شده است (Wilkinson, 2008).

بر اساس گزارش محققان مختلف عواملی همچون گرمایش زمین، توسعه بی رویه صنایع، صید و صیادی، اسیدی شدن اکوسیستم های آبی، فاضلاب های صنعتی و پتروشیمی، فرسایش و طوفان‌های شدید از جمله مهمترین عوامل تخریب اکوسیستم های مرجانی معرفی شده اند (Wilkinson, 2008; Chan et al., 2014) و سال های اخیر اثرات منفی شدید بر پایداری، توسعه و رشد این اکوسیستم ها شده اند. بر اساس گزارشات محققین تحت تأثیر فزاینده عوامل طبیعی و انسانی، هم اکنون ۵۸٪ سنگفرش های مرجانی دنیا در معرض خطر و نابودی هستند (Bryant et al., 1998; Hughes et al., 1998). صید بی رویه، کشاورزی و از میان رفتن جنگل ها و شهر نشینی باعث بار زیاد رسوبات و سایر آلاینده ها در آب‌های ساحلی شده است که یوترفیکاسیون وسیع و فرسایش زیستگاه‌های بارور را بدنبال دارد (Grall and Chauvaud, 2002).

با تخریب سنگفرش های مرجانی، شالوده بسیاری از جوامع ساحلی تحت الشعاع قرار گرفته و صنعت گردشگری در کشورهای در حال توسعه استوایی را به نابودی خواهد کشاند (Wilkinson, 2004). بسیاری از کشورهای استوایی که دارای سنگفرش های مرجانی می باشند، فاقد منابع کافی جهت تربیت پرسنل، تجهیزات و امکانات مالی برای تأسیس پارک ملی دریایی برای حفاظت از سنگفرش های مرجانی اند تا بتوانند بازوی اجرایی را در مورد قوانین کنونی اجرا نمایند.

برای حفاظت از تنوع زیست دریا، به دانش چگونگی واکنش گونه ها به تغییرات زیست محیطی نیاز مبرمی است. این به ویژه در مورد سنگفرش های متنوع مرجانی ولی در معرض خطر بخش ایرانی خلیج فارس احساس می شود. از اینرو به پایش دقیق و بررسی سلامتی سنگفرش های مرجانی نیاز مبرمی می باشد تا توسعه پایدار و مدیریت صحیحی بر آنها اعمال گردد.

اطلاعات در مورد تخریب و احیاء آبسنگ های مرجانی بر اثر عوامل طبیعی و انسانی قبلاً توسط Endean (1976) نقد شده است و وی به بررسی های بیشتر در این مورد تأکید ورزیده است.

یکی از راه های بررسی وضعیت مرجان های اکوسیستم های آبی مختلف، بررسی پراکنش، تنوع گونه ای و وضعیت سلامت گونه های مختلف در طی مطالعات و ارزیابی های و آزمایشگاهی می باشد. در سال های اخیر مطالعات متنوعی در زمینه بررسی پراکنش، تنوع گونه ای و وضعیت سلامت آبسنگ های مرجانی در کشورهای مختلف صورت گرفته است و بر اساس گزارشات مختلف وضعیت سلامت اکثریت اکوسیستم های مرجانی در شرایط مساعدی قرار ندارند و تحت تأثیر عوامل مختلف طبیعی و انسانی می باشند (Wilkinson, 2008).

در مطالعه حاضر وضعیت سلامت آبسنگ های مرجانی در آب های اطراف جزایر ابوموسی، سیری، تنب بزرگ و تنب کوچک مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس بررسی انجام شده و نتایج به دست آمده از هر چهار جزیره از جایگاه نسبتاً مناسبی برخوردار هستند. بالاترین درصد پوشش مرجانی در ایستگاه شماره ۱ جزیره تنب کوچک (شرق جزیره تنب کوچک) بود که حدود ۸۳ درصد بستر توسط مرجان های سخت زنده (HC) پوشیده بود. سپس سایت شماره ۳ جزیره سیری (شرق جزیره سیری) و سایت شماره ۲ جزیره تنب کوچک (شمال غرب جزیره تنب کوچک) هر دو با ۵۸ درصد مرجان سخت زنده، سایت های شماره ۳ و ۴ جزیره ابوموسی (شمال غرب جزیره ابوموسی) به ترتیب با حدود ۵۴ و ۵۳ درصد مرجان سخت زنده و کمترین میزان پوشش مرجانی در ایستگاه شماره ۲ (غرب جزیره تنب بزرگ) با ۲۷ درصد پوشش مرجانی مشاهده گردید.

اما بر اساس میزان پوشش مرجانی در کل آب های اطراف جزایر بیشترین میزان درصد پوشش مرجانی به ترتیب در جزایر تنب کوچک (۷۰/۵ درصد)، ابوموسی (۵۲ درصد)، سیری (۴۲ درصد) و سپس تنب بزرگ (۳۷ درصد) مشاهده گردید. از دلایل اصلی درصد پوشش بالا در جزیره تنب کوچک وسعت کم این جزیره می باشد. جزیره تنب کوچک علیرغم پوشش مرجانی بالا از سلامت نسبتاً پایینی برخوردار

بود. به طوری که بیشترین سلامت مرجانی به ترتیب در جزایر تنب بزرگ (۱۰۰٪)، سیری (۶۷٪)، تنب کوچک (۵۰٪) و ابوموسی (۵۰٪) مشاهده گردید.

بر اساس مطالعات مقصودلو و همکاران میزان درصد پوشش مرجانی در غرب و شمال غرب جزیره فارور ۲۵/۹ درصد گزارش شده است (Maghsoudlou et al., 2008) و در جزیره هنگام ۴۸/۶ درصد و در جزایر کیش، لارک و خلیج نایبند بین ۱۵ تا ۳۵ درصد گزارش شده است (Maghsoudlou, 2005). بر اساس مطالعه ای در دسامبر سال ۲۰۰۹ میزان درصد پوشش مرجان های زنده در جزیره قشم معادل ۱۰/۲۷ درصد گزارش شده است (Kavousi et al., 2011). مطالعات یاوری و همکاران میزان درصد پوشش پوشش زنده آبسنگ های مرجانی در جزایر فارور ۶۸/۷۵ درصد، فارورگان با ۲۲/۵ درصد، خارک ۶۸ درصد ، خارکو ۶۴ درصد، کیش ۲/۵ تا ۷۴/۳۸ درصد، هندورابی ۲۱/۲۵ درصد و منطقه نایبند ۴۲/۵ درصد گزارش کردند.

در آب های امارات میزان پوشش مرجانی از ۱۰ درصد در سواحل ابوظبی و در جزایر یاست (Yasat) و دالما (Dalma) بین ۶۰ تا ۱۰۰ درصد گزارش شده است و در کشور عمان در شبه‌جزیره موسیوند (Musandam Peninsula) در برخی مناطق در اعماق ۲ تا ۴ متر درصد پوشش مرجانی به ۸۰ درصد می رسد بنابراین می توان گفت جزایر مورد مطالعه شامل جزایر ابوموسی، سیری، تنب بزرگ و تنب کوچک از درصد پوشش بالاتری نسبت به سایر جزایر ایرانی برخوردارند و همراستا با برخی مناطق خلیج فارس از جمله برخی جزایر کشور امارات می باشند.

از مهمترین دلایل کاهش درصد پوشش زنده مرجانیان می توان به افزایش دمای سطحی آب دریاها اشاره کرد. دمای سطحی خلیج فارس تا ۳۸ درجه سانتیگراد هم گزارش شده است (Baker et al., 2004)، از طرفی میزان دمای مینیمم در خلیج فارس تا ۱۲ درجه سانتیگراد در زمستان گزارش شده است (Sheppard et al., 2013)، این نوسانات دمایی سالانه (در حدود ۲۶ درجه سانتیگراد) می تواند یکی از عوامل مؤثر در رشد نامناسب، افزایش بیماری ها، سفیدشدگی و مرگ و میر مرجانیان باشد.

افزایش دمای آب می تواند باعث افزایش حلالیت عناصر غذایی و مواد شیمیایی، افزایش جذب مواد بیوتیک و همچنین افزایش میزان سمیت در مرجانیان گردد و به عنوان یک عامل مهم در مرگ و میر مرجانیان محسوب می شود (Pastorok and Bilyard, 1985) و به عنوان یکی از مخرب ترین عوامل کاهش جمعیت، رشد و تنوع آبسنگ های مرجانی می باشد، به طوری در سال ۲۰۰۵ که یکی از گرمترین سال ها در نیمکره شمالی از سال ۱۹۹۸ تا آن زمان بود، بیشترین مرگ و میر و تخریب مرجان ها در دریای کارائیب مشاهده گردید.

میزان اپتیمم دما برای رشد مرجانیان دمای بین ۱۸ تا ۲۵ درجه سانتیگراد گزارش شده است و در صورت فاصله گرفتن از این محدوده شوک دمایی به مرجانیان وارد می شود و باعث سفیدشدگی و در نهایت مرگ آبسنگ های مرجانی می گردد. سفید شدگی یک عارضه در مرجان های سخت می باشد که تحت تأثیر عوامل مختلف فیزیکی، شیمیایی و زیستی در محیط اطراف مرجان ها ایجاد می گردد. تحت تأثیر فرآیندهایی همچون افزایش یا کاهش میزان نور و دما، تغییرات شوری، بیماری های عفونی و باکتریایی، رسوبگذاری، آلودگی های نفتی و مواد سمی ایجاد می گردد. تحت تاثیر این عوامل تک سلولی های همزیست (زوگزانتلاها) مرجانیان از بین می روند و قادر به انجام فتوسنتز نخواهند بود. لذا سفید شدگی و مرگ مرجانیان به وقوع می پیوندد. سفیدشدگی به عنوان یکی از شاخص های ارزیابی سلامت مرجانیان کاربرد زیادی دارد (Jokiel, 2004).

بر اساس نتایج تحقیق حاضر سلامت آبسنگ های مرجانی چهار جزیره مورد مطالعه نسبت به اکثریت جزایر خلیج فارس از جایگاه نسبتاً مناسبی برخوردارند به طوری که بر اساس گزارش Rezaei et al., (2004) میزان سلامت و مرجان های زنده بخشی از جوامع مرجانی در آب های کم عمق خلیج فارس در سال های ۱۹۹۶، ۱۹۹۸ و ۲۰۰۲ کمتر از ۱ درصد رسیده است و درصد بسیار کمی از مرجان ها در سال های بعد برگشت پذیر و رو به بهبود بوده اند و با افزایش عمق میزان بهبود و سلامت آبسنگ ها بیشتر بوده است (Rezaei et al., 2004). بر اساس گزارش ایشان در ۱۰۰ سال قبل تقریباً همه آبسنگ

های مرجانی از سلامت کامل برخوردار بوده اند، اما در سال های اخیر تحت تأثیر فعالیت های انسانی و گرمایش زمین تراکم و سلامت آبسنگ های مرجانی کاهش یافته است. بر اساس گزارش مقصودلو و همکاران در سال ۲۰۰۸ عوامل متعددی بر سلامت آبسنگ های مرجانی خلیج فارس تأثیرگذارند که از این عوامل در کشورهای مختلف متفاوت می باشند که مهمترین این عوامل می توان به افزایش دمای سطحی، صید و صیادی، ساخت و سازهای ساحلی، رسوبگذاری، آلاینده های نفتی، فاضلاب های صنعتی و پتروشیمی و حمل و نقل های دریایی اشاره کرد. بر اساس گزارشات گذشته در ۴۰ سال اخیر چندین پدیده سفید شدگی شدید در بین مرجان های جهان اتفاق افتاده است که از مهمترین آنها می توان به سفید شدگی مرجان در اقیانوس هند و غرب اقیانوس آرام در سال ۱۹۹۸ و همچنین سفید شدگی وسیع در دریای کارائیب در سال های ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶ اشاره کرد که از مهمترین دلایل این سفید شدگی علاوه بر تغییرات اقلیمی، فشارهای انسانی نیز می توان نام برد، زیرا در مناطقی که تراکم جمعیتی شهرها بیشتر بوده است میزان تخریب و سفیدشدگی مرجان ها نیز وسیعتر بوده است (Wilkinson, 2008).

یکی از دلایل اصلی تخریب و مرگ ومیر آبسنگ های مرجانی در دنیا بخصوص در مناطق صنعتی، اسیدی شدن آب های اقیانوسی می باشد که باعث تخریب لایه کلسیمی و فرایند کلسیمی شدن در موجودات آبزی می گردد. محققان پیش بینی کرده اند با این روند اسیدی شدن آب ها میزان آبسنگ های مرجانی تا سال ۲۰۵۰ در حدود ۲۰ تا ۵۰ درصد کاهش می یابد (Wilkinson, 2008).

در خلیج فارس علاوه بر تغییرات دمایی شدید، شوری بالا، رسوبگذاری ها، اسیدی شدن و فعالیت های صید و صیادی، طوفان ها و امواج شدید هم از جمله عوامل سفیدشدگی، تنوع، رشد کم و تخریب مرجان ها محسوب می شوند. در تحقیق حاضر در سایت شماره ۱ جزیره ابوموسی امواج شدید به عنوان عامل اصلی تخریب مرجان ها و در سایت شماره ۲ و ۳ امواج و فعالیت های صید و صیادی و لنگراندازی قایق ها و لنج ها و در سایت ۴ پراکنش زباله های انسانی و لنگراندازی ها به عنوان عوامل مخرب و عامل

شکستگی مرجانیان معرفی گردید. در جزیره سیری در سایت شماره ۱ عامل مخربی مشاهده نگردید، اما در سایت ۲ پراکنش زباله های انسانی و لنگراندازی ها و در سایت شماره ۳ پراکنش زباله های انسانی، تورهای صیادی و گرگورهای و لنگراندازی ها به عنوان عوامل مخرب و عامل شکستگی مرجانیان معرفی می گردند. در جزایر تنب بزرگ و کوچک مهمترین عامل تخریب و شکستگی مرجان ها می توان به لنگراندازی قایق ها و لنج ها و پراکنش تورهای صیادی اشاره کرد.

در اطراف جزایر مورد مطالعه خروجی فاضلاب مشاهده نگردید و تنها در جزیره سیری خروجی فاضلاب شرکت نفت وجود داشت که در محدوده ساحل شنی مشاهده گردید و در محدوده پراکنش وسیع مرجانیان قرار نمی گرفت. از طرفی سفیدشدگی در جزایر مورد مطالعه به صورت جزیی و کم در تنب کوچک و در ابوموسی مشاهده گردید. بنابراین می توان گفت از عوامل مؤثر در در تخریب مرجان ها در مطالعه حاضر فعالیت های انسانی از جمله لنگراندازی و فعالیت های طبیعی مثل توفان ها و امواج شدید در بستر باشد در صورت تأثیر مستقیم دمایی و مواد شیمیایی و یا اسیدی شدن وجود داشت می بایست میزان سفید شدگی بالا باشد. به نظر می رسد یکی از دلایل عدم سفیدشدگی یا سفیدشدگی کم در جزایر مطالعه رشد مرجان ها در عمق زیاد باشد که کمتر تحت تأثیر تغییرات اقلیمی قرار می گیرند و از طرفی جریانات سرد در اطراف آنها بیشتر می باشد.

یکی دیگر از شاخص های سلامت آبسنگ های مرجانی تراکم و تنوع گونه ای ماهیان اطراف آبسنگ ها می باشند. زیرا حدود ۱۰درصد صید ماهیان شیلاتی دنیا در مناطق مرجانی صورت می پذیرد و در حدود ۲۵ درصد گونه های ماهیان دریایی در اطراف آبسنگ های مرجانی یافت می شوند بنابراین، آبسنگهای مرجانی به دلیل داشتن گونه های زیاد ماهی یکی از زیستگاه های حساس ماهیان محسوب می شوند و بر اساس تنوع گونه ای ماهیان می توان وضعیت سلامت و شرایط زیستگاهی و اکولوژیکی اکوسیستم های مرجانی را ارزیابی نمود. بطور کلی از نظر تنوع گونه ای ماهیان، در تمامی جزایر مورد مطالعه، تنوع گونه ای ماهیان از شرایط نسبتا مساعدی برخوردار بود به طوری که انواع گونه های پروانه

ماهی از جمله پروانه ماهی عربی Arabian butterflyfish (*Chaetodon melapterus*)، پروانه خال سیاه Blackspotted butterflyfis (*Chaetodon nigropunctatus*) ، پروانه باله بلند، فرشته ماهی Pomacanthus maculosus ، ماهی راس Thalassoma lunare، سرخو خالدار، هامورماهیان، طوطی ماهیان، گیش ماهیان، شانک ماهیان و غیره مشاهده شد که نمونه هایی که از نظر تعیین سلامت به عنوان شاخص محسوب می شوند در نمودارهای تعیین سلامت در نتایج ذکر شدند که بطور کلی فرشته ماهیان، پروانه ماهیان و طوطی ماهیان به عنوان گونه های با تراکم بالا بودند. بر اساس مطالعات Fatemi و Shokri (۲۰۰۱) در جزیره کیش تراکم پروانه ماهیان، سرخوماهیان و طوطی ماهیان در اطراف آبسنگ های مرجانی از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۱ کاهش نشان داد و در خلیج نایبند تراکم پروانه ماهیان نسبتا بالا بود که از دلایل کاهش ماهیان، افزایش صید های تجاری ماهیان و افزایش صیدهای آکواریومی می باشد. نتایج مطالعه حاضر با نتایج یاوری و همکاران در سال ۱۳۸۶ در جزایر کیش، خارک، خارکو، فارور و فارورگان و خلیج نایبند همخوانی داشت در گزارش ایشان تراکم بالای پروانه ماهی خال سیاه و فرشته ماهی هاماد به عنوان یکی از شاخص های مهم ماهیان در جزایر خلیج فارس معرفی شدند که با نتایج بطور کلی، با افزایش تراکم و تنوع ماهیان، تنوع مخرب های بیولوژیک بر سطح آبسنگ های مرجانی مانند اسفنج ها، جلبک ها و توتیاها و حتی لاروهای این جانوران و نرمتنان و سایر بیوفولینگ ها و اپی بیونت ها کاهش می یابد و آبسنگ ها از سلامت بالاتری برخوردارند.

بر اساس نتایج به دست آمده تراکم بالای گونه های ماهی به عنوان عاملی در جهت کاهش جمعیت عوامل بیولوژیک و گونه های مخرب مانند توتیای دریایی، جلبک ها و اسفنج ها شده است. بر اساس مشاهدات انجام شده وجود تنوع گونه ای بالای ماهیان و تراکم چشمگیر گونه های مختلف در جزایر مطالعه نشان از امنیت غذایی و عدم وجود فعالیت های صیادی مداوم و شدید در این مناطق می باشد. از عوامل اصلی کاهش صید و صیادی در اکوسیستم های مرجانی و سایر مناطق اطراف جزایر مورد مطالعه حضور دائم نیروهای نظامی در منطقه می باشد که امکان حضور صیادان در این نواحی وجود

ندارد و صیادان هیچگونه مجوزی برای فعالیت های صیادی در آب های اطراف این جزایر را ندارند لذا این مناطق به مناطق قرق شده تبدیل شده اند و یک الگوی مناسبی برای ایجاد مناطق قرق در سایر نقاط مرجانی خلیج فارس محسوب می شوند که می توان با ایجاد محدودیت های لازم برای فعالیت های صید و صیادی هم از اکوسیستم های مرجانی حفاظت نمود و همچنین مناطق زادآوری و مولدین گونه های مختلف ماهی را گسترش داد.

یکی دیگر از شاخص های سلامت بررسی بیمهرگانی مانند خارپوستان از جمله توتیای خارکوتاه، توتیای خاربلند، توتیا قلمی، خیارهای دریایی و ستاره های دریایی، سخت پوستان از جمله میگوی خط قرمز، لابستر، و نرمتنانی مانند Giant Clam می باشند هر چه تراکم خارپوستان بالاتر باشد معمولا سلامت آبسنگ ها پایین و هر چه سخت پوستانی مانند لابستر و نرمتنان بزرگ جثه بیشتر باشد سلامت آبسنگ ها بالاتر خواهد بود (Freiwald et al., 2015). در مطالعه حاضر در تمامی جزایر مورد مطالعه تراکم خارپوستان پایین بود که نشان دهنده سلامت نسبتا مطلوب آبسنگ های مرجانی در جزایر ابوموسی، سیری، تنب کوچک و تنب بزرگ می باشد. بر اساس مطالعات Valavi و همکاران (۲۰۱۰) در جزایر کیش، خارک، خارکو، هندورابی، فارور و فارورگان و خلیج نایبند، در مناطقی که تراکم توتیای خارکوتاه بالا بود تنوع و درصد پوشش مرجانی پایین بود و سلامت آبسنگ های مرجانی کاهش داشت بر اساس گزارش ایشان از مهمترین عوامل افزایش تراکم توتیای دریایی صید تجاری زیاد و کاهش ماهیان شکارچی توتیاها می باشد. بر اساس مطالعات Fatemi و Shokri(۲۰۰۱) تراکم توتیای دریایی در اطراف آبسنگ های مرجانی خلیج نایبند یکی از عوامل کاهش سلامت آبسنگ های مرجانی گزارش شده است.

یکی دیگر از شاخص های سلامت آبسنگ های مرجانی وجود بیماری هایی مانند خط سفید، خط قرمز و خط زرد بر سطح آبسنگ های مرجانی می باشد از مهمترین عوامل موثر بر بیماری های آبسنگ های مرجانی ورود انواع آلاینده ها و فاضلاب های متفاوت می باشد (Raymundo et al., 2008). بر اساس

مطالعات حاضر تنها در آبسنگ های مرجانی جزیره ابوموسی بیماری خط سفید With Line) (Syndrum مشاهده گردید. در سال ۲۰۰۰ بیماری خط زرد (Yellow Band Disease) در جزیره فارور و هم چنین در سال ۲۰۰۱ در جزیره کیش گزارش شده است (Fatemi and Shokri, 2001) .

۲-۱-۴ شناسایی گونه ها

در پروژه حاضر، بر اساس مطالعات تاکسونومیک گونه های مرجان های سخت در جزایر تنب بزرگ، تنب کوچک، ابوموسی و سیری، ۵۲ گونه مرجان سخت متعلق به ۲۵ جنس و ۱۱ خانواده شناسایی شدند. از این میان خانواده Acroporidae با ۱۲ گونه، خانواده Merulinidae با ۱۰ گونه و خانواده Poritidae با ۹ گونه دارای بیشترین فراوانی گونه و خانواده‌های Psammocoridae و Siderastreidae با تنها یک گونه دارای کمترین فراوانی گونه در این جزایر بودند. در مجموع تعداد ۳۴ گونه مرجان سخت در جزیره تنب بزرگ، ۳۶ گونه در تنب کوچک، ۳۰ گونه در ابوموسی و ۱۴ گونه در جزیره سیری به ثبت رسید. در گزارش مقصودلو و همکاران (۲۰۰۸) تعداد گونه های مرجان های سخت خلیج عمان را ۱۲۰ گونه و خلیج فارس را تا ۶۸ گونه پیش بینی کرده اند و رضایی و همکاران (۲۰۰۴) نیز تنوع گونه ای خلیج فارس را کمتر از ۴۰ گونه و تنوع گونه ای در خلیج عمان را ۱۰۷ گونه گزارش کرده اند. اما آخرین بازنگری‌ها در فهرست گونه‌های مرجان سخت به ثبت رسیده در خلیج فارس، حضور تنها حدود ۴۰ گونه را در منطقه پیش‌بینی کرده است (Riegl & Purkis, 2012). و بر اساس مطالعات یاوری و همکاران (۱۳۸۶) حضور ۴۴ گونه مرجان سخت در شمال خلیج فارس گزارش شده است به طوری که در خلیج نایبند ۱۴ گونه، هندورابی ۲۰ گونه، خارک و خارکو ۲۱ گونه، کیش ۲۸ گونه و فارور و فارورگان ۲۹ گونه مرجان سخت شناسایی شدند. Owfi و همکاران (۲۰۱۵) تنوع

گونه ای ارائه شده در مطالعات مختلف از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰ را بررسی کردند و تنوع گونه ای مرجان های سخت در آب های ایرانی خلیج فارس معادل ۳۶ گونه و دریای عمان را ۷۰ گونه گزارش کردند.

میزان تنوع گونه ها در کویت ۳۵ گونه گزارش شده اند و گونه های شاخص *Porites harrisoni, Acropora arabensis A. downingi* بوده اند و در آب های بحرین ۲۵ گونه مرجان سخت متعلق به ۱۹ جنس، در آب های امارات بیش از ۴۳ گونه مرجان سخت گزارش شده که به عنوان یکی از نقاط داغ تنوع زیستی در خلیج فارس محسوب می شوند. آب های قطر از تنوع گونه ای کمی برخورداند و غنای گونه ای در این کشور ضعیف می باشد، به طوری که در آب های ساحلی آن تنوع گونه ای مرجان های سخت کمتر از ۲۰ گونه می باشند. در آب های ایران تا کنون در حدود ۳۶ گونه مرجان سخت (Maghsoudlou et al., 2008) و بر اساس گزارش یاوری و همکاران (۱۳۸۶) ۴۴ گونه گزارش شده است که بیشترین تنوع آن در جزایر فارور، خارک و خارکو می باشد اما بر اساس گزارش مقصودلو و همکاران (۲۰۰۸) بیشترین تنوع گونه ای آبسنگ های مرجانی در جزیره کیش شناسایی شده است، در حالی که نتایج بدست آمده از این مطالعه نشان می‌دهد که تنوع گونه ای مناطق مورد مطالعه بیش از جزیره کیش و فارور با حدود ۵۲ گونه می باشد. بر طبق مطالعات یاوری و همکاران (۱۳۸۶) یکی از دلایل بالا بودن تنوع گونه ای جزایر ناحیه شرقی خلیج فارس به دلیل نزدیک بودن به تنگه هرمز و دریای عمان می باشد که از تنوع گونه ای بالای این منطه بهره می برد.

تنوع گونه ها در خلیج عمان ۱۰۷ و در سواحل دریای عرب ۲۵ گونه معرفی شده اند که بیشتر گونه ها متعلق به جنس های *Pocillopora* و *Acropora* و بیشترین تنوع گونه در خانواده های Acroporidae و Fungidae گزارش شده اند (Maghsoudlou et al., 2008).

در دریای سرخ بیش از ۳۰۰ گونه مرجان شده است که بیشترین تنوع در حدود ۲۰۹ گونه مرجان سخت و گونه مرجان نرم از آب های مصر در دریای سرخ شناسایی شده اند (Kotb et al., 2008).

بیشترین تنوع گونه ای مرجان های سخت (بیش از ۷۵ درصد گونه ها) در مثلث جهانی مرجان ها یعنی اندونزی، مالزی، گینه نو و جزایر سولومون با بیش از ۶۰۰ گونه می باشند (Tun et al., 2008).

به طور کلی، مرجان های خلیج فارس و دریای عمان زیر مجموعه کاهش یافته ای از مرجان های Indo-Pacific می باشند و پراکندگی گونه های مرجان بر اساس خانواده در خلیج فارس نسبت به Indo-Pacific کمی غیر معمول است. به طور مثال در Indo-Pacific، خانواده Acroporidae با تقریبا ۲۰۰ گونه بیش از ۳۰ درصد گونه های گزارش مرجان منطقه را تشکیل داده است و این در حالی است که در خلیج فارس تنها ۱۰ الی ۱۱ گونه از این خانواده حضور دارند که این میزان حدود ۱۵ درصد گونه های شناخته شده مرجان را تشکیل می دهد. در ارتباط با خانواده Fungiidae نیز در Indo-Pacific حدود ۴۴ گونه از آن ها شناسایی شده است و این در حالی است که از این خانواده تنها ۱ گونه گزارش شده است. در مقابل خانواده Siderastreidae، Faviidae و Dendrophylliidae با میزان ۲ الی ۳ گونه بیش تر از Indo-Pacific می باشند. بیشترین تنوع گونه ای مرجان های خلیج فارس متعلق به خانواده Faviidae می باشد اما در Indo-Pacific، بیشترین تنوع گونه ای مربوط به خانواده Acroporidae است. به طور کلی می توان بیان کرد که تنها ۱۰ درصد مرجان های Indo-Pacificدر خلیج فارس حضور دارند (Coles, 2003).

تا کنون مطالعات جامعی و کاملی بر روی تنوع ژنتیکی و فیلوژنی تمامی جنس ها و گونه های مرجان های سخت صورت نگرفته است بنابراین تغییرات اسامی گونه ای بر اساس مطالعات ژنتیکی به ندرت صورت گرفته است و بر اساس ساختار ریخت شناسی و مورفولوژیکی مطالعات در حد شناسایی ساختارهای کورالیت ها و شکل و رنگ کلونی های مرجانی می باشد. یکی از دلایل کمبود اطلاعات در زمینه مطالعات فیلوژنتیکی آبسنگ های مرجانی می توان به حضور انواع همزیست ها و تداخل ژنی آنها با آبسنگ های مرجانی باشد که مطالعات ژنتیکی را دچارمشکل کرده است لذا اکثریت محققان بر

مطالعات مورفولوژیکی و سپس ژنتیکی تاکید دارند (Veron et al., 1996; Coles, 2003; Stefani et al., 2008)

Flot و Tillier در سال ۲۰۰۶ به بررسی سیستماتیک و مولکولی جنس *Pocillopora* در هاوایی پرداختند. نتایج آن ها نشان داد *P. lingulata* و *P. eydouxi* مونوفیلتیک می باشند. همچنین مارکر مولکولی ITS 2 حاوی اطلاعات مفیدی برای جنس *Pocillopora* محسوب می شود. Veron و همکاران در سال ۱۹۹۶، توالی ژن های مختلف ناحیه انتهایی '۵ در 28s rRNA هسته ای، را در ۱۵ گونه متعلق به ۱۴ جنس و ۱۰ خانواده، مورد بررسی قرار داد. نتایج مولکولی نشان می داد که طبقه بندی جنس ها در خانواده های قدیمی درست بوده اما قرار گیری در زیر رده ها شک برانگیز است. Veron همچنین اشاره کرد Scleractinia منوفیلیتیک هستند، بدین معنی که خانواده های کنونی دارای جد مشترک بوده اند که پس از آن به دو گروه اصلی تقسیم شده اند.Romano و Cairns در سال ۲۰۰۰، نشان دادند که سکانس های 28s rRNA هسته ای، در بررسی ارتباط بین خانواده های Scleractinia نسبت به سکانس های 16s rRNA میتوکندریایی (تعداد کم کاراکتر متغیر) کمتر قابل استفاده است. اگرچه توپولوژی درخت 28s و 16s به طور کلی شبیه هم هستند، اما گروه بندی در توپولژی 28s، آنالیز bootstrap را اصلا و یا خیلی کم حمایت می کند. Stefani و همکاران در سال ۲۰۰۸، به بررسی تفکیک ژنتیکی و مورفولوژی گونه های متعلق به جنس *Psammocora* پرداختند. نتایج مولکولی و مورفولوژیک نشان می دهد که *P. haimeana* و *P. profundacella* را نمی توان به طور مشخص مجزا در نظر گرفت. آنالیز فیلوژنی نیز تایید کرد که *P. digitata* خط تکاملی متفاوتی نسبت به گونه های دیگر دارد. همچنین به طور معنی داری ذخیره ژنی *P. contigua*، *P. haimeana* و *P. profundacella* با *P. digitata* متفاوت می باشد.

Budd و همکاران در سال ۲۰۱۲، تفاوت عمده ای بین طبقه بندی قدیمی و طبقه بندی اعلام شده خود، بیان داشتند. از مهترین یافته آن ها این است که، جنس *Favia* به دو جنس *Favia* آتلانتیک

(متعلق به خانواده Mussidae، Clad XXI) و *Dipsastrea* در Indo-Pacefic (متعلق به خانواده Merulinidae، Clad XVII) مجزا می شود. همچنین آن ها اعلام کردند که *Favia leptophylla* به جنس *Mussismilia* تغییر یافته است.

نتایج مطالعه حاضر نشان می دهد که تنوع زیستی مرجان‌های سخت در خلیج فارس بیش از آن چیزی است که تاکنون در سطح منطقه معرفی شده است. همچنین تنوع زیستی بالای جزایر ابوموسی، سیری، تنب کوچک و تنب بزرگ، اهمیت بسیار زیاد آن‌ها را به عنوان ذخیره‌گاه‌های ارزشمند ژنتیکی برای مرجان‌های سخت در کل منطقه خلیج فارس و همچنین ضرورت ارتقای سطح حفاظتی آن‌ها را بیش از پیش نشان می‌دهد.

بنابراین بر اساس مطالعات مورفولوژیکی و ژنتیکی انجام شده در ایران و جهان نشان می دهد برای معرفی و مطالعات فیلوژنتیکی گونه های مختلف و تعیین حد و مرز گونه ای و یا جدایی و تغییر نام گونه های مختلف مطالعات بسیار جامعی نیاز است که هزینه های مالی و زمان زیادی برای آن لازم و ضروری می باشد زیرا برای تفکیک گونه بایستی تمام مطالعات فیلوژنتیکی به صورت بیوجغرافیایی و در گستره وسیع بین تمام جمعیت های یک گونه در کل خلیج فارس انجام شود که به یک بازه زمانی طولانی و حمایت مالی سازمان های مختلف از جمله سازمان حفاظت محیط زیست، بانک ژن، و مراکز تحقیقات ژنتیک کشور، معاونت علمی و فن آوری و صندوق های نورآوری و پژوهش های علمی کشور و سایر ارگان های مربوطه نیاز است.

۴-۱-۳ نقشه پراکنش آبسنگ های مرجانی

داده‌های سنجش از دوری نقش عمده‌ای در مدیریت مناطق ساحلی بر عهده دارند. از موارد کاربرد سنجش از دور در مدیریت مناطق ساحلی، حفظ محیط‌زیست و منابع طبیعی در این مناطق می‌باشد. صخره‌های مرجانی به عنوان مهم‌ترین زیست‌گاه‌های جانوری در دریا، همواره بیش‌ترین آسیب را از

فعالیت‌های انسانی در این مناطق متحمل شده‌اند. اولین قدم در حفظ و نگهداری این ذخایر طبیعی، تهیه‌ی نقشه‌ی توزیع مکانی صخره‌های مرجانی در این مناطق می‌باشد. با توجه به اهمیت وجود اطلاعات مکانی برای پوشش بستر در مناطق ساحلی به خصوص اطلاعات موقعیتی پیرامون صخره‌های مرجانی و عدم وجود این اطلاعات در اکثر مناطق خلیج فارس، این پروژه با هدف تهیه نقشه و اطلاعات مکانی پیرامون پوشش بستر در ساحل ۴ جزیره‌ی تنب بزرگ، تنب کوچک، ابوموسی و سیری در خلیج فارس تعریف گردید. اطلاعات موقعیتی حاصل از این تحقیق در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی در این مناطق قابل استفاده و بهره‌برداری خواهد بود.

آنچه که تاکنون در بررسی اکوسیستم مرجانی در ایران و به طور خاص خلیج فارس انجام گرفته است، بررسی‌های میدانی بوده است که صرفا موردی و بسیار کم وسعت و از نظر زمانی مقطعی بوده است که به منظور تحقیقات خاص و موردی بر روی مرجان‌های این منطقه انجام گرفته است. به گونه‌ای که هنوز نقشه‌ی کاملی از توزیع مکانی مرجان‌های خلیج فارس وجود ندارد. در مجموع، آنچه به عنوان راهکار برای مسائل ذکر شده مطرح می‌گردد، استفاده از فناوری سنجش از دور می‌باشد که نسبت به سایر راه‌های مطالعه‌ی اکوسیستم مرجانی هزینه‌ی کمتر (چه زمانی و چه مالی) و کارایی بهتر در مقیاس وسیع دارد.

بر اساس مطالعات انجام شده و نتایج به دست آمده در این پروژه ارائه برخی راهکارهای مدیریتی و پیشنهادات اجرایی لازم و ضروری به نظر می رسد.

۴-۱-۴ راهکارهای مدیریتی و پیشنهادات اجرایی

یکی از عوامل مخرب زیستگاه های حساس توسعه فعالیت های صید و صیادی بدون نظارت در این مناطق می باشد که اثرات منفی این فعالیت ها با افزایش میزان برداشت روز به روز در حال افزایش می باشد از طرفی افزایش ناآگاهی برخی سازمان های دولتی و بخش های خصوصی از جمله صنایع نفتی،

نظامی و تعاونی های صیادی و همچنین جوامع بومی (در جزیره ابوموسی) باعث شده که عدم آگاهی از مناطق ساحلی و روابط و فرآیندهای زیستی موجود در ساحل و دریا، اجرای طرح های اقتصادی و نظامی که از استانداردهای زیست محیطی پیروی نمی کنند، جریان برهم کنش طبیعی و وجود تعادل اکوسیستمی این روابط را مشکل کرده است. در صورت اجرای مکرر این فعالیت ها و عدم وجود نظارت و مشاوره صحیح بر این عملکردها در دراز مدت باعث تسریع فرسایش ساحل، تخریب زیستگاه های مهم، انهدام نقاط حساس و از بین رفتن گونه های مختلف آبزیان به خصوص مرجانیان در نوار ساحلی و به مرور نقاط دور از ساحل خواهد شد. به نظر می رسد که ناهماهنگی بین مدیریت سازمان ها و نهاد های مختلف دریایی و ساحلی از جمله ادارات شیلات، بنادر و کشتیرانی، سازمان های نفتی و نظامی و محیط زیست ناشی از عدم هماهنگی این ارگان ها و یا عدم آگاهی لازم از کارکردها و روابط مهم و مختلف با شرایط زیست محیطی و اهمیت اکوسیستم های ساحلی باشد. لذا آموزش مدیران، کارشناسان، شوراهای محلی و جوامع محلی و صیادی بسیار حائز اهمیت است. بنابراین برنامه آموزشی مناسبی باید به طور رسمی و غیر رسمی و نیز برای سازمان های دولتی و خصوصی و جوامع محلی طراحی شود. از جمله مخاطبینی که باید در برنامه های حفاظت از گونه های مهم تجاری، اقتصادی، با تاکید بر اهمیت گونه های در خطر انقراض دریایی آموزش ببینند می توان به مؤسسات دولتی و غیر دولتی، سیاستگذاران و مدیران، صیادان، جوامع محلی، اعضای شوراها، رهبران طوایف، معلمان، دانش آموزان، زنان و فعالان اقتصادی اشاره کرد. بدین منظور مدل آموزشی زیر، با در نظر داشتن فعالیت هایی که در دیگر نقاط دنیا انجام شده است. برای رفع کمبودهایی که در زمینه آگاهی رسانی و آموزش مخاطبین وجود دارد، پیشنهاد می گردد:

۱- افزایش آگاهی: گسترش آموزش های لازم برای پیشبرد برنامه های حفاظتی می تواند از طرق زیر انجام پذیرد:

- ✓ آگاهی رسانی و آموزش مدیران، فرماندهان، و روسای اعضای شوراها، ریش سفیدان جوامع محلی در زمینه اهمیت اکوسیستم های مرجانی منطقه و تاثیر این اکوسیستم ها بر میزان پایداری صید و صیادی و فعالیت های اقتصاد زیستی دریایی از جمله ماهیگیری و توریستی.
- ✓ آموزش صیادان و خانواده های آن ها در زمینه زیست شناسی، اکولوژی و مراحل مختلف رشد و گسترش اکوسیستم های حساس دریایی از جمله آبسنگ های مرجانی و تأثیر انسان در برداشت بی رویه از این اکوسیستم ها.
- ✓ آموزش تمام افراد مؤثر بر اکوسیستم های مرجانی در جهت ارائه راهکارهای افزایش پایداری و بقاء اکوسیستم های مرجانی از جمله نحوه صید و صیادی در این اکوسیستم ها، عدم برداشت انواع آبزیان اکوسیستم های مرجانی در جهت اقتصاد صنایع دستی، زینتی و صنایع جانبی، تهدیدات طبیعی و مصنوعی، تهدیدات موجود، اثرات صید بر مرجانیان.
- ✓ برگزاری کارگاه آموزشی برای معلمان و دانش آموزان مقاطع مختلف و همچنین انجمن های دانش آموزی با همکاری آموزش و پرورش مناطق مختلف استان.
- ✓ آموزش دانشجویان رشته های مرتبط مشغول به تحصیل در کلیه مراکز دانشگاهی منطقه از جمله دانشگاه های دولتی، آزاد، پیام نور، علمی-کاربردی و آموزش روش های عملی حفاظت از محیط زیست با تأکید بر مناطق حساس و گونه های در خطر انقراض.
- ✓ استفاده از رسانه های عمومی به خصوص رسانه ها و روزنامه های محلی برای فرهنگ سازی و ایجاد یک سطح آگاهی متناسب در زمینه ارزش و اهمیت حفاظت از مناطق حساس و گونه های مهم.

- ✓ پخش فیلم های آموزشی و مستند حفاظت از محیط زیست دریایی به روش های سنتی و مدرن.

- ✓ آگاهی رسانی به متولیان و امامان جمعه و جماعت، رهبران مذهبی به طوریکه مسایل و مشکلاتی که در حیطه محیط زیست و زندگی گونه های در خطر انقراض استان از جمله اکوسیستم های مرجانی وجود دارد را در محافل مذهبی به خصوص نماز جمعه مطرح شود.

- ✓ برگزاری کارگاه‌های آموزشی برای کلیه مراکز دولتی و غیردولتی درگیر در برنامه های حفاظت از اکوسیستم های مرجانی از جمله پالایشگاه ها و صنایع پتروشیمی منطقه و مسئولان و فرماندهان نظامی، صنایع بنادر و کشتیرانی و تعاونی های صیادی.

- ✓ چاپ پوستر و تهیه جزوات در زمینه چرخه زندگی و چگونگی حفاظت از آبسنگ های مرجانی و استفاده از آنها در کارگاه‌های آموزشی.

- ✓ تأسیس شرکت های خصوصی فعال محیط زیستی (سازمان های مردم نهاد) و آموزش آن ها در زمینه اهمیت مناطق حفاظت شده، پارک های ملی و نقاط حساس با تأکید بر زیست شناسی و اکولوژی گونه های در خطر انقراض از جمله آبسنگ های مرجانی، تهدیدات موجود، روش های انجام پایش و ارزیابی سلامت آبسنگ ها، نظارت و گزارش فعالیت های غیرقانونی، فرصت های اکوتوریسم، انتقادات وپیشنهادات به مدیریت شوراها و ارگان های دولتی و مربوطه، برگزاری کارگاه های آموزشی توسط این نهادها، نحوه برگزاری اردو ها و فعالیت های اکوتوریسمی اقتصادی اما با مدیریت صحیح در جهت حفاظت زیست گاه ها و گونه ها.

- ✓ آموزش صنایع دستی و کارآفرینی دریایی به زنان محلی (جزیره ابوموسی) با دیدگاه عدم تخریب یا انهدام گونه های مهم و در خطر.

۲- ترویج مشارکت عمومی: مرحله دوم آموزش و ترویج زمانی مفید و کارآمد خواهد بود که جامعه به سطح آگاهی نسبتاً مناسب رسیده باشد و بخش زیادی از جامعه به سطح آگاهی لازم در زمینه اهمیت مناطق حفاظت شده و گونه های مهم زیستی رسیده باشند و مشارکت مردمی در زمینه حفاظت از سواحل و گونه ها به حد نسبتاً بالایی برسد. در این زمان می توان با مدیریت و برنامه ریزی صحیح و نظارت شده مشارکت عمومی نهادهای دولتی، غیر دولتی و جوامع محلی را در جهت حفاظت از نقاط حساس و گونه های در خطر انقراض را گسترش داد. برای افزایش این مشارکت موارد زیر پیشنهاد می گردد:

- اعطای جوایز، گواهی نامه های فعالیت های زیست محیطی و لوح تقدیر برای فعالان محیط زیست در بین جوامع محلی.
- گفتگو دوستانه با صیادان، مسافران، فعالان صنایع دستی و صنایع غذایی دریایی اعم از تولیدکننده و مصرف کننده در زمینه حفاظت از گونه های دریایی به خصوص اکوسیستم های مرجانی.
- تشویق و اعطای گواهی همکاری برای مشارکت موسسات دولتی، غیر دولتی، بخش خصوصی وجامعه مثل دانش آموزان، داوطلبان، جوامع صیادی، شرکت ها، باشگاه های غواصی و جوامع محلی.
- چاپ کتابچه به صورت فصلی یا سالانه در جهت معرفی دانشمندان، چهره های معروف منطقه، افراد فعال بومی و نحوه همکاری آنها در جهت حفاظت از سواحل، اکوسیستم های حساس و گونه های در خطر انقراض.
- برگزاری جلسه های منظم برای دخالت همیشگی جوامع محلی در حفاظت و توجیه ایشان در مورد اثرات صیادی نامنظم و غیرقانونی، مسایل مربوط به گونه های در خطر انقراض، پاکسازی سواحل وغیره.

- برگزاری کارگاه ها، برنامه ها و مسابقات تفریحی، علمی و ورزشی با شعار حفاظت از آبسنگ های مرجانی در بین جوامع محلی.
- تشویق به آموزش، تحقیق و حفاظت در زمینه آبسنگ های مرجانی در میان جامعه به خصوص گروه های علاقه مند و علمی.
- تشویق به تلفیق زیست شناسی دریایی و مسایل حفاظت از محیط زیست در برنامه تحصیلی مدارس در قالب دروس، برنامه ها و مسابقات زیست محیطی.

۳- گسترش و ترویج مسئولیت پذیری در بین مدیران و کارشناسان دولتی در ارگان های مربوطه: استراتژی های حفاظتی زمانی به نتیجه می رسد که تمام اقشار جامعه اعم از مدیر، مشاور، کارشناس، فعالان محیط زیست و جوامع محلی همه و همه به صورت دلسوزانه، متعهد و مسئولیت پذیر به تعهدات و وظایف خود عمل نمایند. با توجه به اینکه مدیران و کارشناسان ادارات سازمان های مربوطه از جمله محیط زیست، شیلات، بنادر و پالایشگاه ها و نیروهای نظامی به عنوان الگوی تصویری، شنیداری و عملکردی برای جوامع محلی و اقشار جامعه محسوب می شوند. لذا در صورت رعایت قوانین و مضامین زیست محیطی، کنار گذاشتن روابط کاری و خانوادگی و اجرای ضوابط با متخلفین امر و افراد غیرقانون باعث تشویق، تحریک و ترغیب جوامع محلی، دانش آموزان و فعالان زیست محیطی مردم نهاد در جهت همکاری در حفاظت از منابع طبیعی و تنوع زیستی منطقه می گردند. از طرفی در کنار مشارکت جامعه محلی حمایت مالی و معنوی و دخالت دولت به خصوص در زمینه مدیریت و نظارت بر برنامه های حفاظتی بسیار مهم و ضروری به نظر می رسد. از جمله مواردی که به دخالت مراکز دولتی در حفاظت از گونه های در خطر انقراض به خصوص آبسنگ های مرجانی کمک می کند عبارتند از:

- ارائه یک راهکار جامع و برنامه طولانی مدت چندساله و مداوم از طرف سازمان حفاظت محیط زیست.

- تنظیم یک تفاهم نامه بین سازمان حفاظت محیط زیست و سازمان صدا و سیما و سایر رسانه های عمومی در جهت تولید برنامه های مفید و مستمر در جهت فرهنگ سازی در زمینه حفاظت از گونه های در خطر انقراض با تاکید بر آبسنگ های مرجانی.

- تشکیل کمیته حامی محیط زیست با حضور نمایندگانی از سازمان محیط زیست، مرکز تحقیقات شیلات، سازمان شیلات، اداره کل بنادر و دریانوردی، ارگان های نظامی، شورا و نهاد های استانی، دانشگاه ها و استقرار دبیرخانه های دائمی و مجزا و به تفکیک هر استان در هر یک استان های ساحلی جهت تدوین و همچنین نظارت بر برنامه حفاظت و احیاء و بازسازی آبسنگ های مرجانی خلیج فارس.

- تنظیم تفاهم نامه بین سازمان حفاظت محیط زیست با پالایشگاه ها، وزارت نفت و سایر بخش های خصوصی و دولتی در جهت تخصیص بخشی از بودجه های این مراکز و سایر ارگان های مؤثر در حفاظت مناطق حساس دریایی برای حفاظت از گونه های در خطر انقراض و استفاده از این منابع مالی در جهت تشویق سازمان های مردم نهاد و شوراها و جوامع محلی برای حفاظت و توسعه اکوسیستم آبسنگ های مرجانی.

- ارائه تفاهم نامه بین سازمان حفاظت محیط زیست و سازمان شیلات در جهت تعیین قوانین زمان و محدوده صید در نزدیکی مناطق صید و تعیین قوانین عدم هر گونه فعالیت صیادی در اطراف آبسنگ‌های مرجانی.

- ارائه تفاهم نامه بین سازمان حفاظت محیط زیست و ارگان های نظامی حاضر در جزایر از جمله سپاه پاسداران در جهت تعیین قوانین حفاظت از مرجان ها و همکاری در زمان اجرای مانورهای نظامی جهت ایجاد کمترین تخریب احتمالی به آبسنگ‌های مرجانی و سایر آبزیان.

- عضویت در تمامی معاهدات بین المللی که در زمینه حفاظت از گونه های در خطر انقراض از جمله آبسنگ های مرجانی فعال هستند.
- تشکیل تعاونی های صیادی در مناطقی که فاقد تعاونی صیادی هستند و صیادان بدون توجه به گونه های در خطر انقراض تورریزی و اقدام به صیادی می نمایند.
- ارائه آیین نامه های لازم الاجرا برای جلوگیری از لنگر اندازی یا تخریب آبسنگ های مرجانی.
- نصب بویه های مشخص در محدوده آبسنگ های مرجانی برای آگاه سازی صیادان جهت اجرای قانون عدم لنگراندازی و تورریزی.
- نظارت مستمر سازمان حفاظت محیط زیست و سازمان شیلات بر فعالیت های صیادی و ایجاد تعامل صحیح با تعاونی های صیادی.
- تهیه آیین نامه اجرایی حفاظت از آبسنگ های مرجانی و توزیع در ادارات مسئول برای هر چه بیشتر عملیاتی کردن آن در مناطق حساس.
- بالابردن آگاهی مسئولان ارگان های مختلف در رابطه با وظایفی که با توجه به تعهدات بین-المللی در زمینه حفاظت از گونه های در خطر انقراض منطقه آبسنگ های مرجانی بر عهده دارند.
- برگزاری نشست های علمی و هم اندیشی بین مسئولان، مشاوران و دانشگاهیان خبره، نهادهای درگیر در حفاظت، تعاونی های صیادی و جوامع محلی جهت ارائه راهکارهای مناسب در جهت حفاظت از گونه های در خطر انقراض با استفاده از علم متخصصان و تجربه صیادان و جوامع محلی.

۴- ارزیابی و پایش مستمر آبسنگ های مرجانی: هر گونه مطالعه، ارزیابی و حفاظت از نقاط حساس نیازمند اجرای برنامه های مدون و منظم در طی سالیان متمادی می باشد و برای تحقق یافتن اهداف این مطالعات و افزایش پیشرفت سلامت آبسنگ های مرجانی و سایر مناطق حساس بایستی نظارت و ارزیابی دقیق و مداوم توسط مدیران، کارشناسان و مشاوران مربوطه صورت گیرد تا برنامه های جامع حفاظتی به مراحل تکامل و اکوسیستم مورد نظر به مرحله بیوسنوز اوج (کلیماکس) برسد. با ارزیابی مداوم برنامه های اجرایی و حفاظتی می توان به مرور آبسنگ های مرجانی را احیاء نمود و با پایش مداوم می توان به نقاط ضعف و قوت هر منطقه پی برد و راهکارهای مناسبی جهت بهبود یا افزایش کیفیت و سلامت اکوسیستم های مرجانی و نقاط حساس ارائه و اجرا کرد، از جمله راهکارها و اقداماتی که در این مرحله قابل اجرا می باشد در ذیل به صورت مختصر اشاره شده است.

- ❖ بررسی مستمر سواحل و در صورت افزایش کیفیت، ارائه تشویق های قابل توجه مادی و معنوی متولیان امر اعم از مدیران، کارشناسان، صیادان و جوامع محلی.
- ❖ برگزاری مداوم کارگاه های آموزشی جهت آموزش صیادان برای حفاظت از آبسنگ های مرجانی، نحوه صیادی اطراف آبسنگ ها، نحوه تورریزی در نزدیک سواحل و رعایت قوانین محدوده زمانی و مکانی صید.
- ❖ بررسی مداوم فعالیت های صیادی و نحوه صید آنان و شناسایی اثرات ماهیگیری سنتی و مدرن.
- ❖ ارزیابی زیست محیطی مداوم سواحل و مدیریت سواحل جهت جلوگیری از ورود هر گونه فاضلاب و آلاینده های مخرب.
- ❖ ارزیابی فعالیت های حفاظتی انجام شده توسط ادارات مسئول، مدیران و کارشناسان مربوطه.
- ❖ ملزم کردن کارشناسان ادارات مسئول جهت ارائه گزارش وضعیت آبسنگ های مرجانی در هر استان.
- ❖ تشویق مداوم مالی و معنوی برای فعالان زیست محیطی.

- تعیین جریمه های قضایی قابل توجه و اجرای مداوم آن بدون توجه به هیچ گونه روابط سیاسی و سازمانی برای متخلفین اعم از ادارات دولتی، موسسات غیر دولتی، صیادان و جوامع محلی.
- نظارت بر میزان اعمال قوانین موجود در عرصه های مختلف حفاظت از گونه های در خطر انقراض.
- ارائه مسابقات سرگرمی ها و برنامه های زیست محیطی در مدارس به طور مداوم.

بیان این نکته ضروریست که اعمال چنین مدل‌هایی در زمینه حفاظت از آبسنگ های مرجانی، مستلزم همکاری همه جانبه تمامی اقشار درگیر جامعه و برنامه ای میان مدت و حتی بلند مدت از طرف دستگاه‌های اجرایی است که تحت تأثیر تغییرات مدیریتی قرار نگیرد و در هر دوره مدیریتی جدید، همه سازمان های مسئول ملزم به انجام آن باشند.

۲-۴ پیشنهادات نهایی

پیشنهادات نهایی جهت اجرای پروژه های تحقیقاتی در سال های آتی در ذیل ارائه شده است:

- تعریف و اجرای برنامه های حفاظتی و پایش منظم آبسنگ های مرجانی.
- اعلام آبسنگ های مرجانی به عنوان یکی از مناطق چهارگانه حساس جهت افزایش ملاحظات زیست محیطی و حفاظتی.
- نصب بویه هایی با رنگ مخصوص به عنوان هشداردهنده حضور آبسنگ های مرجانی در محدوده ۲۰۰ متر مانده به شروع آبسنگ ها.
- نصب بویه های منظم در مناطقی دورتر از آبسنگ های مرجانی جهت اتصال و لنگراندازی شناورها.

- احیاء و بازسازی مناطق تخریب شده در جزایر مختلف بخصوص جزایر مسکونی، توریستی و صنعتی.
- مطالعه تأثیر تغییرات اقلیمی بر جوامع مرجانی خلیج فارس.
- مطالعه وضعیت سلامت و پراکنش سایر جزایر ایرانی خلیج فارس با تأکید بر استفاده از روش های GIS و سنجش از دور.

۵ - فهرست منابع

۵-۱- فهرست منابع فارسی :

- مجتهدزاده پ. ۱۳۷۱. تاریخ و جغرافیای سیاسی جزایر تنب و ابوموسی، اطلاعات سیاسی ـ اقتصادی ، سال ۶، ش ۱۱ و ۱۲.
- گلوردی ع. ۱۳۸۱. جغرافیای جزایر ایرانی خلیج فارس : جزایر ابوموسی ، تنب بزرگ و تنب کوچک ، تهران.
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۸۱. جغرافیای جزایر ایرانی خلیج فارس: استان بوشهر (جزایر خارک، خارکو، شیف، ام الکرم، جبرین، نخیلو، فارسی). تهران، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۳۲۰ صفحه.
- یاوری، و.، سواری، ا.، باورصاد، پ.، صدری نسب، م.، ولوی، ح.، ۱۳۸۶. بررسی وضعیت پراکنش و سلامت صخره های مرجانی خلیج فارس. معاونت دریایی سازمان حفاظت محیط زیست، تهران، ۱۷۱صفحه.

۵-۲- فهرست منابع لاتین :

- Arrigoni, R., Berumen, M. L., Chen, C. A., Terraneo, T. I., Baird, A. H., Payri, C., & Benzoni, F. (2016). Species delimitation in the reef coral genera Echinophyllia and Oxypora (Scleractinia, Lobophylliidae) with a description of two new species. *Molecular phylogenetics and evolution*, *105*, 146-159.
- Arrigoni, R., Berumen, M. L., Huang, D., Terraneo, T. I., & Benzoni, F. (2017). Cyphastrea (Cnidaria: Scleractinia: Merulinidae) in the Red Sea: phylogeny and a new reef coral species. Invertebrate Systematics, 31(2), 141-156.
- Arrigoni, R., Berumen, M. L., Terraneo, T. I., Caragnano, A., Bouwmeester, J., & Benzoni, F. (2015). Forgotten in the taxonomic literature: resurrection of the scleractinian coral genus Sclerophyllia (Scleractinia, Lobophylliidae) from the Arabian Peninsula and its phylogenetic relationships. *Systematics and Biodiversity*, *13*(2), 140-163.
- Ateweberhan M. Feary D.A., Keshavmurthy S., Chen A., Schleyer M.H., Sheppard C.R.C. 2013. Climate change impacts on coral reefs: Synergies with local effects, possibilities for acclimation, and management implications. Marine Pollution Bulletin, 74, 526–539.
- Baker AC, CJ Starger, TR McClanahan, PW Glynn. 2004. Corals’ adaptive response to climate change. Nature 430: 741.
- Baker AC, CJ Starger, TR McClanahan, PW Glynn. 2004. Corals’ adaptive response to climate change. Nature 430: 741.
- Benzoni, F., Arrigoni, R., Stefani, F., & Pichon, M. (2011). Phylogeny of the coral genus Plesiastrea (Cnidaria, Scleractinia). *Contributions to Zoology*, *80*(4).
- Benzoni, F., Arrigoni, R., Stefani, F., & Stolarski, J. (2012). Systematics of the coral genus Craterastrea (Cnidaria, Anthozoa, Scleractinia) and description of a

new family through combined morphological and molecular analyses. *Systematics and Biodiversity*, *10*(4), 417-433.

- Benzoni, F., Arrigoni, R., Stefani, F., Reijnen, B. T., Montano, S., & Hoeksema, B. W. (2012). Phylogenetic position and taxonomy of Cycloseris explanulata and C. wellsi (Scleractinia Fungiidae): lost mushroom corals find their way home. *Contributions to Zoology*, *81*(3).
- Benzoni, F., Stefani, F., Pichon, M. & Galli, P. (2010) The name game: morpho-molecular species boundaries in the genus *Psammocora* (Cnidaria: Scleractinia). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 160, 421–456. http://dx.doi.org/10.1111/j.1096-3642.2010.00622.x
- Benzoni, F., Stefani, F., Stolarski, J., Pichon, M., Mitta, G., & Galli, P. (2007). Debating phylogenetic relationships of the scleractinian Psammocora molecular and morphological evidences. *Contributions to Zoology*, *76*(1).
- Bolouki Kourandeh M., Nabavi S. M.B., Sinaei M., 2013. Assessment of Coral Health in the Coastal Areas of the Persian Gulf.
- Bolouki Kourandeh M., Nabavi S.M.B., and Sinaei M. 2013. Assessment of Coral Health in the Coastal Areas of the Persian Gulf. Ocean Science Journal, 48(3):251-258
- Budd, A.F., Fukami, H., Smith, N.D and Knowlton, N., 2012. Taxonomic classification of coral reef family mussidae (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia). Zoological Journal of the Linnean Society. (166): 465–529.
- Castro, P., Huber, M. E. (2008). Marine Biology, Seven Edition, McGrow-Hill.
- Chan, I., Tseng, L.C., Samba, K.A., Chang, C.F., Hwang, J.S., 2012. An experimental study of the gorgonian coral Subergorgia suberosa response to polluted sea water from a former coastal mining site in Taiwan. Zool. Stud. 51, 27–37.
- Chou, L.M., C.R. Wilkinson, W.R.Y. Licuanan, P.M. Aliño, A.C. Cheshire, M.G.K. Loo, S. Tangjaitrong, A.R.Ridzwan and Soekarno, 1994. Status of coral reefs in the ASEAN region. p. 1-10. In : Wilkinson, C.R., S. Sudara and L.M. Chou (eds.) Proceedings Third ASEAN-Australia Symposium on Living Coastal Resources. Vol. 1: Status Review. Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.
- Claereboudt, M. R. (2006). *Reef corals and coral reefs of the Gulf of Oman*. Historical Association of Oman.
- Coles S.L., Riegl B.M., 2013. Thermal tolerances of reef corals in the Gulf: A review of the potential for increasing coral survival and adaptation to climate change through assisted translocation. Marine Pollution Bulletin 72 (2013) 323–332.
- Coles, S., 2003. Coral species diversity and environmental factors in the Arabian Gulf and the Gulf of Oman: A comparison to the Indo-Pacific region. Atoll Res. Bull. 507.
- Edwards AJ, Gomez ED (2007) Reef restoration concepts and guidelines: Making sensible management choices in the face of uncertainty. Coral Reef Targeted Research and Capacity Building for Management Programme. St. Lucia.

- Fatemi, S.M.R., Shokri M.R., 2001. Iranian coral reefs status with particular reference to Kish Island, Persian Gulf. International Coral Reef Initiative Indian Ocean Regional Workshop, Muzambique, Nov. 26-28.
- Flot, J.F. and Tillier, S., 2006. Molecular phylogeny and systematic of the scleractinian coral genus Pocillopora in Hawaii. Proceeding of 10th international coral reef symposium. 24-29.
- Freiwald J., Wisniewski C., Wehrenberg M., Shuman C., Dawson C., 2015. Reef Check California Instruction Manual: A Guide to Rocky Reef Monitoring, 8th Edition. Reef Check Foundation, Pacific Palisades, CA, USA, pp100.
- Hoeksema, B. (2013). Mussidae Ortmann, 1890. In: Fautin, Daphne G. (2013). Hexacorallians of the World. Accessed through: World Register of Marine Species at http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=196103 on 2017-08-10
- Hoeksema, B. (2013). Scleractinia incertae sedis. In: Fautin, Daphne G. (2013). Hexacorallians of the World. Accessed through: World Register of Marine Species at http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=266986 on 2017-08-10
- Hoeksema, B. (2014). *Dipsastraea* Blainville, 1830. In: Fautin, Daphne G. (2013). Hexacorallians of the World. Accessed through: World Register of Marine Species at http://www.marinespecies.org/aphia.php/aphia.php?p=taxdetails&id=718746 on 2017-08-10
- Hoeksema, B., Cairns, S. (2015). Scleractinia. In: Fautin, Daphne G. (2013). Hexacorallians of the World. Accessed through: World Register of Marine Species at http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1363 on 2017-08-11
- http://coral.aims.gov.au/info/factsheets.jsp
- Huang, D., Arrigoni, R., Benzoni, F., Fukami, H., Knowlton, N., Smith, N. D., ... & Budd, A. F. (2016). Taxonomic classification of the reef coral family Lobophylliidae (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia). *Zoological Journal of the Linnean Society*, *178*(3), 436-481.
- Huang, D., Benzoni, F., Fukami, H., Knowlton, N., Smith, N. D., & Budd, A. F. (2014). Taxonomic classification of the reef coral families Merulinidae, Montastraeidae, and Diploastraeidae (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia). *Zoological Journal of the Linnean Society*, *171*(2), 277-355.
- Huang, D., Licuanan, W. Y., Baird, A. H., & Fukami, H. (2011). Cleaning up the 'Bigmessidae': Molecular phylogeny of scleractinian corals from Faviidae, Merulinidae, Pectiniidae and Trachyphylliidae. *BMC Evolutionary Biology*, *11*(1), 37.
- In *Status of coral reefs of the world: 2008*, ed. C. Wilkinson. Townsville, Australia: Global Coral Reef Monitoring Network and Reef and Rainforest Research Centre.

- Jokiel, P. L. 2004. Temperature Stress and Coral Bleaching. 2004. pp. 401-425 In Coral Health and Disease (E. Rosenberg and Y. Loya Eds.). Springer-Verlag, Heidelberg.
- Karleskint G.J., Turner R., Small J.W.J., 2010. Introduction to Marine Biology, Third Edition, Brooks/Cole, Cengage Learning, Canada, p598.
- Kavousi J, Seyfabadi J, Rezai H and Fenner D, 2011. Coral Reefs and Communities of Qeshm Island, the Persian Gulf. Zoological Studies, 50(3): 276-283.
- Kotb, M.A., M.H. Hanafy, H. Rirache, S. Matsumura, A.A. Al-Sofyani, A.G. Ahmed, G. Bawazir, F.A. Al-Horani. 2008. In *Status of coral reefs of the world: 2008*, ed. C. Wilkinson. Townsville, Australia: Global Coral Reef Monitoring Network and Reef and Rainforest Research Centre.
- Long NV, Nanola C, Lane D, Tuti Y, 2008. Status of coral reefs in South East Asia,
- Maghsoudlou, Abdolvahab, Peyman Eghtesadi Araghi, Simon Wilson, Oliver Taylor, David Medio. Status of coral reefs in the ROPME Sea Area (The Persian Gulf, Gulf of Oman and Arabian Sea). In Wilkinson, Clive, editor. Status of Coral Reefs of the World: 2008. Global Coral Reef Monitoring Network and Reef and Rainforest Research Centre. Townsville, Australia, pp. 79-90.
- Magsoudlou A (2005). Status of coral reefs in the Iranian Coastal areas with emphasize on Larak Island, Kish Island and Nay band Bay. Final Report (Published by INCO-Project Number 381-1-01).P:150.
- Owfi F., Rabbaniha M., Al-Obeid Mehana S., Mahichi F., 2015. Biodiversity and distribution patterns of coral reef ecosystems in ROPME Sea Area (Inner part: Persian Gulf -Iranian waters). Journal of Survey in Fisheries Sciences 1(2)21-26.
- Pastorok R.A., Bilyard G.R., 1985. Effects of sewage pollution on coral-reef Communities. Marine Ecology Progress Series, 21; 175-189.
- Pichon, M., Benzoni, F., Chaineu, C., & Dutrieux, E. (2010). Field Guide to the hard corals of the southern coast of Yemen. *Collection Parthénope*, 1-256.
- Raymundo LJ, Couch CS, Harvell CD (2008) Coral disease handbook: Guidelines for assessment monitoring and management. Coral Reef Targeted Research and Capacity Building for Management Program, Australia
- Rezai H, K Samimi-Namin, K Kabiri, Kamrani, E., M Jalili, M Mokhtari. 2010. Distribution and abundance of the corals around Hengam and Farurgan Islands, the Persian Gulf. Journal of the Persian Gulf, 1: 7-15.
- Rezai H, S Wilson, M Claereboudt, B Riegl. 2004. Coral reef status in the ROPME Sea area, Persian Gulf, Gulf of Oman and Arabian Sea. In C. Wilkinson, ed. Status of coral reefs of the world. Vol. 1. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Queensland, Australia, pp. 155-170.
- Riegl, B. M., & Purkis, S. J. (2012). Coral reefs of the Gulf: adaptation to climatic extremes in the world's hottest sea. In *Coral Reefs of the Gulf* (pp. 1-4). Springer Netherlands.
- Romano, S. and Cairns, S., 2000. Molecular phylogenetic hypotheses for the evolution of Scleractinian corals. Bulletin of Marine Science. 67 (3): 1043-1068.
- Sheppard, C., Al-Husiani, M., Al-Jamali, F., Al-Yamani, F., Baldwin, R., Bishop, J., Benzoni, F., Dutrieux, E., Dulvy, N.K., Durvasula, S.R.V., Jones, D.A.,

Loughland, R., Medio, D., Nithyanandan, M., Pilling, G.M., Polikarpov, I., Price, A.R.G., Purkis, S., Riegl, B., Saburova, M., Namin, K.S., Taylor, O., Wilson, S., Zainal, K., 2010. The Gulf: a young sea in decline. Mar. Pollut. Bull. 60, 13–38.

- Spalding, M. D.; Grenfell, A. M., 1997. New estimates of global and regional coral reef areas. Coral Reefs, 16:225-30.
- Stefani, F., Benzoni, F., Pichon, M., Mitta, G. and Galli, P., 2008. Genetic and morphometric evidence for unresolved species boundaries in the coral genus Psammocora (Cnidaria; Scleractinia). Hydrobiologia. 596:153–172.
- Takesue, R.K., Bothner, M.H., Reynolds, R.L., 2009. Sources of land-derived runoff to a coral reef-fringed embayment identified using geochemical tracers in nearshore sediment traps. Estu. Coast. Shelf Sci. 85, 459–471. Tseng, L.C., Dahms, H.U., Hsu, N.J., Hwang, J.S., 2011. Effects of sedimentation on the gorgonian Subergorgia suberosa (Pallas, 1766). Mar. Biol. 158, 1301–1310.
- Terraneo, T. I., Arrigoni, R., Benzoni, F., Tietbohl, M. D., & Berumen, M. L. (2017). Exploring the genetic diversity of shallow-water Agariciidae (Cnidaria: Anthozoa) from the Saudi Arabian Red Sea. *Marine Biodiversity*, 1-14.
- Tun K, Ming CL, Yeemin T, Phongsuwan N, Amri A.Y., Ho N, Sour K,
- Vajed-Samiei, J., Dab, K., Ghezellou, P., & Shirvani, A. (2013). Some scleractinian corals (Scleractinia: Anthozoa) of Larak Island, Persian Gulf. *Zootaxa*, *3636*(1), 101-143.
- Valavi H, Savari A, Yavari V, Kochanian P, Safahieh A, Sedighi-Savadkuhi O., 2010. Coral reef anthropogenic impact bioindicators in the Northern part of the Persian Gulf. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 5:70-8.
- Veron, J., Odorico, D. M., Chen, C. A. and Miller, D. J., 1996. Reassessing evolutionary relationships of scleractinian corals. Coral Reef.
- Veron, J.E.N. (2000) *Corals of the world*. Volumes 1-3, Australian Institute of Marine Science, Townsville.
- Veron, J.E.N. (2002) *New species described in 'Corals of the world*. Australian Institute of Marine Science Monograph series 11.
- Wilkinson C.R. 1996. Global change and coral reefs: Impacts on reefs and human cultures. Global Change Biology. 2. 547-558.
- Wilkinson, C. (2008). Status of coral reefs of the world: 2008. Global Coral Reef Monitoring Network and Reef and Rainforest Research Centre, Townsville, Australia, 296 p.
- Wolanski, E., Fabricius, K.E., Cooper, T.F., Humphrey, C., 2008. Wet season fine sediment dynamics on the inner shelf of the Great Barrier Reef. Estu. Coast. Shelf Sci. 77, 755–762.

Abstract

, The current study was done with the aim of hard coral health checkingidentification and report of coral species and a map provision for coral reef distribution in Abumousa , Siri, Great Tonb and Lesser Tonb Islands in 2015 and 2016. Coral Reef Check and Coral Watch were the standard methods forcoral health assessment. Also, biological factors including fish and invertebrates' aggregation, natural and anthropogenic destructive factors were used too. Small pieces of coral colonies were splitted and fixed in ٩٦٪ Ethanol. The samples were provided for identification by bleaching method and they were identified according to identification keys, and also phylogeny studies perforemed by molecular and DNA tests. Coral distribution map, the limitedarea of coral distribution was determined by Mantatow method. The map of sea substrate coverage was provided using large scale satellite images which classification frameworks were designed in accordance with the developed framework by NOAA. The satellite images were selected from Worldview-2 and Worldview-3 satellites which are the most modern with the best quality large scale sensors produced by the USA and their images were selected as the reference for image preparation. The results show that the status of coral reefs' health in all four islands are almost reasonable. The highest percentage of coral wasin the eastern side of Lesser Tonb Island with 83% of live hard corals, east of Siri Island and north west of Lesser Tonb Island both with 58% of live hard corals, north west of Abumousa Island with about 54% of live hard coral respectively and the lowest percentage of live corals was observed in the western side of Great Tonb Island with 27% coverage. According to the rate of coral coverage in whole water zone around islands, the percentage of corals were observed as below: Lesser Tonb (70.5%), Abumousa (52%), Siri (42%) and Great Tonb (37%) respectively. The small extent of Lesser Tonb Islan is the main reason of high coral coverage. Although Lesser Tonb Island contains the most amount of corals, the coral health was not in a suitable mode. The best coral health belong to Great Tonb Island (100%), Siri (67%), Lesser Tonb (50%) and Abumousa (50%), respectively. 52 species of hard corals belonging to 25 genera and 11 families were identified based on taxonomic studies in Great Tonb, Lesser Tonb, Abumousa and Siri islands. Family Acroporidae with ١٢ species, family Merulinidae with ١٠ species and family Poritidae with ٩ species have the mostabundance of species. Families Pomacoridae and Siderastreidae with only one species posse the least abundance of species in these islands. Totally, ٣٤ species of hard corals in Great Tonb Island, ٣٦ species in Lesser Tonb Island,

species in Abumousa and ١٤ species in Siri are recorded till now. According to ٣٠ phylogenetic analysis, adaptation, group and hemoplasy indices were ٠,٥٧٣، ٠,٣٨٧ and respectively, and coral species fixed in two orginal clade with several subclades. ,٠,٤٢٧ GIS map analyses and geographical zonation map of Abumousa Island, shows ٦ different structures in this island. This map shows that the eastern side of the islandjoint to Bank/Shelf Escarpment and finally to deep seas with a steep slope. This factor limits the formation of coral colonies in this region. On the contrary, in west, north west and south west of this island, Bank/Shelf and Fore reef structures, have created asuitable region for coralsubstrates. west of this island has the richest coral overage, so that most of polygons with more than 90% coral coverage are placed in this region of island. Also, in the north, south west and west of Abumousa , most of polygons are observed with more than ٥٠-٩٠٪ coral coverage. In the south and north east of island, mostareas are covered by 10-50% corals and in the eastern part of island, coral coverage is less than 10%. All in all, it should be said that most of polygons in the margin of Abumousa Island has less than 50% coral. The geographical zonation map of Siri Island is indicative of 7 different structures in this island. Similar to Abumousa Island, the eastern side of Siri Islandjoints to Bank/Shelf Escarpment and finally to deep seas with a steep slope. This factor limits the formation of coral colonies in this region. Unlike the explained factor, there are Bank/Shelf and Fore reef structures on west, north and south of island where make these areas suitable for coral coverage formation. The live coral percentage map for Siri Island shows that few and small polygons have more than 90% coral coverage that are located on the western side of island. Also, most of these regions with 50-90% coral coverage are been created on west, North West and south west of island. On the north, south west and eastern side of Siri, most of polygons are observed with less than .coral coverage %٥٠ The geographical zonation map of Great Tonb Island is indicative of 4 different natural structures in this island. The live coral percentage map for larg Tonb Island shows that a few area is indicated to more than 90% coral coverage where are located on the eastern side of island. Generally, most areas, are covered with less than 50% coral where are on the west, south west and North West of island. The geographical zonation map of Lesser Tonb Island shows 5 different structures in there. The live coral percentage map for Lesser Tonb Island shows that a few areas are indicated to more than 90% coral coverage that are usually located on the western side of island. Overall, most areas, are covered with less than 50% coral where are on the north and south of island.

General results of this research showed that coral reefs health in these four islands are suitable.
Keywords: Coral Reef, Species Diversity, Distribution Map, Persian Gulf, Iranian .Islands

Division of The Marine Environment

Integrated Coral Reef Management Program of Tonb, Abu Musa, and Siri Islands by hard corals species identification, health status control and distribution mapping

Prepared by
Department of Biology
Faculty of Sciences
Hormozgan University

This research project has been financially supported by the division of the marine environment.

2017