



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

## بخش دوم پروژه

با توجه به حجم زیاد و مراحل مختلف انجام پروژه حاضر، لذا این پروژه در دو بخش ارائه شده است که بر اساس تخصص همکاران گرامی در هر قسمت از طرح پژوهشی، لذا نگارنده و همکاران بخش میدانی و بخش آزمایشگاهی متفاوت بوده است. در بخش اول مراحل انجام کارهای میدانی، پراکنش آبسنگ های مرجانی، تنوع گونه ای بر اساس مورفولوژی خارجی و نحوه پراکنش گونه ها بر اساس نقشه های ماهواره ای و وضعیت سلامت آبسنگ های مرجانی در مناطق مورد مطالعه ارائه شده است. در بخش دوم، مقدمه ای بر مطالعات مولکولی و سپس مراحل انجام آزمایشات، آنالیز اطلاعات و نتایج حاصل از شناسایی ژنتیکی و مولکولی ارائه شده است.

## عنوان بخش دوم

# شناسایی مورفولوژی و بررسی فیلوژنی مولکولی مرجان های سخت

### کارفرما

سازمان حفاظت محیط زیست

حوزه معاونت محیط زیست دریایی

### مجری

دانشگاه هرمزگان

دانشکده علوم دریایی-گروه زیست شناسی

### نگارنده

دکتر پرگل قوام مصطفوی

### همکاران

پریسا علی دوست سلیمی

دکتر مهسا علی دوست سلیمی

محمود قیوم اشرفی

## تشکر و قدردانی

شکر شایان نثار ایزد منان که توفیق فراهم ساخت تا هم نشین رهروان علم بوده و در این مسیر به خدمت بپردازیم.

از سرکار خانم دکتر فرشچی (معاونت محترم محیط زیست دریایی سازمان حفاظت محیط زیست) و جناب آقای دکتر میرشکار (مدیر کل محترم دفتر زیست‌بوم‌های دریایی) برای حمایت هایشان کمال سپاسگزاری را داریم.

از زحمات بی دریغ و حمایت های علمی پروفیسور میشل پیشان و دکتر ان چن در بخش تایید شناسایی گونه های مرجان و کمک در بخش مولکولی کمال تشکر و قدردانی را داریم.

از همکاری و مساعدت جناب آقای دکتر محمد شریف رنجبر (دانشگاه هرمزگان) و جناب آقای دکتر مجید عسکری حسنی (دانشگاه کرمان) برای نمونه برداری و تهیه عکس های زیر آب در جزایر ابوموسی و سیری کمال تشکر و سپاس گذاری را داریم.

از زحمات جناب آقای مهندس محسنیان رئیس بخش بیولوژی آزمایشگاه زکریای رازی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران برای در اختیار قرار دادن امکانات و وسایل لازم سپاس گذاریم.

## "فهرست مطالب"

فصل اول	۱
کلیات تحقیق	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۲-۱- اهمیت و ضرورت تحقیق	۴
۳-۱- Indo-Pacific مرجان های	۴
۴-۱- مرجان های خلیج فارس	۶
۵-۱- اهمیت مرجان های Scleractinian	۸
۶-۱- تکامل Scleractinian ها در طول دوره های زمین شناسی	۸
۷-۱- شناسایی مورفولوژیک و مولکولی مرجان ها	۱۱
۱-۷-۱- شناسایی مورفولوژیک مرجان ها	۱۱
۲-۷-۱- اهمیت روش های مولکولی در شناسایی مرجان ها	۱۴
فصل دوم	۱۸
مروری بر ادبیات و پیشینه تحقیق	۱۸
۱-۲- تحقیقات داخلی کشور:	۱۹
۲-۲- تحقیقات خارج از کشور:	۲۰
فصل سوم	۲۳
روش اجرای تحقیق	۲۳
۱-۳- وسایل و مواد شیمیایی مورد نیاز	۲۴
۲-۳- روش نمونه برداری	۲۴
۳-۳- شناسایی ریخت شناسی مرجان های سخت (جزایر ابوموسی و سیری)	۲۶
۴-۳- شناسایی مولکولی	۲۸

۲۸	.....جداسازی بافت مرجان ۱-۴-۳
۲۸	.....استخراج DNA ۲-۴-۳
۳۰	.....واکنش زنجیره ای پلیمرز (PCR) ۳-۴-۳
۳۰	.....الکتروفورز محصولات PCR با استفاده از ژل آگارز ۴-۴-۳
۳۳	.....فصل چهارم
۳۳	.....نتایج
۳۴	.....۴-۱ شناسایی مرجان ها (جزیره ابوموسی و سیری)
۳۶	.....۴-۲ خانواده Acroporidae
۳۶	.....۴-۲-۱ <i>Acropora downingi</i> Wallac, 1999
۳۶	.....۴-۲-۲ <i>Montipora</i> sp. Blainville, 1830
۳۸	.....۳-۴ خانواده Agariciidae
۳۸	.....۴-۳-۱ <i>Pavona decussata</i> (Dana, 1846)
۳۸	.....۴-۳-۲ <i>Pavona cactus</i> (Forsk., 1775)
۳۹	.....۴-۴ خانواده Dendrophylliidae
۳۹	.....۴-۴-۱ <i>Turbinaria peltata</i> (Esper, 1794)
۴۰	.....۴-۴-۲ <i>Turbinaria</i> cf. <i>reniformis</i> Bernard, 1896
۴۰	.....۴-۴-۳ <i>Turbinaria</i> sp. Oken, 1815
۴۱	.....۴-۵ خانواده نامشخص ( <i>Incerta cedis</i> )
۴۱	.....۴-۵-۱ <i>Plesiastrea versipora</i> (Lamarck, 1816)
۴۲	.....۴-۵-۲ <i>Leptastrea pruinosa</i> Crossland, 1952
۴۳	.....۴-۵-۳ <i>Leptastrea transversa</i> Klunzinger, 1879

۴۵	..... Merulinidae خانواده ۶-۴
۴۵	..... <i>Cyphastrea microphthalma</i> (Lamarck, 1816) -۴-۶-۱
۴۵	..... <i>Cyphastrea serailia</i> (Forskal, 1775) -۴-۶-۲
۴۶	..... <i>Favites pentagona</i> (Esper, 1794) -۴-۶-۳
۴۷	..... <i>Favites chinensis</i> (Verrill, 1866) -۴-۶-۴
۴۸	.....
۴۸	..... <i>Platygyra daedalea</i> (Ellis and Solander, 1786) -۴-۶-۵
۴۹	..... <i>Dipsastraea pallida</i> (Dana, 1846) -۴-۶-۶
۵۰	..... <i>Dipsastraea rotumana</i> (Gardiner, 1898) -۴-۶-۸
۵۲	..... Lobophylliidae خانواده ۴-۷
۵۲	..... <i>Acanthastrea echinata</i> (Dana, 1846) -۴-۷-۱
۵۳	..... Poritidae خانواده ۴-۸
۵۳	..... <i>Porites lobata</i> Link, 1807 -۴-۸-۱
۵۶	..... Siderastreidae خانواده ۴-۹
۵۶	..... <i>Psammocora stellata</i> Dana, 1846 -۴-۹-۱
۵۶	..... <i>Siderastrea savignyana</i> Edwards and Haime, 1850 -۴-۹-۲
۵۷	..... ۴-۱۱ - درخت فیلوژنی گونه های مرجان
۶۲	..... فصل پنجم
۶۲	..... بحث و نتیجه گیری
۶۳	..... ۵-۱ - مقایسه مورفولوژی و فیلوژنی مولکولی گونه های مرجان
۷۴	..... منابع (فارسی و انگلیسی)

## "فهرست اشکال"

- شکل ۱-۱ - تصویر پلیپ مرجان و محل قرار گیری زوگزانتله (برگرفته از Bosserelle et al., 2014) ..... ۳
- شکل ۱-۲ - موقعیت خلیج فارس ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۱-۳ - نقشه جزایر مورد مطالعه، راست: جزیره ابوموسی، چپ: جزیره سیری (برگرفته از سایت سازمان جغرافیایی) ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۱-۴ - تغییرات مورفولوژی در *Acropora* ..... ۹
- شکل ۱-۵ - تعداد جنس و گونه های مرجان به تفکیک هر خانواده در خلیج فارس، منطقه Indo-Pacific و خلیج عمان (برگرفته از Coles, 2003) ..... ۷
- شکل ۱-۶ - دیاگرام ویژگی های پایه ای پلیپ مرجان و ساختمان آن ها (برگرفته از Wood, 1983) ..... ۱۲
- شکل ۱-۷ - انواع کلنی مرجان (۱۲: صفحه ای، ۱۳: توده ای، ۵: گسترده، ۱۰: فنجانی شکل، ۶: شاخه ای کوریمبوس، ۷: شاخه ای کائسپیتوز)، (برگرفته از Wood, 1983) ..... ۱۲
- شکل ۱-۸ - انواع نحوه قرار گیری کورالیت (برگرفته از Veron, 2000) ..... ۱۳
- شکل ۱-۹ - سمت راست: داخل کورالیتی، سمت چپ: خارج کورالیتی (Wood, 1983) ..... ۱۳
- شکل ۱-۱۰ - اجزا مهم کورالیت نظیر سپتا (فلش قرمز) و کالوملا (فلش زرد)، (عکس از نگارنده) ..... ۱۴
- شکل ۳-۱ - نمونه مرجان کد گذاری شده در زیر آب ..... ۲۶
- شکل ۳-۲ - نمونه اسکلت سفید شده مرجان ..... ۲۷
- شکل ۳-۴ - تصویر استریومیکروسکوپ از اسکلت مرجان *Pavona sp.* (عکس از نگارنده) ..... ۲۸
- شکل ۳-۵ - DNA استخراج شده از نمونه مرجان، راست: تصویر ژل آگارز ۱ درصد / چپ: تصویر نانودراپ ..... ۲۹
- شکل ۳-۶ - میزان مواد مصرف شده برای انجام PCR ..... ۳۰



- شکل ۴-۱ دورنمایی از مرجان های جزیره ابوموسی، خلیج فارس (حضور کلنی های آکروپورا در منطقه) ۳۵
- شکل ۴-۲ a و b. کلنی *Acropora downingi*. c. نمونه سفید شده آکروپورا، d. کورالیت راسی و جانبی. e و f. کلنی *Montipora* sp. g. نمونه سفید شده مونتیپورا، h. کورالیت و تزینات سئونستوم (خط مقیاس: ۱ cm) ۳۷
- شکل ۴-۳ a و b. کلنی *Pavona decussate*، c. نمونه سفید شده پاوونا، d. کورالیت تمناسترئوئید. e و f. کلنی *P. cactus*، g. نمونه سفید شده، h. کورالیت تمناسترئوئید ۳۹
- شکل ۴-۴ a. کلنی *Turbinaria peltata*، b. کورالیت و کالوملا در مرکز کالیکس، c. کلنی *T. cf. reniformis*، d. کورالیت ها و کالوملا میله ای، e. کلنی *Turbinaria* sp.، f. کورالیت ها ۴۱
- شکل ۴-۶ a. کلنی *Dipsastraea pallida*، b. کورالیت، c. کلنی *D. favus*، d. کورالیت، e. کلنی *D. rotumana*، f. کورالیت ۵۱
- شکل ۴-۸ a. کلنی *Plesiastrea versipora*، b. پولیپ، c. نمونه سفید شده، d. کورالیت (خط مقیاس: ۱ cm) ۴۲
- شکل ۴-۹ a. کلنی *Leptastrea pruinosa*، b. کورالیت، c. نمونه سفید شده کلنی، d. کلنی *Leptastrea transversa*، e. کورالیت، f. نمونه سفید شده کلنی (خط مقیاس: ۱ cm) ۴۴
- شکل ۴-۱۰ a. کلنی *Cyphastrea serailia*، b. کورالیت، c. کلنی *C. microphthalma*، d. کورالیت و تزینات ستاره ای سئونستوم ۴۶
- شکل ۴-۵ a. کلنی *Favites pentagona*، b. کورالیت، c. نمونه سفید شده کلنی، d. کلنی *F. chinensis*، e. کورالیت، f. نمونه سفید شده کلنی (خط مقیاس: ۱ cm) ۴۸
- شکل ۴-۷ a. کلنی *Platygyra daedalea* (جزیره ابوموسی)، b. *P. daedalea* (جزیره سیری)، c. نمونه سفید شده، d. کورالیت مندروئید (خط مقیاس: ۱ cm) ۴۹
- شکل ۴-۱۱ a. کلنی *Acanthastrea echinata*، b. نمونه سفید شده (خط مقیاس: ۱ cm) ۵۲
- شکل ۴-۱۲ *Porites* sp. (خط مقیاس ۱ cm) ۵۴
- شکل ۴-۱۳ a و b. نمونه *Goniopora columna*، c. نمونه سفید شده، d. کورالیت ۵۵

۵۶

شکل ۴-۱۴ - *Psammacora stellata*

شکل ۴-۱۵ - a. کلنی *Siderastrea savygnyana*، b. پلیپ بسیار کوچک و فرورفته، c. نمونه سفید شده،

۵۷

d. کورالیت سروئید (خط مقیاس: ۱ cm)

شکل ۴-۱۹ - آنالیز فیلوژنی ML، نتایج این پژوهش به رنگ خاکستری مشخص شده است. درصدهای بوت

۵۹

استراپ از ۱۰۰ درخت روی گره ها نشان داده شده است

۶۱

شکل ۴-۲۱ - آنالیز فیلوژنی ML، درصدهای بوت استراپ از ۱۰۰ درخت روی گره ها نشان داده شده است

### "فهرست جداول"

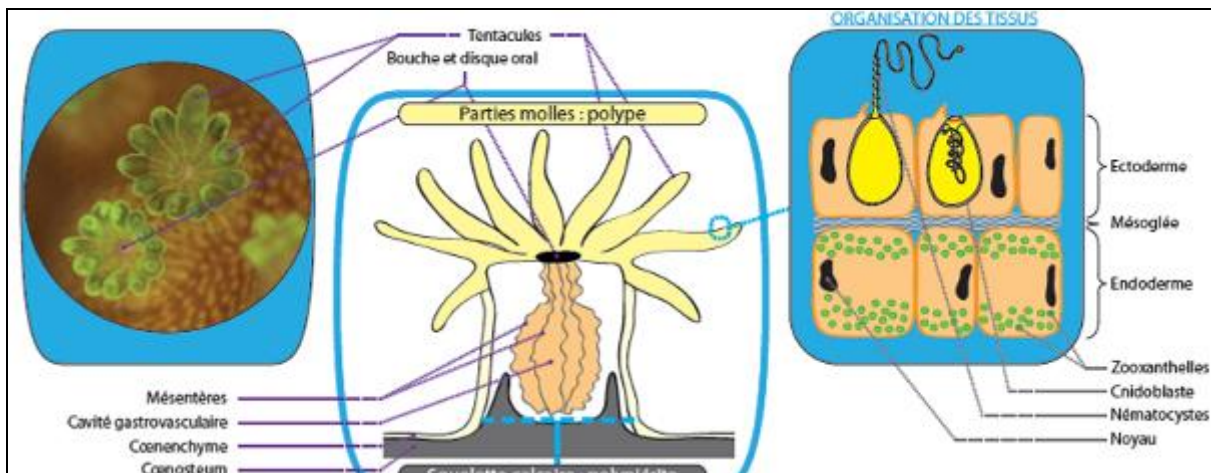
جدول ۳-۱ - مختصات و عمق نمونه برداری از جزایر مختلف ..... ۲۵

# فصل اول

## کلیات تحقیق

آبسنگ های مرجانی جز متنوع ترین و پرتولید ترین اکوسیستم های دریایی می باشند. این اکوسیستم های دریایی دومین بیوم غنی جهان محسوب می شوند که تنوع زیستی بالایی دارد. در حال حاضر، راسته Scleractinian شامل ۳۱ خانواده، ۲۴۰ جنس و بیش از ۱۵۰۰ گونه می باشند، که در تمام آب های جهان از ناحیه بین جزر و مدی تا نواحی عمیق یافت می شوند. مرجان ها به دو گروه عمده تقسیم بندی می شوند: گروه اول، مرجان های هرمتیپیک که آبسنگ ها مرجانی را تشکیل می دهند و با میکروجلبک زوگزانتله (جنس *Symbiodinium*) هم زیست هستند. گروه دوم، شامل مرجان های آهرمتیپیک می باشند که در تشکیل آبسنگ های مرجانی نقش ندارند (Castro and Huber, 2003). هرچند برخی از مرجان های هرمتیپیک واقع در نواحی آب های عمیق گرمسیری مانند *Madracis*, *Manicina*, *Fungia*, *Diaseris*, *Cycloseris* و *Heteropsammia* در تشکیل آبسنگ های مرجانی نقشی ندارند. در مقابل مرجان های آهرمتیپیک (فاقد زوگزانتله) هرگز در تشکیل آبسنگ های مرجانی نواحی کم عمق شرکت نمی کنند. اما جنس هایی نظیر، *Dendrophyllia*, *Lophelia*, *Desmophyllum*, *Solenosmilia*, *Oculina* و *Tubastraea* ممکن است در تشکیل آبسنگ ها مرجانی یا شبه آبسنگی آب های عمیق حضور داشته باشند (Beauvais and Beauvias, 1974). گونه های هرمتیپیک به طور معمول در آب های کم عمق و گرم پراکنش دارند و تاکنون حدود ۸۰۰ گونه معتبر از آن ها شناسایی شده است. گونه های آهرمتیپیک نسبت به هرمتیپیک پراکندگی گسترده تری دارد به طوری که از آب های کم عمق تا عمیق حضور دارند و شامل ۷۰۰ گونه معتبر می باشند (Arrigoni et al., 2012).

در اطراف پلیپ مرجان های هرمتیپیک، اسکلتی از جنس کربنات کلسیم به نام کورالیت وجود دارد. شکل و نحوه قرار گیری کورالیت ها در گونه های مختلف مرجان متفاوت می باشد و از این فاکتورها به منظور شناسایی مورفولوژیک استفاده می شود. در حال حاضر تلاش بسیاری جهت شناسایی



شکل ۱-۱ - تصویر پلیپ مرجان و محل قرار گیری زوگزانتله (برگرفته از Bosserelle et al., 2014)

مرجان های سخت در جهان صورت گرفته است. اما شناسایی دقیق مرجان ها و طبقه بندی آن ها در خانواده های مختلف به دلیل نبود ویژگی متمایز کننده مشخص (ناشی از شرایط زیست محیطی متفاوت) و همچنین ساختار اسکلتی متغیر، بسیار سخت می باشد. علاوه بر این مطالعات مولکولی نشان داده است که ابهاماتی در روند تکاملی مرجان ها وجود و وقوع هیبریداسیون نیز تعیین حدود گونه ای را با مشکل مواجه کرده است. این مشکل مانعی برای پی بردن به وضعیت تکاملی، تنوع زیستی و گروه های در معرض تهدید است (شکل ۱-۱)، (Diekmann et al., 2001; Forsman et al., 2009).

تلاش های متعددی جهت شناسایی دقیق مرجان ها صورت گرفته است. طی ۳۰ سال گذشته حتی از ویژگی های فنوتیپی نظیر نحوه تولید مثل، شکل پولیپ، ویژگی های اکولوژی و فیزیولوژی به منظور رده بندی مرجان ها استفاده شده است. اما هیچ کدام از این داده ها نتوانست از لحاظ تکاملی دیدگاهی ارایه دهد. تا کنون نیز داده های ژنوتیپی مشخصی برای Scleractinia یافت نشده، تا به کمک آن بتوان مشکل ویژگی فنوتیپی آن ها را حل کرد. از سوی دیگر مطالعات مولکولی اخیر

تغییرات زیادی در شناسایی های پیشین مرجان در حد خانواده و جنس نشان می دهد ( Nunes et al., 2008).

### ۲-۱- اهمیت و ضرورت تحقیق

جزایر ابوموسی و سیری در مرز آبی ایران با کشورهای عربی قرار دارد. این جزیره از نظر ژئوپلیتیک بسیار مهم بوده و موقعیت نظامی آن سبب شده تا مطالعات کمی در ارتباط با گونه های جانوری به خصوص مرجان های آبسنگ ساز صورت بگیرد. در ارتباط با مرجان ها، پژوهش های مختلف نشان داده است که ویژگی های ریخت شناختی مرجان ها ضرورتاً با ویژگی های ژنتیکی برابری و ارتباط ندارند و تاکسونومی آن ها نیاز به بازنگری مجدد دارد. در این راستا، استفاده از روش های مولکولی می تواند راهی مناسب برای کمک به تعیین حدود گونه ای و رده بندی صحیح مرجان ها در گروه ها و خانواده های مختلف باشد. با توجه به موقعیت جزیره ابوموسی و اهمیت گونه های مرجان، پژوهش حاضر با فرض شناسایی مولکولی مرجان غالب آبسنگ ساز می تواند تایید کننده نهایی شناسایی مورفولوژیک آن باشد انجام پذیرفت و برای آن اهداف زیر در نظر گرفته شد:

- شناسایی مورفولوژیک نمونه های مرجان جزایر ابوموسی و سیری
- بررسی فیلوژنی مولکولی مرجان های آبسنگ ساز جزایر ابوموسی و سیری
- ترسیم درخت فیلوژنی مرجان های غالب آبسنگ ساز جزایر ابوموسی و سیری

### ۳-۱- مرجان های Indo-Pacific

ناحیه Indo-Pacific یک چهارم جهان را فرا گرفته و تا شرق سواحل آفریقا گسترش دارد. این ناحیه شامل دریای سرخ<sup>۱</sup>، خلیج فارس<sup>۱</sup>، اقیانوس هند<sup>۲</sup> و اقیانوس آرام<sup>۳</sup> می باشد (محدوده دریای سرخ تا

---

<sup>۱</sup> Red Sea

شرق اقیانوس آرام). فون دریایی Indo-Pacific تا دوران میوسن مشخصه فون تتیس بود. از میوسن تبدلات کمی بین کارائیب و Indo-Pacific صورت گرفت، این مناطق در این دوره، تکامل مجزایی از یکدیگر داشتند. وقایع تکتونیکی در زمان میوسن، منجر به باقی ماندن سه فون عمده در ناحیه Indo-Pacific (در اقیانوس هند، آرام شرقی و آرام مرکزی) گردید، که هر یک به طور غیر وابسته به دیگری تکامل یافتند. فون مرجانی Indo-Pacific امروزی نشان می دهد که از فون های تتیس نشات گرفته است و به طور کلی در سطح جنس هموزن می باشد. از بزرگ ترین مناطق مرجانی ناحیه Indo-Pacific می باشد. به مجموع اقیانوس هند و آرام مرکزی، Indo-west pacific می گویند که بزرگترین زیر مجموعه Indo-Pacific می باشد. متنوع ترین و بیش ترین جنس های مرجانی در بخش جنوبی Indo-Pacific مرکزی تا بخش جنوبی آبسنگ عظیم سدی استرالیا<sup>۴</sup> و شمال اندونزی تا جزایر Ryukyu می باشد. فون مرجانی آبسنگ ساز در آرام شرقی از Indo-Pacific متفاوت می باشد. در آن جا ۹ جنس مرجان وجود دارد که در Indo-Pacific غربی نیز یافت می شود و تنها یکی از ۹ جنس آن ها در اطلس غربی حضور دارد. گونه های کمی می تواند بومی این منطقه باشد. گونه های *Pocillopora* در آبسنگ های این منطقه غالب بوده و اغلب اولین جنسی است که در ساخت آبسنگ های مرجانی آرام شرقی شرکت می کند، جایی که شرایط محیطی برای رشد مرجان نسبتا ایده آل نیست (Romano, 1995). در حال حاضر نیز *Pocillopora* یکی از جنس های غالب آبسنگ ساز در اقیانوس آرام شرقی می باشد (Flot and Tillier, 2006).

---

<sup>1</sup> Persian Gulf

<sup>2</sup> Indian Ocean

<sup>3</sup> Pacific Ocean

<sup>4</sup> Great Barrir Reef

## ۱-۴- مرجان های خلیج فارس

آب‌سنگ های مرجانی حال حاضر دنیا را می توان به ترتیب به دو گروه آب‌سنگ کم عمق<sup>۱</sup> و آب‌سنگ اقیانوسی<sup>۲</sup> طبقه بندی نمود. گروه اول در نزدیک سرزمین های قاره ای قرار گرفته اند جایی که عمق آب کم بوده و تا عمق ۲۰۰ متر شیب منطقه ملایم است. در مقابل، گروه دوم در آب های عمیق و فراسوی شیب قاره ای قرار گرفته اند. پیش از این بیان میشد که آب‌سنگ های خلیج فارس از نوع حاشیه ای<sup>۳</sup> می باشند و در گروه آب‌سنگ های کم عمق هستند (Wood, 1983). اما در خلیج فارس، به علت نوسانات دمایی آب مرگ و میر ناگهانی مرجان ها رخ می دهد و لذا آن ها قدرت تشکیل آب‌سنگ های حاشیه ای حقیقی را نداشته و می توان گفت نوع ساختار آب‌سنگ ها به صورت فرشی (coral carpets) است (Burt et al., 2014). در خلیج نایبند، عسلویه و جزایر ابوموسی، سیری، لارک، هنگام، کیش، خارگ و خارگو به خوبی می توان این نوع ساختار آب‌سنگی را مشاهده کرد. مرجان ها به صورت گروهی در بخشی از بستر حضور دارند و همچون فرشی بخشی منطقه را پوشش می دهند اما در بخش های دیگر، بستر به صورت کلنی های تک بوده و یا اصلا حضور ندارند (مشاهدات نگارنده). از لحاظ گونه ای، مرجان های خلیج فارس و دریای عمان به طور قابل ملاحظه ای 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

---

<sup>1</sup>Shelf Reef

<sup>2</sup> Ocean Reef

<sup>3</sup> Fringing Reef



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 Indo-Pacific، Siderastreidae، Faviidae و Dendrophylliidae با میزان ۲ الی ۳ گونه بیش تر از Indo-Pacific می باشند. به طور کلی می توان بیان کرد که تنها ۱۰ درصد مرجان های Indo-Pacific در خلیج فارس حضور دارند (شکل ۱-۶). عوامل مختلف می تواند در کاهش تنوع مرجان های خلیج فارس نقش داشته باشد که از مهم ترین آن ها می توان موارد زیر را نام برد (Coles, 2003):

- افزایش یا کاهش دما به طور معمول عامل محدود کننده مقاومت مرجان می شود
- شوری بالا (مهم ترین عامل محدود کننده تنوع گونه ای مرجان است)
- وجود رقابت با ماکرو جلبک ها
- آلودگی و تولیدات نفتی

جدول ۱-۱ - تعداد جنس و گونه های مرجان به تفکیک هر خانواده در خلیج فارس، منطقه Indo-Pacific و خلیج عمان (برگرفته از Coles, 2003)

تاکسا	Indo-Pacific			خلیج فارس			خلیج عمان		
	جنس	گونه	% کل	جنس	گونه	% کل	جنس	گونه	% کل
تمام خانواده ها	۱۰۹	۶۵۶	---	۲۸	۶۸	---	۳۳	۶۵۶	---
<b>Acroporidae</b>	۴	۱۹۹	%۳۰	۲	۱۱	%۱۶	۳	۱۰	%۱۵
<b>Fungiidae</b>	۱۱	۴۴	%۷	۱	۱	%۱	۱	۱	%۱
<b>Siderastreidae</b>	۶	۲۷	%۴	۵	۸	%۱۲	۵	۷	%۱۰
<b>Faviide</b>	۲۴	۱۰۳	%۱۶	۸	۲۱	%۳۱	۴	۲۰	%۲۹
<b>Dendrophylliidae</b>	۳	۱۵	%۲	۲	۴	%۶	۳	۴	%۶

## ۱-۵- اهمیت مرجان های Scleractinian

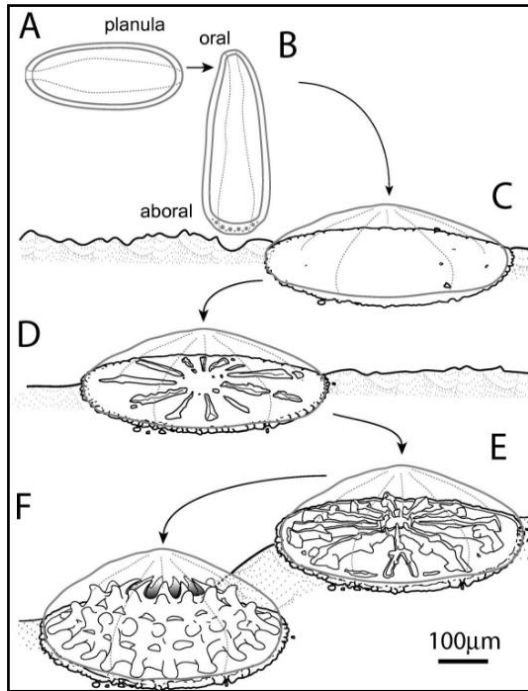
آب‌سنگ های مرجانی شرایطی را ایجاد می کنند تا سایر جانوران اعم از ماهی ها، خارپوستان، سخت پوستان، نرم تنان و غیره در میان آن ها زندگی و فعالیت داشته باشند. هر یک از جانوران ذکر شده به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم وابسته به اکوسیستم مرجانی می باشند. مرجان ها به تغییرات محیطی پاسخ می دهند و به شناخت ما، پیرامون تغییرات آب و هوایی منطقه ای و جهانی، نوسانات سطح دریا و اثرات فعالیت های انسانی در اجتماع های نزدیک ساحل کمک می کنند. آن ها همچنین مرکز شناخت ما در ارتباط با الگوهای بیوژئوگرافیک می باشند (Romano and Palumbi, 1997).

## ۱-۶- تکامل Scleractinian ها در طول دوره های زمین شناسی

حضور مرجان های آب‌سنگ ساز (Scleractinian) به عنوان یک گروه موجود زنده (Phylum Cnidaria, Class anthozoa, Order Scleractinia) تا قرن ۱۶ ناشناخته بود. به طوری که آن ها در ابتدا در طبقه بندی ها به عنوان گیاه در نظر گرفته می شدند و تا اواخر قرن ۱۷ آن ها را به عنوان جانور محسوب نمی کردند. این امر ناشی از ابهامات موجود درباره ماهیت مرجان ها بود، به طوری که در قرن ۱۸ به آن ها zoophyte می گفتند. برخی از این ابهامات ناشی از فرم مدوز در چرخه زندگی و تولید اسکلت کربنات کلسیمی در آن ها بود (شکل ۱-۵). این ابهامات در قرن ۱۹ زمانی که Bernard سیستم طبقه بندی و نام گذاری لینه را رد کرد، به اوج رسید و تا کنون نیز ادامه دارد (Veron and Pichon, 1982). ویژگی های اسکلتی به عنوان یک ویژگی متداول برای مطالعات تاکسونومی مرجان های Scleractinia به کار می رود هرچند تغییر پذیری مورفولوژی<sup>۱</sup> در مرجان ها شناخته شده است (Lang, 1989). به طور کلی می توان گفت مشکلات تاکسونومیک مرجان ها ناشی از فقدان اطلاعات درباره تاریخچه و وضعیت تکاملی آن ها می باشد.

---

<sup>۱</sup> Morphological plasticity



شکل ۱-۲ تغییرات مورفولوژی در *Acropora* (شامل: settlement، تمامورفوزیس و شروع کلسیفیکاسیون)، A. پلانولا شناور، B. یافتن مکان مناسب جهت مستقر شدن از ناحیه مقابل دهانی، C. اگر نشانه‌های شی‌می‌ای مناسب را بیابد به صورت کروی درآمده و بخش تحتانی آن صاف می‌شود سپس سلول‌های مجاور سطح تغییری شکل داده و شروع به ترشح ترکیبات آلی می‌کند، D و E. شروع کلسیفیکاسیون F رشد طولی

دیدگاه باستانی فیلوژنی متازوا که امروزه نیز به وسیله مطالعات مولکولی حمایت می‌شود، بیان می‌کند که شاخه نیش‌زندگان از نزدیک‌ترین نمایندگان زنده اجداد تمام متازوهای به غیر از اسفنج‌ها تشکیل شده‌اند. فسیل‌ها نشان می‌دهند که هر سه رده این شاخه در اواخر پرکامبرین حضور داشته‌اند (۵۵۰ mya). این رده‌ها خود نیز به صورت مجزا از یکدیگر جدا شده‌اند و مسیر تکاملی آن‌ها نیز نیاز به مطالعه و بررسی دارد. اگرچه عقیده بر آن بوده که رده هیدروزوا، اجداد نیداریا هستند اما مطالعات اخیر نشان داده، آنتوزوا خود گروه پایه‌ای برای شاخه نیش‌زندگان بوده‌اند.

هشت مزانتر، هشت تنتاکول و اسکلت پلیپ تحلیل‌رفته، ویژگی اجداد آنتوزوا بوده و برخلاف سایر نیداریاها مرحله مدوز وجود نداشته است. این رده به سه زیر رده *Hexacorallia*، *Octocorallia* و *Ceriantipatharia* تقسیم‌گردیده است. *Hexacorallia* شامل نمونه‌های متداول شناخته شده نظیر شقایق‌های دریایی، مرجان‌های نرم و مرجان‌های سخت می‌باشد. در این رده، راسته *Scleractinia* وجود دارد که دربرگیرنده مرجان‌های حقیقی (مرجان‌های سخت) بوده که دارای اسکلت کربنات کلسیمی هستند (Romano, 1995).

اولین حضور مرجان های سخت در آب های کم عمق دریای تتیس، به زمان تریاسه بر می گردد (در حدود ۲۴۰ mya). در دوران ژوراسیک نیز اغلب مرجان های به صورت تک زی و کوچک بوده اند که در رسوبات پراکنده بوده و اغلب آن ها فاقد زوگزانتله بودند. در دوران میوسن، تغییرات ژئوگرافیک مهمی به وقوع پیوست که منجر به ادامه تمایز فون های مرجانی در اقیانوس های جهان گردید و به صورت گسترده ای بر تکامل مرجان ها تاثیر گذاشت. در این زمان، تغییراتی در مرجان ها به دلیل نفوذنی<sup>۱</sup> صورت گرفت و آبسنگ های مرجانی شروع به شکل گیری نمودند. بدین ترتیب که مرجان ها همراه با جلبک های کورالین<sup>۲</sup> که نسبت به امواج مقاوم بودند، اجتماعات مرجانی را تشکیل دادند و به صورت سدهای محافظتی در مقابل امواج اقیانوس قرار گرفتند. در دوران میوسن، سه فون مرجانی به خوبی متمایز شد: (۱) اقیانوس اطلس و شرق آرام، (۲) مدیترانه و (۳) اقیانوس هند غرب اقیانوس آرام (Romano, 1995). افتراق بیوژئوگرافی اطلس و Indo-Pacific در نتیجه تغییر الگوی چرخش اقیانوسی، و گسترده گی بالای فعالیت اقیانوس آرام و اطلس به عنوان یک سد عمل کرد (Romano, 1995). در دوران میوسن (Miocene) شرایط آب و هوا و هیدروگرافی بسیار مناسبی در آب های نواحی گرمسیری در مناطق استرالیا و کارائیب وجود داشت (هنوز نیز وجود دارد) که منجر به ظاهر شدن تنوع مرجانی در این مناطق شد. تبادل بین فون های مرجانی نواحی آرام و کارائیب مرکزی علنا در طول این زمان وجود نداشت، اگرچه هنوز در پاناما مرجان ها تشکیل نشدند (مرجان های این مناطق به دوره پلئوسن –Pliocene– بر می گردد).

---

<sup>1</sup> Neogene

<sup>2</sup> Coralline Algae

## ۱-۷- شناسایی مورفولوژیک و مولکولی مرجان ها

### ۱-۷-۱ شناسایی مورفولوژیک مرجان ها

فینتیک که به نام تاکسونومی عددی یا تاکسیمتری نیز شناخته می شود سعی دارد که موجودات را بر پایه شباهت کلی معمولا در ریخت شناسی یا ویژگی های قابل مشاهده، به رغم رابطه تکاملی آن ها رده بندی نماید. ویژگی های ریخت شناسی به علایمی گفته می شود که به طور مستقیم در فنوتیپ جانور قابل تشخیص و توارث پذیر هستند. اگرچه این ویژگی ها در علوم زیستی مورد استفاده قرار گرفته اند ولی دارای محدودیت های اساسی همچون تعداد کم ویژگی، دقت کم، تاثیر پذیری شدید از محیط می باشند. اساس و تفسیر ژنتیکی بسیاری از این ویژگی ها نامشخص بوده و شناسایی افراد ناخالص از خالص ممکن نیست. اما به دلیل ساده و کم هزینه بودن و عدم نیاز به امکانات پیچیده و گران قیمت برای شناسایی محققین بسیاری از آن ها استفاده می نمایند (Morgan, 1961).

ریخت شناسی مرجان ها با استفاده از بررسی ماکرومورفولوژی به کمک استریومیکروسکوپ در بزرگنمایی  $<10x$  صورت گرفته می شود و به طور کلی ویژگی های ماکرومورفولوژیک به عنوان اولین ویژگی متمایز کننده جهت شناسایی مورد استفاده قرار می گیرد. مطالعات در سطح ماکرو شامل: شکل کلنی (جوانه زدن کورالیت، اندازه و شکل calical)، اندازه و شکل کالیکس<sup>۱</sup>، ساختار و نحوه رشد سپتا (تعداد، فاصله آن ها، طول و ضخامت نسبی)، کالوملا، دیواره کورالیت ها و سنوستئوم<sup>۲</sup> و غیره می باشد (شکل ۱-۶). جوانه زدن کورالیت، می تواند به صورت خارج کورالیتی و یا داخل کورالیتی باشد، گاهی در برخی گونه ها هر دوی آن ها مشاهده می شود. مرجان هایی که دارای یک کورالیت

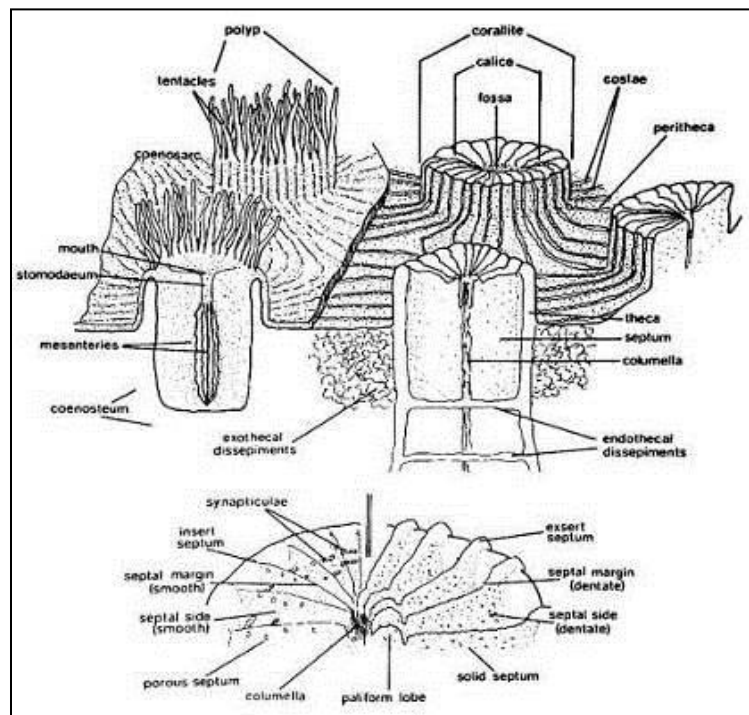
---

<sup>1</sup> Calice

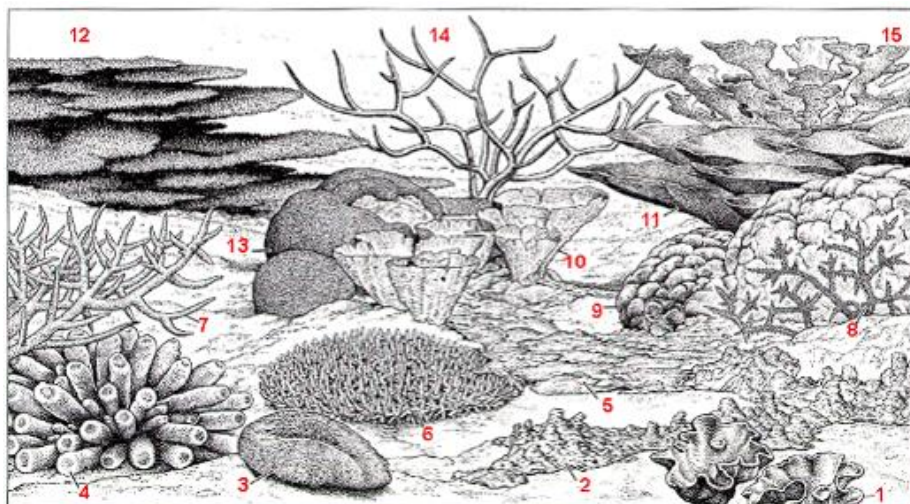
<sup>2</sup>Coenosteum

منفرد باشند را Solitary گویند (Budd et al., 2012) و در مقابل نمونه هایی که دارای کورالیت های

متعدد می باشند را colony گویند.



شکل - ۳- دیاگرام ویژگی های پایه ای پلیپ مرجان و ساختمان آن ها (برگرفته از Wood, 1983)



شکل ۱-۴- انواع کلنی مرجان (۱۲: صفحه ای، ۱۳: توده ای، ۵: گسترده، ۱۰: فنجانی شکل، ۶: شاخه ای

کوریمبوس، ۷: شاخه ای کائسپیتوز)، (برگرفته از Wood, 1983).

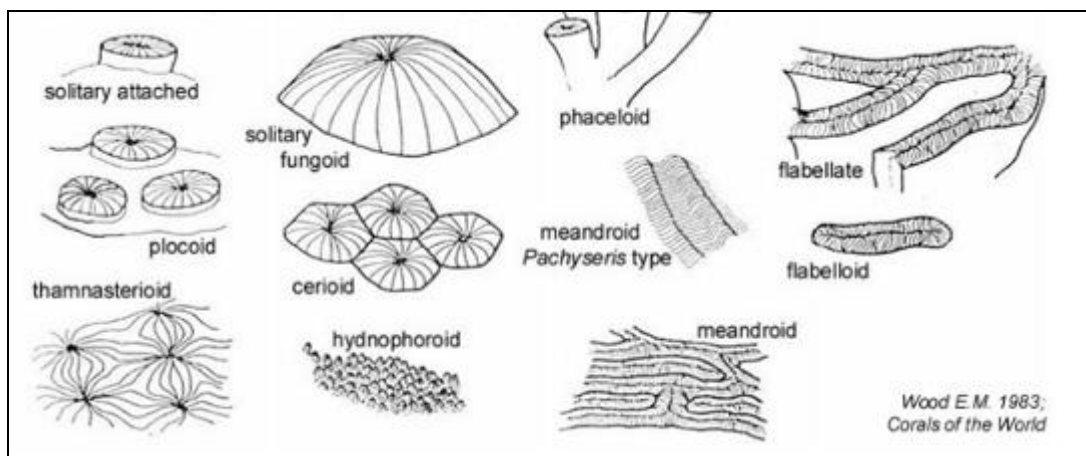
مهم ترین ویژگی هایی که در شناسایی مورفولوژیک مرجان ها استفاده می شود، شامل:

الف- نحوه رشد کلنی مرجان نظیر بشقابی، قشری، توده ای، پهن، گنبدی شکل و غیره (شکل ۱-۷).

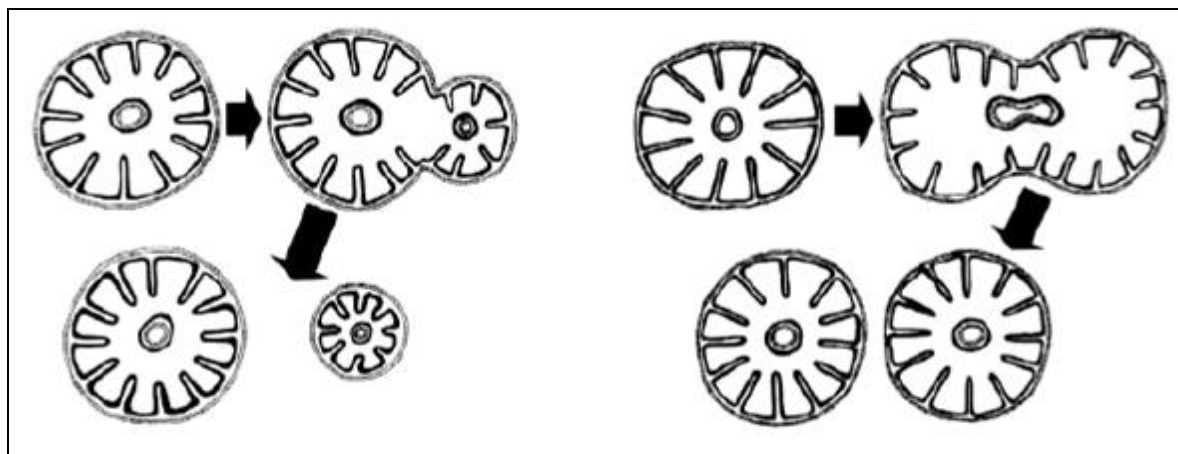
ب: نحوه قرارگیری کورالیت ها نظیر Plcoid، Ceriod، Meandroid و غیره (شکل ۱-۸).

پ: الگوی تولید مثل غیر جنسی به صورت خارج کورالیتی و داخل کورالیتی (شکل ۱-۹).

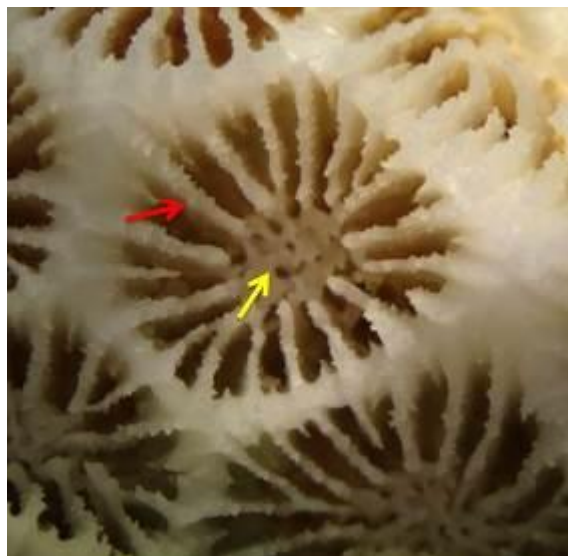
ت: تعداد و ردیف سپتا در هر کورالیت مرجان / حضور یا عدم حضور کالوملا (شکل ۱-۱۰):



شکل ۱-۵ - انواع نحوه قرارگیری کورالیت (برگرفته از Veron, 2000)



شکل ۱-۶ - سمت راست: داخل کورالیتی، سمت چپ: خارج کورالیتی (Wood, 1983)



شکل ۱-۷- اجزا مهم کورالیت نظیر سپتا (فلش قرمز) و کالوملا (فلش زرد)، (تصویر از پریسا علی دوست سلیمی)

#### ۱-۷-۲ اهمیت روش های مولکولی در شناسایی مرجان ها

فیلوژنی مولکولی مطالعه روابط تکاملی بین موجودات زنده با استفاده از داده های مولکولی می باشد. نتایج بدست آمده از روش های مولکولی راهی جدیدی در بررسی جمعیت و تکامل مرجان ها ایجاد کرد و شامل ارتباط بین و درون خانواده ها می باشد و فرضیه تکاملی مرجان های حاضر را بر اساس فسیل های ثبت شده حمایت کرد. Romano و Palumbi در سال ۱۹۹۶، به بررسی ژن 16s mRNA در ۳۴ گونه مرجان آبسنگ ساز که متعلق به ۲۴ جنس و ۱۴ خانواده بود، پرداختند. آنالیز فیلوژنی بدست آمده از اطلاعات مولکولی با طبقه بندی گونه ها در هر خانواده با ریخت شناسی همابهنگی داشت، اما با زیر رده قدیمی آن ها متفاوت بود. به طوری که جنس هایی که متعلق به زیر رده ها مختلفی بودند (بر اساس طبقه بندی قدیمی)، حال در یک شاخه قرار گرفته بودند. به طور مثال، *Turbinaria* و *Tubastraea* بر اساس طبقه بندی قدیمی متعلق به *Dendrophylliidae/Eupsammiida* می باشند اما نتایج فیلوژنی آن ها را با *Porites*، *Goniopora* و *Fungiacyathus* هم گروه کرد. یکی از جالب ترین نتایج آن ها، تشخیص دو کلاد عمده از



Scleractinia می باشد که از یک جد مشترک در دوران پالئوزوئیک قبل از ظهور اسکلت Scleractinia تمایز یافته اند (Stolarski and Roniewicz, 2001). هر چند معیار ریخت شناسی مشخصی برای تمایز این دو کلاد وجود ندارد. کلادهای معرفی شده شامل کلاد مرجان های Robust (همانند *Euphyllia*, *Lobophyllia*) که اغلب سخت، اسکلت کلسیمی قوی و تولید مثل غیر جنسی به صورت بین تنتاکولی می باشد و کلاد دوم مرجان های Complex (همانند *Acropora*, *Fungiacyathus*) هستند. گروه دوم اغلب اسکلت کلسیمی ضعیف تر داشته و تولید مثل غیر جنسی آن ها به صورت خارج تنتاکولی می باشد (Stolarski and Roniewicz, 2001).

مطالعات مولکولی در مبحث تکاملی Scleractinia نتایجی را نشان دادند که با فرضیه های قدیمی متفاوت بود. در این رابطه می توان موارد زیر را نام برد (Stolarski and Roniewicz, 2001):

I - Poritiids (Poritina of veron, 1995)، فاقد کلاستر (cluster)، با Fungiina می باشند اما دارای گروه با Dendrophylliis (Dendrophylliina) در کلاد مرجان های Robust می باشند.

II - کلاستر Agariciids و Fungiacyathids (Fungiina قدیمی) کلادهای غیر وابسته در کلاد مرجان های Complex می باشند، به طوری که Fungiidae (یک زیر رده قدیمی) و Siderastraeidae تشکیل یک گروه بین کلاد مرجان های Robust داده اند.

III - Pocilloporids و Acroporids (کلاستر قدیمی Astrocoeniina) در فواصل دوری نسبت به هم در درخت مولکولی قرار می گیرند.

IV - Anthemipholiids، در گروه بندی قدیمی همراه با Faviies بوده است، اما اکنون تشکیل یک کلاد متمایز از تمام Scleractinians را داده است.

V - Caryophylliids پلی فیلتیک هستند و گروه های مختلف آن ها در قسمت های مختلف درخت توپولوژی پراکنده هستند.

Roniewicz و Stolarski معتقدند که نبود هماهنگی بین بررسی مولکولی و فرضیه های ریخت شناسی در سطح خانواده، به دلیل تعداد کم تاکسا زنده جهت بررسی میکروساختاری اسکلت و جزئیات ماکروسکوپی آن ها می باشد.

آنالیزهای مولکولی در حال تغییر شناخت ما در ارتباط با سیستماتیک Scleractinian می باشد. این آنالیزها نشان می دهد که بسیاری از زیر رده ها، خانواده ها و جنس های Scleractinia، پلی فیلتیک می باشند. در سطح زیر رده، Romano و Palumbi در سال ۱۹۹۶-۹۷ پیشنهاد دادند که با وجود تقسیم بندی پنج تا هفتایی زیر رده ای، واگرایی دو گروه Robust و Complex به بیش از ۲۴۰ میلیون سال قبل بر می گردد. حتی بیش تر آنالیزهای مولکولی به صورت مشخص نشان می دهد که بیش از نیمی از زیر رده های قدیمی نمایندگانی در هر دو گروه ذکر شده دارند. اغلب مطالعات اخیر پیشنهاد می دهد که برخی از جنس های مرجان های فاقد جلبک هم زیست، می تواند در هر دو کلاد قرار بگیرند (Budd et al., 2012). نرخ تکامل مولکولی ژن های میتوکندریایی در آنتوزوآ بسیار آهسته می باشد و لذا یافتن یک مارکر مولکولی مناسب موضوع چالش برانگیزی است. اگرچه نتایج کنونی تغییرات اساسی در روابط مرجان ها نشان می دهد و مشخص است طبقه بندی قدیمی به طور گسترده ای با بخش مولکولی حمایت نمی شود. همچنین بسیاری از خانواده ها مونوفیلتیک نمی باشند (Fukami et al., 2008).

فیلوژنی مولکولی می تواند اطلاعاتی درباره فرایند تکاملی ارایه دهد، مخصوصاً در جایی که اطلاعات فسیلی ناقص است، همچنین می تواند زمان و چگونگی واگرایی تکاملی را در نمونه های اجدادی مشخص نماید (Romano and Palumbi, 1996). van Oppen و همکاران در سال ۲۰۰۱ بیان داشتند که مطالعات مولکولی نشان می دهد که بیش تر آبسنگ های مرجانی دستخوش تکامل reticulate هستند که این نوع تکامل پیش از این توسط ورون (۱۹۹۵) نیز بیان شده بود (van Oppen et al., 2001). همچنین، مطالعات اخیر فیلوژنی بر اساس ویژگی های ظاهری و داده های

مولکولی بیان می کند مسیر تکاملی *Acropora* پیچیده است. فسیل های ثبت شده نشان می دهد که تنوع بالای این جنس حاصل از گونه زایی اخیر و سریع آن ها در Indo-Pacific می باشد. در نتیجه، تعیین مرز گونه ای آن ها همچنان حل نشده است و توانایی برخی از گونه ها در تولید مثل بین گونه ای در شرایط آزمایشگاهی نشان می دهد که بسیاری از گونه های *Acropora* همچنان در فرآیند واگرایی می باشند (Wolstenholme et al., 2003). مثال هایی درباره وجود گونه یا گونه های هیبرید در آن ها نیز وجود دارد. در کارائیب، سه گونه آکروپورا شناخته شده که *A. prolifera* هیبرید بوده و حاصل دو گونه آکروپورا می باشد. تشخیص هیبرید در کارائیب بسیار ساده خواهد بود زیرا در منطقه تنها ۳ گونه حضور دارد اما در Indo-Pacific بیش از ۶۰ گونه آکروپورا وجود دارد لذا تشخیص هیبرید در میان آن ها بسیار سخت می باشد. تبادل الل ها بین گونه ها مدارکی دال بر هیبریداسیون introgressive می باشد. اما ناشناخته بودن سن بسیاری از گونه های حاضر تشخیص هیبریداسیون و بیان incomplete lineage sorting را بسیار سخت و مشکل می کند (تبادل پولیمورفیسم اجدادی). گونه های آکروپورا معمولاً بخش های flat، crest و بخش بالایی شیب (عمق بین ۲ الی ۳۰ متر) آبسنگ های مرجانی را اشغال می کنند. هرچند برخی از گونه های نادر خارج از دامنه بیان شده می توانند حضور داشته باشند. این حضور در خود می تواند این احتمال را ایجاد کند که مرجان های هیبرید می توانند نیچ های غیر معمول را اشغال نمایند، همانند گونه هیبرید در کارائیب (Richards et al., 2008).

## فصل دوم

# مروری بر ادبیات و پیشینه

## تحقیق

## ۲-۱- تحقیقات داخلی کشور:

در ارتباط با مطالعات فیلوژنی تا کنون پژوهشی در ارتباط با مرجان ها در ایران صورت نگرفته است. لذا پژوهش حاضر برای اولین بار در ایران انجام می گیرد.

گزارش هایی در مورد گونه های مرجانی در جزایر ایرانی ارائه شده است که به شرح زیر می باشد: 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.

نجات خواه و همکاران در سال ۱۳۸۹، در جزیره هنگام ۸ گونه مرجان متعلق به ۳ خانواده را شناسایی کردند.

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.

از جزیره ابوموسی گونه های *Acropora cf. pharaonis*، *Acropora cf. valida*، *Stylophora*، *Cycloseris curvata* و *Echinophyllia aspera* گزارش شده است (Riegl et al., 2012).

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*، *Cyphastrea*، *Plesiaatrea*، *Leptastrea*، *Coniastrea*، *Platygyra*، *Coscinarea*، *Favia* و *Anomastrea*، *Psammocora*، *Pavona*، *Turbinaria*، *Acanthastrea*، *Porites* و *Heterocyanthus* را نام برد (مقصودلو، ۱۳۹۰، Samiei et al., 2013).

## ۲-۲- تحقیقات خارج از کشور:

Nakajima و همکاران در سال ۲۰۱۲، به کمک مارکر میکروسلایت حد گونه ای *Acropora sp1* و *A. digitifera* را بررسی کردند. نتایج آن ها نشان داد که گونه زایی اخیر رخ داده است و ویژگی پلی مورفیسم بودن اجدادی می تواند پارا و پلی فیلتیک بودن برخی از گونه *Acropora* را شرح دهد. Marquez و همکاران در سال ۲۰۰۲، فیلوژنی سه گونه *A. spicifera*، *A. hyacinthus* و *A. cytherea* را بررسی کردند. مشخص شد *A. cytherea* و *A. hyacinthus* 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.

Forsman و همکاران در سال ۲۰۰۹، ژن ITS را به منظور بررسی تکاملی و ژن COI را به عنوان کنترل در مرجان *Porites* مورد ارزیابی قرار دادند، زیرا این جنس متنوع ترین شکل ظاهری برای شناسایی سیستماتیکی دارد. نتایج هر دو ژن با یکدیگر همسو بود. کلادهای جنس *Porites* به خوبی توسط فیلوگرام ITS قابل تمایز بودند و با تقسیمات سیستماتیک نیز مطابقت داشته است. البته آن ها اشاره داشتند که کلادهای I، II، III و V علی رغم تفاوت سیستماتیکی از لحاظ ژنتیکی مشابه هم بودند. همچنین آن ها بیان کردند که اسکلت مرجان ها به طور قابل توجهی از نظر تکاملی متغییر هستند و بدین ترتیب علت شناسایی سخت تاکسونومیک و الگوهای مبهم تنوع و بومی مشخص می گردد.

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. digitata* با *P. profundacella* و *P. haimeana*، *P. contigua* 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.

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 مونوفیلتیک 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'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 توپولوژی 28s، آنالیز bootstrap را اصلا و یا خیلی کم حمایت می کند.

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



# فصل سوم

## روش اجرای تحقیق

جهت انجام پروژه حاضر نمونه برداری از جزایر مورد مطالعه صورت گرفت. مراحل شناسایی مورفولوژی و آنالیزهای مولکولی در آزمایشگاه زکریای رازی بخش بیولوژی دریا دانشگاه علوم و تحقیقات تهران انجام پذیرفت.

### ۳-۱- وسایل و مواد شیمیایی مورد نیاز

لوله فالکون ۵۰ میلی لیتری، بین ماری Julabo مدل ME26، آورن Binder، لول های اپندرف ۰/۲ و ۱/۵ میلی لیتری، دستگاه میکروسانتیو فوژ Hettrich مدل Mikro220R، دستگاه ترموسایکلر BIORAD مدل MyCycler، تانک الکتروفورز BIORAD مدل Transferpetted MINI-SUB، دستگاه ورتکس Heidolph مدل REAX top، دستگاه UV translluminator مارک UPV، دستگاه نانودراپ، سمپلر BRAND و سر سمپلرهای CITOTEST ۵-۱۰، ۱۰۰-۱۰۰، ۱۰۰۰ میکرولیتری.

بافر DNAB، بافر ستیل متیل آمونیوم بروماید (CTAB)، محلول سدیم دی سولفات (SDS)، محلول سدیم استات ۳ مولار، کلروفرم، اتانول خالص و اتانول ۷۰ درصد، آب دوبار تقطیر دیونیزه و استریل، بافر PCR 10X، dNTP، MgCl<sub>2</sub>، Taq DNA Polymerase، پرایمر آغازین و پایانی، پودر آگارز، بافر TBE 0.5X و بافر TAE 1X، Ladder، رنگ ژل، بافر راهنما (Loading Dye).

### ۳-۲- روش نمونه برداری

جزایر ابوموسی و سیری قبلا مورد بررسی قرار نگرفته است لذا ابتدا در اطراف جزایر مانتاتو جهت یافتن موقعیت مرجان ها انجام گرفت. نمونه برداری طی عملیات غواصی از بخش های عمیق به آب های ساحلی انجام گرفت. مختصات محل نمونه برداری از جزایر در جدول ۳-۱ مشخص شده است. پیش از شروع نمونه برداری، کارت هایی جهت کد گذاری و جدا کردن نمونه های مرجان تهیه شد.

پس از عکس برداری از کلنی، قطعه ای از کلنی اصلی جدا (همراه سه تکرار) و در قایق، درون ظرف های مخصوص حاوی بافرنگه دارنده/اتانول خالص، قرار گرفت. ظروف حاوی نمونه پس از اتمام نمونه برداری، به آزمایشگاه ذکریای رازی در دانشگاه علوم و تحقیقات تهران انتقال یافت (شکل ۱-۳ و ۲-۳).

جدول ۳-۱- مختصات و عمق نمونه برداری از جزایر مختلف

عمق نمونه برداری (متر)	مختصات جغرافیایی	نام جزیره
۱۰-۳	$E''29,80'0''55$ $N''27,36'52''25$ $E''54,68'0''55 / N''8,04'52''25$ $E''54,52'0''55 / N''8,84'53''25$ $E''42,65'2''55$ $N''47,55'53''25$	ابوموسی
۳-۱۰	$E''16,52'33''54 / N''12,93'54''25$ $E''47,44'31''54 / N''37,01'53''25$ $E''30,20'32''54 / N''2,00'56''25$ $N''12,73'54''25$ $E''29,73'29''54 /$	سیری



شکل ۳-۱- نمونه مرجان کد گذاری شده در زیر آب (تصویر از محمد شریف رنجبر و مجید عسکری)

### ۳-۳- شناسایی ریخت شناسی مرجان های سخت

اسکلت مرجان ها پس از شستشو با هیپوکلرید سدیم مورد بررسی قرار گرفتند (شکل ۳-۳). جهت شناسایی به ترتیب صفات شمارشی و صفات اندازه گیری در هر یک از نمونه ها به کمک از دستگاه فتواستریومیکروسکوپ (مدل: Leica, EZ490) مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۳-۴). موارد کلی ثبت شده برای هر نمونه شامل:

الف) ویژگی های کلی: کلنی یا منفرد، چسبیده به بستر، اندازه، فرم رشد و رنگ.

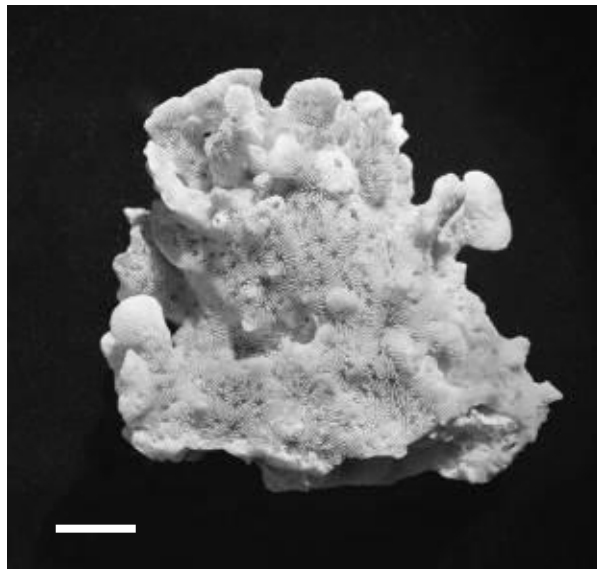
ب) کورالیت ها<sup>۱</sup>: نحوه قرارگیری، شکل، اندازه، الگوی تولید مثل غیر جنسی.

ج) سپتا و کاسته<sup>۲</sup>: نحوه قرارگیری، تعداد، داخل و خارج بودن<sup>۱</sup>، حاشیه و تزئینات، وجود یا عدم وجود پالیفرم.

<sup>1</sup> Corallites

<sup>2</sup> Septa and Costae

(د) پلیپ<sup>۲</sup>: وضعیت قدرت جمع شدگی، قابل رویت بودن در زیر آب.  
(ه) سنوئستوم<sup>۳</sup> و پریکتا: رویت هر نوع تزئینات یا ویژگی تمایز دهنده.  
علاوه بر نمونه های مرجان جزایر ابوموسی و سیری، نمونه های مرجان سپرده شده در موزه جانورشناسی دانشگاه تهران (ZUTC) نیز جهت قیاس مورد بررسی قرار گرفتند.  
در نهایت با کمک کلیدهای معتبر، مقالات و کتاب های منتشر شده و تایید پروفسور میشل پیشان (Museum of Tropical Queensland-Australia) نمونه های مرجان تا حد گونه شناسایی شدند.



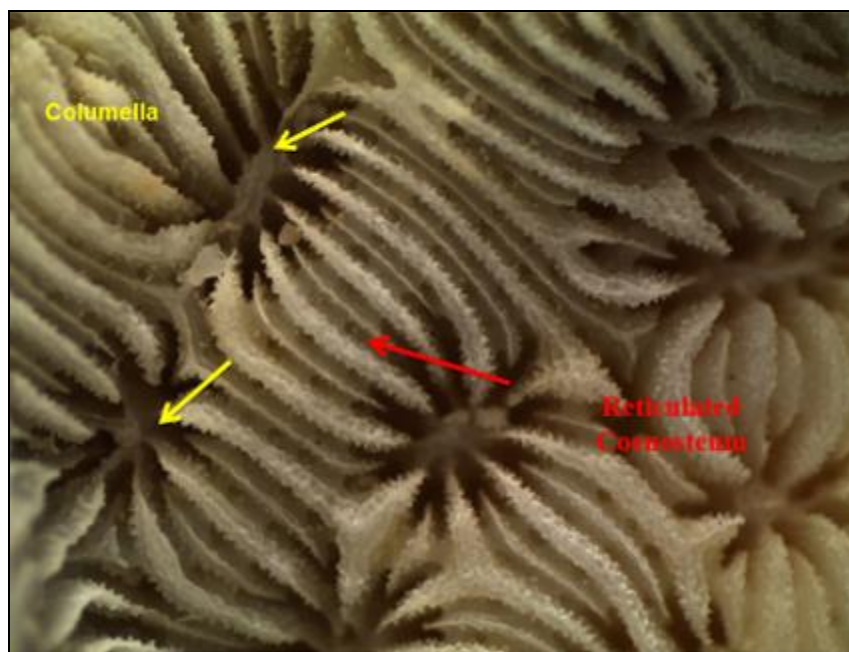
شکل ۳-۲- نمونه اسکلت سفید شده مرجان، (خط مقیاس ۱ cm)، (تصویر از پریسا علی دوست سلیمی)

---

<sup>1</sup> Exsert and Insert

<sup>2</sup> Polyp

<sup>3</sup> Coenosteum



شکل ۳-۳- تصویر استریومیکروسکوپ از اسکلت مرجان *Pavona decussata* (تصویر از پریسا علی دوست سلیمی)

### ۴-۳- شناسایی مولکولی

#### ۱-۴-۳ جداسازی بافت مرجان

با کمک ایربراش پلیپ ها از اسکلت سخت مرجان جدا شدند و در تیوپ ۱/۵ قرار داده شد.

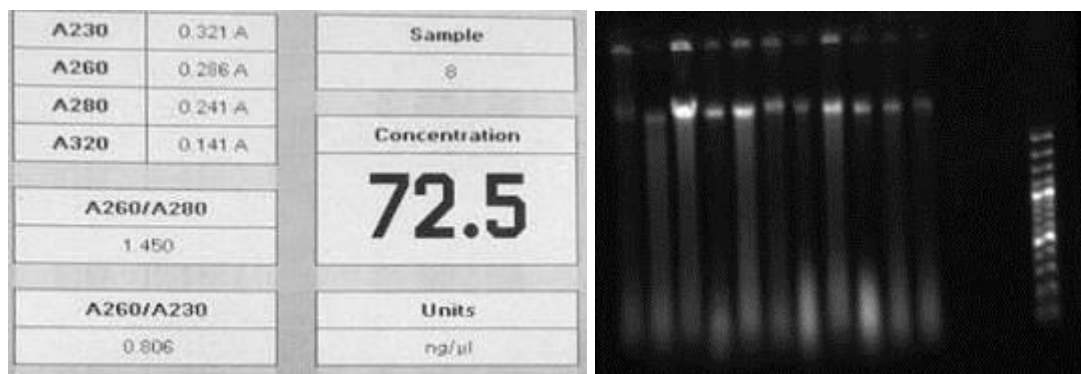
#### ۲-۴-۳ استخراج DNA

استخراج DNA به کمک روش های CTAB و فنل-کلروفرم انجام شد. علاوه بر استخراج دستی، به علت نبود میزان مناسب بافت برای برخی از نمونه ها از کیت استخراج Kiagen استفاده گردید.

مراحل استخراج دستی به صورت زیر انجام گرفت:

۱۰۰۰ ماکرولیترا از نمونه به تیوپ اپندورف انتقال داده شد. جهت تخریب غشا سلول، بافر لیز (DNAB و 10% SDS) اضافه گردید و به مدت چند ثانیه ورتکس شد. سپس به مدت ۲ ساعت در بن ماری ۶۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد. برای حذف پروتئین به میزان ۵-۱۰ ماکرولیترا آنزیم پروتئیناز K به تیوپ ها اضافه گردید و به مدت یک شبانه روز در بن ماری ۵۰ درجه سانتی گراد قرار

داده شد. در مرحله بعد، ۴۱۵ میکرولیتر CTAB اضافه شد و مجدد به مدت ۱-۲ ساعت در بن ماری ۶۵ درجه سانتی گراد قرار داده شد. سپس ۶۲۰ میکرولیتر کلروفرم به تیوپ ها اضافه شد و با دور rpm ۱۲۰۰۰ سانتریفوژ گردید. فاز بالایی به تیوپ جدید انتقال داده شد و ۲ برابر حجم آن اتانول مطلق سرد اضافه گردید و به مدت یک شبانه روز در فریزر ۲۰- قرار گرفت تا تمام DNA رسوب کند. مجدد سانتریفوژ انجام شد و محتویات تیوپ را به آرامی دور می ریزیم. سپس ۲۰ میکرولیتر استات سدیم و ۱۸۰ میکرولیتر اتانول خالص اضافه شد و به مدت ۲ ساعت در فریزر ۲۰- درجه سانتی گراد نگه داری گردید. مجدد با دور rpm ۱۲۰۰۰ سانتریفوژ انجام شد و فاز مایع تیوپ خالی شد. DNA به صورت یک پلیت سفید رنگ در ته تیوپ قرار می گیرد. پلیت DNA دو الی سه مرتبه توسط اتانول ۷۰ درصد شستشو داده شد. در نهایت به رسوب DNA ۵۰ میکرولیتر آب مقطر استریل یا TE اضافه گردید. تیوپ ها در نهایت در دمای ۴- درجه سانتی گراد نگه داری شد. جهت ارزیابی کیفیت DNA استخراج شده، از ژل آگارز ۱ درصد و نانودراپ استفاده شد (شکل ۳-۵).



شکل ۳-۴ - DNA استخراج شده از نمونه مرجان، راست: تصویر ژل آگارز ۱ درصد / چپ: تصویر نانودراپ (تصویر از پریسا علی دوست سلیمی)

### ۳-۴-۳- واکنش زنجیره ای پلیمرز (PCR)

مارکرهای مختلف جهت انجام PCR استفاده گردید اما تنها یکی از مارکرها برای بررسی فیلوژنی مناسب بود و توالی rDNA طی PCR تکثیر گردید. مواد لازم برای یک واکنش ۲۵ میکرولیتری در شکل ۳-۶ بیان شده است. از تیوپ های استریل ۰/۲ جهت انجام واکنش PCR استفاده شد. در تیوپ های کنترل منفی از همه مواد به جز نمونه DNA استفاده گردید. برای هر مارکر شرایط دمایی و زمانی مشخصی برای PCR تعیین شد.

DDW	۱۸/۰۵ $\mu$ l.
10XPCR Buffer	۲/۵ $\mu$ l.
MgCl <sub>2</sub> (1.5 mM)	۰/۷۵ $\mu$ l.
dNTP mix	۰/۵ $\mu$ l.
Primer Forward (10 mM)	۱ $\mu$ l.
Primer Reverse (10 mM)	۱ $\mu$ l.
Taq DNA Polymerase (500 unit)	۰/۲ $\mu$ l.
DNA template	۱ $\mu$ l.

شکل ۳-۵- میزان مواد مصرف شده برای انجام PCR (حجم نهایی ۲۵ ماکرولیتر می باشد)

### ۳-۴-۴- الکتروفورز محصولات PCR با استفاده از ژل آگارز

محصولات بدست آمده با ژل آگارز ۱/۵ درصد مورد ارزیابی قرار گرفت و قطعات تکثیر شده از نظر کیفیت باند، بررسی شد. جهت انجام الکتروفورز مقدمات ذیل به ترتیب فراهم شد:

- ۱- ۰/۳ گرم پودر آگارز در ۲۰ میلی لیتر محلول TBE 0.5 X حل شد.
- ۲- محلول حاصل در داخل تانک الکتروفورز ریخته شد و محلول ژل آگارز پس از گذشت ۳۰ دقیقه منعقد گردید.



۳- پس از بسته شدن ژل، بافر مخصوص تانک (TBE 0.5 X)، در داخل تانک الکتروفورز ریخته شد و شانه از داخل ژل خارج گردید.

۴- سپس ۴ میکرولیتر از محلول PCR داخل هر چاهک تزریق شد.

۵- تانک الکتروفورز به مدت ۴۵ دقیقه به دستگاه مولد برق با ولتاژ ۱۰۰ ولت و شدت ۳۵ میلی آمپر وصل گردید.

۶- پس از پایان الکتروفورز، ژل با استفاده از اشعه UV در دستگاه Gel Documentation بررسی شد.

### ۳-۴-۵- توالی یابی محصولات PCR

محصولات PCR مناسب جهت تعیین توالی به روش ختم زنجیره ای به شرکت ماکروژن کره جنوبی ارسال گردید.

### ۳-۵- تجزیه و تحلیل داده های مولکولی

پیش از آنالیز مولکولی تمام توالی ها بایکدیگر هم ردیف سازی شدند. برای این منظور ابتدا کروماتوگرام توالی ها با فرمت ab. در نرم افزار Sequencher بررسی شد. سپس پایگاه NCBI به منظور یافتن توالی مشابه مورد جستجو قرار گرفت. توالی ها با درجه شباهت بالا با فرمت فستا از پایگاه انتخاب و ذخیره شد. سپس توالی های مرجع همراه با توالی های تیریم شده، هم ردیف سازی<sup>۱</sup> شدند. به منظور افزایش دقت هم ردیف سازی به صورت چشمی برای تعیین حالت های هم خوان، ناهمخوان و جای خالی انجام گرفت. برای هم ردیف سازی چندگانه از نرم افزارها Clustal استفاده

---

<sup>۱</sup> Alignment

شد. فایل خروجی هم ردیف شده نیز به منظور انجام آنالیز مولکولی به صورت nexus و phyl. ذخیره شد. به منظور رسم درخت برون گروه نیز *Galaxea fascularis* انتخاب شد.

برای رسم درخت فیلوژنی مدل مناسب با کمک نرم افزار jModeltest بدست آمد. آنالیز فیلوژنی پس از تشکیل ماتریکس داده ها، با استفاده از روش های بیشینه ی صرفه جویی ( Maximum parsimony) و بیشینه احتمال (Maximum likelihood) انجام شد.

آنالیزهای ML و MP برای داده های جزایر همراه با توالی های مرجع با استفاده از نرم افزار PAUP نسخه 4b10 (Swofford, 2003) و Mega 7 انجام شد. برای انجام آنالیزها در نرم افزار PAUP، از الگوریتم مبادله ی شاخه به شاخه روش دو نیمه سازی درخت و اتصال مجدد ( TBR= Tree- Bisection- Reconnection) و روش جستجوی اکتشافی (Heuristic search) استفاده شد که به صورت تصادفی ۱۰۰ توالی اضافی را نیز بررسی می کند. در روش Maximum likelihood ، تعداد بوت استراپ ۱۰۰۰ در نظر گرفته شد. آنالیز ML در این نرم افزار بر اساس مدل پیشنهادی jModeltest انجام گردید. MP در نرم افزار PAUP با ۱۰۰۰ تکرار بوت استراپ بررسی شد. برای محاسبه فاصله توالی ها نیز، از نرم افزار PAUP استفاده شد (Swofford, 2002).

# فصل چہارم

## نتائج

۴-۱ - شناسایی مرجان‌ها (جزیره ابوموسی و سیری)

پس از تکمیل شناسایی نمونه‌های مرجان جمع‌آوری شده از جزایر ابوموسی و سیری (شکل ۴-۱)، در مجموع ۲۵ جنس، متعلق به ۸ خانواده از مرجان‌ها شناسایی شد. اسامی جنس‌ها به تفکیک در هر خانواده در جدول ۴-۱ مشخص شده است. در ادامه شرح هر یک از گونه‌های شناسایی شده، ارائه می‌گردد.

جدول ۴-۱ - نمونه‌های مرجان (جزایر ابوموسی و سیری)

Family	Genus	Species
Acroporidae	<i>Acropora</i>	<i>Downingi</i>
	<i>Montipora</i>	sp.
Agariciidae	<i>Pavona</i>	<i>decussata</i> , <i>cactus</i>
Dendrophylliidae	<i>Turbinarisa</i>	<i>peltata</i> , <i>reniformis</i> , sp.
Unknow ( <i>incertae sedis</i> )	<i>Plesiastrea</i>	<i>versipora</i>
	<i>Leptastrea</i>	<i>transversa</i> , <i>pruinosa</i>
Merulinidae	<i>Dipsastraea</i>	<i>pallida</i> , <i>favus</i> , <i>rotumana</i>
	<i>Cyphastrea</i>	<i>serailia</i> , <i>microphthalma</i>
	<i>Favites</i>	<i>pentagona</i> , <i>chinensis</i>
	<i>Platygyra</i>	<i>daedalea</i>
Lobophylliidae	<i>Acanthastrea</i>	<i>echinata</i>
Poritidae	<i>Porites</i>	<i>harrisoni</i> , <i>lobata</i> , <i>lutea</i>
	<i>Goniopora</i>	<i>columna</i>
Siderastreidae	<i>Psammacora</i>	<i>Stellate</i>
	<i>Siderastrea</i>	<i>Savignyana</i>



شکل ۴-۱ دورنمایی از مرجان های جزیره ابوموسی، خلیج فارس (حضور فرشهای آکروپورا در منطقه)؛ (تصاویر از محمد شریف رنجیر)

## ۲-۴- خانواده Acroporidae

### ۱-۲-۴- *Acropora downingi* Wallac, 1999

رشد کلنی بسته به گونه متفاوت می باشد، عمدتاً به صورت صفحه ای و شاخه شاخه می باشند. فاقد کالوملا هستند. گونه های متعلق به این جنس دارای پراکنش زیادی می باشند (شکل ۴-۲). در جزیره ابوموسی و سیری گونه های متعلق به این جنس پراکنش دارند. این گونه به خوبی توسط محقق تعریف شده است (Riegl and Purkis, 2012).

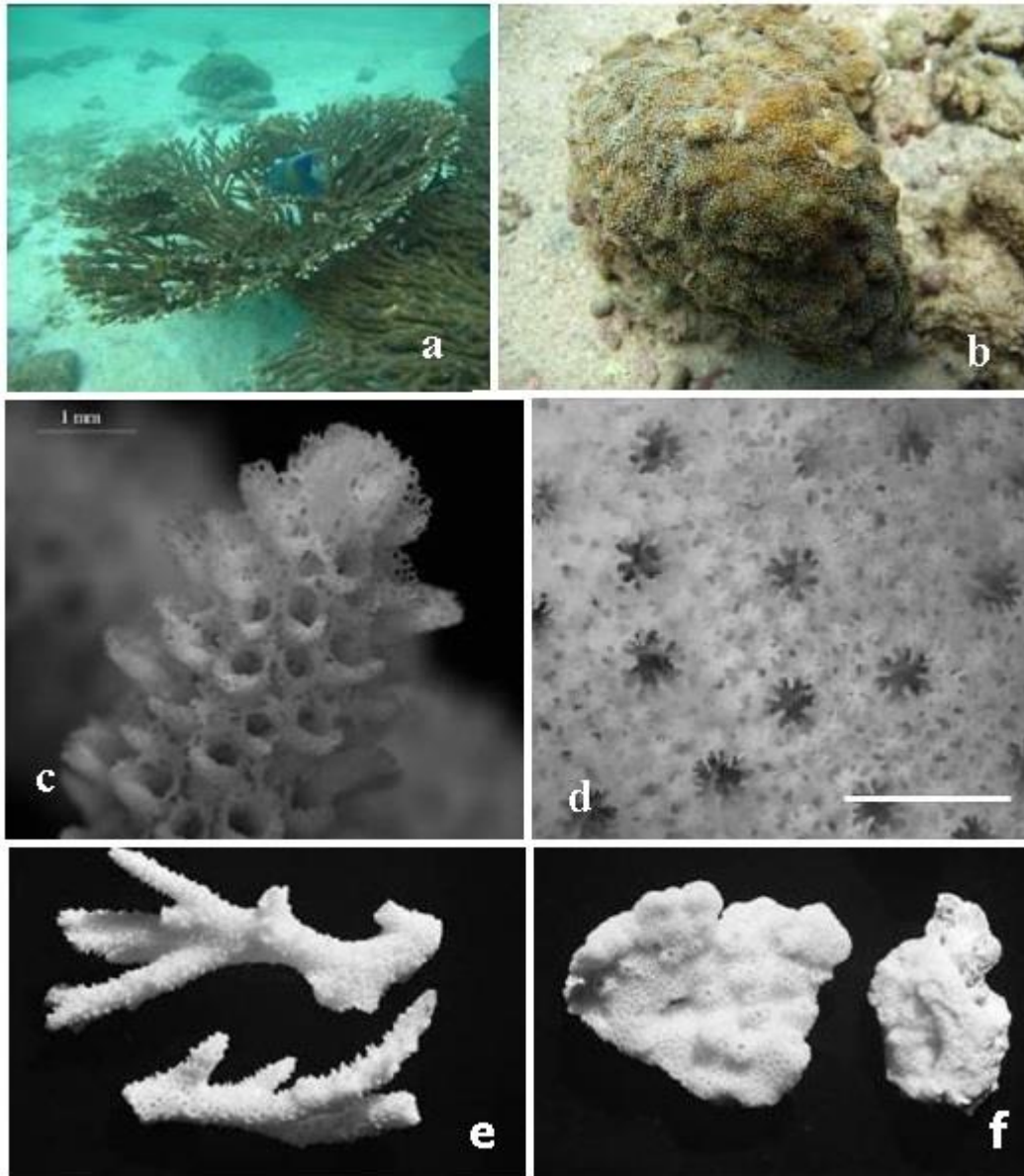
### ۲-۲-۴- *Montipora* sp. Blainville, 1830

کلنی: در گونه های مختلف شکل رشد متفاوتی دارند. نمونه بدست آمده از جزیره ابوموسی اندازه کوچک داشته و فرم کلنی به صورت گسترده، نیمه توده ای و دارای صفحه های مسطحی بود. عمدتاً شکل کلنی وابسته به عمق آب و جریانات دستخوش تغییرات می شود. کورالیت: کوچک با اندازه حدود ۱ میلی متر، دارای تزیینات منفرد یا دسته ای عمودی در اطراف کالیکس و سئونستوم، تعداد *theca papilla*، ۵ تا ۷ عدد بود و بلندتر از *coenosteum papilla* قرار داشتند.

سپتا: ۷ عدد، دارای عرض کوتاه

کالوملا: وجود ندارد.

تشخیص نهایی گونه، به دلیل نبود فاکتورهای مورفولوژیک جدا کننده، امکان پذیر نبود (شکل ۴-۲).



شکل ۴-۲- a و b. کلنی *Acropora downingi*. c. نمونه سفید شده آکروپورا، d. کورالیت راسی و جانبی. e و f. لنی *Montipora* sp. . کورالیت و تزینات سئونستوم (خط مقیاس: ۱ mm)، h. نمونه سفید شده مونتیپورا (تصاویر زیر آب از محمد شریف رنجبر و مجید عسکری حصنی، استریومیکروسکوپ از پریسا علی دوست سلیمی)

#### ۴-۳- خانواده Agariciidae

##### ۴-۳-۱- *Pavona decussata* (Dana, 1846)

کلنی: این گونه از هر دو جزیره ابوموسی و سیری جمع آوری شد. شکل کلنی به صورت گسترده، برگه‌ای شکل و کوتاه بود. گاهی برگ‌های کلنی به صورت کم و بیش عمودی مشاهده شد.

کورالیت: تمناستریوئید

سپتا: در دو ردیف قابل تمایز، دارای تزیینات دانه‌ای شکل فراوانی، ضخیم، سپتا به کالوملا رسیده و با آن جوش خورده، سپتا ردیف اول از دیواره بالاتر و ضخامت بیش‌تری داشت. کالوملا: وجود دارد.

سپتا-کاسته: به خوبی توسعه یافته، در دو ردیف، حاشیه صاف (شکل ۴-۳).

##### ۴-۳-۲- *Pavona cactus* (Forsk., 1775)

کلنی: این نمونه تنها در جزیره سیری یافت شد. شکل آن به صورت گسترده، برگه‌ای شکل و کوتاه، حاشیه کلنی رنگ پریده تر از سایر بخش‌هاست. این گونه نسبت به گونه *P. decussata* رنگ روشن‌تر و اندازه کوچکتری داشت.

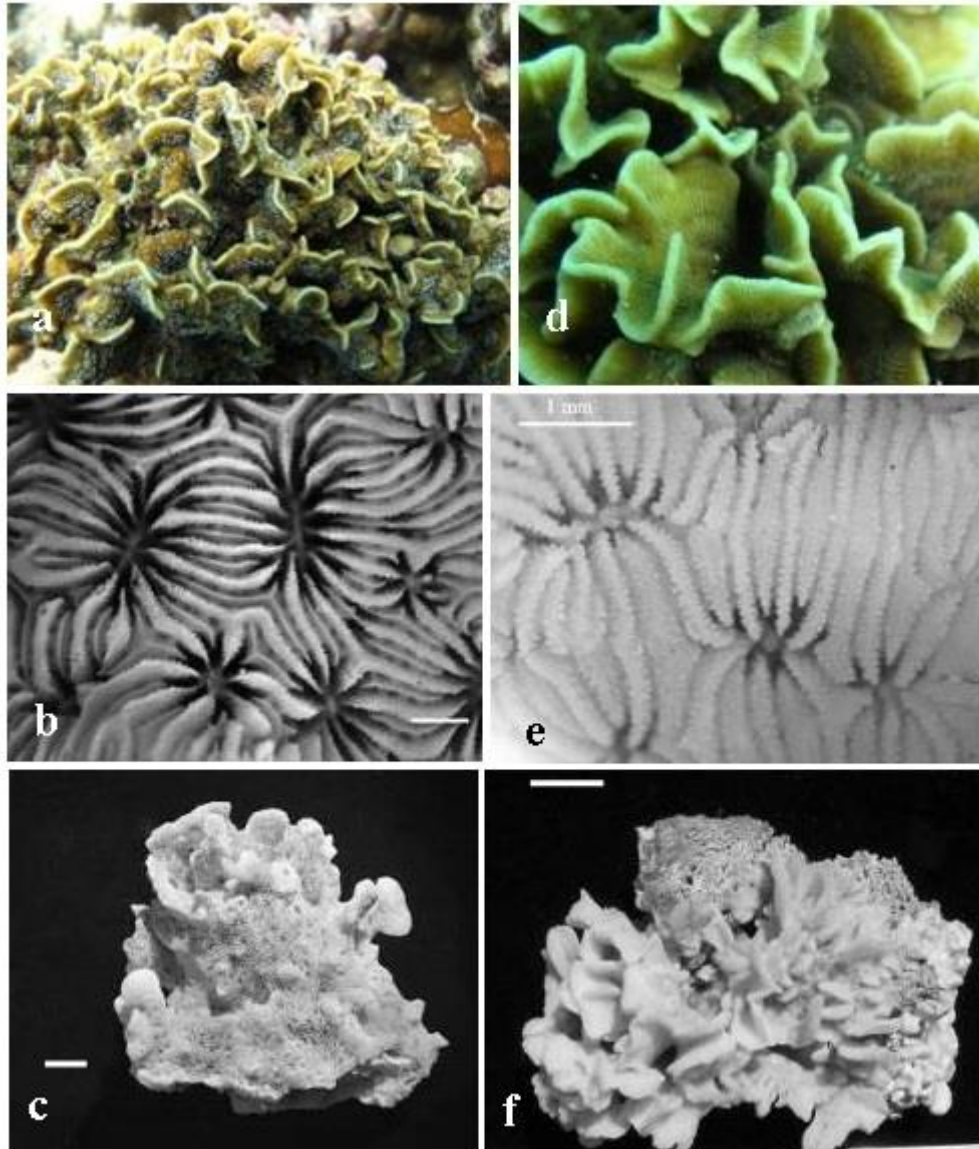
کورالیت: تمناستریوئید، به صورت موازی تا حاشیه ادامه دارند.

سپتا: در دو ردیف تناوبی، سپتا ردیف اول تاحدی بلندتر و به کالوملا رسیده است، سپتا ردیف دوم کوتاه تر و بلندی کمتری داشت، حاشیه صاف، اطراف سپتاها دارای تزیینات دانه‌ای شکل فراوان.

کالوملا: styliform

سپتا-کاسته: به خوبی توسعه یافته (شکل ۴-۳).





نکل ۴-۳- a. کلنی *Pavona decussate*، b و c. کورالیت و نمونه سفید شده، d. کلنی *P. cactus*، e و f. کورالیت و نمونه سفید شده (خط مقیاس: ۱ cm)، (تصاویر زیر آب از محمد شریف رنجبر و مجید عسکری حصنی، استریومیکروسکوپ از پریسا علی دوست سلیمی)

#### ۴-۴- خانواده Dendrophylliidae

۴-۴-۱- *Turbinaria peltata* (Esper, 1794)

کلنی: این گونه از جزیره سیری و در عمق ۲۲ متری یافت شد. کلنی مسطح و توسط پایه ای کوتاه به بستر چسبیده بود. میزان ضخامت صفحه بین ۷-۱۳ میلی متر.

کورالیت: پلکونید و در مقایسه با سایر گونه های متعلق به این جنس کورالیت بزرگتری دارد. سپتا: عمدتاً در دو ردیف قابل تشخیص ۲۰ الی ۲۳ تایی، نیمی از شعاع کالیکس را فرا گرفته، اطراف

سپتا دارای تزئینات دانه ای شکل

کالوملا: پیچ خورده، دارای تزئینات دانه ای زیاد

سئونستوم: گسترده و مشبک دارند (شکل ۴-۴).

*Turbinaria cf. reniformis* Bernard, 1896 -۴-۴-۲

کلنی: این گونه از جزیره سیری و عمق ۲۲ متری یافت شد. شکل کلنی مسطح و متصل به بستر بوده و ضخامت آن ۲-۷ میلی متر است.

کورالیت: کوچک، اندازه کالیکس ۱ الی ۳ میلی متر.

سپتا: به خوبی توسعه یافته، دو سوم شعاع کالیکس، عمدتاً در یک ردیف ۱۲ تایی، اطراف سپتا

نامنظم و دارای تزئینات دانه ای شکل

کالوملا: میله ای و عمودی،

سئونستوم: گسترده و مشبک (شکل ۴-۴).

*Turbinaria* sp. Oken, 1815 -۴-۴-۳

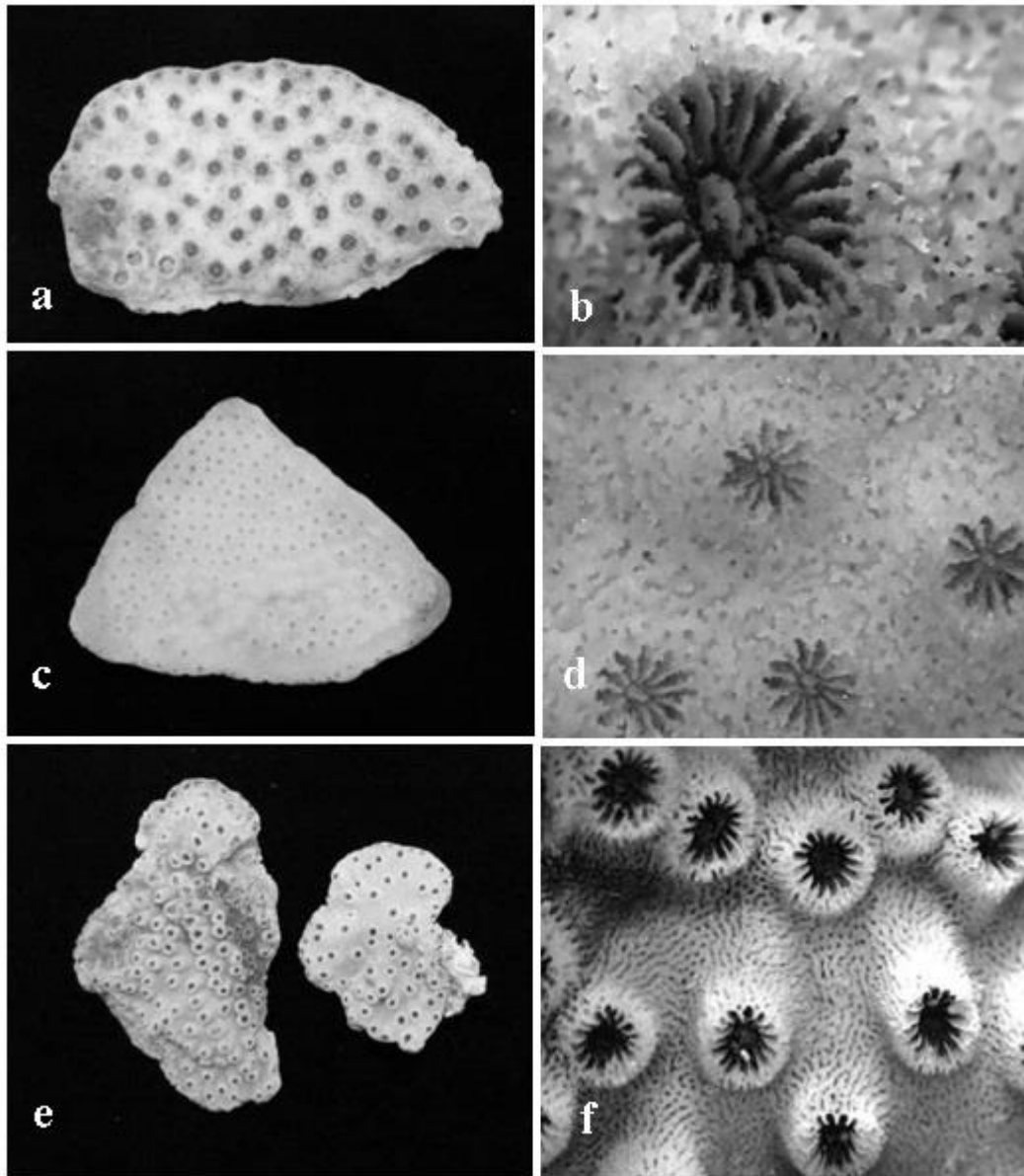
کلنی: نمونه در جزیره سیری یافت شد، شکل آن نامنظم و به صورت قشری روی بستر قرار داشت.

کورالیت: لوله ای تا خوابیده، منفذ مدور، اندازه کالیکس ۱-۲ میلی متر

سپتا: ۱۲ الی ۱۶ عدد در یک ردیف، یک سوم شعاع کالیکس، سطح داخلی آزاد و عمودی، دارای

دندانه های بسیار ریز، اطراف سپتا صاف بدون تزئینات. کالوملا: پیچ خورده و بدون تزئینات.

سئونستوم: گسترده و مشبک (شکل ۴-۴).



شکل ۴-۴ - a. کلنی *Turbinaria peltata*. b. کورالیت و کالوملا در مرکز کالیکس، c. کلنی *T. cf reniformis*. d. کورالیت ها و کالوملا میله ای، e. کلنی *Turbinaria* sp. f. کورالیت ها؛ (تصاویر زیر آب از محمد شریف رنجبر، استریومیکروسکوپ از پریسا علی دوست سلیمی)

#### ۴-۵ - خانواده نامشخص (*Incerta cedis*)

*Plesiastrea versipora* (Lamarck, 1816) - ۴-۵-۱

کلنی: این نمونه تنها از جزیره ابوموسی یافت شد. شکل کلنی قشری و به صورت نامنظم می باشد.

کورالیت: پلکوئید، کورالیت ها نزدیک به یکدیگر

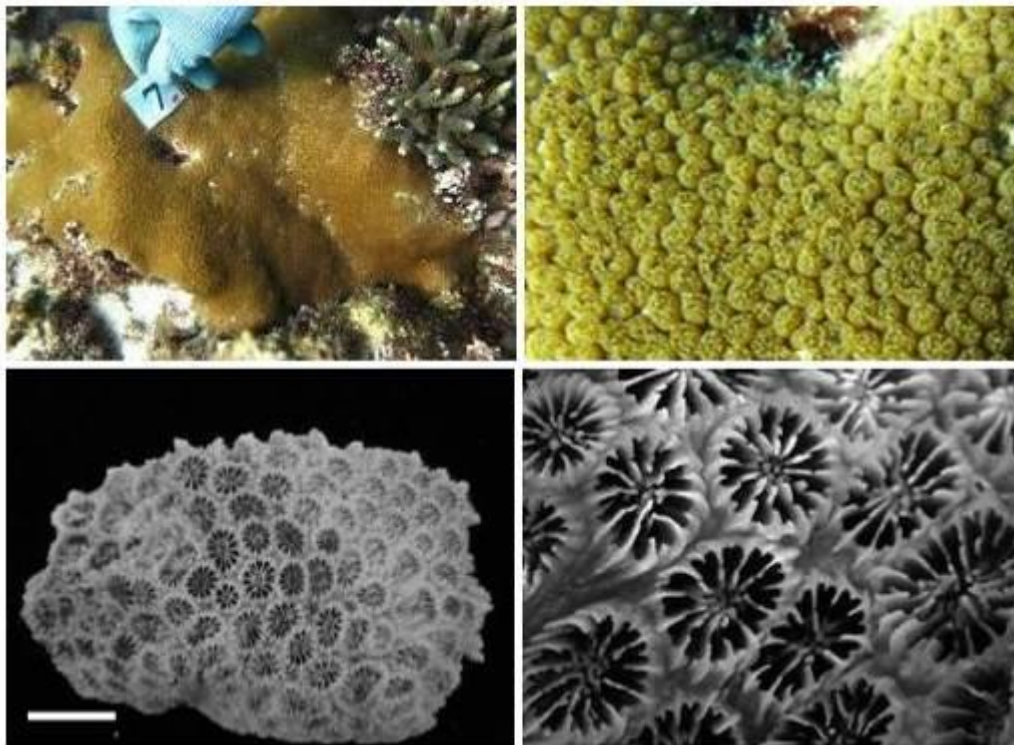
سپتا: ۱۲-۱۳ عدد سپتا در ۲ ردیف، ردیف اول به کالوملا می رسد، ردیف دوم کوتاه تر است، حاشیه

دارای دندانان و اطراف آن دارای تزئینات دانه ای شکل.

سئونستوم: صاف، توسعه کمی دارد.

ساختار پالار: پالیفرم به خوبی توسعه یافته

کالوملا: کوچک و میله ای شکل (شکل ۴-۸).



شکل ۴-۵-۴. a. کلنی *Plesiastrea versipora*, b. پولیپ، c. نمونه سفید شده، d. کورالیت (خط مقیاس: ۱ cm)  
(تصاویر زیر آب از محمد شریف رنجبر و مجید عسکری حصنی، استریومیکروسکوپ از پریسا علی دوست سلیمی)

*Leptastrea pruinosa* Crossland, 1952 -۴-۵-۲

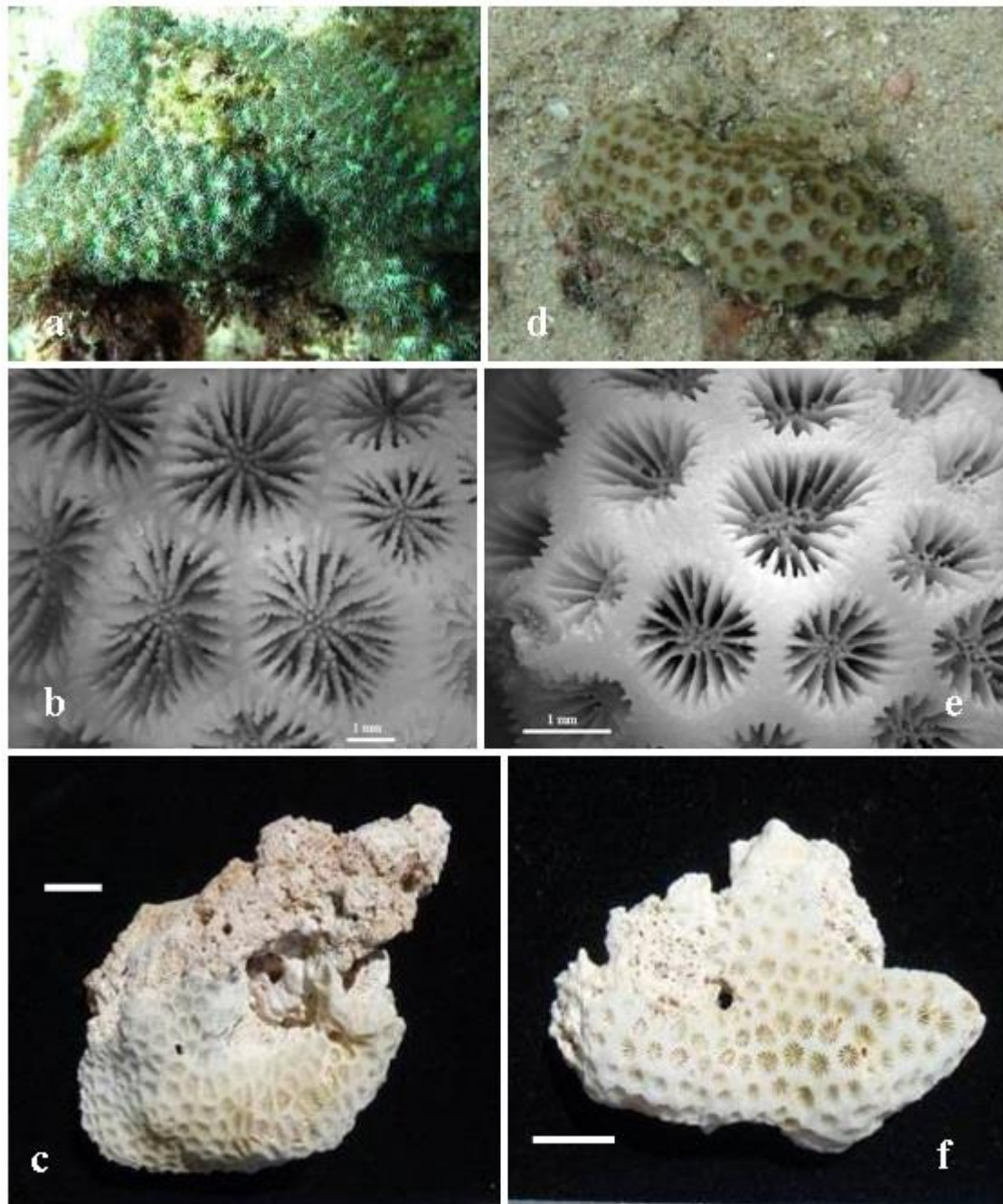
کلنی: از هر دو جزیره ابوموسی و سیری این نمونه یافت شد. شکل کلنی پهن، گسترده و نامنظم بود.

در مرکز پولیپ رنگ سبز مشاهده شد که مشخصه این گونه در زیر آب می باشد.

کورالیت: پلکوئید، چندضلعی، اندازه کورالیت ۳ الی ۷ میلی متر،  
سپتا: ۲۴-۴۷ در ۲ تا ۳ ردیف، اغلب آن ها کمی بالاتر از سطح دیواره هستند، اطراف سپتا تزئینات  
دانه ای زیادی همراه با دندان وجود دارد، طول دندانها به سمت مرکز کالیکس افزایش می یابد،  
گاهی سپتاهای کوچک به اطراف سپتاهای بزرگ جوش می خورند.  
سئونستوم: صاف، معمولا یک نوار باریک بین کورالیت های مجاور وجود دارد.  
کالوملا: میله ای و به دندان سپتاهای جوش می خورد (شکل ۴-۹).

*Leptastrea transversa* Klunzinger, 1879 -۴-۵-۳

کلنی: تنها در جزیره ابوموسی یافت شد. شکل کلنی زنده با گونه مشابه در اقیانوس هند متفاوت بود و  
نمونه یافت شده، سئونستوم گسترده تری نسبت به گونه مشابه خود دارد. اندازه کلنی کوچک بود.  
کورالیت: پلکوئید، اندازه کورالیت ۳ میلی متر، جوانه زدن به صورت خارج تنناکولی  
سپتا: ۲۴-۲۹ عدد در ۲ تا ۳ ردیف، کمی بالاتر از سطح دیواره، ردیف اول به کالوملا رسیده، ردیف  
دوم کوتاه و محدود به دیواره، حاشیه سپتا دارای دندان، اطراف سپتا دارای تزئینات دانه ای  
ساختار پالار: کمی توسعه یافته  
سئونستوم: صاف، فاصله بین کورالیت ها متغییر.  
کالوملا: ترابکولار (شکل ۴-۹).



شکل ۴-۶- a. کلنی *Leptastrea pruinosa*، b. کورالیت، c. نمونه سفید شده کلنی، d. کلنی *Leptastrea transversa*، e. کورالیت، f. نمونه سفید شده کلنی (خط مقیاس: ۱ cm)؛ (تصاویر زیر آب از محمد شریف رنجبر و مجید عسکری حسنی، استریومیکروسکوپ از پریسا علی دوست سلیمی)

#### ۴-۶- خانواده Merulinidae

##### ۴-۶-۱- *Cyphastrea microphthalma* (Lamarck, 1816)

کلنی: در هر دو جزیره ابوموسی و سیری یافت شد. شکل آن ها به صورت توده ای و نامنظم بود.

کورالیت: پلکوئید، اندازه کورالیت ۲ الی ۳ میلی متر، جوانه زدن به صورت خارج تنناکولی

سپتا: در ۲ ردیف ۱۰ تایی، ردیف اول به طور مشخص بالاتر از دیواره و به کالوملا می رسد، ردیف دوم کوتاه و بلندی کمتری دارد،

کاسته: در ۲ ردیف، ردیف اول به خوبی توسعه یافته و دارای تزئینات ستاره ای در راس است، ردیف دوم خیلی کمتر بوده یا کاملا ازبین رفته است.

سئونستوم: دارای تزئینات ستاره ای شکل و دانه دار

کالوملا: تراپکولار (شکل ۴-۱۰).

##### ۴-۶-۲- *Cyphastrea serailia* (Forsk., 1775)

کلنی: تنها یک نمونه از جزیره سیری یافت شد. شکل کلنی توده ای تا قشری و نامنظم بود.

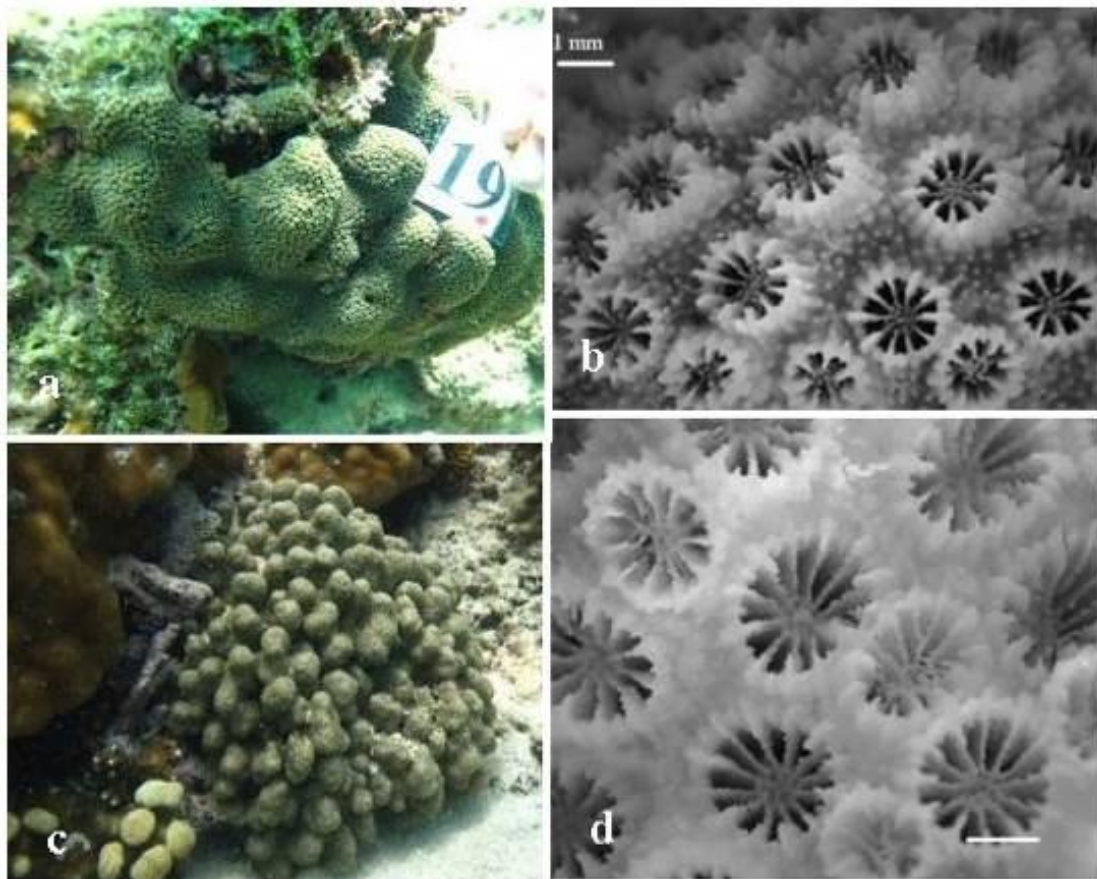
کورالیت: پلکوئید، اندازه کورالیت ۲ الی ۳ میلی متر، جوانه زدن به صورت خارج تنناکولی

سپتا: در ۲ ردیف قابل تمایز ۱۲ تایی، ردیف دوم محدود به دیواره و کوتاه، حاشیه سپتا دندان ای و اطراف آن دانه دار است، بخش پایه سپتا دارای یک ساختار پالیفرم طویل نازک و پیچ خورده می باشد که به صورت عمودی در کالوملا قرار گرفته

کاسته: در ۲ ردیف، ردیف اول به خوبی توسعه یافته و دارای تزئینات ستاره ای در راس است، ردیف دوم خیلی کمتر بوده یا کاملا ازبین رفته است.

سئونستوم: دارای تزئینات ستاره ای شکل است.

کالوملا: تراپکولار (شکل ۴-۱۰).



شکل ۴-۷- a. کلنی *Cyphastrea micropthalma*. b. کورالیت و تزئینات ستاره ای سئونستوم ، c. کلنی *C. serailia*. d. کورالیت (خط مقیاس ۱ mm)؛ (تصاویر زیر آب از از محمد شریف رنجبر، استریومیکروسکوپ از پریسا علی دوست سلیمی)

### ۳-۶-۴- *Favites pentagona* (Esper, 1794)

کلنی: از هر دو جزیره ابوموسی و سیری این گونه جمع آوری شد. شکل کلنی ها نامنظم و در برخی از قسمت های کلنی گروهی از کورالیت رشد بیش تری داشته و به صورت غده ای شکل درآمده بودند.

کورالیت: سروئید، نیمه مدور تا چندضلعی، اندازه کالیس ۳ الی ۵ میلی متر

سپتا: عمدتاً در ۲ ردیف، ردیف اول به کالوملا رسیده و دارای پالیفرم لوب کاملاً مشخص، سپتا ردیف دوم کاهش یافته و محدود به دیواره (گاهی وجود ندارد)، اطراف سپتا دارای تزئینات دانه ای.

ساختار پالار: داری پالی توسعه یافته در اطراف کالوملا.



کالوملا: فشرده و توسعه کمی دارد (شکل ۴-۵).

*Favites chinensis* (Verrill, 1866) - ۴-۶-۴

کلنی: این نمونه تنها از جزیره ابوموسی بدست آمد. شکل آن نامنظم و به صورت قشری بود. دارای بخش های برآمده ای بود که بالاتر از سطح کورالوم قرار گرفته بود.

کورالیت: سریوئید، برخی کورالیت ها برآمده شده و غده ای شکل هستند.

سپتا: تا حدود ۴۰ عدد و در ۲ ردیف، ردیف اول به کالوملا رسیده، ردیف دوم کاهش یافته و محدود به دیواره، حاشیه سپتا دارای دندان های توسعه یافته، اندازه دندان ها به سمت بخش مرکزی کالیکس افزایش می یابد، سپتاها نازک و دارای تزئینات دانه ای. کالوملا: اسفنجی (شکل ۴-۵).



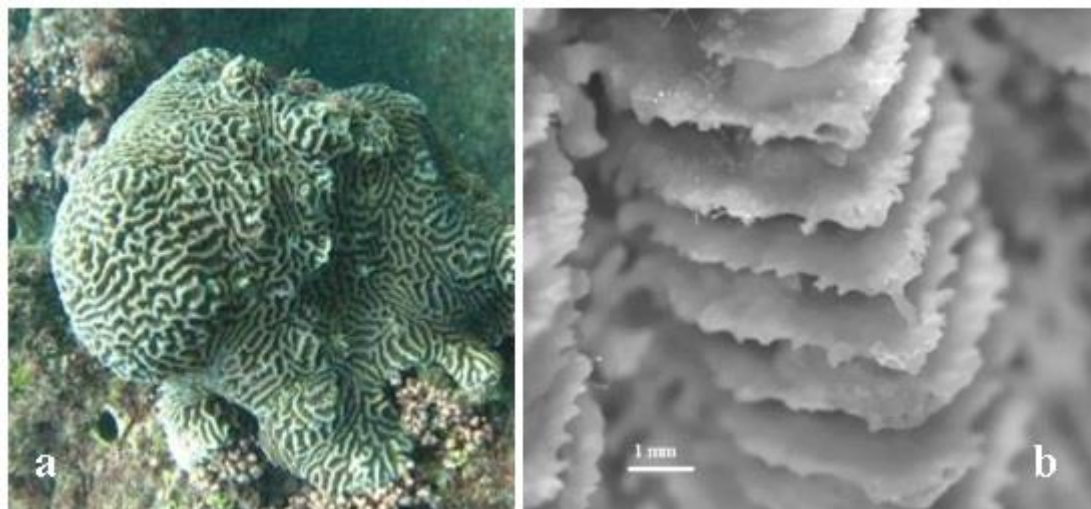
کل ۴-۸- a. کلنی *Favites pentagona*، کورالیت، c. نمونه سفید شده کلنی، d. کلنی *F. chinensis*، e. ورالیت، f. نمونه سفید شده کلنی (خط مقیاس: ۱ cm)؛ (تصاویر زیر آب از از محمد شریف رنجبر، استریومیکروسکوپ از ریسای علی دوست سلیمی)

کلنی: این گونه از هر دو جزیره جمع آوری شد. رنگ و شکل آن نسبت به یکدیگر متفاوت بود اما ساختار کورالیت تفاوتی نداشت. شکل کلنی به صورت قشری، توده ای و پهن بود.

کورالیت: مندروئید، عرض دره ۴ الی ۵ میلی متر

سپتاها: در ۲ ردیف کم و بیش برابر، بلندتر از دیواره، حاشیه سپتا دارای دندان هایی به صورت صفحات افقی کوچک، اطراف سپتا دانه دار، سپتاها در بالای دیواره به وسیله یک صفحه نازک عمودی بهم متصل اند.

کالوملا: اسفنجی تا میله ای، فاقد ساختار پالار می باشند (شکل ۴-۷).



شکل ۴-۹- a. کلنی *Platygyra daedalea*. b. کورالیت مندروئید (خط مقیاس: ۱ mm)؛ (تصویر زیر آب از حمد شریف رنجبر و مجید عسکری حصنی، استریومیکروسکوپ از پریسا علی دوست سلیمی)

#### ۴-۶-۶- *Dipsastraea pallida* (Dana, 1846)

کلنی: این گونه از هر دو جزیره ابوموسی و سیری جمع آوری گردید. در هر دو جزیره شکل کلنی توده ای و بزرگ بود.

کورالیت: پلکوئید تا زیر-پلکوئید، اگرچه در برخی قسمت های کلنی به صورت سروئید نیز مشاهده شد، اندازه کالیکس ۸-۹ میلی متر

سپتا: به خوبی مجزا از یکدیگر، بالاتر از لبه دیواره، ۲۲ تا ۳۰ سپتا در ۲ ردیف، تشخیص ردیف ها گاهی سخت بود، لبه سپتا نامنظم و دندانها به سمت مرکز دارای شیب می باشند، دارای تزئینات دانه ای

ساختار پالار: پالیفرم توسعه کمی دارد.

سئونستوم: صاف

کالوملا: اسفنجی (شکل ۴-۶).

*Dipsastraea favus* Forskal, 1775) -۷-۶-۴

کلنی: این گونه تنها در جزیره سیری یافت شد. شکل آن به صورت توده ای و نیم کروی بود. پلیپ به صورت گوشتی بود.

کورالیت: پلکوئید، مدور، اندازه کورالیت ۹ الی ۱۳ میلی متر، اندازه کالیکس ۷-۱۱ میلی متر  
سپتا: مجزا از یکدیگر، بالاتر از لبه دیواره، ۲۴-۴۰ سپتا در ۲ تا ۳ ردیف، ردیف اول به کالوملا رسیده و  
ردیف سوم تحلیل رفته یا ناقص است، گاهی تمایز ردیف ها در نمونه سخت می باشد، اطراف سپتا  
دانه دار و دارای دندانهای نامنظم.

ساختار پالار: ندارد یا به صورت ضعیف توسعه یافته است.

سئونستوم: صاف

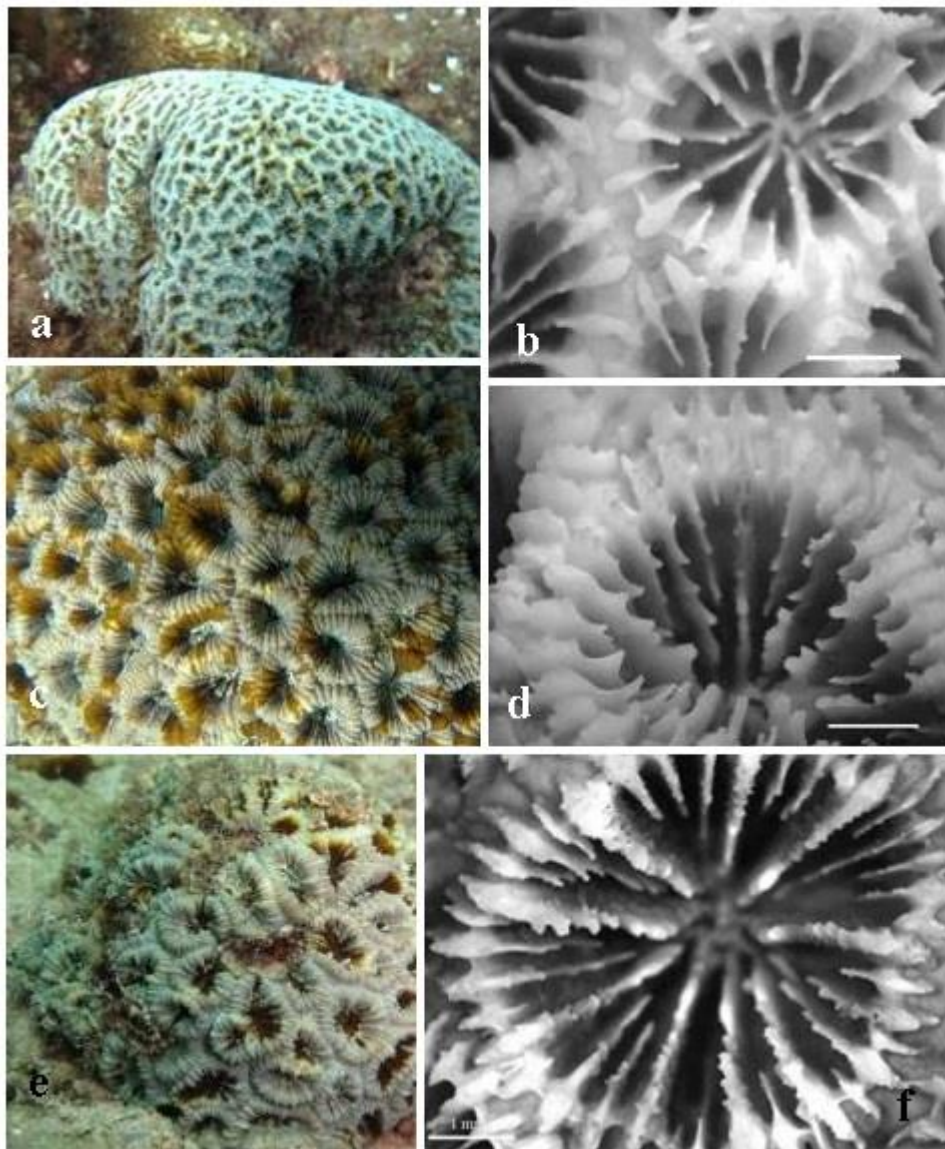
کاسته: برابر، دنداندار

کالوملا: بهم پیچ خورده و در عمق کالیس قرار دارد (شکل ۴-۶).

*Dipsastraea rotumana* (Gardiner, 1898) -۴-۶-۸

کلنی: تنها در جزیره سیری یافت شد. شکل کلنی توده ای و نیمه کروی بود.

کورالیت: پلکوئید (گاهی به صورت سروئید)، مدور، نامنظم، اندازه کورالیت ۹-۱۳ میلی متر



کل ۴-۱۰. a. کلنی *Dipsastraea pallida*, b. کورالیت، c. کلنی *D. fавus*, d. کورالیت، e. کلنی *D. rotumana*، f. کورالیت  
خط مقیاس: ۱ میلی متر؛ (تصاویر زیر آب از محمد شریف رنجبر، استریومیکروسکوپ از پریسا علی دوست سلیمی)

سپتا: به خوبی مجزا از یکدیگر، ۲۴-۳۸ سپتا در ۲ الی ۳ ردیف، سپتاهای ردیف اول بلندتر و ضخیم تر از سایر ردیف ها، سپتا ردیف دوم کوتاه تر و دارای یک شیب به سمت مرکز کایلیس اما به کالوملا نمی رسند، ردیف سوم ناقص، لبه سپتا دارای دندانهای نامنظم.

کاسته: منظم و دارای دندان

ساختار پالار: ندارد

سئونستوم: صاف

کالوملا: کوچک و عمق کالیکس (شکل ۴-۴).

#### ۴-۷- Lobophyllidae خانواده

*Acanthastrea echinata* (Dana, 1846) - ۴-۷-۱

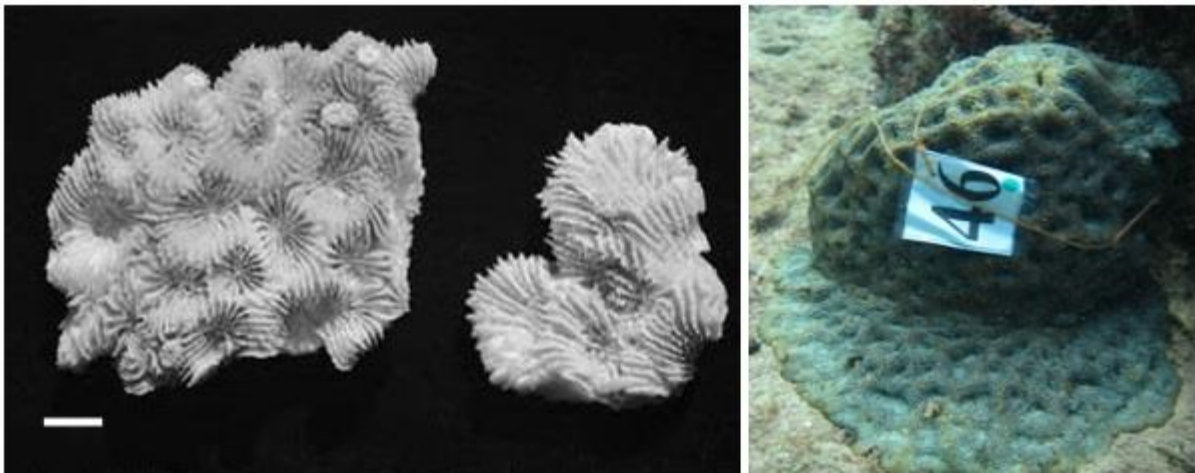
کلنی: تنها یک نمونه از جزیره ابوموسی یافت شد پلیپ ها گوشتی و بزرگ بود. شکل کلنی توده ای و

در حاشیه کلنی به صورت قشری روی بستر قرار گرفته بودند.

کورالیت: سروئید، جوانه زدن به صورت داخل تنناکولی

سپتا: ۲۴-۳۱ عدد در یک ردیف، تمام آن ها به کالوملا رسیده اند، اطراف سپتا بدون تزئینات.

کالوملا: پیچ خورده (شکل ۴-۱۱).



شکل ۴-۱۱- a. کلنی *Acanthastrea echinata* b. نمونه سفید شده (خط مقیاس: ۱ cm)؛ (تصویر زیر آب از محمد شریف نجبر، استریومیکروسکوپ از پریسا علی دوست سلیمی)

#### ۸-۴- خانواده Poritidae

اعضا این خانواده به صورت توده ای، ستنی، شاخه ای و یا قشری هستند. کورالیت ها فشرده بوده و دارای اندازه های مختلفی می باشند. بین کورالیت ها معمولا فاصله زیادی وجود ندارد.

##### *Porites lobata* Link, 1807 -۴-۸-۱

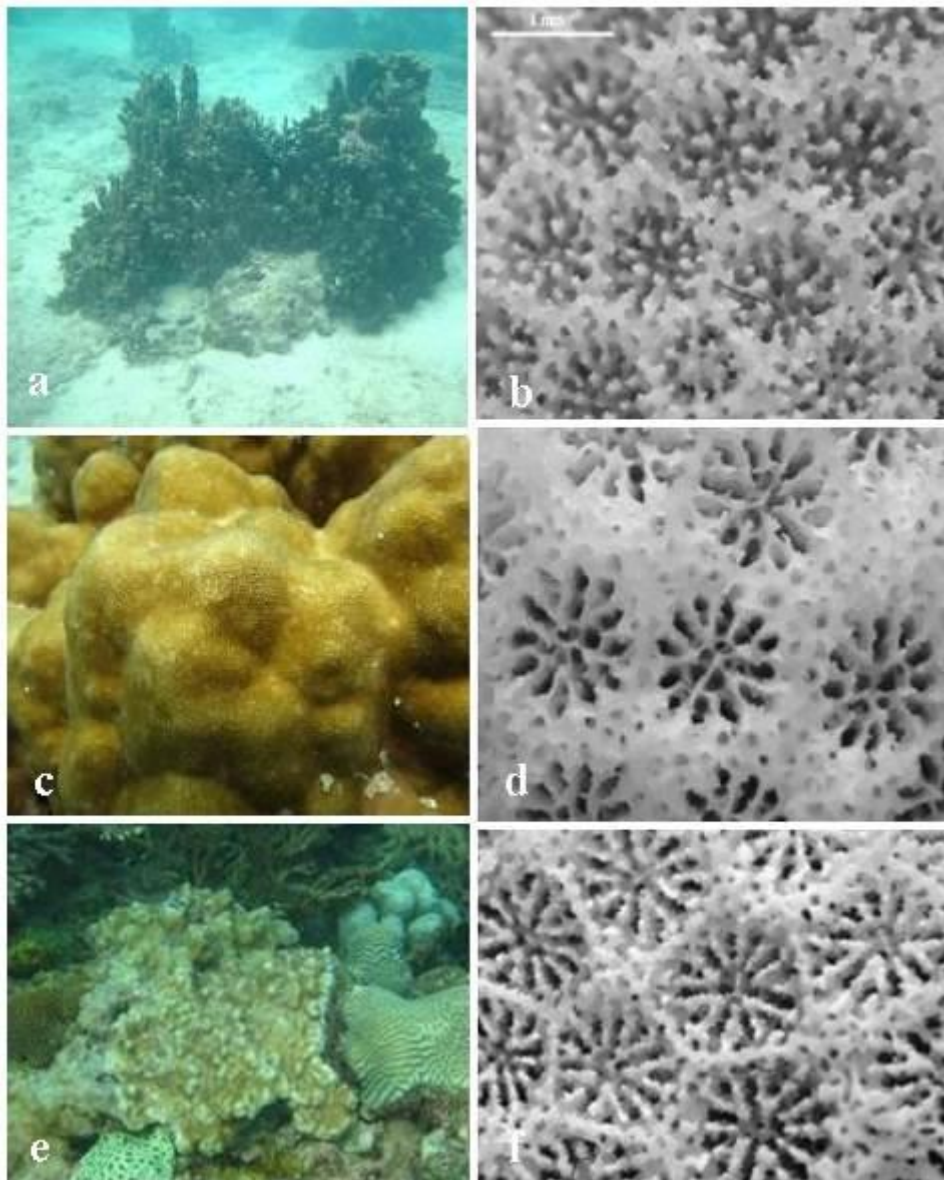
در هر دو جزیره ابوموسی و سیری حضور داشتند. نحوه رشد کلنی بسته به شرایط امواج و عمق آب متفاوت می باشد. شکل کلنی توده ای، پهن، انگشتی شکل و ستونی می باشد. کورالیت ها بسیار ریز هستند. بر اساس شکل و نحوه قرارگیری سپتاها شناسایی می شوند کورالیت ها دارای هشت پالی ضعیف می باشد (شکل ۴-۱۲).

##### *Porites lutea* Milne Edwards and Haime, 1860 -۴-۸-۲

در هر دو جزیره ابوموسی و سیری حضور داشتند. کلنی ها به صورت لایه ای تا نیمه توده ای روی بستر قرار میگیرند. سپتای سه تایی در این گونه کامل مشخص می باشد و به فرم تریدنت می باشد.

##### *Porites harrisoni* Veron, 2002 -۴-۸-۳

در هر دو جزیره ابوموسی و سیری حضور داشتند. کلنی به رنگ قهوه ای رنگ می باشند. عمدتا به صورت کلنی های ستونی هستند. اندازه کالیکس ۰/۸ تا ۱ میلی متر می باشند. سپتا سه تایی به صورت آزاد می باشد و دارای پالیفرم می باشد.



شکل ۴-۱۲- a. *P. harrisoni*. b. کورالیت، c. *P. lutea*. d. کورالیت، e. *P. lobata*. f. کورالیت (خط مقیاس ۱ mm) (تصاویر زیر آب از از محمد شریف رنجبر و مجید عسکری حسنی، استریومیکروسکوپ از پریسا علی دوست سلیمی)

#### *Goniopora columna* Dana, 1846 - ۲-۸-۴

کلنی: یک نمونه از جزیره ابوموسی یافت شد. شکل کلنی به صورت ستونی کوتاه بود و دارای پلیپ های بلند بودند.



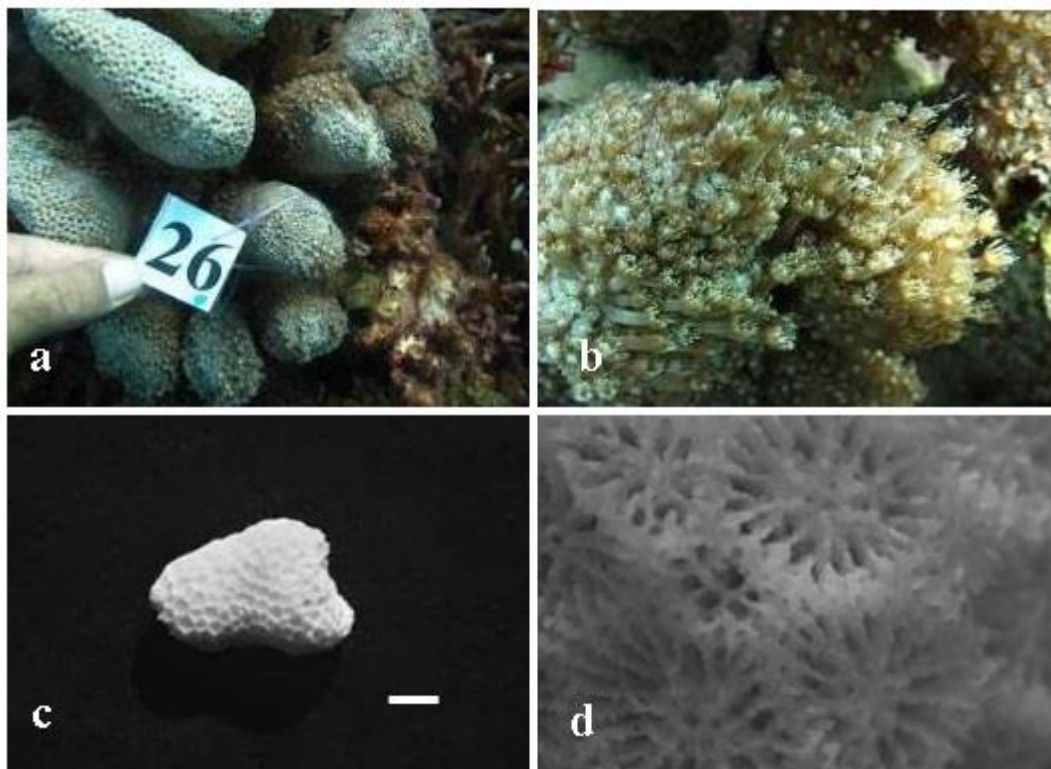
کورالیت: چندضلعی، اندازه کورالیت ۲/۵-۳ میلی متر، کالیکس کم عمق، عمق کمتر از ۱ میلی متر

سپتا: گونیوپوروئید، نامنظم، سپتاها منفذ دار و تا حدی دانه دار

دیواره: منفذ دار و نازک

کالوملا: اسفنجی، به خوبی توسعه یافته، بیش از نیمی از کالیکس را فراگرفته

پلیپ: نظیر سایر گونه های *Goniopora* در طول روز پلیپ ها به طور کامل بیرون هستند (شکل ۴-۱۳).



شکل ۴-۱۳. a و b. نمونه *Goniopora columna*. c. نمونه سفید شده، d. کورالیت؛ (تصاویر زیر آب از محمد شریف نجبر، استریومیکروسکوپ از پرینا علی دوست سلیمی)

#### ۹-۴- خانواده Siderastreidae

۱-۹-۴ - *Psammocora stellata* Dana, 1846

کلنی به صورت شاخه ای کوتاه است (شکل ۴-۲۰). در جزیره ابوموسی و سیری گونه های متعلق به این جنس پراکنش دارند. نمونه های خلیج فارس به صورت هیبرید بین دو گونه *P. stellata* و *P. contigua* می باشند (شکل ۴-۱۴). لذا تفکیک گونه به راحتی امکان پذیر نیست.



شکل ۴-۱۴ - *Psammocora stellata* (خط مقیاس ۱ cm)؛ (تصویر زیر آب از محمد شریف رنجبر، استریومیروسکوپ از پریرسا علی دوست سلیمی)

۲-۹-۴- *Siderastrea savignyana* Edwards and Haime, 1850

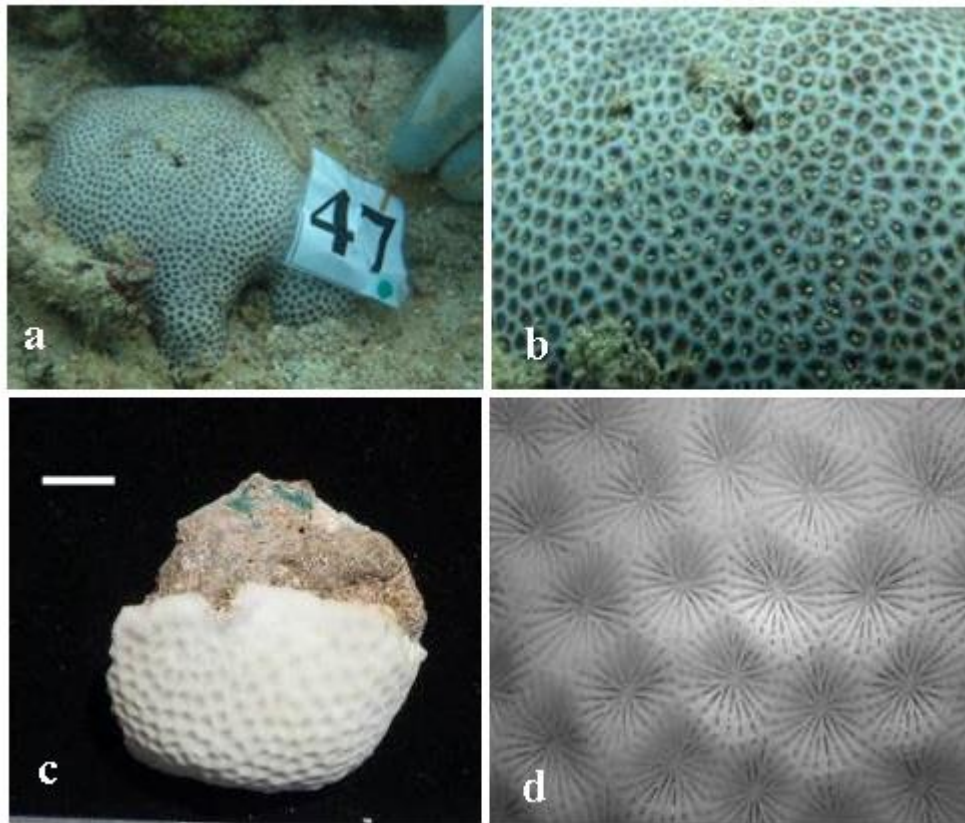
کلنی: یک نمونه جزیره ابوموسی یافت شد، شکل کلنی به صورت قشری است و عمدتاً در میان رسوبات پنهان است. پلیپ اندازه بسیار کوچکی دارد.

کورالیت: سروئید، چندضلعی، بیشینه اندازه کورالیت ۳ میلی متر

سپتا: ۲۴-۳۰ عدد در ۲ ردیف، به طور منظم شیب سپتاها به سمت مرکز کالیکس است، اطراف سپتا دارای تزئینات بسیار زیاد دانه ای.

Synapticulae: دو حلقه کاملاً مشخص دارد و بخش داخلی عمدتاً ناقص است.

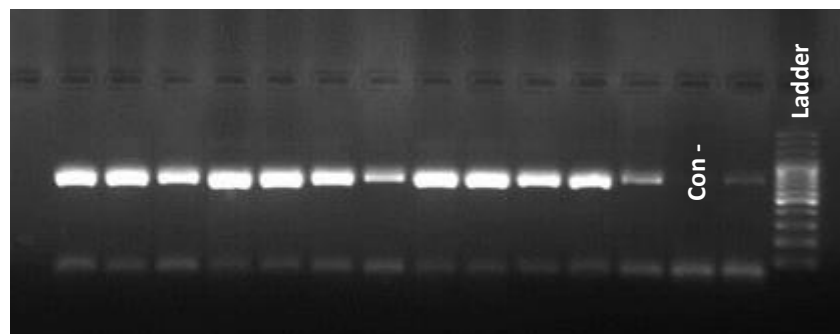
کالوملا: به خوبی توسعه یافته، یک توده متراکم (شکل ۴-۱۵).



شکل ۴-۱۱- a. کلنی *Siderastrea savignyana*، b. کلنی از نمای نزدیک، c. نمونه سفید شده، d. کورالیت سروئید  
خط مقیاس: ۱ cm)؛ (تصاویر زیر آب از از محمد شریف رنجبر و مجید عسکری حسنی، استریومیکروسکوپ از پریسا علی  
وست سلیمی)

#### ۴-۱۱- درخت فیلوژنی گونه های مرجان

محصول PCR بدست آمده دارای اندازه بین ۷۰۰ تا ۸۰۰ bp بود (شکل ۴-۱۶).

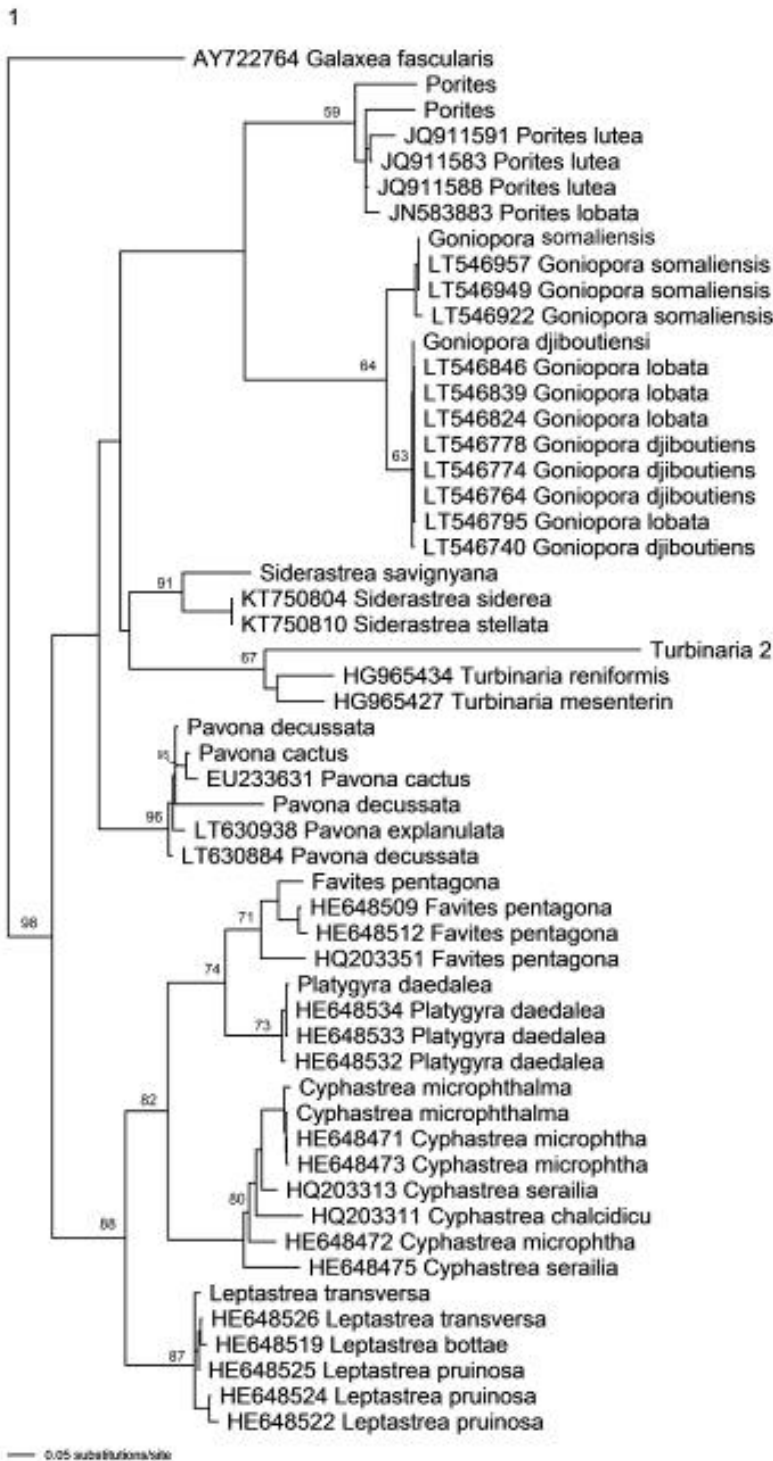


شکل ۴-۱۶- محصول PCR بدست آمده از مارکر هسته ای (تصویر از پریسا علی دوست سلیمی)

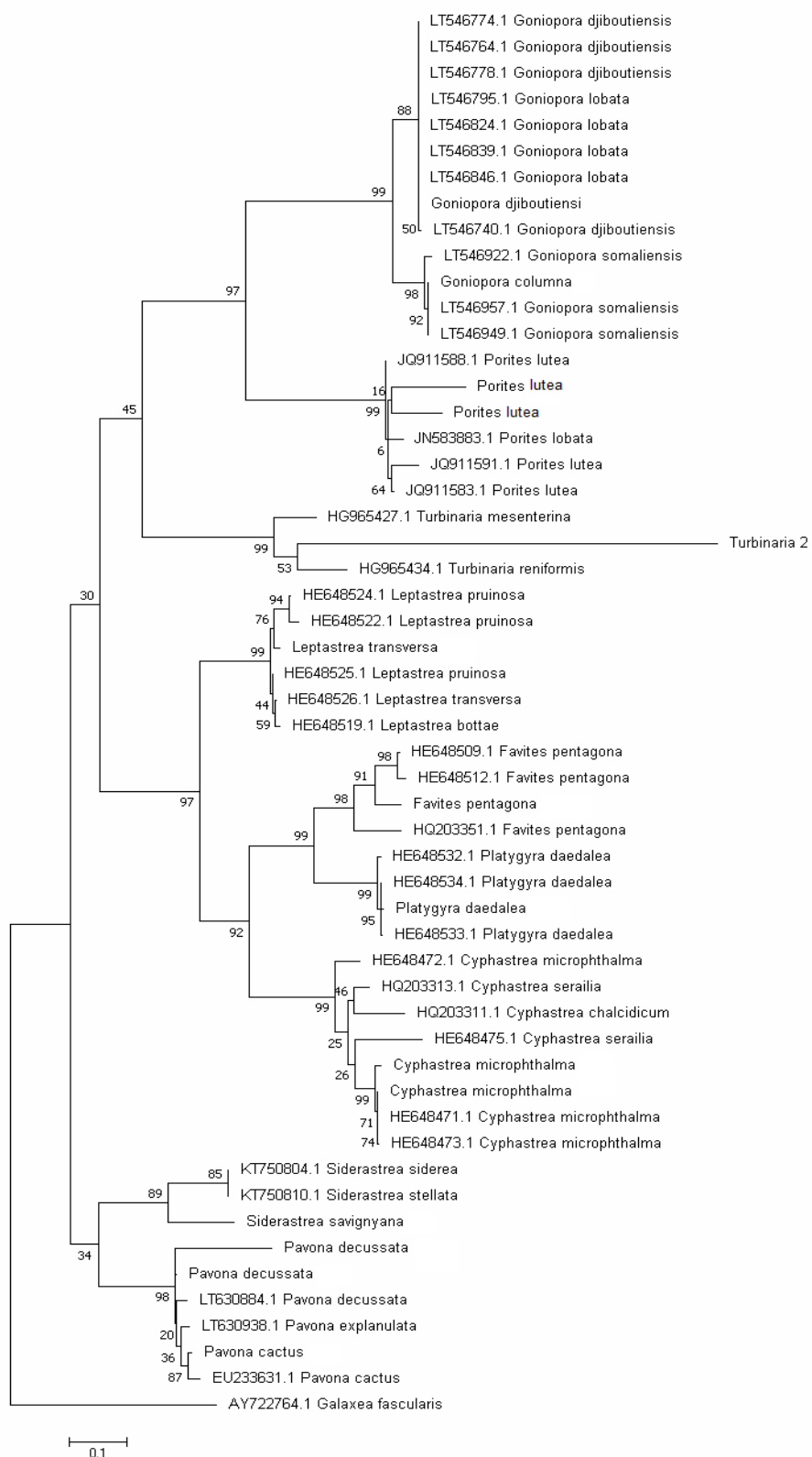
بر اساس jModeltest مدل بدست آمده برای رسم درخت ML ، SYM+I+G تعیین شد. میزان هر یک از پارامترها خروجی آنالیز مولکولی به ترتیب برای شاخص سازگاری برابر با ۰/۵۷۳، شاخص گروه پذیری برابر با ۰/۳۸۷ و شاخص هموپلازی برابر با ۰/۴۲۷ محاسبه شد. برای آنالیز فیلوژنی و رسم درخت نیاز به توالی مرجع می باشد که از سایت NCBI تهیه می گردد. برای برخی از گونه ها توالی جهت هم ردیف سازی و رسم درخت فیلوژنی بدست نیامد، لذا توالی گونه بدست آمده با جنس مشابه خود هم ردیف سازی شده و در درخت جایگاه آن مشخص شده است.

گونه های مرجان در دو کلاد اصلی قرار گرفته اند که هر کدام از آن ها به زیر کلادهای مشخصی تقسیم شده اند (شکل ۴-۱۷، ۴-۱۸ و ۴-۱۹).

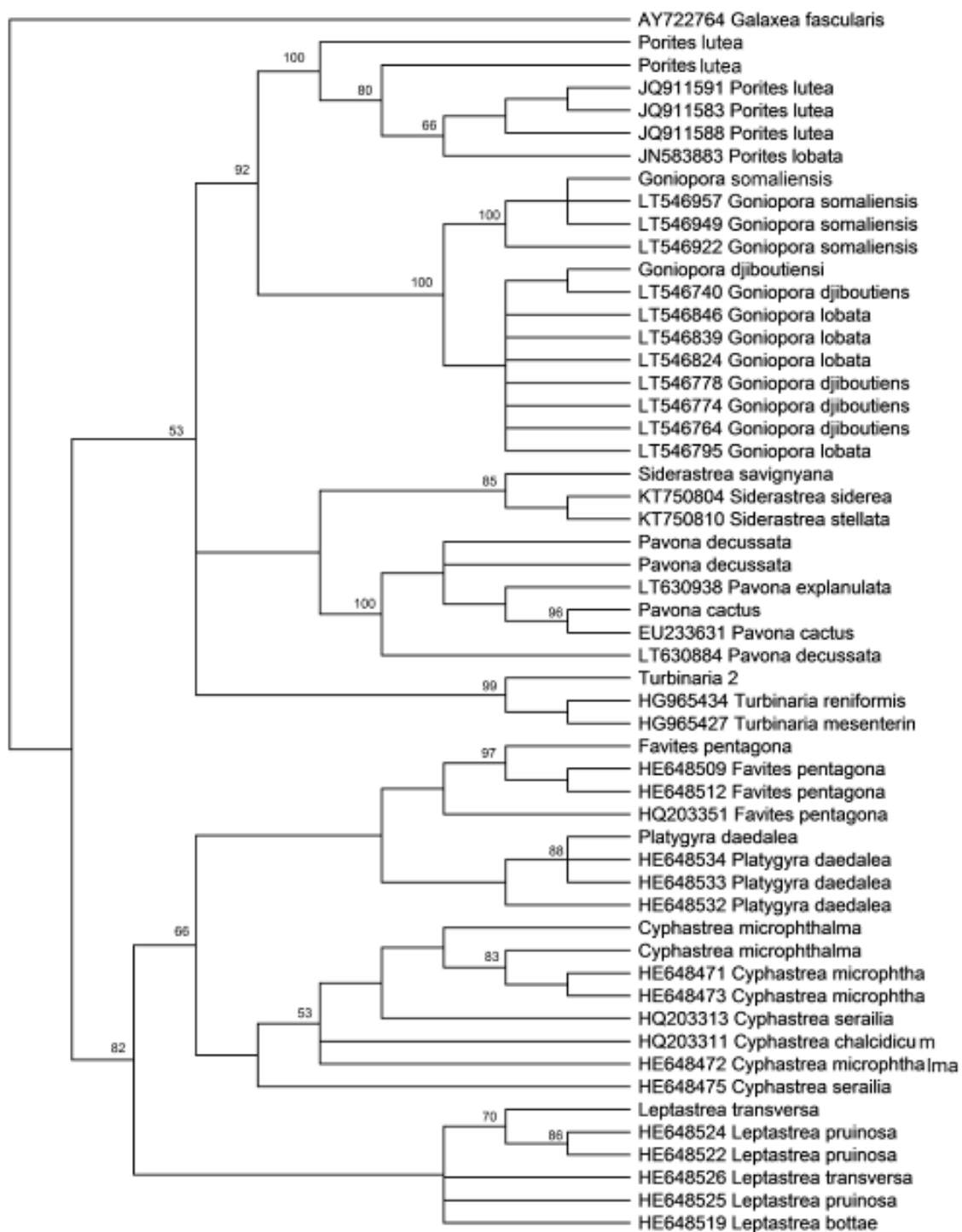
ML paup



شکل ۴-۱۶۷- آنالیز فیلوژنی ML، درصدهای بوت استرپ از ۱۰۰ درخت روی گره ها نشان داده شده است (درخت حاصل از نرم افزار PAUP4.0)



شکل ۴-۱۸- آنالیز فیلوژنی ML، درصدهای بوت استرپ از ۱۰۰ درخت روی گره ها نشان داده شده است (درخت حاصل از Mega)



شکل ۴-۱۹- آنالیز فیلوژنی MP، درصدهای بوت استرپ از ۱۰۰ درخت روی گره ها نشان داده شده است (PAUP)

## فصل پنجم

# بحث و نتیجه گیری



استفاده از روش های مولکولی می تواند به شناسایی و رده بندی صحیح مرجان ها در گروه ها و خانواده های مختلف، کمک کند. شناسایی دقیق مرجان ها و طبقه بندی آن ها در خانواده های مختلف به دلیل نبود ویژگی متمایز کننده مشخص (ناشی از شرایط زیست محیطی متفاوت) و همچنین ساختار اسکلتی متغیر، بسیار سخت است. از طرف دیگر بدلیل نامشخص بودن وضعیت تکاملی، تعیین حدود گونه ای برای برخی از گونه های مرجان امکان پذیر نمی باشد. این مشکل مانعی برای پی بردن به تنوع زیستی و تعیین گروه های در معرض تهدید است. در پژوهش حاضر مرجان های دو جزیره ابوموسی و سیری به صورت مورفولوژیک و برخی از آن ها مورد بررسی فیلوژنی قرار گرفتند. هدف پژوهش حاضر:

- شناسایی مورفولوژی مرجان های جزایر ابوموسی و سیری
- بررسی فیلوژنی مولکولی مرجان های آبسنگ ساز جزایر ابوموسی و سیری
- ترسیم درخت فیلوژنی گونه های مرجان جزایر ابوموسی و سیری
- مقایسه شناسایی مورفولوژی و مولکولی گونه های مرجان جزایر ابوموسی و سیری

#### ۱-۵- مقایسه مورفولوژی و فیلوژنی مولکولی گونه های مرجان

آنالیزهای فیلوژنی شناخت ما را نسبت به وضعیت تکامل مرجان ها تغییر داده و مشخص شده است تناقضاتی بین طبقه بندی مورفولوژیک و مولکولی وجود دارد. لذا یک سیستم طبقه بندی نیاز است تا داده های مولکولی و مورفولوژی را با یکدیگر ادغام کند؛ تا در نهایت بتوان به کمک آن الگوی تنوع زیستی و اولویت های حفاظتی را برآورد نمود. بر اساس آنالیزهای مولکولی گونه های بسیاری از خانواده های مرجان سخت به صورت پارا-پلی فیلتیک می باشد، لذا توالی گونه های دیگر از سایر موقعیت های جغرافیایی به مشخص شدن وضعیت گونه ای مرجان ها کمک می کند ( Fukami et al., 2008; Budd et al., 2012). در مورد طبقه بندی مرجان ها در سطح راسته و خانواده هنوز ابهاماتی

وجود دارد لذا پژوهش حاضر تنها در سطح جنس و بررسی تطابق فیلوژنی مولکولی با مورفولوژی تمرکز دارد. معرفی یک مارکر مناسب برای تعیین وضعیت گونه ای مرجان ها همیشه مورد چالش برانگیزی بوده است لذا برای بررسی و تعیین مرز گونه ای می بایست مارکرهای جدید و تخصصی تری را معرفی نمود.

پژوهش های محدود و قابل استناد کمی در ارتباط با گونه های مرجان جزایر ایرانی وجود دارد لذا شناسایی و معرفی آن ها می تواند دیدگاه صحیح تری در ارتباط با وضعیت گونه ای مرجان خلیج فارس ارائه نماید. در پژوهش حاضر در مجموع از دو جزیره ابوموسی و سیری، ۲۵ گونه (۱۵ جنس) متعلق به ۸ خانواده شناسایی شد. گونه های متعلق به هر یک از خانواده ها، جزء گونه های متداول در آبسنگ های خلیج فارس می باشند که پیش از این نیز از خلیج فارس گزارش شده است (Riegl and Purkis, 2012). نوع گونه های مرجان در بخش های شمالی و جنوبی همچنین در عمق های مختلف خلیج فارس متفاوت است. Coles در سال ۲۰۰۳ بیان کرد، در خلیج فارس یک اختلاف ژئوگرافیک محدودی در ارتباط با تعداد و نوع گونه های مرجان وجود دارد (Coles, 2003). بیش ترین تعداد گونه در طول سواحل عربستان سعودی یافت شده است که تعداد آن حدود ۵۰ گونه است. تعداد گونه های گزارش شده به تدریج به سمت شمال کاهش می یابد به طوری که در کویت و بخش از امارات متحده تعداد آن ها به حدود ۳۴ گونه می رسد. در خلیج عمان (مسقط و جزایر Daymaniyat) در مجموع ۶۸ گونه گزارش شده است که تقریبا برابر با مجموع تعداد مرجان های گزارش شده از بخش مرکزی خلیج فارس و تنگه هرمز است (Coles, 2003).

با وجود انزوای خلیج فارس و دریای سرخ، می توان گفت فون مرجانی هر دوی آن ها زیر مجموعه Indo-Pacific می باشد (Wood, 1983)، اما از لحاظ گونه ای، دریای سرخ غنی تر از خلیج فارس است. به طوریکه Pichon و همکاران (۲۰۱۴)، تعداد ۷۸ گونه مرجان سخت از سواحل جنوبی یمن (مطالعه موردی در Bir Ali و Balhaf) گزارش کردند. در میان گونه های گزارش شده، بیش از ۱۳

گونه آن با گونه های شناسایی شده از جزایر ابوموسی و سیری مشابهت داشت. اما در میان گونه های گزارش شده از یمن نمونه هایی نظیر *Galaxea fascicularis*, *Lobophyllia hemprichii*, *Psammocora albopicata* حضور داشتند که تا کنون از خلیج فارس گزارش نشده است (Pichon et al., 2014).

*S. savignyana* تنها گونه جنس *Siderastrea* می باشد که در غرب Indo-Pacific حضور دارد. این جنس در اطلس و کارائیب پراکندگی گسترده ای دارد. کلنی های متعلق به این جنس معمولاً به صورت توده ای و گسترده می باشند. در خلیج فارس این گونه قبلاً نیز گزارش شده است هر چند که فراوانی زیادی ندارد. در پژوهش حاضر تنها یک نمونه از جزیره ابوموسی یافت شد. این گونه در جزیره لارک و برخی از جزایر ایران و عسلویه نیز گزارش و رویت شده است (Samiei et al., 2012; Riegl and Purkis, 2012). مشاهده نگارنده، ۱۳۹۰، بر اساس آنالیز فیلوژنی بدست آمده، این گونه در شاخه خواهری با جنس مشابه خود قرار گرفته است. اما از آن جایی که برای *S. savignyana* توالی مرجعی مشابه با مارکر استفاده شده، وجود نداشت لذا امکان قیاس مولکولی و مورفولوژی وجود نداشت.

از خانواده Agariciidae دو گونه *P. decussata* و *P. cactus* شناسایی شد. *P. decussata* از سایر بخش های خلیج فارس نظیر کویت نیز گزارش شده است (Carpenter et al., 1997; Riegl and Purkis, 2012). در ارتباط با گونه *P. cactus*، تنها از جزیره سیری یک نمونه مشاهده و شناسایی شد. طی آنالیز فیلوژنی گونه *P. decussata* و *P. cactus* با توالی گونه مشابه خود در یک شاخه خواهری با بوت استراپ بالا قرار گرفتند. لذا نتایج مولکولی و شناسایی مورفولوژی با یکدیگر هماهنگی داشته است.

خانواده Denderophylidae تنوع گونه ای فراوانی داشته و از آب های ساحلی تا اعماق یافت می شوند و می توان گفت در تمام آب ها به غیر از نواحی قطبی حضور دارد. در خلیج فارس گونه های

*Turbinaria* بیش تر در عمق های بالا یافت می شود ( Riegl and Purkis, 2012; Arrigoni et al., 2014a). در این مطالعه گونه *T. peltata* در جزیره سیری شناسایی شد. این گونه قبلا نیز از خلیج فارس گزارش شده است (Riegl and Purkis, 2012). علاوه بر آن، دو نمونه *Turbinaria* sp.1 و *Turbinaria* sp.2 نیز در جزیره سیری شناسایی شد و توصیف نمونه انجام گرفت اما تعیین گونه و معرفی آن در حال حاضر امکان پذیر نمی باشد زیرا تنها یک نمونه از آن یافت شد. این گونه ها به علت زندگی در آب های عمیق، مسطح هستند تا نور بیش تری را جذب نمایند. نتایج آنالیز فیلوژنی انجام شده نشان داد *Turbinaria* sp. با توالی گونه *T. reniformis* رابطه خوهری دارد. نتایج بدست آمده با Arrigoni و همکاران در سال ۲۰۱۴ هماهنگ بود. هر چند از اعضا این خانواده گونه هایی به صورت پلی فیلتیک قرار می گیرند و درخت فیلوژنی رسم شده این حالت را به خوبی نشان می دهد (Arrigoni et al., 2014). Coles در سال ۲۰۰۳، بیان داشت تعداد گونه های متعلق به این خانواده چهار گونه است (Coles, 2003)، اما نتایج پژوهش حاضر نشان داد، تعداد گونه های متعلق به این خانواده بیش از چهار گونه در خلیج فارس می باشد.

در دو جزیره ابوموسی و سیری گونه های متعلق به جنس *Porites* حضور داشته است. گونه های متعلق به این جنس فرش های تک جنسی در منطقه ایجاد می کند. این فرم مرجانی نه تنها در جزایر ابوموسی و سیری بلکه در سایر جزایر و مناطق مرجانی خلیج فارس نیز قابل رویت است ( Alidoost Riegl and Purkis, 2012؛ Salimi et al., 2017). به طوریکه آبسنگ هایی از جنس *Porites* در شرق جزیره فارور گزارش شده است که به صورت patch قرار داشتند (رضایی، ۱۳۷۵). بر اساس شناسایی مورفولوژی، سه گونه *P. harrisoni*، *P. lutea* و *P. lobata* شناسایی گردید. این جنس عمدتا در آب های شفاف حضور دارد. جنس *Porites* به دلیل تغییرات الگوی های مورفولوژی یک مثال مشخص برای "مسئله حدود گونه ای" است. این جنس یکی از مرجان های تشکیل دهنده آبسنگ در دنیا می باشد (Forsman et al., 2015). Forsman و همکاران در سال ۲۰۱۵ بیان کردند

که در *Porites* با توجه به موقعیت جغرافیایی شکل کورالیت نیز تغییر می کند ( Forsman et al., 2015). در آنالیز فیلولوژی توالی های بدست آمده در یک کلاد با دو گونه *P. lobata* و *P. lutea* قرار گرفتند. اما بوت استراپ این شاخه ارزش حمایتی پایینی دارد. لذا جهت مشخص کردن گونه نیاز به حجم نمونه مناسب همچنین استفاده از آنالیزهای مولکولی بیشتر و حتی معرفی مارکرهای تخصصی تر برای ارزیابی می باشد. پیش از این گاهی گونه *P. harrisoni* تحت عنوان *P. compressa* از خلیج فارس گزارش می شده است (Riegl and Purkis, 2012).

همانند *Porites*، جنس *Acropora* نقش اساسی در ساختن کورال کارپت های خلیج فارس دارد (Rahmani et al., 2013; Alidoost Salimi et al., 2017). به طوریکه *Acropora downingi* فرش های گسترده ای در شرق جزیره کیش، بخش جنوب غربی جزیره لارک و بخش شرقی جزیره هنگام ایجاد می کند. در جزیره ابوموسی و سیری نیز این گونه حضور داشت. شناسایی مولکولی و مورفولوژی با کمک مارکر میتوکندریایی و هسته ای نشان داد که شناسایی مولکولی تایید کننده شناسایی مورفولوژی می باشد (نتایج آنالیز مولکولی این گونه در پژوهش حاضر ارایه نشده است).

گونه های متعلق به *Favites*، *Dipsastraea* و *Platygyra* از تاکساهای متداولی هستند که از خلیج فارس نیز گزارش شده است (Riegl and Purkis, 2012). آنالیز مولکولی نشان داده است که جنس های *Dipsastraea*، *Favites*، *Cyphastrea* و *Platygyra* دیگر به خانواده Faviidae تعلق ندارد و هر چهار جنس در خانواده Merulinidae (کلاد XVII) طبقه بندی می شوند (Budd et al., 2012). همچنین مشخص شده است که جنس *Favia* منحصر در آتلانتیک (متعلق به خانواده Mussidae) و *Dipsastraea* در Indo-Pacific و در محدوده خلیج فارس (متعلق به خانواده Merulinidae) پراکنش دارد (Budd et al., 2012). لذا تمام گونه های معرفی شده از جنس *Favia* به جنس *Dipsastraea* تغییر می یابد. از جزایر ابوموسی و سیری گونه های *D. pallida*، *D. favus* و *D. rotumana* شناسایی شد. گونه *D. pallida* از سایر جزایر خلیج فارس نیز گزارش شده است (Smaiei et al., 2012; )

Riegl and Purkis, 2014، مقصودلو، ۱۳۹۰). این گونه پراکنش وسیعی در Indo-Pacific دارد. گونه *D. favus* تنها از سواحل ابوظبی گزارش شده است و بر اساس پژوهش حاضر در جزیره سیری نیز این گونه حضور دارد. به دلیل شباهت مورفولوژی دو گونه *D. favus* و یا *D. speciosa* در ارتباط با حضور هر دو گونه در خلیج فارس هنوز ابهاماتی وجود دارد. حضور گونه *D. rotumana* در خلیج فارس نیز توسط محققین پیشتر اعلام شده است (Sheppard and Sheppard, 1991; Riegl, 1999; Veron, 2000). در پژوهش حاضر، این گونه تنها در جزیره سیری یافت شد و تایید شد که در بخش شمالی خلیج فارس نیز این گونه وجود دارند. از هر سه گونه محصول PCR مناسبی جهت توالی خوانی بدست نیامد لذا امکان قیاس مولکولی و مورفولوژی در حال حاضر وجود ندارد.

از جنس *Favites* تنها دو گونه *F. pentagona* در جزیره ابوموسی و سیری و گونه *F. chinensis* نیز در جزیره ابوموسی شناسایی شد. گونه *F. pentagona* پیش تر از جزیره لارک نیز گزارش شده است (Samiei et al., 2013). *F. chinensis* در خلیج فارس توسط محققین پیش بینی شده است (Sheppard and Veron, 2000 Sheppard and Veron, 2000 مقصودلو، ۱۳۹۰). پژوهش حاضر تایید کرد که این گونه در خلیج فارس حضور دارد. نتایج آنالیز مولکولی نیز نشان داد، توالی گونه *Favites pentagona* با گونه مشابه خود با بوت استراپ بالا هماهنگی دارند. لذا آنالیز مولکولی با شناسایی مورفولوژی هماهنگی داشته است.

سمیعی و همکاران در سال ۲۰۱۳، گونه *F. micropentagona* را در جزیره لارک گزارش کردند (Samiei et al., 2013) طی بررسی نمونه سپرده شده در موزه دانشگاه تهران مشخص شد، که گونه معرفی شده متعلق به *F. pentagona* می باشد.

از میان گونه های گزارش شده از جنس *Platygyra* در خلیج فارس، در پژوهش حاضر تنها گونه *P. daedalea* از هر دو جزیره ابوموسی و سیری شناسایی شد. کلنی ها از لحاظ مورفولوژی با یکدیگر

کمی متفاوت بودند اما بررسی دقیق اسکلت نشان داد که همگی متعلق به گونه مذکور است. علت تفاوت در مورفولوژی نیز می تواند ناشی از شرایط محیطی منطقه باشد (Miler, 1994). نتایج آنالیز مولکولی نیز نشان داد، توالی گونه *P. daedalea* با گونه مشابه خود با بوت استراپ بالا هماهنگی دارند. لذا آنالیز مولکولی با شناسایی مورفولوژی هماهنگی داشته است.

دو گونه *Cyphastrea microphthalma* و *C. serailia* از هر دو جزیره ابوموسی و سیری شناسایی شد. هر دو گونه از خلیج فارس قبلا گزارش شده است (Riegl and Purkis, 2012، مقصودلو، ۱۳۹۰). بر اساس نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر، گونه *C. microphthalma* با توالی گونه مشابه خود در یک شاخه خواهری قرار گرفتند. نتایج مولکولی بدست آمده با نتایج حاصل از شناسایی مورفولوژیک هماهنگی داشت. براساس آنالیزهای مولکولی *Cyphastrea* از جنس هایی است که به صورت مونوفیلیتیک در درخت فیلوژنی قرار می گیرد که با نتایج حاصل از آنالیز فیلوژنی انجام شده، هماهنگی دارد (Huang et al., 2009). از گونه *C. serailia* محصول PCR مناسبی جهت توالی خوانی بدست نیامد.

تنها یک نمونه از *Acanthastrea echinata* از جزیره ابوموسی یافت شد. به دلیل داشتن پلیپ گوشتی و کورالیت نسبتا بزرگ گونه های متعلق به این جنس به راحتی قابل تشخیص هستند. این گونه قبلا در خانواده *Mussidae* طبقه بندی می شد اما بررسی های مولکولی نشان داد این گونه متعلق به خانواده *Lobophylliidae* (کلاد XIX) می باشد (Budd et al., 2012). در ابوظبی و قطر گونه های جنس *Acanthastrea*، *Psammocora* و *Pseudosiderastrea* پس از افزایش غیر معمول دما مشاهده نشد. از این گونه محصول PCR مناسبی جهت توالی خوانی و ارزیابی مولکولی بدست نیامد.

در طبقه بندی جدید، خانواده دو جنس *Leptastrea* و *Plesiastrea* نامشخص (*Incertae sedis*) می باشد و تعیین وضعیت خانواده آن ها نیاز به بررسی های بیش تر دارد (Budd et al., 2012; Benzoni )

(et al., 2011)، لذا در این رساله ، نام خانواده برای آن ها در نظر نگرفته شد و دو جنس مذکور فاقد خانواده می باشند.

Purkis و Riegl در سال ۲۰۱۲ سه گونه *L. inaequalis* و *L. transversa*، *L. purpurea* را در خلیج فارس معرفی کردند. از میان آن ها تنها گونه *L. transversa* در جزیره ابوموسی شناسایی شد. Samiei و همکاران در سال ۲۰۱۳ نیز گونه *L. transversa* را از جزیره لارک گزارش دادند. در هر دو جزیره ابوموسی و سیری گونه *L. pruinosa* نیز مشاهده شد اما Riegl و Purkis (۲۰۱۲) به حضور این گونه در بخش جنوبی خلیج فارس اشاره ای نکرده اند. گونه *L. pruinosa* در جزیره لارک نیز گزارش شده است (Vajed Samiei et al., 2013). به نظر می رسد گونه *L. pruinosa* بیش تر در سواحل شمالی خلیج فارس حضور دارند زیرا تا کنون گزارشی از این گونه در سواحل کشورهای عربی گزارش نشده است و تنها به حضور *L. transversa* اشاره کرده اند (Carpenter et al., 1997; Shepard and ).  
Shepard, 1991). گونه *L. transversa* در کلاد جنس *Leptastrea* قرار گرفته است. این کلاد با بوت استراپ نسبتا بالایی نیز حمایت می شود. اما حضور سایر گونه ها در کلاد آن ها با بوت استراپ بالا نشان دهنده وضعیت نامشخص گونه ای این جنس می باشد.

تنها یک نمونه متعلق به گونه *P. versipora* از جزیره سیری مشاهده و شناسایی شد. این گونه پراکندگی گسترده ای در Indo-Pacific دارد (Benzoni et al., 2011). در خلیج فارس نیز این گونه قبلا رویت شده است (Riegl and Purkis, 2012; Vajed Samiei et al., 2012).

از جنس *Goniopora* دو گونه *G. columna* و *G. djiboutiensis* شناسایی شد. گونه *Goniopora columna* تنها در جزیره ابوموسی یافت شد این گونه توسط Vajed Samiei و همکاران در سال ۲۰۱۳ از جزیره لارک گزارش شده است. اما طی بررسی های اسکلت نمونه سپرده شده در دانشگاه تهران، از لحاظ مورفولوژی اسکلت مرجان با گونه *G. columna* تطابق ندارد و گونه بررسی شده متعلق به *G. cf. lobata* می باشد. Riegl و Purkis در سال ۲۰۱۲، حضور این گونه در خلیج فارس را



مبهم و محدود به آب های ایران پیش بینی نمود. نتایج این پژوهش نشان داد که این گونه در خلیج فارس وجود دارد و این اولین گزارش از این گونه در خلیج فارس می باشد.

وضعیت گونه ای برخی از مرجان ها به علت هیبریداسیون بین گونه ای نامشخص است و شرح گونه برای آن سخت می باشد. *Psammocora* از جنس هایی می باشد که در آبسنگ های مرجانی خلیج فارس حضور دارد اما مشخص کردن گونه آن بسیار مشکل و سخت است. بر اساس گزارشات موجود، در آبسنگ های کویت نیز این جنس هیبرید بین دو گونه *P. stellate* و *P. contigua* می باشد (Stephani et al., 2007, Benzoni et al., 2010). این احتمال وجود دارد که چنین شرایط هیبریدی در نمونه های جزایر ابوموسی و سیری نیز وجود داشته باشد و این مورد نیاز به مطالعات بیش تری دارد. وقوع هیبریداسیون بین گونه ای ممکن است در زمان تخم ریزی هم زمان ( Spawning synchronous) رخ دهد و می توان گفت این پدیده یک فاکتور افزایش دهنده در تغییرات ریخت شناسی مرجان بوده که در نهایت باعث عدم قطعیت در تعیین گونه مرجان می شود (Stephani et al., 2007). فرایند هیبریداسیون در تکامل مرجان ها نقش بسزایی دارد. بر اساس بررسی مورفولوژی، مشخص شد نمونه های متعلق به جنس *Psammocora* به صورت هیبرید می باشد. پیش از این نیز بیان شده است که نمونه های کشور کویت نیز به صورت هیبرید می باشند. تشخیص نمونه هیبریدی زمانی که گونه های متعدد در منطقه باشد به کمک آنالیز فیلوژنی سخت می باشد. زیرا علاوه بر احتمال وقوع هیبریداسیون Introgression، ممکن است ناقص بودن توالی دودمان نیز رخ داده باشد که در هر دو حالت درخت به صورت پارا- پلی فیلتیک می باشد (Diekmann et al. 2008; van Oppen et al., 2001; Stephani et al., 2008). بدلیل مناسب نبودن درخت فیلوژنی بدست آمده از آنالیز مولکولی نتایج حاصل از آنالیز در پژوهش حاضر ارایه نشده است.

گونه هایی نظیر *Heteropsammia cochlea* و *Tubastraea coccinea* تنها از کشور کویت گزارش شده اند (Carpenter et al., 1997). اما در مطالعه حاضر و سایر مطالعات قابل استناد گزارشی مبنی

بر حضور این گونه ها در بخش شمالی خلیج فارس وجود ندارد. این تفاوت در حضور گونه ها در بخش های مختلف خلیج فارس به احتمال زیاد ناشی از تفاوت فاکتورهای زیست محیطی موثر بر مرجان می باشد و علاوه بر آن ممکن است به علت وجود بسترهای زیستی متنوع جهت settlement مرجان و رشد آن در اطراف جزایر باشد (Coles, 2003).

همچنین پیش از این گونه هایی نظیر *Stylophora pistillata*, *Pocillopora damicornis*, *Acropora pharaonis* و *Echinophyllia aspera*, *Cycloseris curvata* از جزیره ابوموسی شناسایی و معرفی شده است اما در پژوهش حاضر گونه های مذکور طی عملیات میدانی بدست نیامد. می توان تفاوت در روش نمونه برداری و یا محدودیت منطقه مورد مطالعه را علت عدم یافتن گونه های مذکور دانست.

به نظر می رسد با بررسی بیش تر و دقیق تر اعماق و بخش های مختلف جزایر ایران، بتوان گونه های بیش تر و حتی جدیدی را می توان معرفی و ثبت کرد. همچنین این مورد باید در نظر گرفته شود که گونه هایی که قبلا گزارش شده است نیز نیاز به بازنگری مجدد جهت شناسایی صحیح دارد.

به طور کلی شناسایی گونه های مرجان علل الخصوص زمانی که مورفوتایپ های مختلف دارند کار دشواری می باشد و این امر مانعی برای درک اکولوژی، تکامل و تنوع زیستی آن ها است. شرح گونه مرجان ها به صورت سنتی بر اساس مورفولوژی آن ها عمدتاً صورت می گیرد که مورفولوژی اسکلت نیز تحت عوامل محیطی نظیر جریان آب، نور و غیره تغییر پذیر است (Forsman et al., 2009).

این تغییر پذیری اسکلت گاهی منجر به معرفی و تشخیص گونه اشتباه مرجان می گردد اما با بررسی دقیق ساختار و استفاده از آنالیزهای مولکولی می توان نمونه های مرجان را به درستی شناسایی کرد. نتایج شناسایی مورفولوژی و مولکولی این پژوهش، فرضیه تحقیق را تایید کرد، آنالیزهای مولکولی می تواند راهکار مناسبی برای تعیین گونه باشد. هرچند نتایج حاصل از فیلوژنی مولکولی نشان می دهد که همچنان ابهامات در مرز گونه ای و هم چنین خانواده برخی از گونه های مرجان وجود دارد و حل

این ابهامات نیاز به گذر زمان و معرفی مارکرهای تخصصی تر می باشد. این نکته حائز اهمیت است که زمانی که توالی های بیش تر به درخت فیلوژنی اضافه می شود، تغییرات قابل توجهی ایجاد می شود. لذا مطالعات بیشتر در رابطه با گونه های مرجان در موقعیت های جغرافیایی مختلف می تواند دیدگاه کامل تری درباره وضعیت فیلوژنی آن ها ارائه نماید.

## منابع (فارسی و انگلیسی)

## منابع

- نجاتخواه، پ.، رضایی مارنانی، ح. و دهقانی، ح.، ۱۳۸۹. شناسایی و تخمین تراکم مرجان های سخت منطقه جزر و مدی جزیره هنگام در خلیج فارس. مجله علمی پژوهشی بیولوژی دریا. (۲): ۶.
- مقصودلو، ع.، ۱۳۹۰. مرجان های سخت آب های ساحلی ایران در خلیج فارس. موسسه ملی اقیانوس شناسی.
- رضایی مارنانی، ح.، ۱۳۷۵. مشاهده پاره ای از مرجان ها در آب های برخی از جزایر ایرانی دور دست خلیج فارس. ماهنامه آبزیان. (۴).
- Alidoost Salimi, M., Ghavam Mostafavi, P., Fatemi, S.M.R. and Aeby, G., 2017. Health status of corals surrounding Kish Island, Persian Gulf. *Diseases of Aquatic Organisms*. 124 (1): 77-84.
- Arrigoni, R., Kitano, Y., Stolarski, J., Hoeksema, B., Fukami, H., Stephani, F., Galli, P., Montano, S., Castoldi, E. and Benzoni, F., 2014. A phylogeny reconstruction of the Dendrophylliidae (Cnidaria, Scleractinia) based on molecular and micromorphological criteria, and its ecological implications. *Zoologica Scripta*.
- Arrigoni, R., Stephani, F., Pichon, M., Galli, P. and Benzoni, F., 2012. Molecular phylogeny of the Robust clade (Faviidae, Mussidae, Merulinidae, and Pectiniidae): An Indian Ocean perspective *Molecular Phylogenetics and Evolution*. (65): 183–193.
- Beauvais, L. and Beauvias, M., 1974. Studies on the world distribution of the upper cretaceous corals. *Proceeding of second international coral reef symposium*. Great barrier reef committee. Brisbane. (2): 639-652.

- Benzoni, F., Arrigoni, R., Stefani, F. and Pichon, M., 2011. Phylogeny of the coral genus *Plesiastrea* (Cnidaria, Scleractinia). *Contributions to Zoology*. 80 (4) 231-249.
- Benzoni, F., Stefani, F., Pichon, M. and 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.
- Bosserelle, P., Berteaux-Lecellier, V., Chancerelle, Y., Hédouin, L., Nugues M., Wallace C. and Pichon M., 2014. Guide d'identification des coraux de Moorea. CRIOBE, Polynésie française. 120p.
- -Burt, J., Lavieren, H.V. and Feary, D.A., 2014. Persian Gulf reefs, an important asset for climate science in urgent need of protection. *Ocean Challenge*. (20): 49-56.
- 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, McGraw-Hill.
- Carpenter, K.E., Harrison, P., Hodgson, G., Alsaffar, A.H. and Alhazeem, S.H., 1997. The coral and coral reef fishes of Kuwait. Kuwait Institute for Scientific Research. P164.
- 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.
- Diekmann, O., Bak, R.P., Stam, W.T. and Olsen, J.L., 2001. Molecular genetic evidence for probable reticulate speciation

in the coral genus *Madracis* from a Caribbean fringing reef slope. *Marine Biology*.

- Flot, J.F. and Tillier, S., 2006. Molecular phylogeny and systematic of the scleractinian coral genus *Pocillopora* in Hawaii. *Proceeding of 10<sup>th</sup> international coral reef symposium*. 24-29.
- Forsman, Z., Wellington, G., Fox, G.E. and Toonen, R., 2015. Clues to unraveling the coral species problem: distinguishing species from geographic variation in *Porites* across the Pacific with molecular markers and microskeletal traits. *PeerJ*. (3)751. DOI 10.7717.
- Forsman, Z., Barshis, D., Hunter, C. and Toonen, R., 2009. Shape-shifting corals: Molecular markers show morphology is evolutionarily plastic in *Porites*. *BMC Evolutionary Biology*. 9:45 doi:10.1186/1471-2148-9-45.
- Fukami H, Chen CA, Budd AF, Collins A, Wallace C, et al., 2008. Mitochondrial and Nuclear Genes Suggest that Stony Corals Are Monophyletic but Most Families of Stony Corals Are Not (Order Scleractinia, Class Anthozoa, Phylum Cnidaria). *PLoS ONE*. 3(9): e3222. doi:10.1371/journal.pone.0003222
- Fukami, H., Chen, A., Budd, A., Collins, A., Wallace, C., Chuang, Y., Chen, C., Dai, C., Lwao, K., Shwppard, C and Knowlton, N., 2008. Mitochondrial and Nuclear Genes Suggest that Stony Corals Are Monophyletic but Most Families of Stony Corals Are Not (Order Scleractinia, Class Anthozoa, Phylum Cnidaria). *PLoS ONE* 3(9): e3222. doi:10.1371/journal.pone.0003222.
- 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.

- Huang, D., Meier, R., Todd, P. and Chou, L. M., 2009. More evidence for pervasive paraphyly in scleractinian corals: Systematic study of Southeast Asian Faviidae (Cnidaria; Scleractinia) based on molecular and morphological data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 50:102–116.
- Lang, J.C., 1984. Whatever works: The variable importance of skeletal and of non-skeletal characters in Scleractinia taxonomy. *Palaeontogr. Amer.* 54: 18-44.
- Maghsoudlou, A., Eghtesadi Araghi, P., Wilson, S., Taylor, O., and Medio, D., 2008. State of coral reef in ROPME sea area (The Persian Gulf, Gulf of Oman and Arabian Sea).
- Morgan, T. H. 1961. Random segregation versus coupling in Mendelian inheritance. *Science* 34:384.
- Miller, KJ. 1994. Morphological variation in the coral genus *Platygyra*: environmental influences and taxonomic implication. *Marine Ecology Progress Series* 110:19-28.
- Nunes, F., Fukami, H., Vollmer, S. V., Norris, R. D. and Knowlton, N., 2008. Re-evaluation of the systematics of the endemic corals of Brazil by molecular data. *Coral Reefs*. 27:423–432.
- Nakajima, Y., Nishikawa, A., Iguchi, A. and Sakai, K., 2012. The population genetic approach delineates the species boundary of reproductively isolated corymbose acroporid corals. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. (63): 527–531
- Pichon, M., Benzoni, F., Chaineu, C.H. and Dutrieux. E., 2014. Field guide to the hard corals of the Southern Coast of Yemen. BIOTOPE, Parthenope, Paris, 256pp
- Price, A. R. G. 1992. Origin, geography and substrate of the Arabian area. In: Sheppard, C., Price, A. R. G., Roberts, C. (eds.) *Marine Ecology of the Arabian Region: patterns and*



processes in Extreme Tropical Environments. Academic Press: London, pp. 12-60.

- Rahmani, M. and Rahimian, H., 2013. Preliminary study on *Acropora* (Scleractinia: Astrocoeniina: Acroporidae) of the Persian Gulf, with emphasis on the north and northeastern areas. *Turk J Zoo.* 37: 308-320.
- Riegl, B.M. and Purkis, S.J. (eds.), 2012. Coral Reefs of the Gulf: Adaptation to Climatic Extremes, *Coral Reefs of the World* 3. DOI 10.1007/978-94-007-3008-3\_11.
- Romano, S.I., 1995. A molecular phylogenetic analysis of Reef-Building corals. Doctor of philosophy dissertation.
- Romano, S. and Cairns, S., 2000. Molecular phylogenetic hypotheses for the evolution of Scleractinian corals. *Bulletin of Marine Science.* 67 (3): 1043-1068.
- Romano, S. and Palumbi, S.R., 1997. Molecular evolution of a portion of the mitochondrial 16s ribosomal gene region in Scleractinian corals. *J Mol Evol.* 45: 397-411.
- Richards, A.T., van Oppen, M.J.H., Wallace, C.C., Willis, B. and Miller, D.J., 2008. Some Rare Indo-Pacific Coral Species Are Probable Hybrids. *PLoS ONE* 3(9): e3240. doi:10.1371/journal.pone.0003240
- 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.
- Stolarski, j. and Roniewicz, E., 2001. Towards a new synthesis of evolutionary relationships and classification of scleractinia. *J. Paleont.* 75(6).

- Samiei, J., Dab, K., Ghezellou, P. and Shirvani, A., 2013. Some scleractinian corals (Scleractinian: Anthozoa) of Larak Island, Persian Gulf. *Zootaxa*. 3636 (1): 101-143.
- Swofford, D.L., 2002. PAUP. Phylogenetic Analysis Using Parsimony (and other methods). Sinauer, Sunderland, MA.
- Sheppard, C.R.C. and Shepard, A.L.S., 1991. Corals and coral communities of Arabia. *Fauna of Saudi Arabia*.
- van Oppen, M., McDonald, B., Willis, B. and Miller, D., 2001. The Evolutionary History of the Coral Genus *Acropora* (Scleractinia, Cnidaria) Based on a Mitochondrial and a Nuclear Marker: Reticulation, Incomplete Lineage Sorting, or Morphological Convergence?. *Mol. Biol. Evol.* 18(7): 1315–1329.
- 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. and Pichon, M., 1982. Scleractinia of Eastern Australia, Part IV. Canberra: Australian National University Press. 159 P.
- Vajed samiei, J., Dab, K., Ghezellou, P. and Shirvani, A., 2013. Some scleractinian corals (Scleractinia: Anthozoa) of Larak Island, Persian Gulf. *Zootaxa* 3636 (1): 101–143.
- Wood, E.M., 1983. Corals of the world. TFH Publication. ISBN: 087666-809-0.
- Wolstenholme, J.K., Wallace, C.C. and Chen, C.A., 2003. Species boundaries within the *Acropora humilis* species group (Cnidaria: Scleractinia): a morphological and interpretation of evolution. *Coral Reefs*. (22) 155-166.



**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**