

شناسایی و بررسی ساختار اجتماعات فولینگ مناطق زیستگاه مصنوعی سواحل بحرکان خوزستان

مجید شکاری^۱، محمدعلی سالاری علی آبادی^{۱*}، احمد سواری^۱، سیمین دهقان مدیسه^۲

۱. گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی، خرمشهر، ایران

۲. پژوهشکده آبی پروری جنوب کشور، اهواز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۰۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۳۰

شناسه دیجیتال (DOI): [10.22113/jmst.2019.119999.2127](https://doi.org/10.22113/jmst.2019.119999.2127)

چکیده

این مطالعه به منظور شناسایی و بررسی ساختار اجتماعات موجودات چسبنده یا همان فولینگ‌های منطقه زیستگاه‌های مصنوعی با قدمت ۱۳ سال، در سواحل بحرکان واقع در شمال غربی خلیج فارس انجام شد. نمونه‌ی فولینگ به صورت فصلی از بهار ۱۳۹۵ الی زمستان ۱۳۹۵ از ۴ ایستگاه به صورت تصادفی با استفاده از کوادرات ۲۵×۲۵ cm بوسیله عملیات غواصی جمع آوری شدند. بر اساس بیومس (وزن تر) گروه‌های مختلف چسبنده بر بدنه سازه‌ها، از مرجان‌ها رده Anthozoa با ۸۸ درصد از بیومس کل، بیشترین توده چسبنده را شامل شده و پس از آن اسفنج‌ها (۱۰ درصد) و مرجان‌های هیدروزوآ و بندپایان نیز هر یک با یک درصد از مجموعه کل را شامل شده‌اند. فصل بهار بیشترین میانگین فراوانی را نشان داده است که ناشی از بیومس بالای گروه آنتوزوآ با ۸۹ درصد در این فصل بوده است. بر اساس آزمون خوشه‌ای دو فصل زمستان و پاییز درصد تشابه بیشتری در حد ۸۰ درصد داشته و فصل تابستان و بهار درصد تشابه ۵۰ درصدی را نشان می‌دهند. همچنین بر اساس آنالیز خوشه‌ای دو سازه A, D سطح تشابه ۴۵ درصد و B, C سطح تشابه ۸۰ درصد را نشان می‌دهند.

کلمات کلیدی: زیستگاه مصنوعی، موجودات چسبنده، بحرکان، مرجان، بیومس

* نویسنده مسول، پست الکترونیت: salari@kmsu.ac.ir

۱. مقدمه

از زمانی که انسان‌ها شروع به استفاده از دریا و منابع آن کرده‌اند، ورود بسترهای سخت مصنوعی در دریا رو به افزایش است که واضح‌ترین و آشکارترین این فعالیت‌ها، سازه‌های ساحلی است که به طور چشمگیری طبیعت را تغییر می‌دهند (Glasby and Connell, 1999; Bacchiocchi and Airoidi, 2003). همچنین تخریب و از بین رفتن سواحل، زیستگاه‌ها و اکوسیستم‌های اقیانوسی یک مشکل و مساله جهانی می باشد، که از زیستگاه‌های مصنوعی می توانیم برای بازسازی و ترمیم این اکوسیستم‌ها استفاده کنیم. برای قرن‌ها نقش زیستگاه‌های مصنوعی در محیط‌های آبی به تفضیل شرح داده شده و کاربرد آن از مقیاس‌های کوچک و استفاده از مواد طبیعی در ساخت آنها و افزایش موفقیت در صید ماهی به صورت محلی، به سمت تکنولوژی پیچیده تر و استفاده از مدیریت محیطی در مقیاس وسیع پیش می رود. کشورهای مختلف با توجه به مسائل و مشکلات خود اهداف مختلفی را از ایجاد زیستگاه‌های مصنوعی دنبال می کنند. این ساختارها اغلب به صورت مصنوعی و مطابق با پیش بینی تاثیر بر زندگی گونه‌های مورد نظر ساخته می شوند. نقطه شروع کاربرد زیستگاه‌های مصنوعی از ژاپن بود که این ساختارها از منابع طبیعی در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری به کار برده شدند. اهداف تاریخی افزایش تولید غذا هم در غالب ماهی‌گیری صنعتی (هند) و هم ماهی‌گیری تجاری (تایوان) ادامه یافت. از مهمترین اهداف بیولوژیک این مطالعه، بررسی روند کلنی شدن ارگانیسیم‌ها روی سازه‌های مصنوعی می باشد. همچنین نوسانات مکانی و زمانی تشکیل کلنی موجودات برای پیش بینی توسعه اجتماعات بنتیک وابسته به تکیه‌گاه بر روی سازه‌های مصنوعی ضروری می باشد. مدل‌های قدیمی تشکیل کلنی یک توالی مستقیم را پیشنهاد می کنند که در آن گونه‌های پیشگام به سرعت و به تعداد زیاد روی بستر تشکیل کلنی می دهند و به دنبال آن، اجتماعات با تنوع بالا

به حالت پایداری می رسند (Stanos and Simon, 1980; Bailey-Brock, 1989). در حالی که Carter و Perkel در سال 2008 بیان کردند که مدل توالی قدیمی نمی‌تواند با یک سیستم زیستگاه مصنوعی جدید ارزیابی شود. زیرا استقرار موجودات توسط ورود تصادفی لاروها و غالبیت نسبی گونه‌های فرصت طلب تعیین می شود. علاوه بر این، پیچیدگی بیولوژیکی زیستگاه‌ها یک فاکتور مهم در ارتباط با نشست لاروها و شکل‌گیری اجتماعات است. بنابراین تنها پس از گذشت یک زمان معین، گونه‌های دیگر هم شانس نشستن بر روی زیستگاه مناسب را پیدا می کنند. هدف از انجام این پژوهش در واقع مطالعه و تعیین تغییرات ساختار اجتماعات چسبنده‌ها در زیستگاه‌های مصنوعی طی گذر زمان می‌باشد. در مطالعه اسکندری و همکاران (۱۳۸۷)، تعداد گروه‌های جانوری چسبنده بیشتر بوده و شامل بارناکل‌ها از سخت پوستان، مرجان‌ها، بریوزوآ (خزه شکلان)، خارپوستان، تونیکاتا، اسفنج‌ها، پرتاران و نرم‌تنان بوده و بارناکل‌ها غالب بوده اند. بارناکل‌ها که از موجودات پیشگام هستند دارای بیشترین فراوانی و بیوماس در سال‌های اول پس از احداث سازه‌ها بودند، در حالی که درصد پوشش و تعداد گونه‌های مرجان در منطقه خیلی کم بود (اسکندری و همکاران، ۱۳۸۷). Oren و Benayahu در سال ۱۹۹۷ اثرات عمق و شکل بستر را به عنوان یکی از عوامل مهم در حضور، بقا و تفاوت در ترکیب گونه‌ای مرجان‌های نرم و سخت بر روی ساختارهای مصنوعی معرفی کردند. Perkol و Finkel در سال ۲۰۰۴ طراحی ساختار، جهت و زاویه استقرار سازه در بستر، عمق و عمر سازه را به عنوان فاکتورهای موثر در تشکیل ترکیب گونه‌ها روی سازه معرفی کردند. Tsemel و همکاران در سال ۲۰۰۶ اثرات بسترهای مصنوعی را بر فون زیستی و زی توده منطقه مورد مطالعه قرار دادند. نتایج حاصل از بررسی، افزایش ۳۰ برابر زی توده را بر روی بسترهای مصنوعی نسبت به قبل از استقرار سازه بیان داشتند. آن‌ها روند توالی زیستی

مقایسه با سازه‌های دارای عمر کمتر اهمیت این‌ها بیشتر از پیش مشخص گردد.

۲. مواد و روش‌ها:

زیستگاه‌های مصنوعی در منطقه‌ی بحرکان با موقعیت جغرافیایی $17^{\circ} 49'$ طول شرقی و $29^{\circ} 54'$ عرض شمالی در جنوب استان خوزستان واقع شده است. نمونه برداری به صورت فصلی از بهار ۱۳۹۵ الی زمستان ۱۳۹۵ صورت گرفت. به طور کلی ۴ ایستگاه A,B,C,D در نظر گرفته شد که شامل هستند. مشخصات و مختصات ایستگاه‌ها در جدول ۱ آمده است.

روی سازه‌ها را بر اساس زنجیره غذایی چنین بیان داشتند: ابتدا اجتماعات فیلتر کننده غالب شده، به دنبال آن جمعیت چراکنندگان و سپس ماهیان بزرگ و خرچنگ‌ها غالب می شوند. Boaventure و همکاران در سال ۲۰۰۷ نیز مطالعات مختلفی بر روی ماهی‌ها و نیز توالی اجتماعات ماکروبنیتیک هفت سامانه ریف مصنوعی در سواحل جنوب پرتقال انجام دادند و نتایج نشان داد که پس از ۶ ماه از استقرار سازه‌ها، مرجان-ها، اسفنج‌ها و نرم‌تنان جزو موجودات غالب منطقه شدند. با توجه به اهمیت جوامع چسبنده در سری توالی جامعه جانوری در سازه‌های مصنوعی در این مطالعه سعی شد به بررسی فراوانی این گروه در زیستگاه‌های با قدمت ۱۳ سال پرداخته شود تا با

جدول ۱: مشخصات و موقعیت زیستگاه‌های مصنوعی ایجاد شده در منطقه بحرکان خوزستان

نام	وزن (تن)	شکل	اندازه (متر)	موقعیت	تعداد	جنس
Reef ball(A)	۱ - ۱/۵	نیم کره	$1/2 \times 1/5 \times 1/5$	۲۹□۵۲ ۶۸۲N ۴۹□۲۰ ۱۶۵E	۱۲۸	بتون
Fish heaven(B)	۱ - ۱/۵	هرم ناقص	$1/4 \times 1/5 \times 1/5$	۲۹□۵۲ ۳۳۰N ۴۹□۱۵ ۵۵۹E	۱۲۸	بتون
Reef ball & Fish heaven(C)	۸ - ۱۰	چهار گوش گرد	$2 \times 2 \times 1/5$	۲۹□۵۲	۶۴	بتون
	۸ - ۱۰	بسته	$1/5 \times 2 \times 2$	۴۳۳N ۴۹□۱۹ ۷۹۱E	۶۴	بتون
(D) مواد از رده خارج	۵ - ۵/۵	نامنظم	با اندازه‌های متفاوت	۲۹□۵۲ ۳۶۰N ۴۹□۱۸ ۶۷۸E	-	بتون شکسته

1986; Wing and; Colline *et al.*, 2005; Sanchez *et al.*, 2005; Kenchington *et al.*, 2009) جنس یا در برخی موارد در سطح گونه شناسایی شد. در این مرحله وزن تر نمونه‌ها با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم برای ارائه بیومس تر توزین شد. تراکم کفزیان بر اساس تعداد ارگانسیم‌ها در هر متر مربع از سطح مورد نمونه‌برداری توسط فرمول ۱ محاسبه گردید.

$$FD = i \times a \quad (\text{فرمول ۱})$$

که در آن i تعداد افراد جمع‌آوری شده در هر کوادرات و a ضریب تبدیل به واحد مترمربع است. داده‌های بیوماس بر اساس وزن تر و واحد g/m^2 بیان شد.

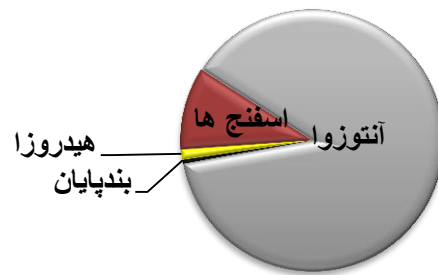
تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار EXCEL و جهت تعیین انواع شاخص‌های زیستی و آزمون‌های چند متغیره (تشابه، MDS، Anosim و آنالیز خوشه‌ای) از نرم افزارهای Primer(5) و Biological tools استفاده شده است.

۳. نتایج

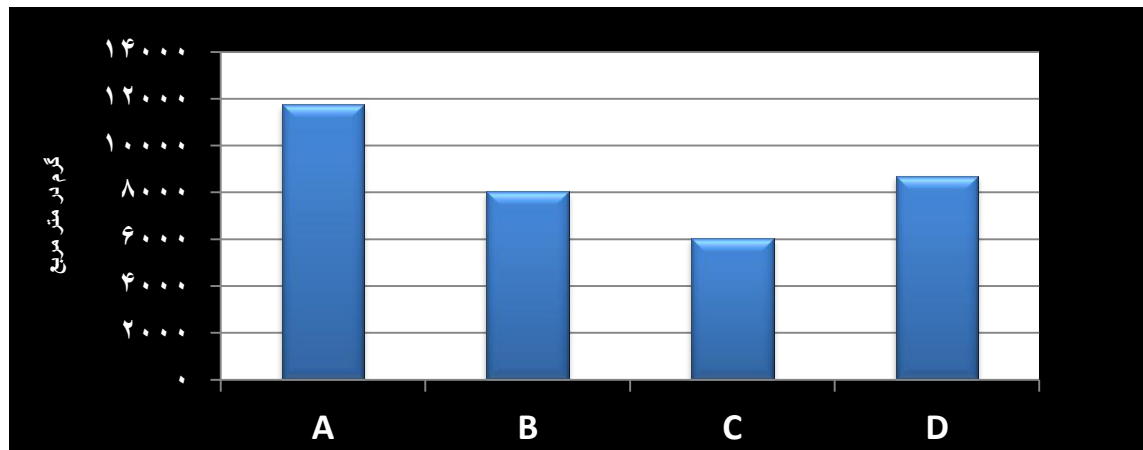
بر اساس بیومس (وزن تر) گروه‌های مختلف چسبنده بر بدنه سازه‌ها، از مرجان‌ها رده Anthozoa با ۸۸ درصد از بیومس کل، بیشترین توده چسبنده را شامل شده و پس از آن اسفنج‌ها (۱۰ درصد) و مرجان‌های هیدروزوآ و بندپایان نیز هر یک با یک درصد از مجموعه کل را شامل شدند (شکل ۲) شکل ۳ میانگین فراوانی را در سازه‌های مختلف را نمایش می‌دهد.

به منظور بررسی اجتماعات کفزی نشست کرده روی بدنه سازه‌ها، نمونه‌برداری با روش بررسی در محل استقرار توسط غواص و به صورت فصلی صورت گرفت. در هر سازه از سه جهت شمال، شرق و غرب نمونه‌هایی در محدوده کوادرات (۲۵×۲۵cm) توسط غواص با کمک کاردک و چکش خراشیده شده و به دورن کیسه نایلونی حاوی برچسب انتقال می‌یافت. به عبارتی، در هر فصل از هر سازه سه نمونه به آزمایشگاه پژوهشگاه آبی‌زی پروری جنوب کشور منتقل می‌شد. نمونه‌برداری به‌طور فصلی در طی یکسال از بهار ۱۳۹۵ لغایت زمستان ۱۳۹۵ صورت گرفت. نمونه‌های موجود در بسته نایلونی پس از انتقال به بخش ساحلی به تفکیک کوادرات محل مشاهده، ثبت شده و مورد جداسازی اولیه قرار گرفتند. سپس به ظروف مخصوص برچسب زده شده حاوی الکل اتیلیک ۹۰٪ انتقال داده شدند. نمونه‌های فیکس شده در جعبه‌های بزرگ به آزمایشگاه انتقال یافت (Holme and McIntyre, 1984).

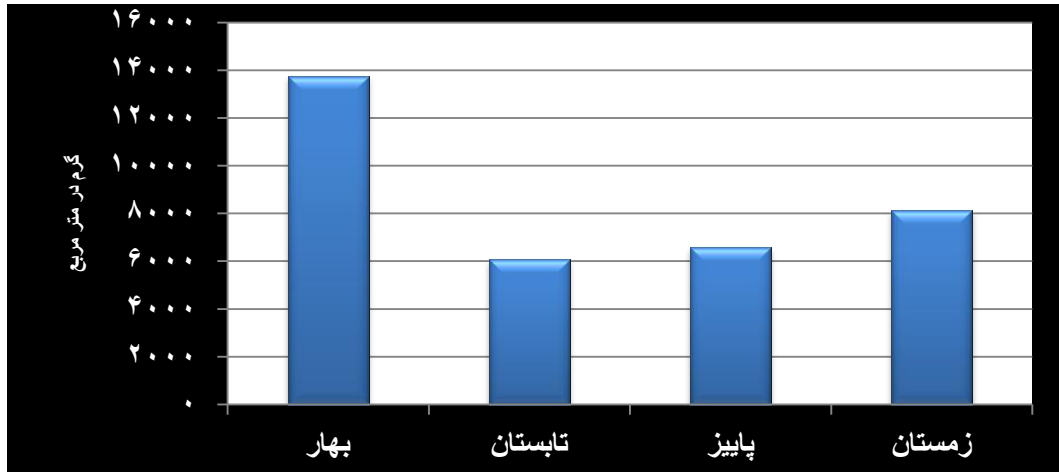
در آزمایشگاه الکل اضافی نمونه‌های ماکروبن‌توز را خارج کرده و به بطری‌های حاوی نمونه محلول رزبنگال ۱ گرم در لیتر اضافه شد. پس از مدت ۲ ساعت نمونه‌ها از الکل ۰/۵ میکرون عبور و رنگ اضافه شستشو داده شد. پس از شستشو، نمونه‌ها در بالاترین رده‌های تاکسونومی ممکن جداسازی شدند و ماکروبن‌توز موجود مورد بررسی و جداسازی قرار گرفتند. نمونه‌ها در بطری‌های حاوی اتانول ۹۰٪ قرار داده شدند. سپس از نمونه‌های توسط استریومیکروسکوپ متصل به دوربین عکس‌برداری شد. با استفاده از کلیدهای (Miner, 1950; Bayer *et al.*, 1983; Holthuis, 1985; Abele and Kim, 1986; Chace *et al.*, 1986; Sterrer, 1986; Jones,



شکل ۱: درصد گروه‌های مختلف جانوران چسبنده به بدنه سازه‌ها در سواحل بحرکان خوزستان (۱۳۹۵)



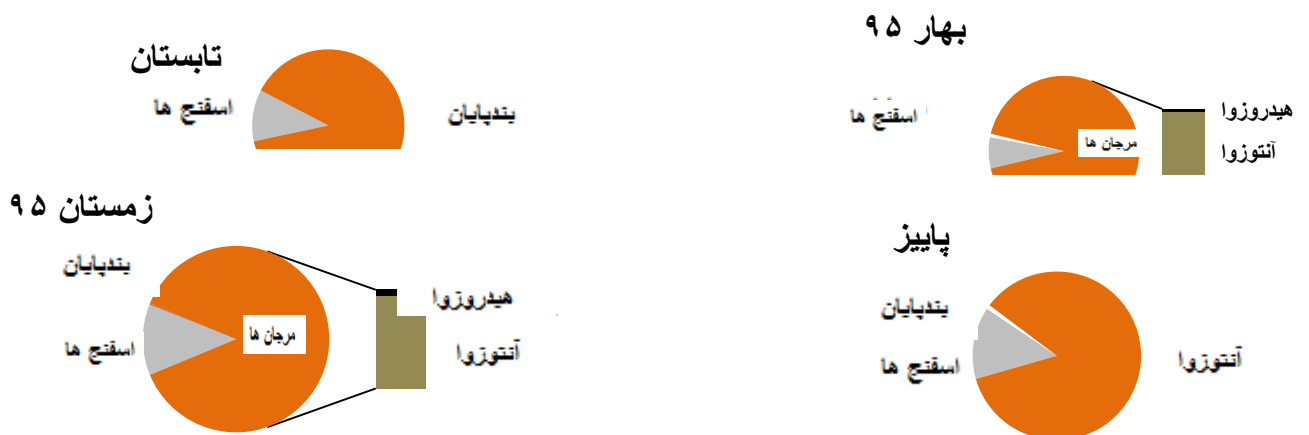
شکل ۲: میانگین بیومس جانوران چسبنده به بدنه سازه‌ها در سواحل بحرکان خوزستان (۱۳۹۵)



شکل ۳: میانگین بیومس فصلی جانوران چسبنده به بدنه سازه‌ها در سواحل بحرکان خوزستان (۱۳۹۵)

نیز با وجودیکه درصد گروه آنتوزوا ۸۹ درصد است اما بیومس کمتری را نشان داده است. در شکل ۴ درصد بیومس گروه‌های مختلف چسبنده به بدنه سازه‌های مختلف در فصول مختلف نمایش داده شده است.

در شکل ۳ میانگین بیومس فصلی جانوران چسبنده بر بدنه سازه‌ها در سواحل خوزستان نمایش داده شده است. فصل بهار بیشترین میانگین فراوانی را نشان داده است که ناشی از بیومس بالای گروه آنتوزوا با ۸۹ درصد در این فصل بوده است.



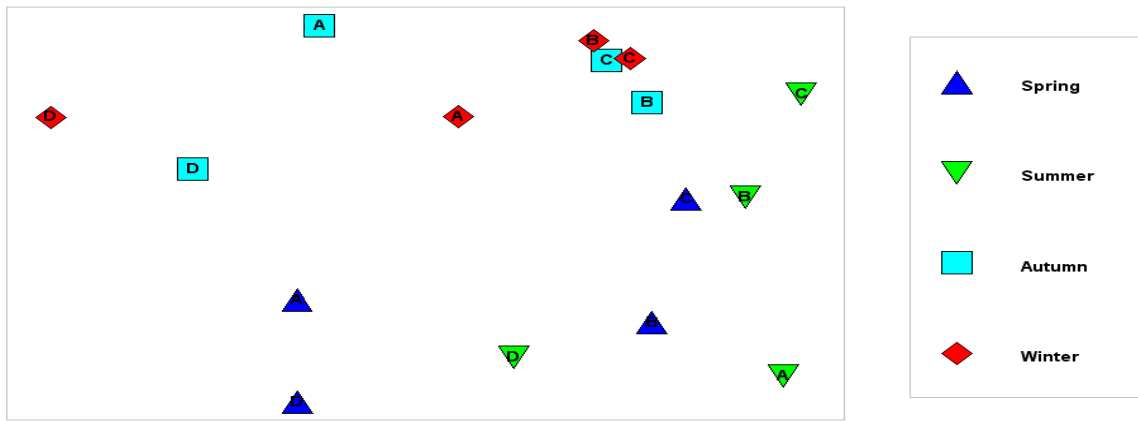
شکل ۴: نمایش درصد فراوانی حضور گروه‌های مختلف چسبنده بر بدنه سازه‌ها در فصول مختلف

جدول ۲: میانگین بیومس (وزن ترا/گرم بر متر مربع) جانوران چسبنده بر بدنه سازه‌ها در سواحل بحرکان خوزستان (۱۳۹۵)

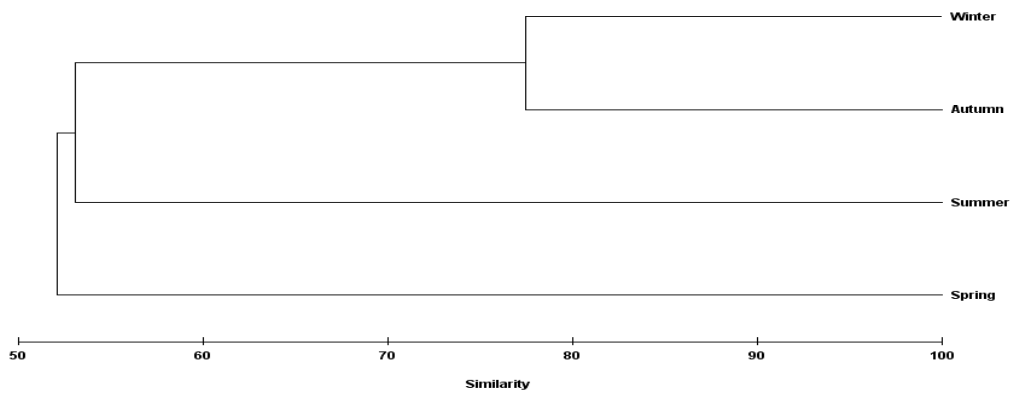
بیومس گونه‌های چسبنده، اختلاف معنی داری را در ایستگاه‌های مورد مطالعه ($P=0.957$, $f=0.462$, $df=15$) و فصول مختلف ($P=0.708$)

Phylum	Class	Order	Family	species	A	B	C	D			
Porifera	Demospongiae	Dictyoceratida	Dysideidae	<i>Dysidea fragilis</i>	۵۵۴/۲	۶۱/۸	۰	۰			
			Irciniidae	<i>Ircinia sp.</i>	۰	۶۹	۰	۲۸/۲			
			Spongiidae	<i>Spongia officinalis</i>	۰	۱۳۷/۲	۱۷/۱۲	۱/۴۸			
	Hadromerida	Suberitidae			<i>Aaptos sp.</i>	۰	۰	۰	۱/۱۲		
									۱۵۹		
					Haplosclerina	Haliclonidae	<i>Haliclona simulans</i>	۶۸/۸	۱/۱۵	۲۲۴/۶۴	۰
									۱۱۱		
	Halichondrida	Halichondriidae			<i>Halichonria panicea</i>	۴۴۹/۶۴۵	۱/۰۸	۶۳/۵۸۸	۰		
									۱۴۷		
	Poecilasclerida	Microcionidae			<i>Clathria sp.</i>	۱۱/۵۲	۰	۰	۱/۵۲		
Chondrosida	Chondrillidae			<i>Chondrilla nucula</i>	۴۲۹/۲۸	۱/۲۸	۴۶	۳۳۷/۶			
								۴۱۶			
Hydrozoa	Leptomedusae			<i>Obelia dichotoma</i>	۳/۸۸	۶/۰۸	۰	۱/۰۴۵			
								۴۰۶			
Cnidaria	Anthozoa	Actiniaria	Actinernidae	<i>Actiniaria sp.1</i>	۴	۰	۱/۲۸	۴/۶۸۸			
				<i>Actiniaria sp.2</i>	۰	۰/۴	۰	۱/۱۶			
				<i>Actiniaria sp.3</i>	۸/۰۴	۰	۰	۰			
	Alcyonacea(Gorgonacea)			Alcyoniidae	<i>Anthomastus sp.</i>	۲۰۱۰/۴۴	۰	۳/۲	۱/۲۹		
									۶۹۸۹		
					<i>Sarcophyton sp.</i>	۲۸/۴	۰	۰	۰		
					<i>Lobophyllia sp.</i>	۶۱۳۲	۹۷/۲	۰	۰		
					Primnuidae	<i>Plumarella sp.</i>	۱۳۸۲/۴۴	۱/۹۶	۵۶۰۵/۲۲	۴۷/۶۴	
									۶۹۳۲		
					Ellisellidae	<i>Ellisella barbadensis</i>	۱۹/۶۸	۰	۰	۰	
	Plexaurida				<i>Plexaura flagellosa</i>	۰	۰	۰	۴/۲		
					<i>Eunicea sp.</i>	۲۷۶/۴	۰	۰	۴۳۳		
	Nephtheidae				<i>Dendronephtya sp.</i>	۱۷/۲۴	۰	۰	۰		
Scleractinia				<i>Caryophyllia sp.</i>	۲۷۱/۲۴	۱۵۲۵	۸۰/۶۴	۵۱			
								۳۵			
Arthropoda	Crustacea	Cirripedia	Balanidae	<i>Megabalanus sp.</i>	۹۶/۰۸	۲۲/۶۸	۰	۴۸			

تشابه شباهت فصلی نمونه‌های چسبنده در سازه‌ها را نمایش می‌دهد. در شکل ۶-آزمون MDS بر اساس بیومس گونه‌های چسبنده در فصول مختلف ارائه شده است. تشابه Bray Curtis بر اساس $\text{Log}(x+1)$ داده‌ها انجام شده است. فاکتور stress، 0.12 محاسبه شده است. در شکل ۷-آنالیز خوشه‌ای درصد



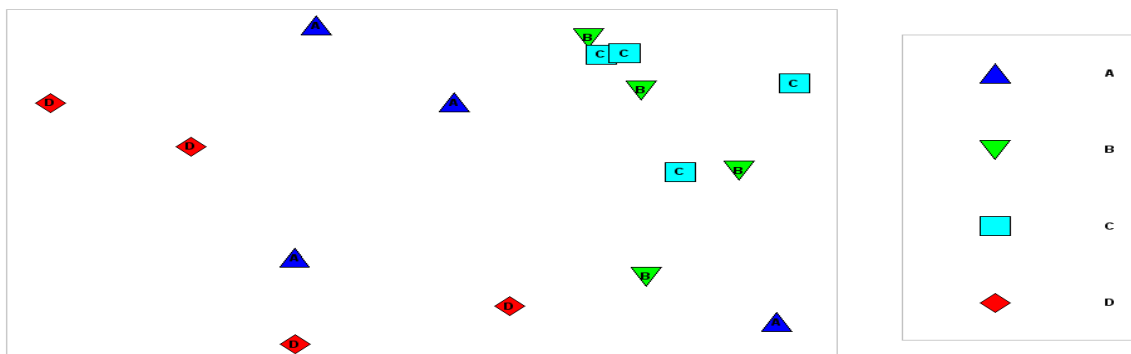
شکل ۵: آنالیز MDS بر اساس بیومس گونه‌های چسبنده در ایستگاه‌های مورد مطالعه (۱۳۹۵)



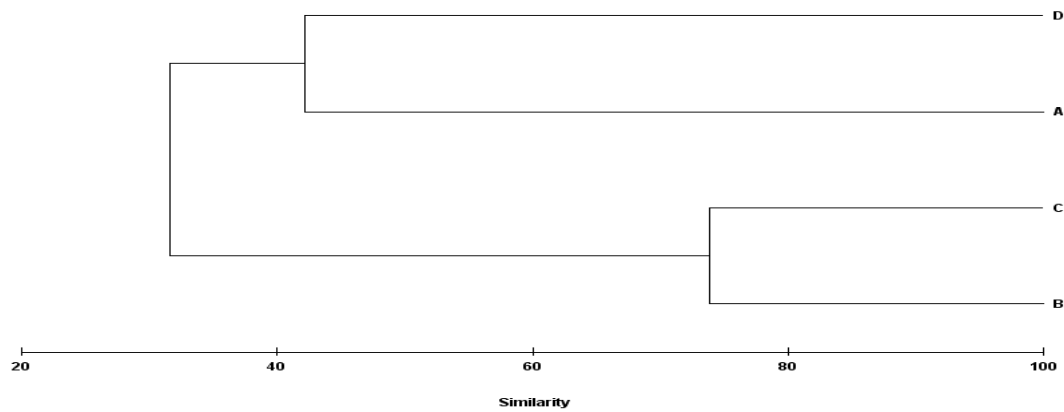
شکل ۶: آنالیز خوشه‌ای بر اساس شاخص تشابه Bray-Curtis بیومس گونه‌های چسبنده در فصول مختلف (۱۳۹۵)

است. تشابه Bray Curtis بر اساس $\text{Log}(x+1)$ داده ها انجام شده است. فاکتور stress ، 0.12 محاسبه شده است. در شکل ۹ آنالیز خوشه‌ای درصد شباهت نمونه‌های چسبنده در سازه‌های مختلف را نمایش می‌دهد.

بر اساس نتایج این آزمون فصول پاییز و زمستان با تشابه بیشتری حدود ۸۰ درصد بوده اند و دو فصل بهار و تابستان درصد تشابه حدود ۵۰ درصد را نشان داده اند. در شکل ۸- آزمون MDS بر اساس بیومس گونه‌های چسبنده در سازه‌های مختلف ارائه شده



شکل ۷: آنالیز MDS بر اساس بیومس گونه‌های چسبنده در ایستگاه‌های مورد مطالعه



شکل ۸: آنالیز خوشه‌ای بر اساس شاخص تشابه Bray-Curtis بیومس گونه‌های چسبنده در ایستگاه‌های مورد مطالعه (۱۳۹۵)

۴. بحث و نتیجه گیری

در مطالعه اخیر پس از گذشت ۱۳ سال از استقرار سازه‌ها در دریا مشخص شد که مرجان‌ها از موجودات غالب بر روی سازه‌ها هستند. موجودات چسبنده از ۳ گروه جانوری مرجان‌ها (آنتوزوا و هیدروزوا)، اسفنجها و سخت پوستان بوده اند و مرجان‌های آنتوزوا (Anthozoa) ۸۸ درصد این مجموعه را شامل می‌شوند. علاوه بر گونه *Ellisella plumarella sp.*، سه گونه *Plumarella sp.*، *Eunicea sp.* و *Plexaura sp. barbadensis* از رده گورگونیاها بر روی سازه‌ها مشاهده شد. گورگونیاها یک گروه مهم از مرجان‌های نرم در زیستگاه‌های آبسنگ‌های مرجانی در تمام دنیا هستند و مشخصه آنها کلنی‌هایی با ظاهر شلاق مانند و باریک می‌باشد که از قاعده به بستر چسبیده‌اند؛ و غالباً دارای انشعابات زیادی نیز هستند که در ستون آب گسترش می‌یابند. این مورفولوژی ویژه باعث می‌شود که سطح وسیعی از کلنی در معرض جریان آب قرار گیرد. همچنین دامنه پراکنش و فراوانی این مرجان‌ها بستگی زیادی به فاکتورهای محیطی از جمله: نوع بستر، نور، دما، رژیم جریانات و سرعت جریانات دارد (Kinzie, 1979; Weinberg, 1979). از میان فاکتورهای گفته شده بستر مهم ترین فاکتور محدود

کننده برای گورگونیاها و مرجان‌های شاخه‌ای می‌باشد؛ زیرا آنها در بسترهای سخت جایی که پوشش جلبکی حداقل است رشد می‌کنند. پس می‌توان علت حضور بالای این مرجان‌ها در منطقه را به خاطر حضور این بستر جدید در منطقه دانست. همچنین به دلیل ثبت مشاهدات عینی غواص مبنی بر کدورت بالای محیط می‌توان نتیجه گرفت به دلیل اینکه گورگونیاها و Sea whip ها مقاوم ترین گونه ها نسبت به کدورت و رسوبات هستند، در منطقه به صورت غالب درآمده اند. دیگر محققان در بررسی های انجام شده بر روی بسترهای مصنوعی با چنین شرایطی، مرجان های شاخه‌ای (گورگونیا) را به عنوان مرجان غالب معرفی کردند (Perkol-Finkel and Benayahu, 2009; Clark and Edwards, 1999; Zeevi Ben-Yosef and Benayahu, 1999) Lasker (1998) بیان کرد که Octocoral ها دارای مکانیسم های تکثیر غیر جنسی سریع و فعالی هستند که علت افزایش سریع جمعیت شان می باشد. همچنین دارای دوره لاروی کوتاهی هستند که سریعاً پس از آزاد شدن از بدن والدین ساکن می شوند. پس می‌توان نتیجه گرفت که این ویژگی بیولوژیکی ویژه باعث رشد انفجاری Octocoral ها و به خصوص گونه *Plumarella sp.* شده است. همچنین می‌توان پیش بینی کرد که در آینده نیز ممکن است تراکم

سازه B و C حدود ۸۰ درصد تشابه را نشان می‌دهند که بدلیل دو گونه *Plumarella sp.* و *Haliclona simulans* بوده که در دو سازه B و C بیومس بسیار بالایی را نسبت به سازه‌های دیگر داشته‌اند. در مطالعه اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۱)، در سال مطالعه ۱۳۸۸، بطور مشخص سازه قدیمی (D) با سایر سازه‌ها، اختلافات مشخصی را در آنالیزهای MDS و آنالیزهای خوشه‌ای بر اساس میزان تشابه ترکیب گونه‌ای چسبنده‌ها در سازه‌های مختلف نشان داده است که علت آن حضور بالای ماکرو جلبک‌ها در این سازه بوده است. ماکرو جلبک‌ها در مطالعه اخیر حضور نداشته‌اند.

در مطالعه اخیر فصل‌ها نیز اختلاف معنی داری در بیومس نشان نداده‌اند. در حالیکه فصل بهار بیومس بیشتری نسبت به سایر فصل‌ها داشته است و آنالیز خوشه‌ای بر اساس تشابه ترکیب گونه‌ای فصول مختلف، فصول پاییز و زمستان با بیشترین نسبت تشابه از دو فصل بهار و تابستان مجزا شده است. در مطالعه اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۱) نیز فصل بهار و تابستان، مشخصا با فصول پاییز و زمستان بر اساس تشابه ترکیب گونه‌ای جانوران چسبنده جدا شده‌اند. این مورد احتمالا با دوره مناسب تولیدمثلی گروه‌های چسبنده در بهار و تابستان و همچنین با رابطه تغذیه ای و فشار شکار ماهیان و آبزیان منطقه مرتبط است. Smiley (2006) بیان داشت که تغیرات فصلی شرایط محیطی بر تعداد و پراکنش گونه‌های مختلف و اجتماعات موجودات چسبنده روی سازه‌ها اثرگذار است. بر اساس یک تئوری اکولوژیکی در محیط‌های گرمسیری گونه‌ها و نوسانات آنها کمتر به فصول وابسته است. آنچه در این مناطق سبب غالب شدن برخی گونه‌ها در فصول مختلف می‌شود، اندرکنش‌های بیولوژیکی است. در حالی که در محیط‌های معتدله نوسانات فصلی در فاکتورهای فیزیکی در غالب شدن اجتماعات اثرگذارند (Menge and Sutherland, 1987). در جنوب شرق فلوریدا نیز این صخره‌های مصنوعی بکار گرفته شدند. مطالعات

بیشتری داشته باشند. می‌توان گفت بیشترین میزان بیوماس مرجان‌ها در فصل تابستان ناشی از همزمانی با فصل زادآوری (تولید مثل جنسی) می‌باشد (Zeevi, Ben-Yosef and Benayahu, 1999). اسفنج‌ها با ۱۰ درصد پوشش دومین گروه غالب چسبنده در این مطالعه بوده‌اند که در تمامی فصول درصد حضور اسفنج‌ها نسبتا یکسان بوده است. در مطالعه اسکندری و همکاران (۱۳۸۷) درصد فراوانی اسفنج‌ها بیشتر از مطالعه اخیر بوده است که احتمالا این کاهش درصد می‌تواند در ارتباط با سن سازه‌ها باشد که با غالبیت مرجان‌ها، درصد حضور اسفنج‌ها کاهش یافته است. فراهم آوردن زیستگاه‌های کوچک و بزرگ برای محافظت از آنها در برابر سایر شکارچیان (استتار)، فراهم آوردن غذا (به صورت مستقیم یا غیرمستقیم) برای گروه‌های جانوری، در نهایت منجر به افزایش تولید ثانویه در چرخه‌ی حیات خواهد شد. مثال‌های زیادی در ارتباط با همکاری اسفنج‌ها با سایر گروه‌های جانوری وجود دارد. اغلب آنها در ارتباط با نوع مورفولوژی (داخلی و یا خارجی) یا اسکلت اسفنج‌ها می‌باشد. بعضی نرم‌تنان رابطه‌ی هم-غذایی با اسفنج‌ها دارد (Tsemel et al., 2007).

یک درصد مجموعه چسبنده را بارناکل‌ها شامل می‌شوند که در مقایسه با سال‌های گذشته در سیر توالی جوامع چسبنده سازه‌ها، بارناکل‌ها جزو گروه‌های اولیه هستند که بمرور زمان جایگزین شده‌اند. بارناکل‌ها برای نشستن نیاز به تکیه‌گاه سخت دارند و در سال‌های بعد بدلیل رشد و کلنی شدن توده‌های حجیم مرجان‌ها و اسفنج‌ها، دسترسی به بدنه سخت سازه‌ها امکان پذیر نبوده است.

مقایسه بیومس وزن تر بین سازه‌های مختلف اختلاف معنی داری نشان نمی‌دهد ($p > 0.05$) در حالیکه آنالیز خوشه‌ای بر اساس بیومس چسبنده‌ها در سازه‌های مختلف نشان داده است که دو گروه مشخص شامل سازه‌های (A و D) و (B و C) در سطح تشابه ۴۵ درصد جدا شده و دو

۱۳۸۷. بررسی ساختار جمعیتی زیستگاه‌های مصنوعی احداث شده در سواحل خوزستان. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. ۱۳۹ ص

اسماعیلی، ف.، دهقان مدیسه، س.، سبزعلی زاده، س.، اسکندری، غ.ر.، کیان ارثی، ف.، میاحی، ی. و بنی طرفی، ج. ۱۳۹۱. پایش زیستگاه‌های مصنوعی احداث شده در سواحل خوزستان. مؤسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۹۴ ص.

Abele, L. G., and Kim, W., 1986. An illustrated guide to the marine decapod crustaceans of Florida. State of Florida department of environmental regulation. Vol: 8(1) part 1 and 2.

Bacchiocchi, F. and Airoidi, L., 2003. Distribution and dynamics of epibiota on hard structures for coastal protection. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 56: 1157-1166.

Bailey-Brock, J.H., 1989. Fouling community development on an artificial reef in Hawaiian waters. Bulletin of Marine Science, 44: 580-591

Bayer, F.M., Grasshoff, M. and Verseveldt, J., 1983. Illustrated trilingual glossary of morphological and anatomical terms applied to Octocorallia. 75p.

Boaventura, D., Moura, A., Leitao, F., Carvalho, S., Curdia, J., Pereira, P., Cancela, L.; eves, M. and Costa, C., 2007. Macrobenthic colonisation of artificial reef on the southern coast of Portugal. Hydrobiology, 555:335-345.

Carter, A. and Prekel, S., 2008. Benthic colonization and ecological successional patterns on a planned nearshore artificial reef system in Broward County, SE Florida. In Proceeding of the 11th International Coral Reef Symposium, Florida, pp. 1209-1213.

Clark, S. and Edwards, A.J., 1999. An evaluation of artificial reef structures as tools for marine habitat rehabilitation in the Maldives. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 9: 5-21.

Chace Jr., F. A., McDermott, J. J., McLaughlin and Manning, R. B., 1986. Decopoda. In: Sterrer, W. G., and Schoepfer-Sterrer, C., Marine fauna and flora of Bermuda a systematic guide to the identification of marine organisms. Awiley- Interscience publish.

بلند مدت بر روی آنها نشان داد که ۹ ماه پس از استقرار این صخره‌ها اولین گروهی که بر روی صخره-ها جایگزین شدند جلبک‌ها بودند (Turf algae)، پس از آن بریوزوئن‌ها، تونیکاتا، و هیدروئیدها در منطقه جانشین شدند. البته جلبک‌ها در تمام مدت مطالعات گروه غالب بودند. پس از پایداری اکوسیستم مرجان-های آهکی نیز در منطقه استقرار یافتند و تنوع گونه-ها در منطقه به طور چشمگیری نسبت به قبل از استقرار صخره‌ها و در چند ماهه اول استقرار افزایش یافت که این افزایش تنوع با ثبات و پایداری اکوسیستم نیز بیشتر شد (Santos et al., 2011). پس از گذشت حدود ۱۳ سال از احداث سازه‌ها در سواحل خوزستان، توالی گروه‌های مختلف در سازه‌ها مشاهده شده و بنظر به مرحله ثبات نزدیک می‌شود (اسکندری و همکاران، ۱۳۸۷ و اسماعیلی و همکاران، ۱۳۹۱) در مقایسه با موجودات این فونا قبل از احداث سازه‌ها، اپی فونا در سازه‌های مصنوعی در خلیج Delaware از ۱۴۷ تا ۸۹۵ برابر بیشتر بوده است (Foster et al., 1994). در مطالعه اخیر به دلیل کاهش فضای اشغال نشده و با توجه به تغییرات کمی که در ترکیب گونه‌ای مرجان‌ها در فصل‌های مختلف مشاهده شد می‌توان نتیجه گرفت که با گذشت زمان و افزایش عمر سازه از شدت نابودی و کلنی شدن اولیه کاسته می‌شود و اجتماعات زیستی روی سازه‌ها از ثبات بیشتری برخوردار خواهند شد.

سپاسگزار

نویسندگان از مدیریت و کلیه کارکنان پژوهشکده آبرزی پروری جنوب کشور و همچنین از مدیرکل و پرسنل معاونت صید و بنادر ماهیگیری شیلات خوزستان کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

اسکندری، غ.، دهقان مدیسه، س.، اسماعیلی، ف.، سبزعلی زاده، س.، خلفه نیلساز، م.، صفی خانی، ح.، کاشی، م. میاحی، ی.، اژدری، ح. و حسینی، س.

- disturbance, competition, and predation in relation to environmental stress and recruitment. *American Naturalist*, 130: 730-757
- Miner, W. R., 1950. Field book of sea shore life. Van Rees press, New York. 456 p.
- Perkol-finkel, S. and Benayahu, Y., 2009. The role of differential survival patterns in shaping coral communities on neighboring artificial and natural reefs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 369: 1-7.
- Sanchez, J.A., and Wirshing, H.H., 2005. A field key to the identification of tropical western Atlantic zooxanthellate octocorals (Octocorallia: Cnidaria). *Caribbean Journal of Science*. 41:508-522.
- Santos, L., A-Brerthou, E. G., Agostinho, A. A. and D. Latini, J.O. 2011. Fish colonization of artificial reefs in a large Neotropical reservoir: material type and successional changes *Ecological Applications*, 21(1), 2011, pp. 251-262
- Smiley, B.D., 2006. The international scuttling of surplus and derelict vessels: some effects on marine biota and their habitat in British Columbia waters.
- Stanos, S.L. and Simon, J.L., 1980. Response of soft-bottom benthos to annual catastrophic disturbance in a South Florida estuary. *Marine Ecology Progress Series*, 3:347-355.
- Sterreer, W., 1986. Marine fauna and flora of Bermuda, a systematic guide to the identification of marine organisms. John Willy & Sons, 742p.
- Tsemel, A., Spanier, E. and Angel, D.L., 2006. Benthic community of artificial structures: effects of mariculture in the Gulf of Aqaba (Eilat) on development and bioaccumulation. *Bulletin of Marine Science*, 78:103-113.
- Wing, B.L. and Barnard, D.R., 2004. A field guide to Alaskan corals. National marine
- Zeevi Ben-yosef, D. and Benayahu, Y., 1999. The gorgonian coral *Acabaria biserialis*: life history of a successful colonizer of artificial substrata. *Marine Biology*, 135: 473-481.
- Colline, R., Diaz, M.C., Norenburg, J., Rocha, R.M., Sanchez, J.A., Schwartz, A.M. and Valdes, A., 2005. Photographic Identification Guide to Some Common Marine Invertebrates of Bocas Del Toro, Panama. *Caribbean Journal of Science*. 41:635-707
- Foster, K.L., Steimle, F.W., Muir, W.C., Krapp, R.K., Conlin, B.E., 1994. Mitigation potential of habitat replacement: concrete artificial reef in Delaware Bay, preliminary results. *Bull. Mar. Sci.* 55 (2-31, 783-795.
- Glasby, T.M. and Connell, S.D., 1999. Urban structures as marine habitats. *Ambio*, 28: 595-598.
- Goreau, T.G., Garcia, G., Garcia, M.A., Ibarra, R., Gomez, S., and Basurto, D., 2001. Artificial Reef Project of The Western Isla Mujeres, Cancun Point, and Nizuc Point National Marine Park Preliminary Results.
- Holme, N.A., and McIntyre, A.D., 1984. Methods for study of marine benthos, second edition, Oxford Blackwell Scientific publication. 387p.
- Holthuis, L. A., 1985. Species identification sheet for fishery purpose western Indian Ocean (fishing area 51). Fisheries synopsis. FAO, Rome. No. 125, Vol. 1. fisheries service. 74p.
- Kenchington, E., Best, M., Cogswell, A., MacIsaac, K., Murillo-Perez, F.J., MacDonald, B., Wareham, V., Fuller, S.D., Jargensbye, H.I., Sklya, V. and Thompson, A.B., 2009. Coral Identification Guide NAFO Area. Science Council Studies. 42:1-35.
- Kinzie, R.A., 1979. The ecology of the gorgonians (Cnidaria; Octocorallia) of Discovery Bay, Jamaica. Ph.D. thesis, Yale University, New Haven, Connecticut.
- Krebs, J. C., 1989. Ecological methodology. Harper Collins Publisher, 654p.
- Lasker, H. R., 1988. The incidence and rate of vegetative propagation among coral reef alcyonarians. In *Proceeding of the Sixth International Coral Reef Symposium*. Australia, 2: 763-768.
- Menge, B.A. and Sutherland, J.P., 1987. Community regulation: Variation in

Identifying and studying the structure of fouling communities in Artificial reef of the Bahraikan coast of Khuzestan

Majid shekari^{*3}, Mohamad Ali Salari Aliabadi^{1*}, Ahmad Savari¹, Simin Dehghan Madise⁴

1- Department of Marine Biology, Faculty of Marine and Oceanic Sciences, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran.

2- South Aquaculture Research Center, Ahvaz, Iran.

(DOI): [10.22113/jmst.2019.119999.2127](https://doi.org/10.22113/jmst.2019.119999.2127)

Abstract

This study was conducted to identify and study the communities structure of adhesive organisms or the fouling of 13 years old artificial reefs on the coast of Bahraikan along the west of the Persian Gulf. fouling sample was collected seasonally from spring 2016 to winter 2016 from 4 sampling sites using quadrates 25 × 25 cm by diving operation. Based on the biomass (wet weight), Anthozoa corals with 88% of the total biomass, contain the most adhesive mass, followed by sponges (10%) and hydrozoa corals and Arthropod with 1% of the total biomass. The spring season showed the highest average rate, which was due to the biomass of the Antozoa group with 89% in this season. Based on the cluster test, the two winter and autumn seasons have a similar percentage of 80% and the summer and spring seasons show a similar percentage of 50%.

Keywords: Artificial reef, adhesive organisms, Bahraikan, coral, biomass

*Corresponding author, E-mail: Salari@kmsu.ac.ir