تأثیر فعالیت انسان بر ماهیان مرجانی شمال خلیج‌فارس

امیر قاضی‌لو[۱]، محمدرضا شکری[۲*]، ویلیام گلَداستون[۳]

۱- استادیار، مرکز اقیانوس‌شناسی چابهار، پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، چابهار، پست الکترونیکی: amir.ghazilou@inio.ac.ir

۲- استادیار، گروه زیست‌شناسی و زیست‌فناوری دریا و آبزیان، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، پست الکترونیکی: m_shokri@sbu.ac.ir

۳- استاد، دانشکده علوم، دانشگاه فنّاوری سیدنی، سیدنی، پست الکترونیکی: william.gladstone@uts.edu.au

تاریخ دریافت: ۹۶/۹/۲۰ ** نویسنده مسوول* *تاریخ پذیرش: ۹۷/۲/۱۰*

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر تنش‌های ناشی از فعالیت انسان بر الگوی تغییرات مکانی و زمانی توزیع و فراوانی ماهیان مرجانی در شمال خلیج‌فارس آغاز شد. بدین منظور، سه منطقه در شیو مفروض از فعالیت‌های صنعتی- شهرنشینی انتخاب شدند و پایش ماهیان مرجانی این مناطق و نیز برخی از خصوصیات زیست‌محیطی ستون آب و بستر در دو فصل سرد (زمستان ۹۲) و گرم (تابستان ۹۳) به انجام رسید. تغییرات میزان ناهمواری بستر (substrate rugosity)، و غلظت ارتوفسفات محلول در آب در فصل زمستان و درصد پوشش مرجان‌های زنده، TDS و تراکم زئوپلانکتون‌ها در تابستان به‌عنوان عوامل اصلی تعیین کننده تفاوت‌های مکانیِ ترکیب خانواده‌ها و ساختار جمعیتی ماهیان مرجانی شناسایی شدند. بر همین اساس می‌توان به این نکته اذعان نمود که تخریب مرجان‌های سخت ناشی از فعالیت انسان و ورود فاضلاب به آب می‌تواند ماهیان مرجانی را تحت تأثیر قرار دهد.

کلمات کلیدی: *عوامل زیست‌محیطی، فصل، ماهیان مرجانی، فعالیت‌های انسانی، خلیج‌فارس.*

ارائه شده در اولین همایش بین‌المللی اقیانوس‌شناسی غرب آسیا (۸ و ۹ آبان ماه ۱۳۹۶).

۱. مقدمه

آبسنگ‌های مرجانی از غنی‌ترین بوم‌سازگان‌های دریایی جهان هستند (احمدیان و همکاران، ۱۳۸۹) و به‌عنوان یک زیستگاه کلیدی برای حداقل ۲۵ درصد از ماهیان دریایی به شمار می‌آیند. این بوم‌سازگان‌ها در خلیج‌فارس نیز حضور دارند. در یک نگاه کلی، تعداد گونه‌های ماهیان مرجانی خلیج‌فارس به‌مراتب کمتر از سایر نقاط منطقه هند-آرام است. چراکه این خلیج از شرایط محیطی سخت برخوردار بوده و این مسئله تأمین لارو از سایر نقاط به درون آن را با محدودیت‌هایی مواجه نموده است (Burt et al., 2011). با توجه به وابستگی ماهیان مرجانی به آبسنگ‌های مرجانی می‌توان انتظار داشت که عوامل مؤثر در تخریب این بوم‌سازگان‌ها (از قبیل فعالیت‌های انسانی و تغییر اقلیم) به‌نوبه خود حیات ماهیان مرجانی وابسته به آن‌ها را نیز به مخاطره بیاندازد. به‌طورکلی، می‌توان انتظار داشت که اثر عوامل تنش‌زا بر ماهیان مرجانی از دو طریق مستقیم (ایجاد اختلال در فیزیولوژی ماهی) و غیرمستقیم (نقصان کمیت و کیفیت زیستگاه) اعمال گردد (Coker et al., 2009; Harborne, 2013). موارد متنوعی از تأثیر منفی فعالیت‌های انسان بر ماهیان مرجانی گزارش شده است. به‌عنوان‌مثال، در بررسی ماهیان مرجانی جزیره‌ای در استرالیا[1]، فعالیت انسانی از

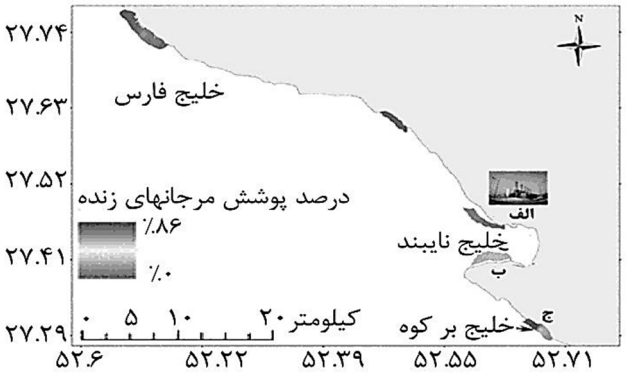
[1] Lizard Island

عوامل سریع الاثر تغییر غنای گونه‌ای، فراوانی و ساختار جمعیتی ماهیان مرجانی عنوان شده است (Syms and Jones, 2000). این اثرات می‌توانند در مواردی به‌صورت درازمدت نیز اعمال شوند و با غالب شدن برخی از گونه‌های ماهیان (ازجمله گونه‌های فرصت‌طلب) نمود پیدا کنند (Garpe et al., 2006). خلیج نایبند به‌عنوان یک بوم‌سازگان مرجانی به شمار می‌آید ولیکن گسترش فعالیت‌های انسان در سال‌های اخیر منجر به تغییر وضعیت این خلیج و تخریب آبسنگ‌های مرجانی آن شده است (بلوکی و همکاران، ۱۳۹۲). مطالعه حاضر باهدف ارزیابی تأثیر فعالیت‌های انسان بر توزیع و فراوانی ماهیان مرجانی خلیج نایبند و با طرح این سؤال که آیا تغییرات خصوصیات زیست‌محیطی حاصل از فعالیت انسانی می‌تواند سهم قابل‌توجهی در تغییرات مکانی این دو پارامتر (توزیع و فراوانی ماهیان مرجانی) داشته باشد، به انجام رسید.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱ منطقه مورد مطالعه

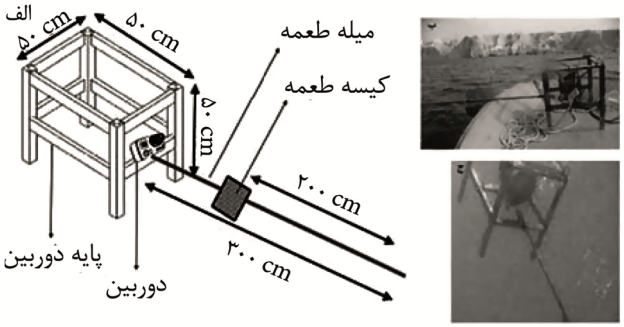
پژوهش حاضر در سه منطقه در شیو مفروض از اثرات ناشی از فعالیت‌های انسانی به انجام رسید. منطقه اول (بندر عسلویه) به‌عنوان منطقه کاملاً متأثر از فعالیت انسان، منطقه دوم (دماغه جنوبی خلیج نایبند) به‌عنوان منطقه دارای تأثیرپذیری متوسط، و منطقه سوم (خلیج برکوه) به‌عنوان منطقه دارای کمترین تأثیرپذیری در نظر گرفته شد (شکل ۱). عملیات میدانی در دو فصل زمستان (نیمه بهمن‌ماه ۱۳۹۲) و تابستان (نیمه مردادماه ۱۳۹۳) صورت گرفت.



شکل ۱: موقعیت مناطق موردمطالعه. الف: منطقه کاملاً متأثر، ب: منطقه دارای تأثیرپذیری متوسط، ج: منطقه دارای کمترین تأثیرپذیری.

۲-۲ بررسی ماهیان مرجانی

به‌منظور پایش فصلی ماهیان مرجانی هر منطقه از روش تصویربرداری از راه دور مجهز به طعمه (BRUV[1]) استفاده شد. اجزای اصلی دستگاه تصویربرداری شامل دوربین تصویربرداری زیرآبی، شاسی (پایه دوربین)، کیسه طعمه و میله طعمه بود (شکل ۲).



شکل ۲: الف) تصویر شماتیک از دستگاه تصویربرداری از راه دور مجهز به طعمه ب) دستگاه آماده استفاده ج) دستگاه در داخل آب

دستورالعمل مربوط به نحوه به‌کارگیری روش BRUV در جدول ۱ آمده است. در هر فصل تعداد ۴ نوبت تصویربرداری (به‌صورت تصادفی) در هرکدام از مناطق موردمطالعه به انجام رسید. تصویربرداری‌های هر منطقه در طول یک روز و از یک ساعت بعد از طلوع آفتاب تا ساعت ۱۵ به طول انجامید. درمجموع، تعداد ۲۴ نوبت تصویربرداری یک‌ساعتی از ماهیان مرجانی منطقه موردمطالعه انجام شد.

در آزمایشگاه، ویدئوهای ضبط‌شده توسط نرم‌افزار VSO media player مورد رؤیت قرار گرفتند و فراوانی هر گونه ثبت شد. بدین منظور از آماره MaxN (بیشترین تعداد افراد مشاهده‌شده از یک‌گونه در یک‌لحظه) جهت ثبت فراوانی هر گونه استفاده شد (Cappo et al., 2006). شناسایی گونه‌ها در حد توان و با استفاده از کلیدهای مصور در دسترس به انجام رسید (Al-Abdessalaam, 1995; Carpenter et al., 1997; Nassirabady, 2012). با توجه به این امر که امکان شناسایی همه ماهی‌ها در سطح گونه و یا جنس فراهم نشد، از داده‌های مربوط به فراوانی خانواده‌های ماهیان جهت تحلیل آماری استفاده شد.

[1] Baited Remote Underwater Video

جدول ۱: پروتکل به‌کارگیری روش تصویربرداری از راه دور مجهز به طعمه

مولفه	مقدار/زمان	منبع
نوع طعمه استفاده شده	ماهی تن	Ghazilou et al., 2016a
وزن طعمه مصرفی در هر نوبت تصویربرداری	۲۰۰ گرم	Ghazilou et al., 2016a
زمان تصویربرداری در هر نوبت	۶۰ دقیقه	نظر شخصی (بررسی مقدماتی)
حداقل فاصله زمانی بین دو نوبت تصویربرداری	۲۰ دقیقه	Willis and Babcock, 2000
حداقل فاصله مکانی بین دو نوبت تصویربرداری	۱۰۰ متر	Ellis and DeMartini, 1995

۲-۳ سنجش خصوصیات بستر

الف- ترکیب بستر: در هر نوبت پایش ماهیان، درصد پوشش اجزای اصلی بستر (شامل مرجان سخت زنده، صخره و ماسه) از طریق تحلیل نقطه‌ای تصاویر حاصل از روش تصویربرداری از راه دور مجهز به طعمه (تحلیل۴۰ نقطه تصادفی در هر تصویر) به دست آمد (Ghazilou et al., 2016b).

ب- ناهمواری بستر[1]: به‌منظور بررسی ناهمواری بستر در هر منطقه از روش زنجیر- خط نمونه[2] استفاده شد. در این روش ابتدا متر نواری در سطح بستر گسترده شد و یک خط‌نمونه ۵ متری مستقیم مشخص گردید. سپس، مسیر مشخص‌شده با استفاده از یک زنجیر دانه‌ریز زنجیرکشی شد، به نحوی‌که این زنجیر تمام پستی و بلندی‌های طول مسیر را پوشش دهد. درنهایت طول زنجیر استفاده شده برای طی مسیر مستقیم ۵ متری بر عدد ۵ تقسیم شد و عدد حاصل (که در هموارترین حالت برابر با عدد یک است) به‌عنوان نمادی از ناهمواری بستر در نظر گرفته شد (Knudby and LeDrew, 2007). در هر فصل تعداد سه خط نمونه متناوب (با فاصله ۳ متری از یکدیگر) در هر منطقه بررسی شدند.

۲-۴ اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکوشیمیایی و مواد مغذی ستون آب

در هر نوبت پایش، اندازه‌گیری شوری، هدایت الکتریکی، اختلاف‌پتانسیل، دما، اکسیژن محلول، pH و شفافیت عمودی آب در محل به انجام رسید. مقادیر کل مواد معلق در آب (TSS)، کل مواد جامد محلول در آب (کَمجَم)، سختی کل، غلظت کلسیم، منیزیم، سولفات، ارتوفسفات، نیتریت و نیترات پس از انتقال نمونه آب به آزمایشگاه و با به‌کارگیری روش‌های شیمیایی مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند (MOOPAM, 2010). اندازه‌گیری‌های مربوط به فصل زمستان در پژوهشکده میگوی کشور (بوشهر- ایران) و اندازه‌گیری‌های مربوط به فصل تابستان در شرکت آرین فن آزما (تهران-ایران) انجام شدند.

۲-۵ بررسی ساختار جمعیتی پلانکتونی

نمونه‌برداری از پلانکتون‌ها به‌طور هم‌زمان با اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکو شیمیایی آب به انجام رسید. بدین منظور از تور ساده (چشمه ۵۳ میکرون، دهانه تور ۳۰ سانتی‌متر، طول تور ۶۰ سانتی‌متر) استفاده شد (Calbet et al., 2001). تورکشی در هر منطقه با سه تکرار و به‌صورت عمودی از عمق ۵ متری (کل حجم آب پالایه شده تقریباً برابر با ۳۵۰ لیتر آب) انجام شد. نمونه‌ها توسط محلول فرمالدهید ۴٪ (تهیه‌شده با آب دریای پالایه شده) تثبیت شدند و جهت تراکم سنجی به آزمایشگاه اکولوژی مولکولی دریایی دانشگاه شهید بهشتی انتقال یافتند. تراکم سنجی گونه‌های غالب زئوپلانکتونی و فیتوپلانکتونی توسط میکروسکوپ نوری و با استفاده از لام سجویک- رفتر (ساخت ایران) عملی شد.

۲-۶ تجزیه و تحلیل‌های آماری

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در سطح آمار چند متغیره به انجام رسید. به‌منظور تحلیل ماتریس‌های حضور/ عدم حضور (ترکیب خانواده‌ها) و فراوانی خانواده‌های ماهیان (ساختار جمعیتی ماهیان) از نوعی تحلیل وایازشی چند متغیره[3] موسوم به مدل خطی فاصله مبنا (DistLM[4]) استفاده شد (Anderson et al., 2008). مزیت این مدل در امکان بررسی داده‌های حضور/عدم حضور است چراکه ماتریس داده‌های خام ابتدا به ماتریس عدم شباهت[5] تبدیل شده و سپس رگرسیون‌گیری از طریق جایگشت انجام می‌گیرد. در پژوهش حاضر غربالگری اولیه عوامل زیست‌محیطی توسط آزمون PCA صورت پذیرفت و سپس مهم‌ترین عوامل دارای اثر معنی‌دار با استفاده از آزمون BEST (در مدل DistLM) موجود در نرم‌افزار PRIMER-e، نسخه ۶ انتخاب شدند (Anderson et al., 2008). در این آزمون، معیار اطلاعاتی

[1] Substrate rugosity
[2] Chain transect
[3] Multiple regression analysis
[4] Distance based linear model
[5] Dissimilarity matrix

بیژ[1] به‌عنوان شاخص سنجش درجه اهمیت عوامل در نظر گرفته شد.

۳. نتایج و بحث

در طول مدت مطالعه، تعداد ۲۳ خانواده از ماهیان مرجانی رؤیت شدند (جدول ۱). بیشترین تعداد خانواده‌ها (۱۲ خانواده) در نوبت نمونه‌برداری تابستانی در خلیج برکوه و کمترین تعداد خانواده‌ها (۱ خانواده) در نوبت نمونه‌برداری زمستانی در عسلویه مشاهده شدند.

جدول ۲: لیست خانواده‌های ماهیان مشاهده‌شده در طول مدت مطالعه

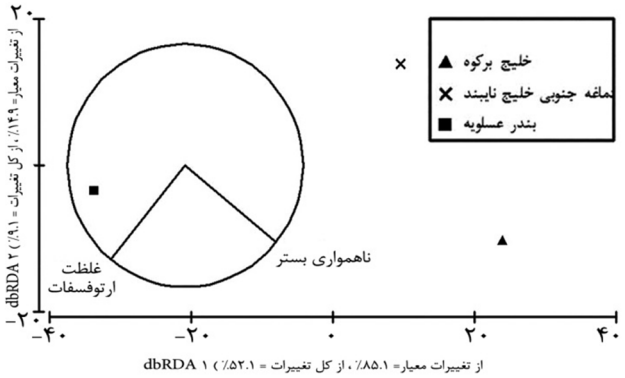
	زمستان			تابستان		
	الف	ب	ج	الف	ب	ج
LUTJANIDAE Gill, 1861	+	+	-	+	+	+
ACANTHURIDAE Bonaparte, 1835	+	+	-	+	+	-
POMACANTHIDAE Jordan & Evermann, 1898	+	+	+	+	+	+
SCARIDAE Rafinesque, 1810	+	+	-	+	+	+
SERRANIDAE Swainson, 1839	+	+	-	+	+	+
CHAETODONTIDAE Rafinesque, 1815	+	+	-	+	+	+
GOBIIDAE Cuvier, 1816	+	-	+	+	+	+
NEMIPTERIDAE Regan, 1913	+	+	-	+	+	+
LABRIDAE Cuvier, 1816	+	+	-	+	+	+
EPHIPPIDAE Bleeker, 1859	-	-	-	+	-	-
MULLIDAE Rafinesque, 1815	-	-	-	+	-	-
CARANGIDAE Rafinesque, 1815	+	+	+	+	+	+
POMACENTRIDAE Bonaparte, 1831	+	-	-	+	-	-
BELONIDAE Bonaparte, 1835	+	-	-	-	-	-
DASYATIDAE Jordan & Gilbert, 1879	-	-	-	-	-	-
SPARIDAE Rafinesque, 1818	-	-	-	-	-	-
HAEMULIDAE Gill, 1885	-	-	-	-	-	-
CARCHARHINIDAE Jordan & Evermann, 1896	+	-	-	-	-	-
LETHRINIDAE Bonaparte, 1831	-	-	-	-	-	+
SIGANIDAE Richardson, 1837	-	-	-	-	-	-
TORPEDINIDAE Henle, 1834	-	-	-	-	-	-
MYLIOBATIDAE Bonaparte, 1835	-	-	-	-	-	-
BLENNIIDAE Rafinesque, 1810	-	-	-	-	+	+

خصوصیات زیست‌محیطی مناطق مورد مطالعه در دو فصل سرد و گرم در جدول ۳ خلاصه شده است.

لیست فیتوپلانکتون‌ها و زئوپلانکتون‌های غالب مشاهده شده در طول مطالعه نیز در جدول ۴ خلاصه شده است. در فصل زمستان، بیشترین تراکم فیتوپلانکتون مربوط به جنس Chaetoceros و در تابستان مربوط به *Synedra nitzschioides f. nitzschioides* بود.

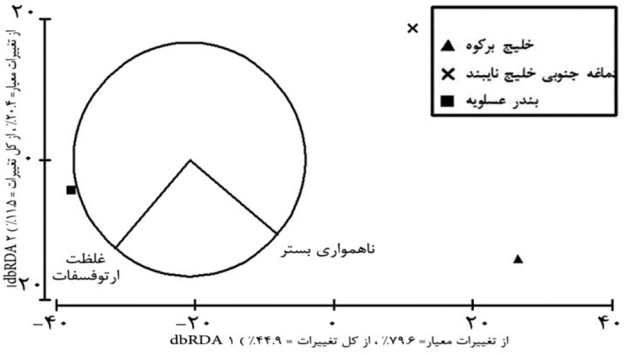
۳-۱ زمستان

در فصل زمستان ارتباط بین تغییرات مکانی ترکیب خانواده‌های ماهیان با غلظت ارتو فسفات، درصد پوشش بسترهای صخره‌ای، میزان ناهمواری بسترو تراکم کل فیتوپلانکتون‌ها[2] معنی‌دار بود (Pperm ≤۰/۰۵). ولیکن، در مدل نهایی صرفاً دو عامل غلظت ارتو فسفات و میزان ناهمواری بستر به‌عنوان مهم‌ترین عوامل اثرگذار در تغییرات مکانی ترکیب خانواده‌های ماهیان شناسایی شدند (شکل ۳). در دو محور اصلی dbRDA، این دو عامل قادر به توجیه ۶۱/۲ درصد از تغییرات مکانی ترکیب خانواده‌های ماهیان بودند.



شکل ۳: مدل نهایی ارتباط‌سنجی بین عوامل زیست‌محیطی و تغییرات مکانی ترکیب خانواده‌های ماهیان در زمستان

نتایج مربوط به ارتباط ساختار جمعیتی ماهیان با خصوصیات زیست‌محیطی نیز از همین قرار بود با این تفاوت که دو عامل ذکر شده صرفاً توانایی توجیه ۵۶/۴ درصد از کل تغییرات مکانی ساختار جمعیتی ماهیان را داشتند (شکل ۴).



شکل ۴: مدل نهایی ارتباط‌سنجی بین عوامل زیست‌محیطی و تغییرات مکانی ساختار جمعیتی ماهیان در زمستان

[1] Bayesian information criterion

[2] Total phytoplankton density

جدول ۳: خصوصیات زیست‌محیطی مناطق مورد مطالعه در دو فصل زمستان و تابستان. (مقادیر درصد پوشش اجزای بستر، ناهمواری و تراکم کل پلانکتونها در قالب میانگین (±SD) ارائه شده است). NA: اندازه‌گیری انجام نشده، Nil مقادیر جزئی و خارج از توان اندازه‌گیری

	زمستان			تابستان		
	الف	ب	ج	الف	ب	ج
کل مواد معلق موجود در آب(mg/L)	۱۰۱	۱۱۰	۹۵	NA	NA	NA
کمجم(g/L)	۴۱/۹۲	۴۰/۹۴	۴۲/۰۵	۴۲	۴۲/۰۵	۴۱/۹
غلظت منیزیم(mg/L)	۱۵۰۴/۷	۱۴۶۸	۱۴۶۸	۵۵۶۸	۵۷۶۰	۵۵۶۸
غلظت کلسیم(mg/L)	۴۸۲/۸	۴۷۱	۴۷۱	۱۶۴۰	۱۶۲۰	۱۶۲۸
غلظت سولفات(mg/L)	۳۲۶۵	۳۴۵۰	۳۱۱۵	۲۹۸۳	۲۹۳۱	۲۹۱۳
غلظت کربنات کلسیم(mg/L)	۵۷۵۰	۷۰۰۰	۹۰۰۰	۷۲۰۸	۷۳۸۰	۷۱۹۶
غلظت ارتوفسفات(mg/L)	۰/۱۹	۰/۱۰۹	۰/۲۹۴	Nil	Nil	Nil
غلظت نیتریت(mg/L)	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۹۶	۰/۰۱۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵
غلظت نیترات(mg/L)	۰/۰۱۲۳	۰/۰۱۹۴	۰/۰۱۳۴	Nil	Nil	Nil
دما(°C)	۲۱/۷۶	۱۸/۶۳	۱۹/۹	۳۴/۳۳	۳۴/۱۶	۳۳/۷
شوری(ppt)	۳۶/۱۶	۳۶/۰۶	۳۶	۳۴/۷۶	۳۴/۸۳	۳۴/۸۶
pH	۷/۵۲	۷/۶۹	۷/۵۷	۷/۱۶	۷/۴۲	۷/۴۳
غلظت اکسیژن محلول(mg/L)	۷/۱۱	۸/۲۵	۸/۶۵	۶/۳۶	۷/۲۵	۶/۵۴
هدایت الکتریکی(µS/cm)	۵۱/۱۳	۵۰/۳۶	۵۰	۶۲/۶۳	۶۲/۶	۶۲/۸۶
Redox (mV)	۷۴/۵۳	۶۴/۱۶	۷۰	۸۵/۳۳	۲۶/۴	۳۱/۹
درصد پوشش مرجان زنده(%)	۳/۱±۴۲/۲۸	۸/۶۰±۱۲/۱۲	۱/۸۸±۰/۹۴	۴/۷±۲۸/۸۴	۲/۷±۴/۱۶	۱۱/۷±۱۳/۸۳
درصد پوشش سنگ(%)	۱۱/۴۷±۳۶/۸۶	۷/۴۲±۷۳/۳۷	۹/۴۸±۸۷/۲۵	۳/۶±۳۵/۷۸	۷/۲۲±۴۸/۸۰	۱۲/۱۱±۵۲/۵
درصد پوشش ماسه(%)	۲۱/۱±۲۱/۵۱	۴/۰۹±۱۱/۱۲	۸/۵۸±۱۱/۷۸	۱۷/۴۷±۳۵/۲۶	۳۴/۹±۳۹/۳۷	۱۳/۹۲±۲۹/۵
ناهمواری بستر	۱/۲±۲/۱۸	۳/۸±۱/۴۵	۰/۸۷±۱/۱۲	۲/۷±۲/۱۸	۱/۱±۱/۴۵	۱±۱/۱۲
شفافیت عمودی آب(m)	۴/۵۹	۵/۶۶	۴/۶	۵/۳۳	۵/۵۱	۵/۲۱
تراکم کل فیتو پلانکتون‌ها(N/L)	۴۲۳/۵±۱۳۵۰۰	۲۵۲۶±۷۹۶۰۷	۱۶۳۲۲±۱۳۱۱۴۲	۱۴۵۸±۳۳۵۰۰	۷۸۲۲/۹±۲۱۹۶۰۷	۱۲۰۰۳±۳۶۱۱۴۲
تراکم کل فیتو زئوپلانکتون‌ها(N/L)	۷۳۲۱۵±۲۰۲۵۰	۴۲۲۱±۱۹۱۷۸	۲۶۵۵۵±۲۴۶۴۲	۸۵۵۳/۱±۲۱۲۵۰	۱۲۳۰±۱۹۳۷۸	۹۵۲۳±۲۶۰۰۰

جدول ۴: فهرست فیتو و زئوپلانکتون‌های (غالب) مشاهده شده در طول مدت مطالعه

Dinophyceae (رده)

Ceratium trichoceros (Ehrenberg) Kofoid, 1881; *Ceratium tripos* (O.F.Müller) Nitzsch, 1817; *Tripos furca* (Ehrenberg) F.Gómez, 2013; Ceratium fusus (Ehrenberg) Dujardin, 1841; *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy, 1921; *Pyrodinium bahamense var. compressum* (Böhm) Steidinger, Tester & F.J.R.Taylor, 1980; *Protoperidinium* sp.

Bacillariophyceae (رده)

Chaetoceros spp.; *Synedra nitzschioides f. nitzschioides Grunow*, 1862; *Chaetoceros curvisetum* Cleve, 1889; *Melosira* sp.; *Coscinodiscus* spp.; *Pseudosolenia* spp.;

Gastropoda (رده)

Creseis sp.; *Atlanta* sp.

Appendicularia (رده)

Oikopleura sp.; *Codonellopsis* sp.

Oligotrichea (رده)

Codonellopsis sp.; *Leprotintinnus* sp.

Polychaeta (رده)

Polychaeta larva

Pararotatoria (رده)

Unknown rotifer species

Hexanauplia (رده)

Calanoida

Miscellaneous

Nauplius

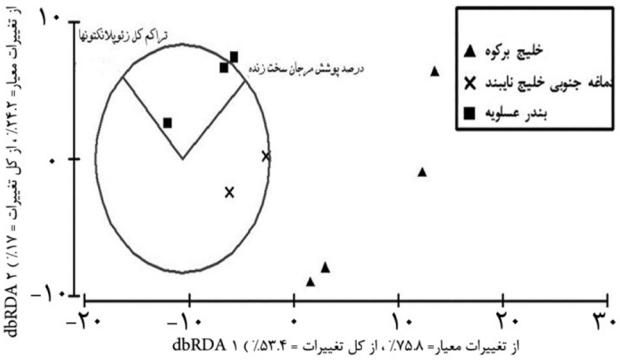
میزان ناهمواری بستر همواره از عوامل مؤثر در غنای گونه‌ای و فراوانی ماهیان مرجانی در نظر گرفته می‌شود (Harborne et al., 2012; Kuffner et al., 2007). این عامل از دو وجه می‌تواند در تعیین ترکیب خانواده‌ها و ساختار ماهیان مرجانی مؤثر باشد. در وهله اول خلل و فرج موجود در بسترهای ناهموار به‌عنوان پناهگاه برای ماهیان مرجانی ریز جثه عمل می‌کند (Januchowski-Hartley et al., 2011). از طرفی دیگر به نظر می‌رسد که ماهیان مرجانی خلیج‌فارس برای در امان ماندن از امواج شدید زمستانی ناچار به پناه جستن در میان خلل و فرج موجود در بستر هستند. لذا هر چه میزان ناهمواری بستر در یک منطقه بیشتر باشد امکان بقای ماهیان نیز در فصل زمستان بیشتر خواهد بود (Burt et al., 2013).

میزان ارتوفسفات محلول در آب نیز می‌تواند ازجمله پارامترهای مؤثر در تغییر بوم‌سازگان‌های مرجانی و موجودات وابسته به آن‌ها باشد و این اثر عموماً می‌تواند از طرق تحریک شکوفایی جلبک‌های کف زی نمود پیدا نماید (D'Angelo and Wiedenmann, 2014; Alvarez et al., 2009). در این حالت جلبک‌های رشد نموده می‌توانند خلل و فرج موجود در بستر را اشغال نموده و از میزان ناهمواری بستر بکاهند (Alvarez et al., 2009).

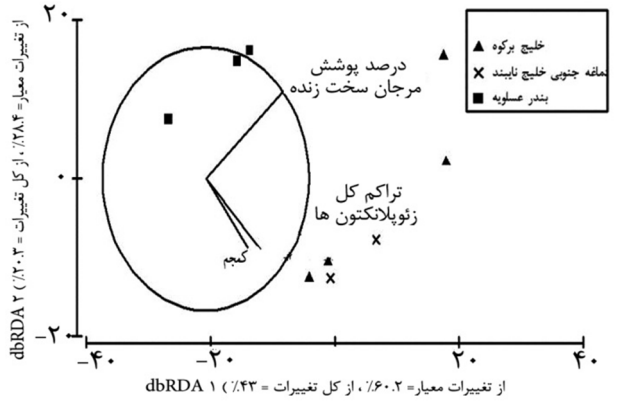
۳-۲ *تابستان*

در فصل تابستان، سه عامل درصد پوشش مرجان‌های زنده، تراکم زئوپلانکتون‌ها و کل مواد جامد محلول در آب (کَمجَم) دارای اثر معنی‌دار بر تغییرات مکانی ترکیب خانواده‌های ماهیان بودند و مدل نهایی ارائه‌شده مؤید اهمیت دو عامل تراکم زئوپلانکتون‌ها و درصد پوشش مرجان‌های زنده در شکل‌دهی ترکیب خانواده‌ها بود، به‌طوری‌که این عوامل از قابلیت توجیه ۶۷/۴ درصد از تغییرات مکانی برخوردار بودند (شکل ۵).

از طرفی دیگر هر سه عامل درصد پوشش مرجان‌های زنده، تراکم زئوپلانکتون‌ها و کَمجَم از عوامل اصلی مؤثر در تعیین ساختار جمعیتی ماهیان مرجانی مناطق مورد آزمون بودند و در مجموع تا ۶۳/۳ درصد از تغییرات مکانی ساختار جمعیتی ماهیان در ارتباط با تغییرات این سه عامل بود (شکل ۶).



شکل ۵: مدل نهایی ارتباط‌سنجی بین عوامل زیست‌محیطی و تغییرات مکانی ترکیب خانواده‌های ماهیان در تابستان



شکل ۶: مدل نهایی ارتباط‌سنجی بین عوامل زیست‌محیطی و تغییرات مکانی ساختار ماهیان در تابستان

ارتباط بین فراوانی زئوپلانکتون‌ها و ساختار جمعیتی ماهیان در فصل تابستان را شاید بتوان نوعی ارتباط تغذیه‌ای دانست چراکه مشاهدات حاکی از افزایش فراوانی ماهیان مرجانی پلانکتون‌خوار/بی‌مهره‌خوار در این فصل بود (به‌استثنای دماغه‌ی جنوبی خلیج نایبند). زئوپلانکتون‌های خلیج‌فارس احتمالاً در فصل تابستان اقدام به مهاجرت عمودی از سطح به عمق می‌نمایند تا از گرما در امان بمانند. بنابراین، افزایش فراوانی این موجودات در نزدیکی سطح بستر به‌عنوان یک منبع غنی غذایی برای ماهیان مرجانی (که اغلب بستر زی هستند) به شمار می‌آیند.

ارتباط مستقیم بین میزان پوشش مرجان‌های سخت زنده و فراوانی ماهیان مرجانی همواره مورد تائید قرار گرفته است (Ruppert et al., 2017). این نوع وابستگی منحصر به ماهیان بالغ نبوده و می‌تواند در زمان قبل از بلوغ و حتی هنگام استقرار لارو

ماهیان نیز محرز باشد. وابستگی انواع ماهیانی که از پلیپ‌های مرجانی تغذیه می‌کنند عموماً در زمان بلوغ کاملاً محرز است (Pratchett et al., 2004). از طرفی دیگر، قریب به ۷۰ درصد از لاروهای ماهیان مرجانی، مرجان‌های سخت زنده را به‌عنوان مکان مناسب استقرار خود انتخاب می‌نمایند و این طیف دربرگیرنده انواع ماهیان پلانکتون‌خوار، گیاهخوار و بعضاً گوشت‌خوار است (Jones et al., 2004). بنابراین، کاهش درصد پوشش مرجانی یک منطقه می‌تواند موجبات فراوان‌تر شدن انواع ماهیانی که در زمان استقرار به مرجان‌های زنده نیاز ندارند (به‌عنوان‌مثال صافی ماهیان و سرخوماهیان) را فراهم آورد. شایان‌ذکر است فراوان‌ترین ماهیان مشاهده‌شده در مطالعه حاضر در تابستان در بندر عسلویه اغلب از خانواده سرخو ماهیان بودند.

علت دقیق ارتباط بین ساختار جمعیتی ماهیان و کَمجَم مشخص نیست ولیکن به نظر می‌رسد که این عامل، عامل مناسبی برای تعیین کیفیت آب (و تأثیر آن بر ماهیان) نباشد چراکه مواد جامد محلول در آب به‌سرعت در حال تغییر بوده و از حالتی به حالت دیگر تبدیل می‌شوند (Fabricius et al., 2012).

۴. نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج مطالعه حاضر به نظر می‌رسد که تغییرات خصوصیات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت انسان منجر به ایجاد تغییرات قابل‌توجهی در جوامع ماهیان مرجانی خلیج‌فارس شده‌اند. با توجه به اینکه اغلب ماهیان مرجانی در زمره ماهیان دارای ارزش اقتصادی می‌باشند، مدیریت هر چه سریع‌تر عوامل تنش‌زای انسان‌ساخت باید هر چه سریع‌تر در دستور کار قرار گیرد.

منابع

احمدیان، م.؛ مدنی، ش.؛ خلیلی عراقی، م.؛ رهبر، ف.، ۱۳۸۹. برآورد ارزش اقتصادی آبسنگ‌های مرجانی جزیره کیش با توجه به استفاده تفریحی آنها و بهره‌گیری از روش تمایل به پرداخت بازدیدکنندگان. نشریه اقیانوس شناسی، جلد ۱ شماره ۴، صفحات ۴۸-۳۷.

بلوکی، م.؛ نبوی، م.ب.؛ سواری، ا.؛ توسل پور، ا.؛ حقیقت، م.، ۱۳۹۲. بررسی شاخص میتوزی در آبسنگ‌های مرجانی خلیج نایبند. مجله علوم و فنون دریایی، دوره ۱۲، شماره ۱، صفحات ۱۱۳-۱۰۶.

Al-Abdessalaam, T.J.S., 1995. Marine species of the Sultanate of Oman: an identification guide. Muscat Printing Press, Muscat, Oman. 412P.

Alvarez-Filip, L.; Dulvy, N.K.; Gill, J.A.; Côté, I.M.; Watkinson, A.R., 2009. Flattening of Caribbean coral reefs: region-wide declines in architectural complexity. Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 276(1669): 3019-3025.

Anderson, M.J.; Gorley, R.N.; Clarke, K.R.., 2008. PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to software and statistical methods. PRIMER-E Ltd, Plymouth, UK. 214P.

Burt, J.A.; Feary, D.A.; Cavalcante, G.; Bauman, A.G.; Usseglio, P., 2013. Urban breakwaters as reef fish habitat in the Persian Gulf. Marine Pollution Bulletin, 72(2): 342-350.

Burt, J.A.; Feary, D.A.; Bauman, A.G.; Usseglio, P.; Cavalcante, G.; Sale, P.F., 2011. Biogeographic patterns of reef fish community structure in the northeastern Arabian Peninsula. ICES Journal of Marine Science, 68(9): 1875-1883.

Calbet, A.; Garrido, S.; Saiz, E.; Alcaraz, M.; Duarte, C. M., 2001. Annual zooplankton succession in coastal NW Mediterranean waters: the importance of the smaller size fractions. Journal of Plankton Research, 23(3): 319-331.

Cappo, M.; Harvey, E.; Shortis, M., 2006. Counting and measuring fish with baited video techniques - an overview. Proceeding of the first conference on Cutting-Edge Technologies in Fish and Fisheries Science, Hobart, Australia, 101-114PP.

Carpenter, K.E.; Harrison, P.L.; Hodgson, G.; Alsaffar, A.H.; Alhazeem, S.H., 1997. The corals and coral reef fishes of Kuwait. Kuwait Institute for Scientific Research, Safat, Kuwait, 177P.

Coker, D.J.; Pratchett, M.S.; Munday, P.L., 2009. Coral bleaching and habitat degradation increase

for predicting intra-habitat variation in coral-reef fish assemblages. Environmental Biology of Fishes, 94(2): 431-442.

Januchowski-Hartley, F.A.; Graham N.A.J.; Feary, D.A.; Morove, T.; Cinner, J.E., 2011. Fear of fishers: Human predation explains behavioral changes in coral reef fishes. PLOS ONE, 6(8): e22761.

Jones, G.P.; McCormickl, M.I.; Srinivasan, M.; Eagle, J.V., 2004. Coral decline threatens fish biodiversity in marine reserves. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 101(21): 8251-8253.

Knudby, A.; LeDrew, E., 2007. Measuring structural complexity on coral reefs. American Academy of Underwater Science 26th symposium, 181-188PP.

Kuffner, I.B.; Brock, J.C.; Grober-Dunsmore, R.; Bonito, V.E.; Hickey, T.D.; Wright, C.W., 2007. Relationships between reef fish communities and remotely sensed rugosity measurements in Biscayne National Park, Florida, USA. Environmental Biology of Fishes, 78(1): 71-82.

MOOPAM., 2010. Manual of oceanographic observations and pollutants analysis methods (Fourth Edition). The Regional Organisation for the Protection of the Marine Environment (ROPME), Kuwait.

Nassirabady, N., 2012. Fishes of Persian Gulf and Oman Sea. Pars Books, Tehran, Iran, 90P.

Pratchett, M.S.; Wilson, K.; Berumen, M.L.; McCormick, M.I., 2004. Sublethal effects of coral bleaching on an obligate coral feeding butterflyfish. Coral Reefs, 23(3): 352-356.

Ruppert, J.L.; Vigliola, L.; Kulbicki, M.; Labrosse, P.; Fortin, M.J.; Meekan, M.G., 2017. Human activities as a driver of spatial variation in the trophic structure of fish communities on Pacific coral reefs. Global Change Biology, 24(1): e67-e79.

Syms, C.; Jones, G.P., 2000. Disturbance, habitat susceptibility to predation for coral-dwelling fishes. Behavioral Ecology, 20(6): 1204-1210.

D'Angelo, C.; Wiedenmann, J., 2014. Impacts of nutrient enrichment on coral reefs: new perspectives and implications for coastal management and reef survival. Current Opinion in Environmental Sustainability, 7: 82-93.

Ellis, D.M.; DeMartini, E.E., 1995. Evaluation of a video camera technique for indexing the abundances of juvenile pink snapper, *Pristipomoides filamentosus*, and other Hawaiian insular shelf fishes. Fisheries Bulletin, 93(1): 67-77.

Fabricius, K.E.; Cooper, T.F.; Humphrey, C.A.; Uthicke, S.; De'ath, A.G.; Davidson, J.; LeGrand, H.; Thompson, A.A.; Schaffelke, B., 2012. A bioindicator system for water quality on inshore coral reefs of the Great Barrier Reef. Marine Pollution Bulletin, 65(4-9): 320-332.

Garpe, K.C.; Yahya, S.A.; Lindahl, U.; Öhman, M.C., 2006. Long-term effects of the 1998 coral bleaching event on reef fish assemblages. Marine Ecology Progress Series, 315: 237-247.

Ghazilou, A.; Shokri, M.R.; Gladstone, W., 2016a. Animal v. plant-based bait: does the bait type affect census of fish assemblages and trophic groups by baited remote underwater video (BRUV) systems? Journal of Fish Biology, 88(5): 1731-1745.

Ghazilou, A.; Shokri, M.R.; Gladstone, W., 2016b. Application of baited remote underwater video stations to assess benthic coverage in the Persian Gulf. Marine Pollution Bulletin, 105(2): 606-612.

Harborne, A.R., 2013. The ecology, behavior and physiology of fishes on coral reef flats, and the potential impacts of climate change. Journal of Fish Biology, 83: 417-447.

Harborne, A.R.; Mumby, P.J.; Ferrari, R., 2012. The effectiveness of different meso-scale rugosity metrics

structure, and the dynamics of a coral-reef fish community. Ecology, 81(10): 2714-2729.

Willis, T.J.; Babcock, R.C., 2000. A baited underwater video system for the determination of relative density of carnivorous reef fish. Marine and Freshwater Research, 51(8): 755-763.