ساختار تاکسونومیک، پراکنش مکانی و روند تغییرات زمانی جمعیت اپندیکولارین‌ها در آبهای ساحلی شمال بوشهر – خلیج فارس

رضوان موسوی ندوشن*[1]، منیر غیاث آبادی[1]

*Mousavi.nadushan@gmail.com

۱-گروه شیلات و اکولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۸

چکیده

اپندیکولارین‌ها از مهمترین گروههای جمعیت زئوپلانکتونی در دریاها و اقیانوسهای جهان بشمار می‌روند و بخش قابل توجهی از تولیدات و غذای مصرف کنندگان ثانویه را تشکیل می‌دهند. لذا، هدف از اجرای این تحقیق شناسایی و معرفی اپندیکولارین‌های آبهای خلیج فارس با تاکید بر الگوی پراکنش زمانی و مکانی در محدوده آبهای ساحلی شمال بوشهر قرار داده شد. اپندیکولارین‌ها در روزهای میانی و پایانی هر فصل، از اواسط تابستان ۱۳۹۶ لغایت بهار ۱۳۹۷ در خور فراکه، سه نقطه از محدوده مصب شیف، ایستگاه دریایی و مصب لشکری جمع‌آوری و در کلیه زمانهای نمونه برداری، عمق محل نمونه‌برداری، عمق شفافیت و پارامترهای فیزیکی درجه حرارت، pH، و شوری اندازه‌گیری شد. در نهایت در منطقه چهار گونه اپندیکولارین ، *Oikopleura dioica*, *Oikopleura longicauda* و *Appendicularia sicula* و *Fritillaria* sp شناسایی گردید. بالاترین تراکم کل اپندیکولارین‌ها در ایستگاه دریا و اسفند ماه، با غالبیت *O. dioica* مشاهده شد. برای گونه های *O. dioica* ، فراوانی نسبی ۸۰٪ گونه *O. longicauda*, فراوانی نسبی ۱۸/۹درصد و گونه *A. sicula*، فراوانی نسبی ۱/۰۶درصد محاسبه گردید. دو گونه غالب*O. dioica* و *O. longicauda*، الگوی پراکنش مکانی و روند تغییرات زمانی کاملاً متفاوت نشان دادند . برای گونه *Fritillaria* sp. فراوانی نسبی ۰/۰۴درصد محاسبه و لذا به عنوان گونه نادر در منطقه معرفی گردید. بر اساس آزمون dbRDA (distance based Redundancy Analysis) ، عمق شفافیت مهمترین پارامتر موثر بر پراکنش گونه *O. longicauda*، عمق زیستگاه و شوری مهمترین عوامل اثرگذار بر الگوی پراکنش *O. dioica* و درجه حرارت پارامتر مرتبط باتراکم *A. sicula* در منطقه مورد مطالعه مشخص گردید.

واژگان کلیدی: اپندیکولارین، پارامترهای محیطی، الگوی پراکنش، بوشهر، خلیج فارس

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.4.3.0]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119252]

مقدمه

اپندیکولارین‌ها، تونیکات‌های کوچک زئوپلانکتونی هستند که آزادانه شنا می‌کنند. بدن آنها از یک تنه کوتاه و دنباله نسبتاً بلند تشکیل شده است. (Bone, 1998). آنها همچنین گروه مهمی از جمعیت زئوپلانکتون‌های دریایی را بخود اختصاص می‌دهند و معمولاً به صورت گسترده در آبهای اقیانوسی سراسر جهان حضور دارند. از دیدگاه اکولوژیک، آنها مصرف کنندگان اصلی فیتوپلانکنون‌های کوچک (نانوپیکوپلانکتون‌ها و پیکوپلانکتون‌ها)، باکتری‌ها، به همراه ذرات کلوئیدی میکرونی و کوچکتر از میکرون و پارتیکل‌های معلق آلی در ستون آب بشمار می‌روند. بنابراین، حلقه اتصال میان تولیدکنندگان اولیه و مصرف کنندگان ثانویه بشمار می روند (Hansen et al, 1996, Murray *et al*., 1994).

غدد موجود در پوشش اپیتلیومی تنه، خانه ای از موکوس از جنس موکوپلی ساکارید ترشح می‌کنند که سرتاسر بدن جانور را می‌پوشاند. تغذیه اپندیکولارین‌ها از طریق این ساختار موکوسی که در اصطلاح "house" نامیده می‌شود، صورت می‌گیرد (Deibel 1998; Lambert, 2005). "house"ساختاری موکوسی متشکل از شبکه پیچیده‌ای از فیلترهاست که ذرات غذایی را از آب عبور داده شده از میان آنها، فیلتر می‌کند (Deibel 1998; Lambert, 2005)، همچنین آنها در طول یک شبانه روز، ۱۶ بار این غلاف و خانه موکوسی دور انداخته شده و مجدداً ساخته می‌شود (Flood *et al*., 1992; Fenaux, 1993). اپندیکولارین‌های زنده و خانه‌های موکوسی منبع غذایی بسیار خوبی برای کوپه پودها، عروس دریایی، لارو ماهیان، کرم های پیکانی (Chaethognaths)، روزنداران و حتی برخی از ماهیان هستند (Lambert, 2005; Purcell *et al*., 2005; Capitanio *et al*., 2005).

اکثر گونه‌های آنها در اعماق ۲۰۰ متری لایه سطحی آب زندگی می‌کنند. در واقع، جمعیت های دائمی آبهای نواحی مزو و بتی پلاژیک (bathypelagic) بشمار می روند. این امر نشانگر آنست که در این اعماق یک منبع غذایی ثابت وجود دارد، زیرا اپندیکولارین‌ها نمی‌توانند انرژی حاصل از مواد غذایی را ذخیره کنند (Lamber, 2005) در میان اپندیکولارین‌ها، تنها گونه *Oikopleura dioica* دو جنسی بوده و سایر گونه‌ها هرمافرودیت می‌باشند. طول عمر آنها بسیار کوتاه و در آبهای گرمسیری و معتدله ۲۴-۲ روز متغیر بوده و نرخ رشد آنها از تمام گروههای مزوزئوپلانکتونی بالاتر است (Hopcroft *et al*., Björnberg and Forneris, 1956a, b; Uye 1998; and Ichino, 1995). پراکنش اپندیکولارین‌ها در آبهای ساحلی بشدت تحت تاثیر تخلیه و ورود آبهای داخلی به دریاست. معمولاً مدخل ورودی آب رودخانه‌های دائمی و بزرگ به دریا، محل تجمع و تراکم بالای اپندیکولارین‌هاست (Dagg and Brown, 2005) . لذا، در اکوسیستم‌های مصبی و آبهای ساحلی یوتروف و در میان جمعیت زئوپلانکتونی، به لحاظ تراکم پس از کوپه‌پودها دومین رتبه را بخود اختصاص می‌دهند و به لحاظ بیومس و تولید با آنها برابری می‌کنند (Hopcroft and Roff, 1998). بدین ترتیب، مطالعه در مورد پراکنش اپندیکولارین‌ها در آبهای ساحلی و اقیانوسی نه تنها در زمینه آشنایی با دینامیک پلانکتونی و وضعیت چرخه کربن آلی، بلکه از دیدگاه اقیانوس شناسی شیلاتی، از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (نوری نژاد و همکاران، ۱۳۹۶؛ امیدی، ۱۳۸۰). در نهایت، در این تحقیق ترکیب گونه‌ای و پراکنش افقی اپندیکولارین‌ها در منطقه آبهای مصبی- ساحلی شمال بوشهر جهت مطالعه انتخاب شد.

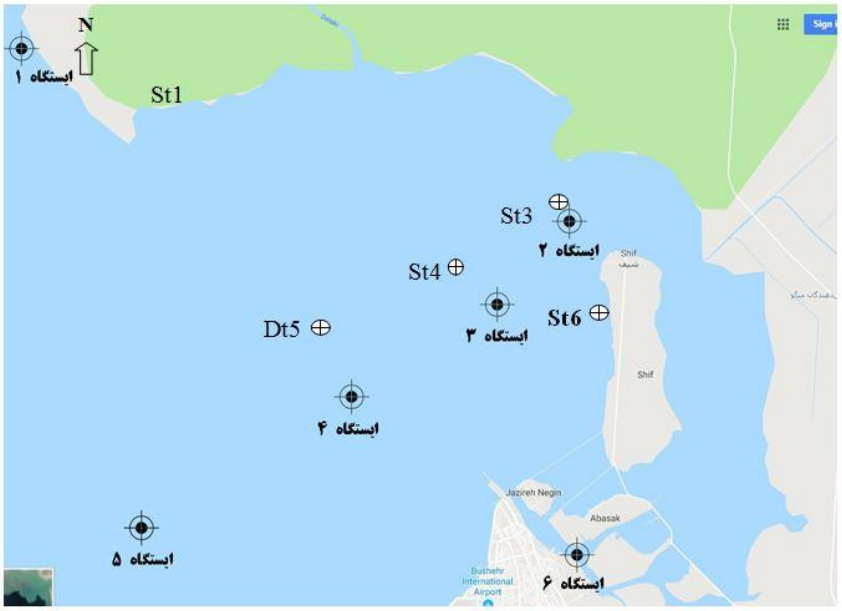
مواد و روش کار

منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق وضعیت و پراکنش اپندیکولارین‌ها در خور فراکه (دریافت کننده آب شیرین از رودخانه حله)، بخش‌های مختلف مصب شیف، مصب لشکری و یک ایستگاه در دریا مقایسه گردید (شکل ۱ و جدول ۱).

نمونه‌برداری در هر فصل دو بار، در ابتدا و روزهای میانی، از اواسط تابستان ۱۳۹۶ لغایت بهار ۱۳۹۷[بترتیب پانزدهم مرداد (۱) و سپس۳۰ شهریور (۲)، ۱۵ آبان (۳)، ۳۰ آذر (۴)،اول بهمن (۵) و ۲۷ اسفند (۶) و ۱۵ خرداد (۷) و نمونه‌برداری در اول تیرماه میسر نگردید] انجام شد.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.4.3.0]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119252]



شکل ۱: موقعیت مکانی ایستگاه های نمونه برداری در آبهای ساحلی شمال بوشهر، خلیج فارس

Figure 1: Spatial position of sampling stations in the northern coastal waters of Bushehr, Persian Gulf

جدول۱: شماره، نام و اکوسیستم های مورد مطالعه در منطقه ساحلی شمال بوشهر

Table 1: Number, name and studied ecosystems at northern coastal waters of Bushehr

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	عمق	اکوسیستم	مختصات
۱	فراکه	۲	خور- رودخانه	N 29° 08' 22" E 50° 38' 22"
۲	شیف ۱	۱/۵	خور- مصب	N 29° 04' 45" E 50° 51' 18"
۳	شیف ۲	۲/۵	خور- مصب	N 29° 02' 31" E 50° 49' 27"
۴	شیف ۳	۴	خور- مصب	N 29° 00' 56" E 50° 46' 59"
۵	دریا	۱۰	دریا	N 28° 58' 06" E 50° 41' 15"
۶	لشکری	۲/۵	خور- مصب	N 28° 58' 42" E 50° 51' 23"

نمونه‌برداری به کمک تور زئوپلانکتون، با قطر منافذ ۲۰۰ میکرون، دارای جریان سنج دیجیتال (Hydro-Bios with Digital Flow meter) و بر اساس روش Smith و Richardson (۱۹۷۷) انجام شد. در تمام تکرارها تور به صورت مورب و به مدت ۱۵ دقیقه کشیده و بر اساس عدد فلومتر میزان آب فیلتر شده محاسبه شد و در نهایت نمونه‌های جمع آوری شده در فرمالین ۴٪ تثبیت گردیدند. همچنین پارامترهای دما، شوری، pH با دستگاه پرتابل، و عمق شفافیت با استفاده از صفحه سکشی اندازه‌گیری گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

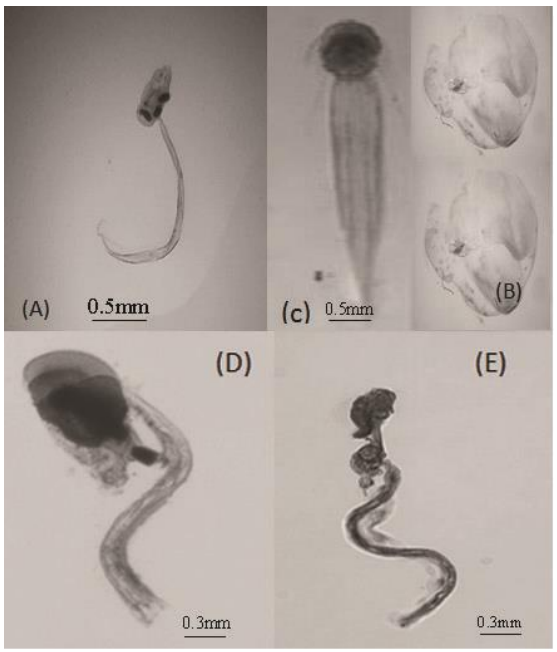
نرمالیتی جوامع تراکم کل گونه‌ها و تراکم هر یک از گونه‌ها، در بازه زمانی و مکان‌های مورد مطالعه، بر اساس آزمون کولموگروف- اسمیرنف بررسی گردید و سپس از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه و آزمون تعقیبی LSD در نرم افزار SPSS، جهت بررسی اختلاف میان گروههای مورد نظر استفاده شد. نمودارهای ستونی و خطی در نرم افزار Excel و نمودارهای Differences area و Error bar در نرم افزار SPSS ترسیم شد. در نهایت جهت بررسی تاثیر پارامترهای محیطی مورد مطالعه بر ساختار جمعیت و پراکنش اپندیکولارین‌های منطقه، از آزمون

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.4.3.0]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119252]

(dbRDA) distance-based Redundancy Analysis در نرم افزار PRINER v6 استفاده شد.

نتایج

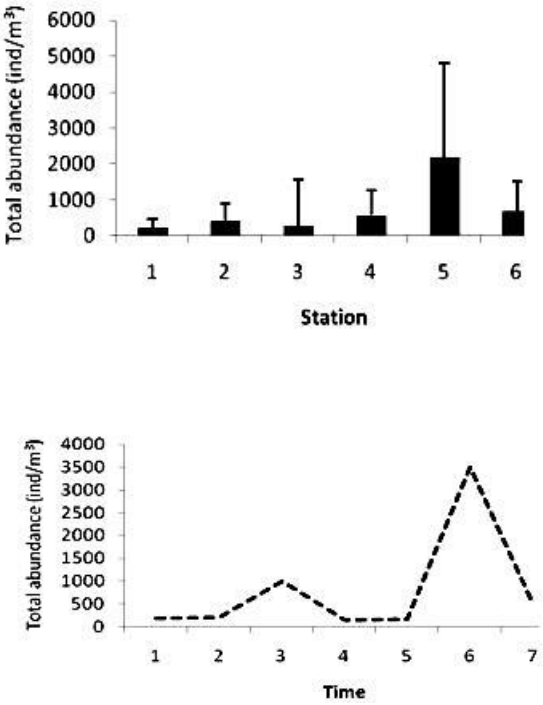
در این تحقیق چهار گونه اپندیکولارین از دو خانواده شناسایی گردید. گونه‌های شناسایی شده شامل *O. dioica*، *O. longicauda*، *A sicula* و *Fritillaria* sp. بودند. شایان ذکر است که در کل نمونه برداری‌های انجام شده، از گونه *Fritillaria* sp.، چند عدد فقط در نمونه‌های اسفند ماه در ایستگاه دریا مشاهده شد و تراکم آن ۰/۰۴٪ محاسبه گردید و لذا به عنوان نمونه کمیاب گزارش گردید (شکل ۲).



شکل ۲: تصویر گونه های شناسایی شده: (A) گونه *O dioica* . (B) تصویر house، مربوط به گونه *O. dioica*، (C) گونه *O longicauda* ، (D) گونه *A sicula* ، (E) تصویر گونه sp *Fritillaria*.

Figure 2: Picture of identified species : (A) *O. dioica*, (B) house of O. *dioica*, (C) *O. longicauda*, (D) *A. sicula*, (D) *Fritillaria*. sp.

طی دوره تحقیق در آبهای ساحلی بوشهر در محدوده خور فراکه تا خور لشکری، بالاترین تراکم کل اپندیکولارین‌ها در ایستگاه دریا و به لحاظ زمانی حداکثر تراکم در پایان اسفند ماه مشاهده شد (شکل ۳).

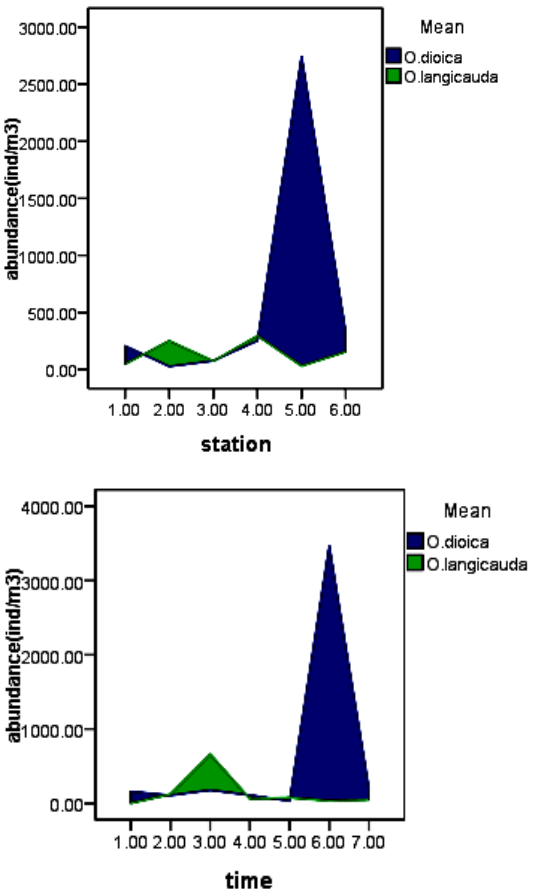


شکل ۳: مقایسه تراکم کل اپندیکولارین‌ها در ایستگاه های مورد مطالعه و روند تغییرات زمانی آنها (پانزدهم مرداد (۱) ، ۳۰شهریور (۲)، ۱۵ آبان (۳)، ۳۰ آذر (۴)،اول بهمن (۵) و ۲۷ اسفند (۶) و ۱۵ اردیبهشت (۷)). داده‌ها بر اساس میانگین و انحراف معیار نشان داده شده است و حروف(a, b, c) نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح خطای کوچکتر از ۰/۰۵ می باشد.

Figure 3: A Comparison between total abundance of Appendicularians in the studied sampling stations and temporal variations of them at August 6 (1), September 21 (2), November 6 (3), December 21, (4), Januery 6 (5), March 18 (6), may 6 (7). Data are shown as mean and standard deviation, and the minuscule (a, b, c) showed the type I error at significance level of p<0.05.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.4.3.0]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119252]

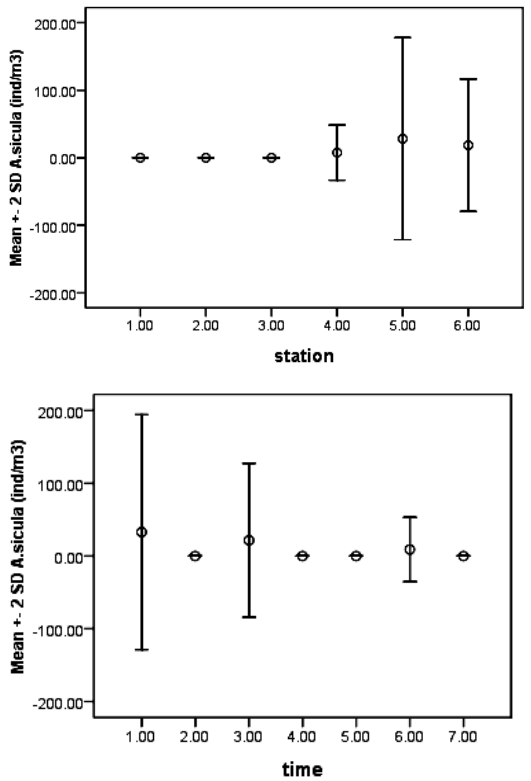
در میان اپندیکولارین‌های شناسایی شده، گونه‌های غالب بترتیب *O. dioica* و *O. longicauda* مشخص گردیدند و درصد فراوانی هر یک بترتیب ۸۰٪ و ۱۸٫۹٪ محاسبه گردید. اما برای دو گونه، الگوی پراکنش مکانی و روند تغییرات زمانی کاملاً Q متفاوت بدست آمد (شکل ۴).



شکل۴: مقایسه روند تغییرات تراکم در چرخه سالانه (پانزدهم مرداد (۱) ، ۳۰ شهریور (۲)، ۱۵ آبان (۳)، ۳۰ آذر (۴)،اول بهمن (۵) و ۲۷ اسفند (۶) و ۱۵ خرداد (۷) و پراکنش مکانی دو گونه *O. dioica* و *O. longicauda* – آبهای ساحلی شمال بوشهر.

Figure 4: Temporal variability of density at annual cycle: August 6 (1), September 21 (2), November 6 (3), December 21, (4), Januery 6 (5), March 18 (6), may 6 (7), and spatial distribution of two species, *O. dioica* and *O. longicauda* - northern coastal waters of Bushehr.

الگوی پراکنش مکانی گونه *A. sicula* با گونه *O. dioica* مشابهت نشان داد و هر دو گونه در دریا حداکثر تراکم را نشان دادند. اما از نظر زمانی حداکثر تراکم گونه *A sicula* (با فراوانی نسبی۱/۰۶٪)، در فصل بهار مشاهده شد (شکل ۵). شایان ذکر است که تراکم نسبی *Fritillaria* sp. ۰/۰۴٪ محاسبه گردید که در نمودار قابل رویت نیست.

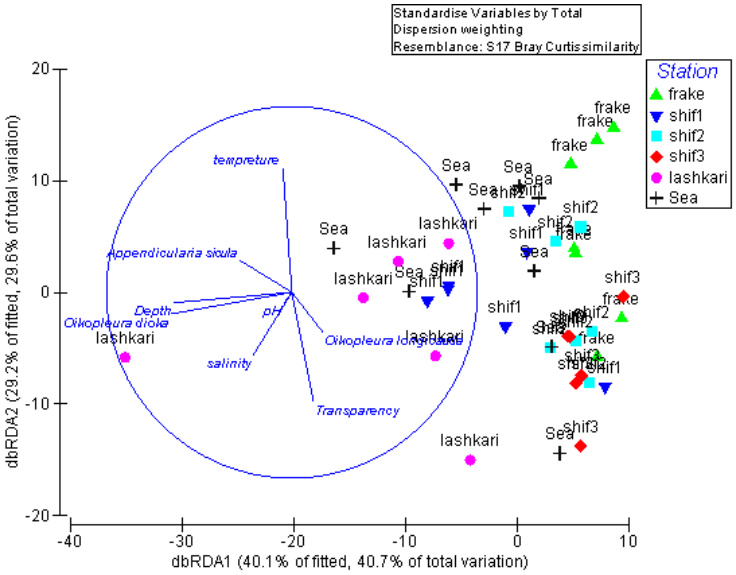


شکل۵: روند تغییرات زمانی تراکم و پراکنش مکانی گونه *A. sicula* – آبهای ساحلی شمال بوشهر

Figure 5: Temporal variability of density and spatial distribution of *A. sicula* - northern coastal waters of Bushehr.

بر اساس آزمون dbRDA، در نرم افزار Primer مشخص گردید که عمق شفافیت مهمترین فاکتور فیزیکی موثر بر پراکنش گونه *O. longicauda* است و عمق منطقه نمونه برداری به همراه شوری (به صورت ضعیف‌تر)، فاکتورهای موثر بر پراکنش گونه *O. dioica* بود. پارامتر درجه حرارت به طور ضعیفی با پراکنش *A. sicula* همبستگی نشان داد (شکل ۶).

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.4.3.0]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119252]



شکل۶: نمودار dbRDA : محور افقی ۴۰/۱٪ از واریانس تراکم گونه‌های اپندیکولارین و محور عمودی ۲۹/۲٪ از واریانس تراکم و پارامترهای اندازه گیری شده در منطقه و بازه زمانی مورد مطالعه را توصیف نموده است. شایان ذکر است، هر چه زاویه بین فلش مربوط به متغیر محیطی و گونه مورد مطالعه بزرگتر باشد، تاثیر و همبستگی ضعیف‌تر بوده، زاویه °۹۰ نشانگر عدم ارتباط و زاویه ° ۱۸۰ نشان‌دهنده تاثیر و همبستگی منفی و معکوس می باشد.

Figure 6: dbRDA plot: 40.1% and 29.2% of variabce has been explained by horizontal and vertical axis, based on density and measured parameters during the study time and study area. It should be mentioned that the angles beetwen variabes reflect their correlations, the larger the angle among density and environmental factor, the effect or correlation would be more weak, an 90 degree angle reflect no correlation and 180 degree angle reflect a negative correlation.

بحث

اپندیکولارین‌ها در تمام آبهای دریایی بویژه در ناحیه فلات قاره و لایه‌ها و اعماقی که اختلاط و گردش‌ها به طور کامل انجام می شود، پراکنش وسیعی دارند (Esnal, 1999). در مطالعه حاضر نیز بیشترین تراکم در ایستگاه دریایی مشاهده شد. در آبهای ساحلی و مصبی بوشهر با میانگین شوری ۴۵ در هزار، در میان جامعه اپندیکولارین‌ها گونه *O. dioica* در تمام نمونه‌ها حضور داشت و به عنوان گونه غالب مشخص گردید. این موضوع از آبهای مصبی بسیاری از نقاط دنیا از جمله آبهای ساحلی و مصبی Caravelas در برزیل (Carvalho and Bonecker, 2010) و دریای سیاه (Shignova, 2006)نیز گزارش شده است. *O. dioica* گونه‌ای است که بخوبی با شوری‌های بالا، نوسانات شوری و نوسانات میزان ذرات معلق سازگار شده است، اما بالاترین تراکم آن در منطقه آبهای ساحلی بوشهر، در ایستگاه دریا مشاهده شد. این امر با نتایج تحقیق Carvalho و Bonecker (۲۰۱۰) در منطقه Caravelas در برزیل و گزارش حداکثر تراکم در آبهای مصبی مطابقت ندارد و بالعکس مطابق با نتایج تحقیق Campos (۲۰۰۰)، حداکثر تراکم *O. dioica* در آبهای دریایی منطقه Costarias نشان داده شد. در تحقیقات Tomita و همکاران (۲۰۰۳) در آبهای دور از ساحل در خلیج Toyama (ژاپن) نیز زیستگاه گونه *O. dioica* ، آبهای نریتیک و متمایل به ورودی‌های عمیق آبهای قاره‌ای به دریا و مدخل دریا به خلیج مشخص گردیده است (Tomita *et al*., 2003) . تحقیقات نشان داده است که در مجموع گونه‌های مختلف اپندیکولارین‌ها بویژه گونه‌های جنس Oikopleura، گونه هایی مقاوم بوده و لذا در مناطق مختلف الگوهای پراکنش آنها تمایزی کمتر ولی روند تغییرات زمانی آنها تفاوت‌ها و

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.4.3.0]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119252]

الگوهایی شاخص نشان داده است. در تحقیق حاضر، گونه غالب *Oikopleura dioica* حداکثر تراکم را در فصل سرد نشان داد. Shiga (۱۹۸۲) در آبهای ساحلی خلیج Volcano (هوکایدو، ژاپن) و Carvalho و Bonecker (۲۰۱۰) نیز بالاترین فراوانی گونه *O. dioica* را بترتیب در اواخر پاییز و فصل بارانی گزارش کرده‌اند. در خلیج Toyama (ژاپن) نیز فراوانی *O. dioica* در تابستان هنگامیکه دمای آب به ۲۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت، اندک و به صفر رسید. همین کاهش در جمعیت *O. dioica* در تابستان، در بسیاری دیگر از آبهای دریایی گزارش گردیده است که از جمله می‌توان به کاهش شدید فراوانی در Villefranche در دمای بالاتر از ۲۰ درجه (Fenaux, 1993)، کاهش شدید فراوانی در سواحل Cantabrian در دمای بالاتر از ۱۶ درجه (Acuña and Anadón, 1992)، کاهش شدید فراوانی در خلیج توکیو و آبهای داخلی دریای ژاپن در دمای بیش از ۲۵ درجه (Uye and Ichino. 1995) نیز اشاره نمود. از سوی دیگر، در آبهای دریایی ژاپن Fenaux (۱۹۹۳) حداکثر تراکم لاروهای *O. dioica* را در دمای ۳/۲-۲۶درجه سانتی‌گراد ملاحظه و گزارش نمود. وی همچنین *O. dioica* را گونه‌ای یوری‌ترم با قدرت سازگاری بالا معرفی نمود و لذا بر اساس مطالعات Fenaux (۱۹۹۳) افزایش دما در تابستان می‌تواند علت و عامل بیولوژیک کاهش فراوانی *O. dioica* قلمداد گردد. اما این کاهش را نمی‌توان تنها به افزایش دما نسبت داد. Uye و Ichino(۱۹۹۵) نشان دادند که کاهش فراوانی *O. dioica* در خلیج Fukuyama در اواسط تابستان می‌تواند ناشی از فشار شکار توسط شانه‌داران باشد. از سوی دیگر، تحقیقات Nomura و Murano (۱۹۹۲) نشان داد که نیاز غذایی گونه *O. dioica* بیش از سایر گونه‌ها بوده و غذا مهمترین عامل محدود کننده در دینامیک جمعیت این گونه بشمار می‌رود. این محققین نشان دادند کاهش کلروفیل به کمتر از ۰/۵ میلی‌گرم در متر مکعب، نمی‌تواند نیاز غذایی جمعیت *O. dioica* را فراهم نماید و به همین دلیل تراکم آن در آبهای دریایی بسیاری از نقاط دنیا در تابستان کاهش نشان می‌دهد.

بر اساس مطالعات در آبهای دریایی نقاط مختلف در سطح جهان، در مورد گونه *O. longicauda* نیز تنوع زیستگاهی گزارش شده است، بطوریکه در آبهای ساحلی بوشهر، حداکثر تراکم در آبهای کم عمق شیف مشاهده شد. این الگوی پراکنش با نتایج تحقیق Carvalho و Bonecker(۲۰۱۰) در منطقه Caravelas و نتایج تحقیق Flores-Coto و همکاران (۲۰۱۰) در آبهای جنوب خلیج مکزیک، مطابقت نشان می‌دهد. در تحقیق Flores-Coto(۲۰۱۰) در آبهای ساحلی و مصبی جنوب خلیج مکزیک، *O. longicauda* به عنوان گونه غالب معرفی و مشخص گردید که این گونه، شاخص آبهای Eurytherm و گرم بوده و قادر است طیف وسیعتری از ذرات غذایی با اندازه‌های متنوع از جمله دیاتومه‌ها را جذب و هضم کند (در حالیکه بسیاری از اپندیکولارین‌های دیگر دارای چنین توانایی نیستند)، زیرا ساختار موکوسی "house" در آن فاقد فیلتر است (Alldrege, 1977). به طور کلی، گونه‌های مختلف جنس *Oikopleura* قادرند از طیف وسیعی از ذرات غذایی استفاده کنند. در مورد توالی زمانی جمعیت گونه *O. longicauda*، حداکثر تراکم (۳۱۰۰ عدد در متر مکعب) در ماه‌های گرم سال (شهریور) مشاهده گردید که این امر با نتایج تحقیق در آبهای خلیج Volcano (هوکایدو، ژاپن) و آبهای ساحلی Caravelas (برزیل) مطابقت نشان می‌دهد. نکته جالب اینکه در مقایسه آبهای دریایی و ساحلی، در آبهای کم عمق و ساحلی خلیج Volcano ، با افزایش دما و در بازه‌های زمانی که دمای آب به ۲۱-۱۷ درجه رسید، تراکم‌های بیش از ۲۰۰۰ عدد در متر مکعب ملاحظه شد و در نهایت، حداکثر تراکم *O. longicauda* به ۳۹۱۹ عدد در متر مکعب گزارش گردید. همچنین مشخص گردید در بخشهایی از آبهای نریتیک فقط در مکانهایی که در مسیر جریان های گرم اقیانوسی باشند، تراکم *O. longicauda* افزایش نشان می‌دهد. به رغم اینکه این گونه euritherm است و اگر چه پراکنش این گونه از عرض های جغرافیایی°۶۰ نیز گزارش شده است ، *O. longicauda* تمایل به زندگی در آبهای نیمه

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.4.3.0]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119252]

گرمسیری، گرمسیری و دماهای بالاتر دارد (Aravena and Palma, 2002).

A. sicula به عنوان سومین گونه اپندیکولارین شناسایی شده در آبهای ساحلی بوشهر، کمترین تراکم را بخود اختصاص داد. بر اساس تحقیق Carvalho و Bonecker(۲۰۱۰) در آبهای ساحلی Caravelas نیز این گونه در گروه گونه های نادر و کمیاب طبقه بندی گردید. *A. sicula* گونه آبهای گرم تا معتدل و نریتیک بوده و از جمله گونه‌هایی از اپندیکولارین هاست که در جمعیت آبهای ساحلی جهان، پراکنش محدودی برای آن گزارش شده است (Tomita *et al*., 2003). این گونه در تحقیق Esnal (۱۹۹۹) در آبهای ساحلی جنوب اقیانوس اطلس نیز در گروه اپندیکولارین‌های کمیاب با میانگین تراکم ۰/۱ درصد گزارش گردید.

در مورد گونه *A. sicula*، حداکثر تراکم در ماه مرداد مشاهده شد و بر اساس آزمون dbRDA، مهمترین عامل موثر بر تغییرات تراکم آن (اگرچه به صورت ضعیف)، درجه حرارت مشخص گردید (شکل ۶). در تحقیقات Tomita و همکاران (۲۰۰۳) در محدوده خلیج Toyama (ژاپن) نیز A.*sicula*، گونه آبهای گرمسیری، نریتیک و متمایل به نواحی محصور ساحلی معرفی گردید. نکته جالب اینکه این گونه stenotherm و stenohaline بوده و در آبهای ساحلی خلیج Volcano نیز فقط در زمان گردش و آغاز گرم شدن لایه‌های عمقی آب مهاجرت‌های عمودی خود را به اعماق آغاز می‌کند. همچنین تحقیقات نشان داده است که با رسیدن به دمای معتدل و حدود ۲۰-۴ درجه سانتی‌گراد، شرایط برای تکثیر و تولید مثل این گونه ایده‌آل خواهد بود (Acufia and Anadon, 1992, Tomitai *et al*., 2003,) و در نتیجه تراکم افراد این گونه در تابستان به حداکثر می‌رسد.

در نهایت مشخص گردید در آبهای ساحلی بوشهر به دلیل شریط سخت محیطی از جمله شوری و دمای بالا تنوع گونه‌ای اپندیکولارین‌ها محدود است. از سوی دیگر، گونه‌های شناسایی شده در تمام ماه‌های سال و در تمام نمونه برداری‌ها حضور دارند. همچنین در آبهای نسبتاً عمیق ایستگاه دریا و در شرایط دمایی مطلوب فصل زمستان، امکان شکوفایی گونه *O. dioica* فراهم گردیده است.

منابع

امیدی، س، ۱۳۸۰. بررسی پساب های مزارع پرورش میگودر منطقه حله بوشهر و اثرات احتمالی آن بر محیط زیست دریایی(سال ۱۳۷۷). مجله علمی شیلات ایران. ۱۰(۳): ۱۳-۳۴.

نوری نژاد، م.، امیدی، س.، دلیرپور، غ.، محمدنژاد، ج.، انصاری، ه.،۱۳۹۶. تغییر ساختار ژئوپلانکتون ها و افزایش فراوانی ژله فیش ها در منطقه ساحلی بوشهر-دلوار. مجله علمی شیلات ایران، ۲۷(۱) : ۹۹-۱۰۶.

Alldredge, A.L., 1977. House morphology and mechanisms of feeding in the Oikopleuridae (Tunicata, Appendicularia). *Journal of Zoology, London*, 181: 175–188.

Aravena, G. and Palma, S., 2002. Identificación taxonómica de las apendicularias capturadas en aguas epipelágicas de la zona norte de Chile (Tunicata, Appendicularia). *Revista Chilena de Historia Natural,* 75 (2):307-325.

Acuña, J.L. and Anadón, R., 1992. Appendicularian assemblages in a shelf area and their relationship with temperature. *Journal of Plankton Research*, 14: 1233–1250.

Bone, Q., 1998. The Biology of Pelagic Tunicates. New York: Oxford University Press, 340P.

Björberg, T.K.S. and Forneris, L., 1956a. On the uneven distribution of the copelata of the Fernando Noronha area. *Boletim do*

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.4.3.0]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119252]

Instituto Oceanográfico, São Paulo, 7: 105-111.

Björberg, T.K.S. and Forneris, L., 1956b. On the uneven distribution of the copelata of the Alcatrazes area. *Boletim do Instituto Oceanográfico, São Paulo*, 7: 113-115.

Campos, M.A.G., 2000. As apendiculárias da região compreendida entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). Tese de Mestrado, Universidade de São Paulo.

Capitanio, F.L., Pájaro, M. and Esnal, G.B., 2005. Appendicularians: an important food supply for the Argentine anchovy *Engraulis anchoita* in coastal waters. *Journal of Applied Ichthyology*, 21: 414-419.

Carvalho, P.F. and Bonecker, S.L.C., 2010. Seasonal and Spatial Variability of Appendicularian Density and Taxonomic Composition in the Caravelas Estuary (Northeastern Brazil) and Adjacent Coastal Area. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 53: 161- 169. DOI: 10.1590/S1516-89132010000100020

Dagg, M.J. and Brown, S.L., 2005. The potential contribution of fecal pellets from larvaceans *Oikopleura dioica* to vertical flux of carbon in a river dominated coastal margin. In: Gorsky G, MJ Youngbluth and D Deibel (eds). Response of marine ecosystems to global change, pp. 293-307. Contemporary Publishing International, Paris.

Deibel, D., 1998. Feeding and metabolism of Appendicularia. pp. 139–150 *in* Bone, Q. (ed.) *The Biology of Pelagic Tunicates.* New York: Oxford University Press 340 pp.

Esnal, G.B., 1999. Appendicularia. In: Boltovskoy, D. (ed.) South Atlantic Zooplankton. The Netherlands, Backhuys Publishers, pp. 1375-1398.

Fenaux, R., 1993. The classification of the Appendicularia (Tunicata): History and current state. *Mémoires de l'Institut océanographique.* 123P.

Flores-Coto, C., Añorve, L.S., Vázquez-Gutiérrez, F. and Sánchez-Ramírez, M., 2010. Mesoscale distribution of *Oikopleura* and *Fritillaria* (Appendicularia) in the Southern Gulf of Mexico: spatial segregation. *Journal of Revista de Biología Marina Oceanografía*, 45: 379-388, DOI: 10.4067/S0718-19572010000300002

Flood, P.R., Deibel, D. and Morris, C.C., 1992. Filtration of colloidal melanin from sea water by planktonic tunicates. *Nature*, 355**,** 630-632. DOI :10.1038/355630a0

Hansen, J.L.S., Kiorboe, T. and Alldredge, L., 1996. Marine snow derived from abandoned larvacean houses: sinking rates, particle content and mechanisms of aggregate formation. *Marine Ecology Progress Series*, 141: 205–215. DOI:10.3354/meps141205

Hopcroft, R.R. and Roff, J.C., 1998. Production of tropical larvaceans in Kingston Harbour, Jamaica: are we ignoring an important secondary producer. *Journal of Plankton Research*, 20: 557–569. DOI: 10.1093/plankt/20.3.557

Hopcroft, R.R., Roff, J.C. and Bouman, H.A., 1998. Zooplankton growth rates: the larvaceans *Appendicularia*, *Fritillaria* and

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.4.3.0]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119252]

Oikopleura in tropical waters. *Journal of Plankton Research*, 20, 539–555. DOI: 10.1093/plankt/20.3.539

Lambert, G., 2005. Ecology and natural history of protochordates. Canadian Journal of Zoology 83: 34-50. DOI:10.1139/z04-164.

Murray, J.W., Barber, R.T., Roman, M.R., Bacon, M.P. and Feely, R.A., 1994. Physical and biological-controls on carbon cycling in the equatorial Pacific. *Science*, 266: 58–65. DOI: 10.1126/science.266.5182.58

Nomura, H. and Murano, M., 1992. Seasonal variation of meso- and macrozooplankton in Tokyo Bay, central Japan. *La mer*, 30: 49–56 (in Japanese with English abstract).

Purcell, J.E., Sturdevant, M.V. and Galt, C.P., 2005. A review of appendicularians as prey of invertebrate and fish predators. In: Gorsky G, MJ Youngbluth and D Deibel (eds). Response of marine ecosystems to global change, pp. 359-435. Contemporary Publishing International, Paris.

Shiga, N., 1982. Regional and annual variations in abundance of an appendicularian *Oikopleura labradoriensis* in the Bering Sea and the northern North Pacific ocean during summer. *Bulletin of the Plankton Society of Japan*., 29, 119–128.

Shiganova, T., 2005. Changes in appendicularian *Oikopleura dioica* abundance caused by invasion of alien ctenophores in the Black Sea. *Journal of Marine Biology*, 85, 477-494. DOI: 10.1017/S0025315405011410

Smith, P.E. and Richardson, K.B., 1977. Standard techniques for plagic fish eggs and Larvae survey. Rome, FAO, Teqnichal paper: 175, 100P.

Tomitai, M., Shiga, N. and Ikeda, T., 2003. Seasonal occurrence and vertical distribution of appendicularians in Toyama Bay, southern Japan Sea. *Journal of Plankton Research*, 25(6): 579-589. DOI: 10.1093/plankt/fbz008

Uye, S. and Ichino, S., 1995. Seasonal variations in abundance, size composition, biomass and production rate of *Oikopleura dioica* (Fol) (Tunicata: Appendicularia) in a temperate eutrophic inlet. *Journal of the Experimental Marine Biology and Ecology*, 189: 1-11. DOI: 10.1016/0022-0981(95)00004-B

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.4.3.0]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119252]

Taxonomic structure, spatial distribution, and temporal variations of Appendicularian communities in coastal waters of Bushehr- Persian Gulf.

Mousavi Nadushan R.[1*]; Ghiasabadi M.[1]

[*]mousavi.nadushan@gmail.com

1-Department of Fisheries, Marine Science and Technology Campus, Tehran North Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

Appendicularians are the most important group among zooplankton communities, widely distributed in all the oceans and they are considered as one of the most important sources of productivity and food supplies for secondary consumers. So this study aimed to identify, introduce and assess the temporal and spatial variations of the Appendicularians in the Persian Gulf, restricted to coastal waters of northern part of Bushehr. Appendicularians were collected during seven sampling programs, from Frake river-estuary, three sites of large creek-estuary of the Shif, one site in the sea, and one site in the Lashkari creek-estuary, at middle and last day of each season, midsummer of 2016 to spring of 2017. During all surveys, depth of the sampling location, Secchi depth, water temperature, pH, and salinity were measured. Finally, 4 species were identified, *Oikopleura dioica*, *Oikopleura longicauda Appendicularia sicula* and *Fritillaria* sp. The highest total density was observed in the sea station at March, with dominance of *O. dioica* and a relative abundance of 80%, relative abundance of *O. longicauda*, *A. sicula* and *Fritillaria* sp. were calculated 18.9%, 1.06% and 0.04% respectively, so *Fritillaria* sp were introduced as rare species. Two species of *O. dioica* and *O. longicauda* demonstrated completely different spatial and temporal distribution pattern, and based on dbRDA (distance based Redundancy Analysis), transparency explains effectively the distribution pattern of *O. longicauda*, and also depth and salinity are the most important factors which explain the distribution pattern of *O. dioica* and temperature was correlated factor with abundances of *A. sicula*, in our study area.

Keywords: Appendicularian, Environmental parameters, Distribution Pattern, Bushehr, Persian Gulf

[*]Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.4.3.0]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119252]