مقاله علمی – پژوهشی:

تنوع گونه‌ای، الگوی پراکنش و توالی زمانی جوامع کرم‌های پیکانی (Chaetognatha) در آبهای مصبی– ساحلی شمال بوشهر– خلیج فارس

رضوان موسوی ندوشن*[۱]، منیر غیاث‌آبادی[۱]

*Mousavi.nadushan@gmail.com

۱–دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱٤۰۰

چکیده

کرم های پیکانی، کرم‌هایی نیرومند و مزوزئوپلانکتون‌های شکارچی هستند که اغلب از سایر گروه‌های غالب و فراوان زئوپلانکتونی، به‌ویژه کوپه‌پودها و اپندیکولارین‌ها تغذیه می‌کنند. بنابراین، در زنجیره غذایی پلاژیک به‌ویژه در زیستگاه‌های نریتیک دریاها و اقیانوس‌های جهان، به عنوان مهم‌ترین گروه جمعیت مزوزئوپلانکتونی محسوب می‌شوند. نظر به اهمیت اکولوژیک، تجاری، اقتصادی و شیلاتی آبهای ساحلی- مصبی شمال بوشهر، هدف از اجرای این تحقیق شناسایی، معرفی و تعیین الگوی حاکم بر پراکنش گونه‌های کرم‌های پیکانی آبهای خلیج فارس با تأکید بر آبهای منطقه مورد نظر قرار داده شد. نمونه‌برداری در روزهای میانی و پایانی هر فصل، در خور فراکه، سه نقطه از محدوده مصب شیف، ایستگاه دریایی و مصب لشکر صورت گرفت و در کلیه زمان‌های نمونه‌برداری، عمق محل نمونه‌برداری، عمق شفافیت و پارامترهای فیزیکی درجه حرارت، pH، و شوری اندازه‌گیری شدند. در نهایت در منطقه، چهار گونه کرم پیکانی، *Flaccisagitta enflata*، *Aidanosagitta neglecta*، *Aidanosagitta regularis* و *Zonosagitta pulchra*، به‌ترتیب با فراوانی نسبی ۵۶/۵۶٪، ۲۹/۴۲٪، ۱۱/۲۵٪ و ۲/۷۸٪ شناسایی گردیدند. برای دو گونه *F. enflata* و *A. regularis*، الگوی پراکنش مکانی و زمانی مشابه بود و حداکثر تراکم در فصل سرد و در ایستگاه دریا مشخص گردید. حداکثر تراکم برای گونه‌های *A. neglecta* و *Z. pulchra* در تابستان و ایستگاه‌های ساحلی و کم عمق مصب شیف مشاهده و ثبت گردید. بر اساس آزمون dbRDA[۱]، مشخص گردید که از میان عوامل محیطی مورد مطالعه، عمق محل نمونه‌برداری بر پراکنش گونه‌های *F. enflata* و *A. regularis* تاثیر مثبت و شوری تاثیر معکوس دارد. همچنین نتایج حاصل از آنالیز dbRDA نشان داد که عمق محل زیستگاه تاثیر منفی بر الگوی پراکنش *A. neglecta* و درجه حرارت تاثیر مثبت بر الگوی پراکنش *Z. pulchra* دارد.

لغات کلیدی: مزوزئوپلانکتون، کرم‌های پیکانی، الگوی پراکنش، توالی زمانی، خلیج فارس

*نویسنده مسئول

[1] Distance based Redundancy Analysis

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.1.1.3]

مقدمه

کرم‌های پیکانی[1]، متازوآهای شفاف دریایی، کرم‌هایی نیرومند، شکارچی و از مهم‌ترین گروه‌های جمعیت مزوزئوپلانکتونی زنجیره غذایی پلاژیک محسوب می‌شوند. زیرا به طور معمول و به صورت گسترده در تمام زیستگاه‌های دریایی از جمله خورها و مصب‌ها، اقیانوس‌های باز، حوضچه‌های جزرومدی، غارهای دریایی، تالاب‌های ساحلی، دریاهای عمیق و آبهای قطبی یافت می‌شوند و در میان زئوپلانکتون‌های دریایی به لحاظ فراوانی، در ردیف پنج گروه غالب و در مقایسه با کوپه‌پودها دومین گروه به‌شمار می‌روند (Vega-Pérez and Schinke, 2011). از دیدگاه تغذیه و رفتار تغذیه‌ای، آنها گوشتخوار و شکارچیانی فعال هستند. در دوران نوجوانی از تینتی نیدها[2] و روتیفرها تغذیه می‌کنند و در دوران بلوغ شکار خود را با استفاده از قلاب‌های محکم و نیرومند خود می‌گیرند و قادرند از سطوح مختلف زنجیره غذایی تغذیه کنند. مهم‌ترین صید و منبع غذایی آنها کوپه‌پودها هستند، زیرا فراوان‌ترین گروه زئوپلانکتونی در اکوسیستم‌های دریایی و مصبی هستند، اما آنها از ارگانیسم‌های درشت‌تر از جمله لارو ماهیان، یوفاسیدها[3]، کلادوسرها و کرم‌های پرتار نیز شکار می‌کنند (Froneman *et al*., 1998; Duro and Saiz, 2000). هم‌جنس‌خواری نیز در میان آنها دیده شده است و در نهایت از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده رفتار تغذیه‌ای آنها می‌توان به فراوانی شکار و اندازه شکارچیان اشاره نمود. آنها شکار خود را از طریق حرکات، احساس و ردیابی می‌کنند. توده زنده آنها، حدود ۳۰-۱۰٪ توده زنده کوپه‌پودها در سطح اقیانوس‌های جهان برآورد گردیده است. لذا، این گروه پلانکتونی نقش مهمی در انتقال انرژی از کوپه‌پودها به سطوح بالاتر زنجیره غذایی بر عهده دارند (Bone and Duvert, 1991). به عنوان شکارچیان غالب با فراوانی بالا، می‌توانند فشار قابل توجه به جمعیت کوپه‌پودها وارد آورند و تاثیر قابل توجه بر دینامیک جمعیت آنها داشته باشند و در نهایت یک جزء مهم در جریان کربن در اقیانوس‌ها به‌شمار می‌روند (Qresland, 1990; Terazaki, 1996). دانسیته بسیاری از گونه‌های آنها از جمله *F. enflata* و *P. elegans* فقط اندکی از آب دریا بیشتر است. لذا، به طور طبیعی شناوری بالایی دارند (Feigenbaum, 1979; Bone and Duvert, 1991). هر دو گروه، گونه‌های سبک و طبیعتاً شناور و گونه‌های با دانسیته بالا، با حرکات سریع، ناگهانی و پویا موقعیت خود را در آب دریا حفظ می‌کنند و البته گونه‌های سبک و طبیعتاً شناور فعالیت کمتری نشان می‌دهند. در نهایت آنها هنگام شکار، حرکاتی سریع و مستقیم دارند و با همین حرکات از شکارچیان به‌خوبی می‌گریزند (Bone and Duvert, 1991).

این گروه همواره مورد توجه متخصصین اقیانوس‌شناسی شیلاتی و متخصصین ارزیابی ذخایر نیز بوده است. زیرا آنها شکارچی یا رقبای بسیاری از انواع لارو ماهیان محسوب می‌شوند (Baier and Purcell, 1997; Brodeur and Terazaki, 1999). این زئوپلانکتون‌ها در خلیج آلاسکا شکارچیان لارو ماهی سالمون به‌شمار می‌روند. از سوی دیگر، در سواحل شمال شرقی ژاپن، غذای اصلی ماهیان بالغ Pacific saury و در فصل بهار غذای غالب ماهی Walleye pollock را تشکیل می‌دهند (Kooka *et al*., 1998). بسیاری از گونه‌های این گروه زئوپلانکتونی به شکلی خاص و منحصربه‌فرد از شرایط هیدروگرافیک محیط زندگی خود از جمله شوری، درجه حرارت، غلظت اکسیژن تاثیر می‌پذیرند و روابط خاص گونه‌ای نسبت به پیکره‌های آبی یا پروفایل و پراکنش عمودی نشان می‌دهند (Terazaki, 1996; Ulloa *et al*., 2000). در مجموع، پراکنش برخی گونه‌ها به‌شدت وابسته به شرایط محیطی و اکولوژیک است و می‌توانند به عنوان موجودات اندیکاتور و شاخص پیکره‌های آبی قلمداد شوند (De Robertis *et al*., 2000; Irigoien *et al*., 2004).

با توجه به اینکه آبهای ساحلی بوشهر از نقاطی است که از جنبه فعالیت‌های صید و صیادی و فعالیت‌های تکثیر و پرورش میگو، از اهمیت اکولوژیک، تجاری و اقتصادی

[1] Chaetognaths
[2] Tintinid
[3] Euphausiid

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.1.1.3]

برخوردار است، تحقیق در زمینه تنوع، تولید و پراکنش این گروه از مزوزئوپلانکتون‌های شکارچی می‌تواند از جایگاه ویژه‌ای برخوردار باشد.

مواد و روش کار

منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق، وضعیت و پراکنش کرم‌های پیکانی در خور فراکه (دریافت‌کننده 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 {به‌ترتیب پانزدهم مرداد (۱)، ۳۰ شهریور (۲)، ۱۵ آبان (۳)، ۳۰ آذر (۴)، ۱۵ دی (۵) ، ۲۷ اسفند (۶) و ۱۵ خرداد (۷) و نمونه‌برداری در اول تیرماه میسر نگردید}، انجام شد. نمونه‌برداری به کمک تور زئوپلانکتون، با قطر منافذ ۲۰۰میکرون، دارای جریان‌سنج (Hydro-Bios) و بر اساس روشSmith و Richardson (۱۹۷۷) انجام شد. نمونه‌های جمع‌آوری و تثبیت شده در فرمالین ۴ درصد در آزمایشگاه در حد گونه شناسایی گردید Al-Yamani *et al.*, 2011). همچنین پارامترهای دما، شوری، pH با دستگاه پرتابل و عمق شفافیت با استفاده از صفحه سکشی اندازه‌گیری گردیدند.



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	
۱	فراکه	۲	خور-رودخانه	N 29° 08' 22" E 50° 38' 22"
۲	شیف۱	۱/۵	خور-مصب	N 29° 04' 45" E 50° 51' 18"
۳	شیف۲	۲/۵	خور-مصب	N 29° 02' 31" E 50° 49' 27"
۴	شیف۳	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"

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

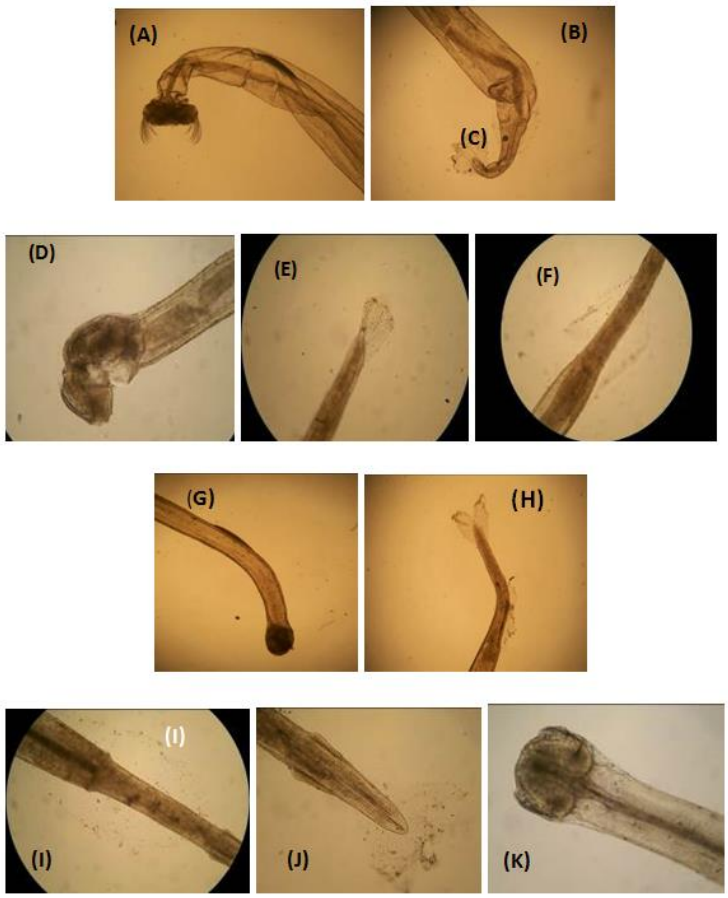
[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.1.1.3]

روش تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

نرمالیتی جوامع تراکم کل گونه‌ها و تراکم هر یک از گونه‌ها، در بازه زمانی و مکان‌های مورد مطالعه، بر اساس آزمون Shapiro- Wilk 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 در نرم افزار SPSS ترسیم شدند. در نهایت جهت بررسی تاثیر پارامترهای محیطی مورد مطالعه بر ساختار جمعیت و پراکنش کرم‌های پیکانی در منطقه، از آزمون dbRDA در نرم افزار PRIMER v6 استفاده شد.

نتایج

در این تحقیق از شاخه Chaetognatha و رده Sagittoidea، راسته Aphragmophora و خانواده Sagittidae، چهار گونه شناسایی گردیدند. گونه‌های شناسایی شده شامل *Flaccisagitta enflata*، *Aidanosagitta neglecta* و *Aidanosagitta regularis* و *Zonosagitta pulchra.* بودند (شکل ۲).



شکل ۲: تصویر گونه های کرم های پیکانی شناسایی شده: تصویر (A) سر و بخش قدامی بدن، (B) و (C) بخش خلفی بدن و seminal vesicle، مربوط به گونه *F. enflata*.. تصویر (D) سر، (E) باله دمی و (F) باله خلفی، مربوط به گونه *A. neglecta*. تصویر (G) سر و (H) باله خلفی و باله دمی گونه *A. regularis*. تصویر (I) باله خلفی و (J) باله دمی و (K) سر مربوط به گونه *Z. pulchra*

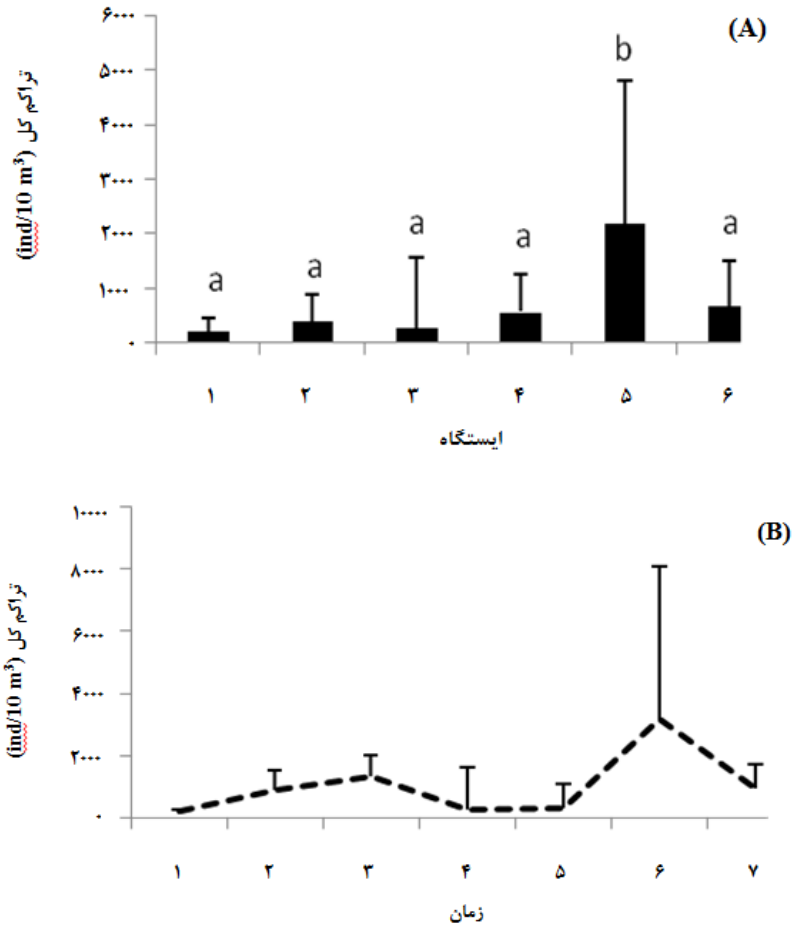
Figure 2: Picture of identified species : (A) head and anterior part of the body, (B and C) posterior part of the body and seminal vesicle of *F. enflata*. (D) head, (E) tail fin and posterior fin of *A. neglecta.* (G) Head and (H) posterior fin of *A. regularis.* (I) posterior fin, (J) tail fin and (K) head of *Z. pulchra*

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.1.1.3]

میانگین (±انحراف معیار) تراکم کرم‌های پیکانی در منطقه مورد مطالعه به ۲۳۶۰±۱۰۲۵ عدد در ۱۰ مترمکعب رسید (شکل۳) که درصد فراوانی گونه‌های *F. enflata*، *A. neglecta* و *A. regularis* و *Z. pulchra* به‌ترتیب ۵۶/۵۶٪، ۲۹/۴۲٪، ۱۱/۲۵٪ و ۲/۷۸٪ محاسبه گردید.

همچنین طی دوره تحقیق در آبهای ساحلی بوشهر در محدوده خور فراکه تا خور لشکری، بالاترین تراکم کل کرم‌های پیکانی در ایستگاه دریا و به لحاظ زمانی حداکثر تراکم در پایان اسفند ماه مشاهده شد.



شکل ۳: مقایسه تراکم کل کرم های پیکانی در ایستگاه های مورد مطالعه (A) و روند تغییرات زمانی آنها (B). داده ها بر اساس میانگین و انحراف معیار نشان داده شده است و حروف (a, b, c) نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح خطای کوچکتر از ۰/۰۵ می باشد.

Figure 3: A Comparison between total abundance of Chaetognaths in the studied sampling stations (A) temporal variations of them (B). Data are shown as mean and standard deviation, and the minuscule (a, b, c) show the type I error at significance level of p<0.05

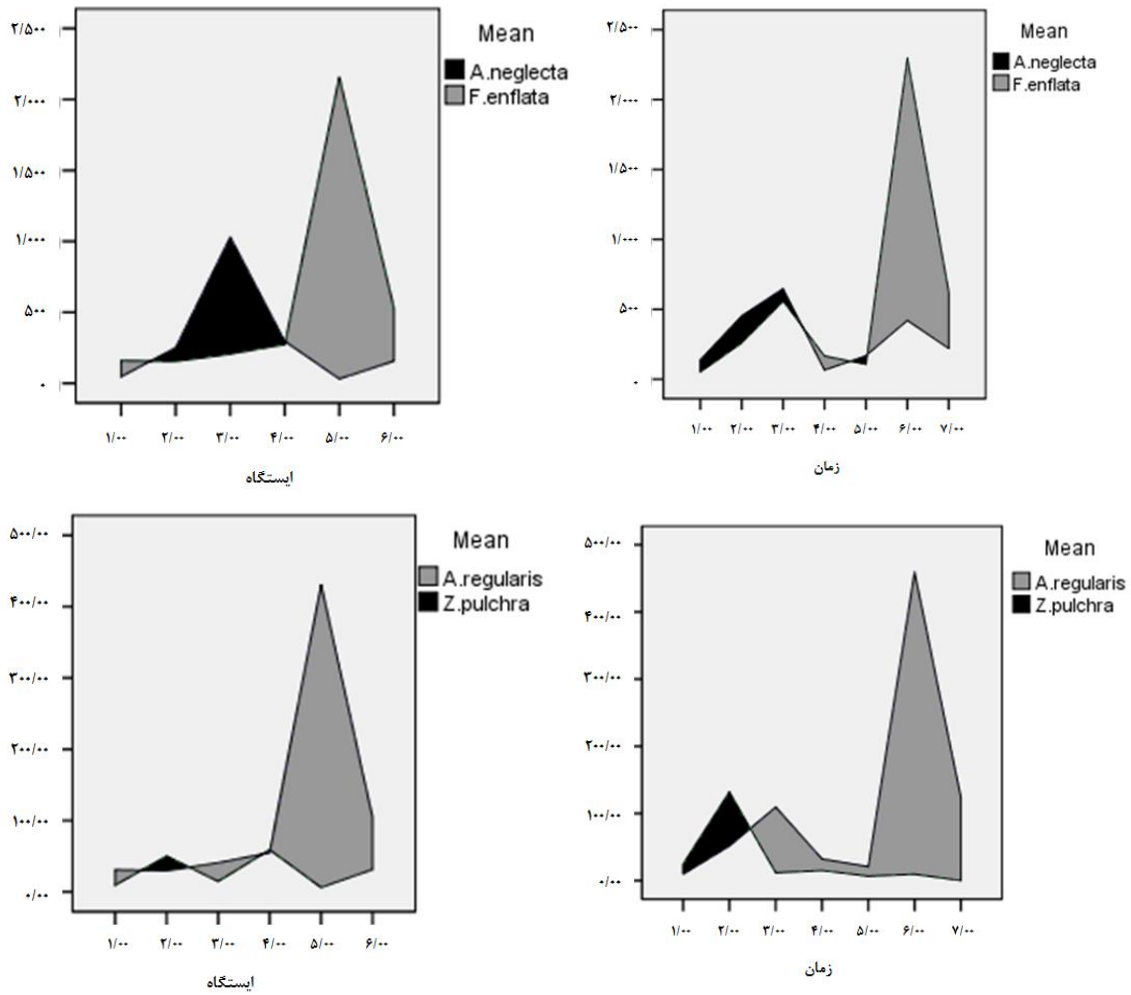
در میان پیکانیان شناسایی شده، گونه‌های غالب به‌ترتیب *F. enflata* و *A. neglecta* مشخص گردیدند، اما برای دو گونه، الگوهای پراکنش مکانی و روند تغییرات زمانی کاملاً متفاوت به‌دست آمد. همچنین الگوی پراکنش مکانی گونه‌های *A. regularis* با گونه *Z. pulchra* نیز متفاوت

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.1.1.3]

ولی با گونه *F.enflata* مشابهت نشان داد و هر دو گونه در دریا حداکثر تراکم را نشان دادند (شکل ۴).

براساس آزمون dbRDA، در نرم‌افزار Primer، مشخص گردید که عمق زیستگاه و شوری (با تاثیر منفی) مهم‌ترین فاکتورهای فیزیکی موثر بر پراکنش گونه *F. enflata* و *A. neglecta* بود و عمق شفافیت پارامتر موثر بر الگوی پراکنش *A. regularis* و دما پارامتر موثر بر پراکنش گونه Z. *pulchra* تعیین گردید (شکل ۵).

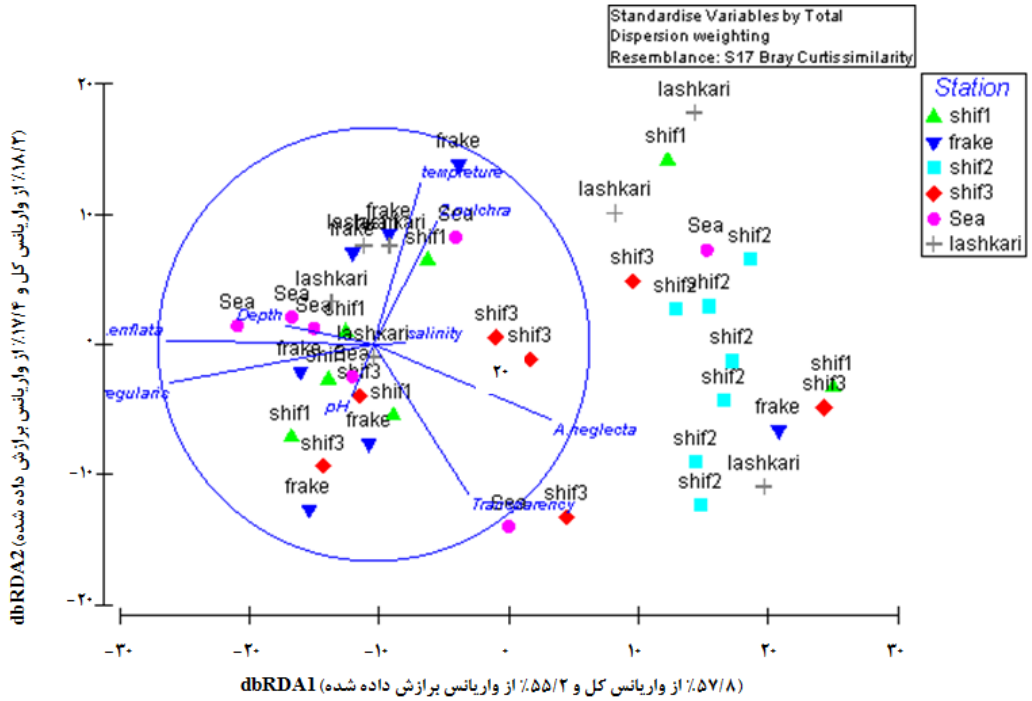


شکل۴: مقایسه روند تغییرات تراکم (ind.10m^{-3}) در سیکل سالانه و پراکنش مکانی دو گونه *F. enflata* و *A. neglecta* و دو گونه *A. regularis* و *Z. pulchra* در آبهای ساحلی شمال بوشهر

Figure 4: Temporal variability of density (ind.m^{-3}) at annual cycle and spatial distribution of *F. enflata* and *A. neglecta* also *A. regularis* and *Z. pulchra* - northern coastal waters of Bushehr

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.1.1.3]



شکل۵: نمودار dbRDA: محور افقی ۵۷/۸٪ از واریانس کل و ۵۵/۲٪ از واریانس برازش داده شده از تراکم گونه های کرم های پیکانی و محور عمودی ۱۸/۲٪ از واریانس کل و ۱۷/۴٪ از واریانس برازش داده شده (توسط مدل) از تراکم کرم های پیکانی و پارامترهای اندازه گیری شده در منطقه و بازه زمانی مورد مطالعه را توصیف نموده است. لازم به ذکر است هرچه زاویه بین فلش مربوط به متغیر محیطی و گونه مورد مطالعه بزرگتر باشد، تاثیر و همبستگی ضعیف تر است و زاویه ۹۰° نشان دهنده ی عدم ارتباط و زاویه ۱۸۰° نشان دهنده تاثیر و همبستگی منفی و معکوس می باشد.

Figure 5: dbRDA plot: The horizontal axis has explained 57.8% of total variance and 55.2% of fitted variance from the density of Chaetognaths and the vertical axis has explained 18.2% of total variance and 17.4% of fitted variance (by model) from the density of Chaetognaths and measured parameters. It should be mentioned that the angles between variables reflect their correlations, the larger the angle among density and environmental factor, the effect or correlation would be weaker, 90 degree angle reflect no correlation and 180 degree angle reflect a negative correlation

بحث

کرم‌های پیکانی بی‌مهرگان هولوپلانکتون و موجودات شاخص به‌ویژه برای جریان‌های آبی معمول و حاکم در دریاها به‌شمار می روند. زیرا گونه‌های مختلف، الگوهای پراکنش اختصاصی ولی متفاوت نشان می‌دهند. آنها شکارچیانی فرصت‌طلب هستند که فراوان‌ترین شکار را برای تغذیه انتخاب می‌کنند (Kehayias *et al.*, 2005; Kehayias and Kourouvakalis, 2010). در مجموع، ۴ گونه کرم پیکانی شناسایی شده در این تحقیق را می‌توان به دو گروه اکولوژیک نریتیک و نیمه نریتیک[1] طبقه‌بندی نمود. در این تحقیق گونه *F. enflata*، ۵۶/۵۶ درصد از فراوانی کل کرم‌های پیکانی را به‌خود اختصاص داد و به عنوان گونه غالب مشخص گردید و گونه *A. neglecta* با فراوانی نسبی ۲۹/۴۲٪ در مقام دوم قرار گرفت. همچنین براساس نتایج تحقیق در آبهای ساحلی بوشهر و نتایج آزمون dbRDA، مشخص گردید که از میان پارامترهای محیطی مورد مطالعه عمق زیستگاه تاثیر مستقیم بر تراکم و پراکنش *F. enflata* داشته است (شکل ۶). بنابراین، به‌نظر می‌رسد

[1] Semi-neritc

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.1.1.3]

که *F. enflata* در گروه زئوپلانکتون‌های نیمه نریتیک قرار دارد. این امر با نتایج تحقیق Liang و Vega-Perez (۱۹۹۴) در منطقه São Sebastião در برزیل مطابقت نشان می‌دهد. تراکم و پراکنش گونه *F. enflata* در تحقیق دیگری در آبهای برزیل مورد مطالعه قرار گرفت و مشخص گردید که تراکم آن در آبهای عرض‌های جغرافیایی پائین و استوایی، بیشتر و همواره به عنوان گونه غالب مطرح است (Giesecke and González, 2004). همچنین در تحقیق در منطقه وسیعی از آبهای فیلیپین (در ۲۱ ایستگاه) تراکم *F. enflata*، در میان ۲۶ گونه (۱۴ گونه تراکم کمتر از ۱٪ داشته‌اند)، به ۴۲ درصد و تراکم *A. neglecta* ۱۲/۵٪ گزارش گردید (Noblezsda and Campos, 2008). مطالعات متعدد دیگر در آبهای نیمه گرمسیری و گرمسیری و استوایی، نشان داده است که *F. enflata* تمایل به آبهای نیمه نریتیک دارد (Szyper, 1978; Garcia and Caminas, 1985; Marazzo and Nogueira, 1996) و به عنوان یکی از فراوان‌ترین گونه‌های کرم‌های پیکانی به‌ویژه در آبهای سطحی Goa در هند نیز معرفی گردیده است (Goswami, 1982). از سوی دیگر، بسیاری از تحقیقات نشان داده‌اند که با دور شدن از ساحل تا رسیدن به آبهای اقیانوسی، تنوع و غناء کل گونه‌های کرم‌های پیکانی به صورت قابل‌توجه افزایش نشان می‌دهد (McLelland and Heard, 1991; Liang and Vega-Perez, 1994; Kehayias and Kourouvakalis, 2010) و همین امر می‌تواند دلیلی بر تعداد محدود گونه‌های شناسایی شده در منطقه مورد مطالعه باشد.

در این مطالعه حداکثر تراکم گونه *F. enflata* در ایستگاه دریا و در زمستان مشخص گردید. اما یک افزایش تراکم نیز در اواخر تابستان (شهریور) و آبان ماه مشاهده شد. تحقیقات Kehayjas و همکاران (۲۰۰۵) و مطالعات Alle و همکاران (۲۰۱۲) در خلیج هنگ کنگ نیز نشان داد که تولید مثل در اغلب افراد این گونه در اواخر تابستان و اوایل پاییز آغاز می‌شود. بنابراین، در این مقطع زمانی، یک افزایش تراکم به‌ویژه از کرم‌های نوجوان[1] در جمعیت پدید می‌آید.

کرم‌های پیکانی گونه *F. enflata*، اپی‌پلانکتونی‌هایی هستند (Andréu, 1992) که پراکنش جغرافیایی وسیعی در آبهای اقیانوس اطلس، هند و هند- آرام دارند (Pierrot-Bults and Nair, 1991) و در اکثر مطالعات حتی در مناطق معتدله و دامنه وسیعی از شوری، به عنوان گونه غالب معرفی گردیده‌اند (Boltovskoy, 2005). برخی محققین مهاجرت‌های عمودی را برای آن به اثبات رسانده‌اند (Andréu, 1992; Kehayias and Kourouvakalis, 2010). اما بر اساس مطالعات (Terazaki, 1996; Giesecke and Gonza´lez, 2004; Johnson *et al*., 2006)، رفتار مهاجرت‌های عمودی شبانه‌روزی در افراد این گونه مشاهده نشد و حتی تا حدودی کاهش تراکم در لایه‌های سطحی در شب گزارش گردید. به هر صورت تحقیقات نشان داده است افراد نوجوان در این گونه اصلاً قدرت شنا ندارند و پراکنش آنها در ستون آب کاملاً تصادفی است، اما با افزایش سایز و افزایش احتمال دیده شدن به‌وسیله شکارچیان، قدرت شنا به‌شدت و به‌سرعت افزایش می‌یابد (De Robertis *et al*., 2000; Irigoien *et al*., 2004). هم‌جنس‌خواری در این گونه رواج دارد و به‌ویژه در تابستان و پاییز که غذا نیز کمتر یافت می‌شود، هم‌جنس‌خواری در میان جمعیت نوجوان شدت می‌یابد. همچنین در تحقیقات مذکور مشخص گردید که فراوانی نسبی *F. enflata* در ایستگاه‌های دریایی و با دور شدن از ساحل، به ۷۰٪ از تراکم کل کرم‌های پیکانی می‌رسد.

A. neglecta، دومین گونه در آبهای ساحلی شمال بوشهر، حداکثر تراکم را در بهار و تابستان نشان داد. این گونه، گونه‌ای نریتیک و از ساکنین اقیانوس هند-آرام محسوب می‌شود. این گونه پراکنش قابل‌توجه در آبهای دریای زرد، دریای ژاپن، شرق و جنوب دریای چین دارد و دومین گونه فراوان در آبهای هنگ کنگ به‌شمار می‌رود (Tise *et al*., 2007). آنالیز dbRDA نشان داد که پارامتر عمق زیستگاه رابطه معکوس با پراکنش این گونه در آبهای مورد مطالعه دارد و یک ارتباط ضعیف و مثبت میان پارامتر شوری، عمق

[1] Juvenile

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.1.1.3]

شفافیت و تراکم این گونه در محدوده آبهای مصب شیف (ایستگاه شیف ۲) مشاهده شد (شکل ۶). بنابراین، بر اساس نتایج مطالعه حاضر در زمینه الگوی پراکنش زمانی و مکانی گونه *A. neglecta*، مشخص گردید که این گونه شاخص آبهای کم عمق ساحلی، خلیج‌های کم‌عمق، فصول گرم سال است و در آبهای یوتروف و حتی کم اکسیژن، تراکم آن می‌تواند افزایش قابل توجه نشان دهد.

سومین گونه کرم پیکانی، شناسایی شده در این تحقیق، *A. regularis* با فراوانی نسبی ۱۱/۲۵٪، بالاترین تراکم را در ایستگاه دریا نشان داد. بنابراین، گونه‌ای نیمه نریتیک و شاخص ماه‌های سرد سال به‌شمار می‌رود (شکل ۵). این گونه در آبهای گرم کوراشیو- ژاپن به عنوان دومین گونه غالب و گونه شاخص فصل زمستان معرفی گردید (Johnson and Terazki, 2003).

آخرین گونه شناسایی شده، *Z. pulchra*، با فراوانی نسبی ۲/۷۸٪ یک الگوی پراکنش کاملاً متفاوت با سه گونه دیگر نشان داد (شکل۵). در مطالعه بر شناسایی و جمعیت کرم‌های پیکانی در آبهای نیمه گرمسیری بندر Tolo و خلیج Mires، در شمال شرقی هنگ کنک، حضور گونه *Z. pulchra* فقط از خلیج Mires گزارش گردید و مشخص گردید که این گونه شاخص نیست و تراکم آن کم و به صورت پراکنده در نمونه‌برداری‌ها مشاهده شد (Tse *et al*, 2007). از سوی دیگر، این گونه از گونه‌های رایج در آبهای اقیانوس هند-آرام گزارش گردیده است (Pierrot-Bults and Nair, 1991). این گونه در آبهای فیلیپین نیز شناسایی ولی به عنوان گونه نادر معرفی گردید (Noblezsda and Campos, 2008).

براساس آزمون dbRDA، مشخص گردید مهم‌ترین فاکتورهای فیزیکی موثر بر پراکنش گونه *F. enflata* و *A. neglecta* در آبهای ساحلی، مصبی و دریایی شمال بوشهر، عمق زیستگاه و شوری است و این دو گونه تمایل به آبهای دور از ساحل با شوری‌های کمتر نشان دادند. بر اساس همین آزمون، *A. regularis* به عنوان گونه شاخص آبهای شیف معرفی گردید. همچنین دما مهم‌ترین پارامتر موثر بر پراکنش گونه *Z. pulchra* است. بنابراین، *Z. pulchra* شاخص ماه‌های گرم سال در منطقه مشخص گردید.

منابع

Alle, A., Lie, Y., Tse, P. and Wong, C.K., 2012. Diel vertical migration and feeding of three species of chaetognaths (*Flaccisagitta enflata*, *Aidanosagitta delicata* and *Aidanosagitta neglecta*) in two shallow, subtropical bays in Hong Kong. *Journal of Plankton Research*, 34(8): 670-684. https://doi.org/10.1093/plankt/fbs041

Al-Yamani, F.Y., Skryabin, V., Gubanova, A., Khvorov, S. and Prusova, I., 2011. Marine zooplankton practical guide for the Northwestern RSA.

Andre´u, P., 1992. Vertical migration of three coastal species of chaetognaths in the western Mediterranean Sea. *Journal of Marine Scisnce*, 56: 367–372.

Baier, C.T. and Purcell, J.E., 1997. Trophic interactions of chaetognaths, larval Fish, and zooplankton in the South Atlantic Bight. *Journal of Marine Ecology Progressing Series*, 146: 43–53. https:// doi:10.3354/meps146043**.**

Boltovskoy, D., 2005. Zooplankton of the South Atlantic Ocean. A taxonomic reference work with identification guides and spatial distribution patterns. DVD ROM. World Biodiversity Database Compact Disc Series. ETI Bioinformatics, Multimedia Interactive Software.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.1.1.3]

Bone, Q. and Duvert, M., 1991. Locomotion and buoyancy. In The biology of chaetognaths (ed. Q. Bone, H. Kapp and A.C. Pierrot-Bults), pp. 32–44. Oxford, UK: Oxford University Press.

Brodeur, R.D. and Terazaki, M., 1999. Springtime abundance of chaetognaths in the shelf region of the northern Gulf of Alaska, with observations on the vertical distribution and feeding of *Sagitta elegans*. *Fisheries Oceanography*, 8: 93–103. https://doi.org/10.1046/j.1365-2419.1999.00099.x

De Robertis, A., Jaffe, J.S. and Ohman, M.D., 2000. Size-dependent visual predation risk and the timing of vertical migration in zooplankton. *Journal of Limnology and Oceanography*, 45: 1838–1844. https://doi.org/10.4319/lo.2000.45.8.1838.

Duro´, A. and Saiz, E., 2000. Distribution and trophic ecology of chaetognaths in the western Mediterranean in relation to an inshore-offshore gradient. *Journal of Plankton Research*, 22: 339–361. https://doi.org/10.1093/plankt/22.2.339

Feigenbaum, D.L., 1979. Daily ration of the chaetognath, *Sagitta enflata*. *Journal of Marine Biology*, 54: 78–82. https://doi.org/10.1007/BF00387053.

Froneman, P.W., Pakhomov, E.A. and Perissinotoo, R., 1998. Feeding and predation impact of two chaetognath species, *Eukrohnia hamata* and *Sagitta gazellae*, in the vicinity of Marion Island (southern ocean). *Journal of Marine Biology*, 131: 95–101. https://doi.org/10.1007/s002270050300.

García, A. and Camiñas, J.A., 1985. Coastal variability of zooplankton biomass in the Northwestern sector of Alborán Sea. *Rapport Commission Institute Mer Méditerranéenne, 29*(8), pp.135-136.

Gieseck, R. and Gonzalez, H.E., 2004. Reproduction and feeding of *Sagitta enflata* in the Humboldt Current system off Chile. *ICES Journal of Marine Science*, 65: 361-370. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsn030.

Giesecke, R. and Gonza´lez, H.E., 2004. Feeding of *Sagitta enflata* and vertical distribution of chaetognaths in relation to low oxygen concentrations. *Journal of Plankton Research*, 26: 475–486. https://doi.org/10.1093/plankt/fbh039.

Goswami, S.C., 1982. Occurence of swarms of *Sagitta enflata* (Chaetognatha) and *Pleurobrachia globosa* (Ctenophora) in the coastal waters of Goa Masahagar. *Bulletin of National Institute Oceanogeaphy*, 15(3): 163-166.

Irigoien, X., Conway, D.V.P. and Harris, R.P., 2004. Flexible diel vertical migration behavior of zooplankton in the Irish Sea. *Journal of Marine Ecology Progressing Series*, 267: 85–97. https:// doi: 10.3354/meps267085.

Johnson T.B. and Terazaki, M., 2003. Species composition and depth distribution of chaetognaths in a Kuroshio warm-core ring and Oyashio water. *Journal of Plankton*

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.1.1.3]

Research, 25(10): 1279-1289. https://doi.org/10.1093/plankt/fbg085.

Johnson, T.B., Nishikawa, J. and Terazaki, M., 2006. Community structure and vertical distribution of chaetognaths in the Celebes and Sulu Seas. *Journal of Coastal Marine Science*, 30: 360–372.

Kehayias, G., Michaloudi, E., Koutrakis, E., 2005. Feeding and predation impact of chaetognaths in the north Aegean Sea (Strymonikos and Ierissos Gulfs). *Journal of Marine Biology, Association*. *UK*, 85**:** 1525-1532. doi:10.1017/S0025315405012737.

Kehayias, G. and Kourouvakalis, D., 2010. Diel vertical migration and feeding of chaetognaths in coastal waters of the eastern Mediterranean. *Journal of Biologia*, 65: 301–308. https://doi.org/10.2478/s11756-010-0024-8.

Kooka, K., Takatsu, T., Kamei, Y., Nakatani, T. and Takahashi, T., 1998. Vertical distribution and prey of Walleye pollock in the northern Japan Sea. *Fisheries Scisnce*, 64: 686–693. https://doi.org/10.2331/fishsci.64.686.

Liang, T.H. and Vega-Pérez, L.A., 1994. Studies on chaetognaths off Ubatuba region. I. Distribution and abundance. *Journal of Boletim do Instituto Oceanográfico*, 42(1/2):73-48.

Liang, T.H. and Vega-Perezla, 2002. Distribution, abundance and biomass of Chaetognaths off São Sebastião region, Brazil in February 1994. *Braz Journal of Oceanography*, 50: 1-12. https://doi.org/10.1590/S1413-77392002000100001.

Marazzo, A. and Nogueira, C.S.R., 1996. Composition, spatial and temporal variations of Chaetognatha in Guanabara Bay, Brazil. *Journal of Plankton Research*, 18(12):2367-2376. https://doi.org/10.1093/plankt/18.12.2367.

Mclelland, J.A. and Heard, R.W., 1991. Notes on some chaetognaths from Pine cay, Turks and Caicos Islands (British West Indies). *Gulf Research Reports*, 8(3):227-235. https://doi.org/10.18785/grr.0803.02.

Noblezsda, M.M.P. and Campos, W.L., 2008. Spatial distribution of chaetognaths off the northern Bicol Shelf, Philippines (Pacific coast). *ICES Journal of Marine Science*, 65: 484- 494. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsn027.

Pierrot-Bults, A.C., and Nair, R., 1991. Distribution patterns in Chaetognatha. *In* Q Bone, H Kapp, AC Pierrot-Bults, eds.The biology of chaetognaths. Oxford, UK: Oxford Univ. Press, pp. 86-116.

Qresland, V., 1990. Feeding and predation impact of the chaetognath *Eukrohnla hamata* in Gerlache Strait Ant arctic Peninsula. *Journal of Marine Ecology Progressing Series*, 63: 201-209. https://www.jstor.org/stable/24844616

Smith, P.E. and Richardson, S.L. 1977. Standard techniques for pelagic fish egg and larva surveys. FAO *Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, 175: 1-100.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.1.1.3]

Szyper, J.P., 1978. Feeding rate of the chaetognath *Sagitta enflata* in nature. *Journal of Estuaries and Coastal Marine Science*, 7: 567-575. https://doi.org/10.1016/0302-3524(78)90065-8.

Terazaki, M., 1996. Vertical distribution of pelagic chaetognaths and feeding of *Sagitta enflata* in the Central Equatorial Pacific. *Journal of Plankton Research*, 18: 673–682. https://doi.org/10.1093/plankt/18.5.673.

Tse, P., Hui, S.Y. and Wong, C.K., 2007. Species composition and seasonal abundance of Chaetognatha in the subtropical coastal waters of Hong Kong. *Journal of Estuaries Coastal Shelf Science*, 73: 290-298. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.01.011.

Ulloa, R., Palma, S. and Silva, N., 2000. Bathymetric distribution of chaetognaths and their association with water masses off the coast of Valparaı´so, Chile. *Deep-Sea Research*, 47: 2009–2027. https://doi.org/10.1016/S0967-0637(00)00020-0

Vega-Perezla, and Svhinke, K.P., 2011. Checklist of chaetognatha phyllum from São Paulo State, Brazil. *Journal of Biota Neotropica*, 11(1): 1-9.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.1.1.3]

Species diversity, spatial distribution pattern, and temporal succession of Chaetognaths assemblages in north coastal waters of Bushehr- Persian Gulf

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

[*]mousavi.nadushan@gmail.com

1-Tehran North Branch, Islamic Azad University.

Abstract

Chaetognaths (arrow worms) are strong predaceous mesozooplankton; which feed on other more abundant zooplankton's groups; their most important preys are Copepods and Appendicularians. So they are considered as one of the most important groups among mesozooplankton communities, especially in the pelagic food web, also widely distributed in the neritic zone of all the oceans. Considering the fisheries activities and ecological aspects of economically and traditionally important ecosystems of the northern coastline of Bushehr, this study aimed to identify, introduce and assess the temporal and spatial distribution patterns of the Chaetognaths in the Persian Gulf, restricted to coastal waters of this area. Chaetognaths 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 the middle and last day of each season. During all surveys, the depth of the sampling location, Secchi depth, water temperature, pH, and salinity were measured. Finally, 4 species were identified, *Flaccisagitta enflata, Aidanosagitta neglecta, Aidanosagitta regularis, and Zonosagitta pulchra*, with relative abundances of 56.56%, 29.42%, 11.25% and 2.87% respectively. The highest total density was observed in the sea station at the cold season, for two species of *F. enflata* and *A. regularis. A. neglecta* and *Z. pulchra* reached to the highest density in coastal stations and shif creek at summer. Based on dbRDA (distance based Redundancy Analysis), the depth of sampling location explained effectively the distribution pattern of *F. enflata* and *A. regularis,* with a positive correlation, but salinity demonstrated a negative effect. Also based on the results of dbRDA, depth of the habitat is the most important factor which explains negatively the distribution pattern of *A.neglecta* and temperature was the correlated factor with the distribution pattern of *Z. pulchra* in our study area.

Keywords: mesozooplankton, Chaetognath, Diversity, Distribution pattern, Temporal succession, Persian Gulf

[*]Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-11]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1401.31.1.1.3]