



مطالعه ترکیب گونه‌ای، تراکم و زی توده زئوپلانکتون‌های گروه گردان تنان، آغازیان و مروپلانکتون‌ها در حوضه جنوبی دریای خزر (ناحیه بابلسر)

فاطمه کاردل^{۱*}، لیلا خرازی^۱، ابوالقاسم روحی^۲، نعمت‌ا... محمودی^۳

^۱گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه مازندران، بابلسر

^۲ پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری، مؤسسه علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات و آموزش جهاد کشاورزی

^۳ گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

چکیده

نوع مقاله:

پژوهشی

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۹۵/۰۳/۲۹

اصلاح: ۹۵/۱۰/۲۶

پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۴

کلمات کلیدی:

آغازیان

خزر جنوبی

زئوپلانکتون

گردان تنان

مروپلانکتون

جهت بررسی ترکیب گونه‌ای، تراکم و زی توده سه گروه از زئوپلانکتون‌ها شامل گردان تنان، آغازیان و مروپلانکتون‌ها در حوضه جنوبی دریای خزر (منطقه بابلسر)، نمونه برداری با استفاده از تور مخروطی Juday net با اندازه چشمه‌ی ۱۰۰ میکرون در اعماق ۵، ۱۰ و ۲۰ متر در دو فصل سرد (زمستان ۹۳) و فصل گرم (خرداد ۹۴) انجام گرفت. در این تحقیق از گردان تنان *Asplanchna* sp. و *Sycaeta* sp. از مروپلانکتون‌ها لارو *Balanus* sp. (Nauplii I, II) لارو *Balanus* sp. (Cypris) و *Nereis* sp. از کرم‌های پرتار و از رده *Pelecypoda*، و از آغازیان راسته *Foraminifera* تنها جنس *Globogeria* sp. مشاهده شد. نتایج آماری نشان دادند تراکم و زی توده گروه‌های بررسی شده در فصل سرد نسبت به فصل گرم به طور معنی داری بیشتر بوده و در ایستگاه A₁ در مقایسه با دو ایستگاه دیگر بیشتر بوده است ($P < 0.05$). گونه *Asplanchna* sp. از گردان تنان به لحاظ تراکم و زی توده بیشترین میزان جمعیت زئوپلانکتون‌ها را در فصل سرد با تراکم $290.7/94 \pm 233.81/47$ فرد در مترمکعب و زی توده $58/2 \pm 467/6$ میلی گرم در مترمکعب به خود اختصاص داد. با توجه به نتایج این تحقیق، ترکیب گونه‌ای و تراکم و زی توده زئوپلانکتون‌های گروه گردان تنان، آغازیان و مروپلانکتون‌ها بسته به فصول و اعماق بررسی شده در حوضه جنوبی دریای خزر (بابلسر) بسیار پایین می باشند.

مقدمه

زئوپلانکتون‌ها یکی از مهم ترین گروه‌های جانوری در دریای خزر می باشند (Ghorbani et al., 2012) و همچنین این گروه جزء دومین حلقه زنجیره‌های غذایی پس از تولیدکنندگان اولیه (پلانکتون‌های گیاهی) محسوب می شوند. بنابراین، زئوپلانکتون‌ها به دلیل نقش مهم شان در زنجیره غذایی، اصلی ترین جایگاه را در تغذیه ماهیان پلاژیک دارند (Nybakken and Bertness, 2005). این پلانکتون‌ها همچنین می توانند شاخص خوبی برای بررسی تغییرات زیست محیطی نیز باشند، زیرا حساس به شرایط کیفی آب هستند و کم و یا زیاد شدن مواد غذایی و یا آلاینده‌های سمی بر پراکنش آن‌ها اثرگذار است (Shapoori and Gholami, 2014). زئوپلانکتون‌ها از نظر استراتژی زیستی به دو گروه هولوپلانکتون (Haloplankton) و مروپلانکتون (Meroplankton) تقسیم می شوند. هولوپلانکتون‌ها در تمام زندگی خود حالت پلانکتونی دارند مانند: پاروپایان (Copepoda)،

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: f.kardel@umz.ac.ir

گردان‌تنان (Rotatoria)، آنتن منشعبان (Cladocera) و آغازیان (Protozoa). اما مروپلانکتون‌ها تنها بخشی از دوره حیات خود را به صورت پلانکتونی زیست می‌کنند (Newell and Newell, 1977). گروه مروپلانکتون‌ها اغلب لارو سایر گروه‌های جانوری مانند سخت‌پوستان، حشرات، نرم‌تنان و غیره می‌باشند. آغازیان در دریای خزر کم‌ترین تعداد گونه را به خود اختصاص داده و دارای اندازه‌های کوچک و میکروسکوپی هستند (Banaei and Rayatpisheh, 2006). آن‌ها نسبت به تغییر شرایط محیطی به خصوص آلاینده‌ها بسیار حساس‌اند. گردان‌تنان در دریای خزر از تنوع نسبتاً بالایی برخوردارند و در بعضی از فصول خصوصاً در فصل سرد که تراکم پاروپایان کم می‌شود، گونه غالب را در اجتماعات پلانکتونی تشکیل می‌دهند (Banaei and Rayatpisheh, 2006). به دلیل اهمیت تراکم و تنوع گونه‌ای زئوپلانکتون‌ها در اکوسیستم دریای خزر، مطالعات متعددی در مورد جوامع و ساختارهای زئوپلانکتون‌ها در آب‌های ایران در بخش جنوبی دریای خزر در دهه‌های اخیر انجام شده است (Bagheri et al., 2004; Roohi et al., 2008; Rowshan Tabari et al., 2014). از سال ۱۳۸۰ پس از ورود شانه‌دار مهاجم *Mnemiopsis leidyi* به دریای خزر تنوع و تراکم زئوپلانکتون‌ها به شدت کاهش یافت، به طوری که تعداد گونه‌های زئوپلانکتون‌های دریای خزر از ۳۶ گونه به ۱۸ گونه کاهش یافته است (Finenko et al., 2006; Roohi et al., 2010). لذا برای بازسازی ذخایر، صید، تکثیر و پرورش ماهیان دریای خزر که از زئوپلانکتون‌ها تغذیه می‌کنند، در اختیار داشتن تراکم و تنوع زئوپلانکتون‌ها و مطالعه روند تغییرات آن‌ها ضروری می‌باشد. هدف این تحقیق مطالعه تراکم و زی توده سه گروه از زئوپلانکتون‌ها شامل گردان‌تنان، آغازیان و مروپلانکتون‌ها در سه ایستگاه و در دو فصل گرم و سرد در ناحیه ساحلی بابل‌سر بوده است که یکی از ایستگاه‌های مهم صیادی در شمال ایران می‌باشد.

مواد و روش‌ها

ناحیه مورد مطالعه در آب‌های منطقه بابل‌سر در سه ایستگاه (شکل ۱) با مختصات جغرافیایی ذکر شده در جدول ۱ می‌باشد. نمونه برداری از ۳ ایستگاه A_1 , A_2 , A_3 به ترتیب در اعماق ۵، ۱۰ و ۲۰ متر در دو فصل گرم و سرد جهت بررسی تراکم و تنوع زیستی زئوپلانکتون‌ها انجام شد. ایستگاه‌های نمونه‌برداری با توجه به مطالعات پیشین، موقعیت ایستگاه‌ها، قابلیت دسترسی و مناسب بودن برای نمونه‌برداری، وضعیت توپوگرافی و جغرافیایی و میزان فعالیت‌های انسانی منطقه انتخاب شدند. موقعیت دقیق ایستگاه‌ها با استفاده از سیستم مکان‌یابی جغرافیایی (Garmin, GPSMap 78s) مشخص گردید.



شکل ۱. نقشه جغرافیایی محل نمونه‌برداری زئوپلانکتون‌ها در منطقه بابل‌سر

جدول ۱. اطلاعات ناحیه نمونه برداری (منطقه بابلسر)

منطقه	ایستگاه	عمق (متر)	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	فاصله از ساحل (کیلومتر)
بابلسر	A ₁	۵-۰	۵۲°۳۸'۷۸۷	۳۶°۴۳'۲۹۸	۲/۷
	A ₂	۱۰-۰	۵۲°۳۸'۶۴۶	۳۶°۴۳'۶۵۱	۵/۲
	A ₃	۲۰-۰	۵۲°۳۸'۶۳۸	۳۶°۴۵'۱۷۲	۸/۹

روش نمونه برداری

نمونه برداری زئوپلانکتون‌ها با استفاده از تور مخروطی Juday net با اندازه چشمه‌ی ۱۰۰ میکرون (۴۹ چشمه در هر سانتی متر) و قطر دهانه ۳۶ سانتی متر به صورت کشش عمودی (Wetzel and Likens, 1991)، در دو فصل سرد (بهمن ماه سال ۱۳۹۳) و فصل گرم (خرداد ماه ۱۳۹۴) با سه بار تکرار انجام گرفت. نمونه‌ها در ظروف پلی اتیلن جمع آوری و با فرمالین با حجم نهایی ۴ درصد تثبیت شدند و به منظور شناسایی و شمارش به آزمایشگاه منتقل شدند. لازم به ذکر است جهت تغلیظ نمونه از تور با چشمه کوچک‌تر از ۵۰ میکرون استفاده شد (Postel et al., 2000). همزمان با جمع آوری زئوپلانکتون‌ها، فاکتورهای فیزیکی- شیمیایی آب (درجه حرارت، شوری، اکسیژن محلول و اسیدیته) در ایستگاه‌های نمونه برداری با استفاده از دستگاه آنالایزر کیفیت سنجی آب (۵ پارامتر) شرکت فنی مهندسی کنترل توان نوین پویا ساخت ایران اندازه‌گیری گردید.

شناسایی و شمارش زئوپلانکتون‌ها

در آزمایشگاه جهت شناسایی و شمارش زئوپلانکتون‌ها، ابتدا نمونه‌ها در بشر ۱۰۰ سی‌سی ریخته شد و پس از سیفون کردن آب رویی با استفاده از پوآر^۱ حجم نمونه به مقدار مناسب تغلیظ گردید. سپس نمونه‌های کاملاً همگن شده با استفاده از پیپت استمپل^۲ با حجم ۵/۰ میلی لیتر نمونه برداشت گردیده و برای شمارش به لام بوگاروف^۳ منتقل شد و در نهایت شناسایی و شمارش با استفاده از میکروسکوپ اینورت (Hund/Wetzelar Wiloverts) انجام گرفت (Postel et al., 2000; Petipa, 1957). در هنگام شمارش زئوپلانکتون‌ها، بر حسب غلظت نمونه ممکن است نمونه اصلی غلیظ یا رقیق گردد، بر اساس دستورالعمل Postel و همکاران (۲۰۰۰)، چنانچه تعداد نمونه در ۵/۰ سی‌سی جهت شمارش به عدد ۱۰۰ برسد شمارش به همراه شناسایی زئوپلانکتون‌ها ادامه خواهد یافت. ولی هنگامی که تعداد نمونه داخل لام شمارش خیلی زیاد باشد و در زیر میکروسکوپ به راحتی قابل شناسایی و شمارش نباشد نمونه را رقیق می‌نماییم. در صورتی که تعداد نمونه در ۵/۰ سی‌سی کمتر از ۱۰۰ عدد باشد، نمونه تغلیظ می‌گردد. در صورتی کل محتویات داخل بشر اصلی مورد شناسایی و شمارش قرار می‌گیرند که تعداد نمونه در ۵/۰ سی‌سی به راحتی قابل شمارش و تعداد آنها اندک باشد. عمل شمارش زئوپلانکتون‌ها در سه مرحله شامل دو بار تکرار با حجم ۵/۰ سی‌سی صورت گرفت. در مرحله سوم شمارش (۱۰ سی‌سی) تنها نمونه‌های پلانکتونی مورد شمارش قرار می‌گیرند که یا در هریک از مراحل اول و یا دوم (۵/۰ سی‌سی) وجود نداشته باشند و یا تنها یک بار دیده شده باشند. زئوپلانکتون‌ها بر اساس کلید شناسایی (Birstein et al., 1968; Edmondson, 1959; Petipa, 1957) تا حد جنس شناسایی و شمارش شدند. برای برآورد تعداد نمونه زئوپلانکتون‌ها پس از شمارش از رابطه ۱، ۲ و ۳ استفاده شد (Postel et al., 2000).

$$Z = N/V \quad (۱)$$

$$N = ((n1 + n2) \times (0.1 \times n3)) \times v \quad (۲)$$

$$V = s \times d \quad (۳)$$

^۱Poar^۲ Sample Pipette^۳Bogarov tray

$$\begin{aligned} Z &= \text{تراکم زئوپلانکتون‌ها (تعداد در مترمکعب)} \\ N &= \text{تعداد نمونه در ظرف حاوی نمونه} \\ n1 &= \text{تعداد نمونه در } 5/0 \text{ سی سی اول} \\ n2 &= \text{تعداد نمونه در } 5/0 \text{ سی سی دوم} \\ n3 &= \text{تعداد نمونه در } 10 \text{ سی سی آخر} \\ V &= \text{حجم آب فیلتر شده} \\ S &= \text{مساحت دهانه تور} \\ d &= \text{مسافت کشش تور} \\ v &= \text{حجم ظرف حاوی نمونه} \end{aligned}$$

برای برآورد زی توده (وزن تر) زئوپلانکتون‌ها، تعداد نمونه‌های زئوپلانکتون‌های شمارش شده (در مترمکعب) در وزن استاندارد هر یک از جنس‌های زئوپلانکتون که در دریای سیاه اندازه گیری شده، ضرب گردید (Petipa, 1957). محاسبات اولیه داده‌ها و رسم نمودارها با نرم افزار اکسل انجام شد. ابتدا داده‌های تراکم و زی توده زئوپلانکتون‌ها با استفاده از تبدیل باکس-کاکس (Box-Cox) نرمال شدند و سپس اثر ایستگاه و فصل بر تراکم و زی توده زئوپلانکتون‌ها با استفاده از تجزیه واریانس دوطرفه و آزمون چند دامنه‌ای دانکن تجزیه و تحلیل شدند. تجزیه و تحلیل آماری با نرم افزار R نسخه ۲،۱۵،۳ انجام گرفت. شکل‌ها با استفاده از نرم افزار اکسل (نسخه 2012 Excel) رسم گردید.

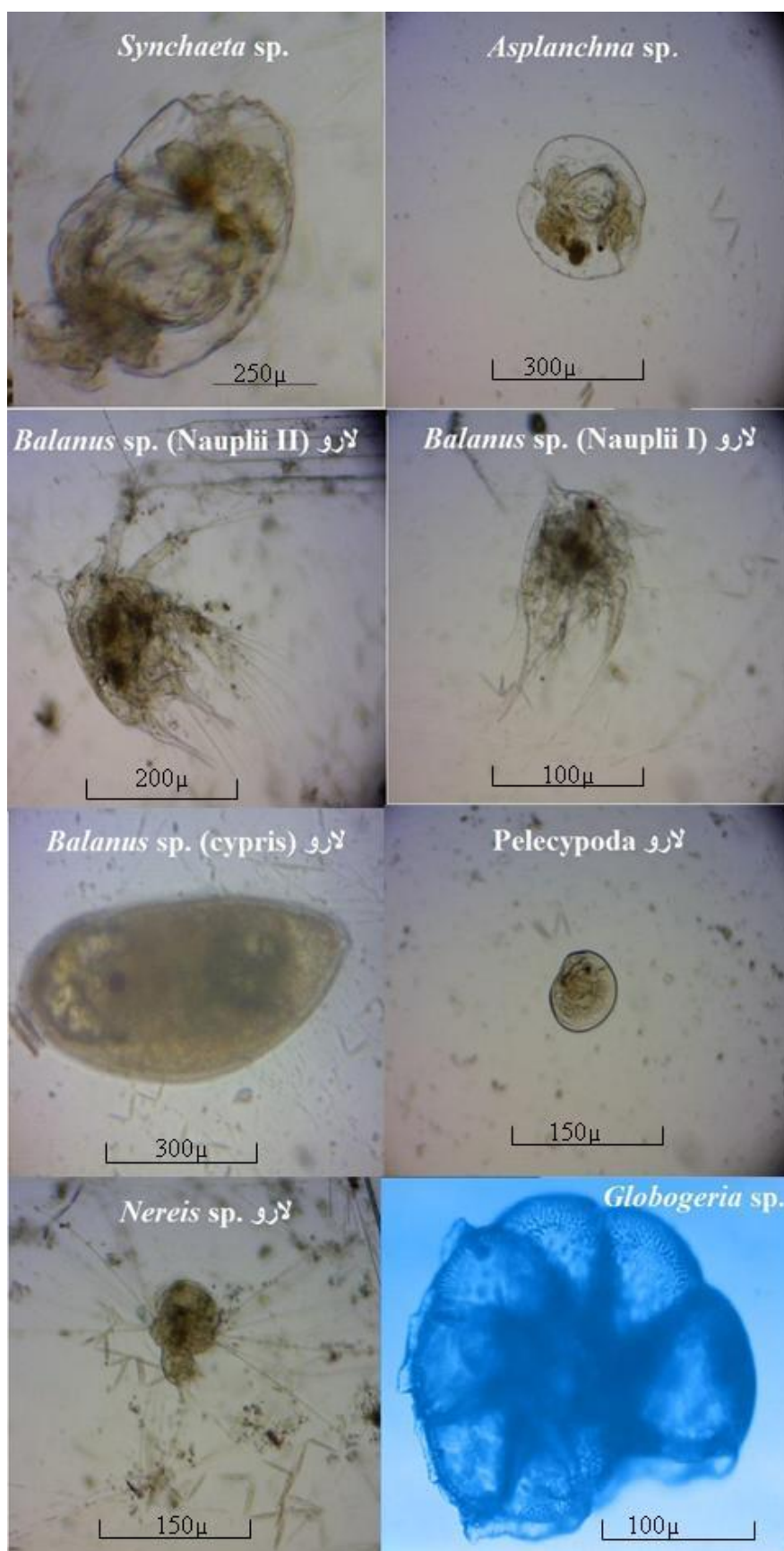
نتایج

در این تحقیق در مجموع ۵ جنس و یک رده از زئوپلانکتون‌ها در حوضه جنوبی دریای خزر در ناحیه نمونه‌برداری (بابلسر) در فصل سرد شناسایی شدند. از گردان‌تنان *Asplanchna* sp. و *Sychaeta* sp. از مروپلانکتون‌ها لارو *Balanus* sp. (Nauplii)، لارو *Balanus* sp. (Cypris)، لارو رده *Pelecypoda* و لارو *Nereis* sp. از کرم‌های پرتار و از آغازیان راسته Foraminifera تنها جنس *Globogeria* sp. مشاهده گردید (شکل ۲). نتایج آماری تجزیه واریانس دوطرفه نشان دادند ایستگاه و فصل نمونه برداری به طور معنی داری بر تراکم و زی توده (وزن تر) زئوپلانکتون‌ها اثر دارد ($P < 0/05$). نتایج آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شده نشان داد که تراکم و زی توده گروه‌های بررسی شده در این مطالعه در ایستگاه A_1 در مقایسه با دو ایستگاه دیگر بیشتر بود ($P < 0/05$). همچنین تراکم و زی توده آنها در فصل سرد نسبت به فصل گرم به طور معنی داری بیشتر بود ($P < 0/05$). هر دو جنس گردان‌تنان (*Asplanchna* sp. و *Sychaeta* sp.) در فصل سرد مشاهده شدند که *Asplanchna* sp. در عمق (۵- متر) ایستگاه A_1 با تراکم $2907/94 \pm 23381/47$ عدد در مترمکعب و زی توده $58/2 \pm$ میلی گرم بر مترمکعب جنس غالب بود (شکل ۳). همچنین جنس *Balanus* sp. در هر دو فصل مشاهده شد که *Balanus* sp. (Nauplii II) با تراکم $543/37 \pm 2485/51$ فرد در مترمکعب در عمق (۵- متر) ایستگاه A_1 در فصل سرد نسبت به فصل گرم از نمونه‌های زئوپلانکتون غالب بود (شکل ۴). لاروهای *Nereis* sp.، *Pelecypoda* و *Balanus* sp. (Cypris) نیز در هر دو فصل مشاهده شدند (شکل ۵ و ۶).

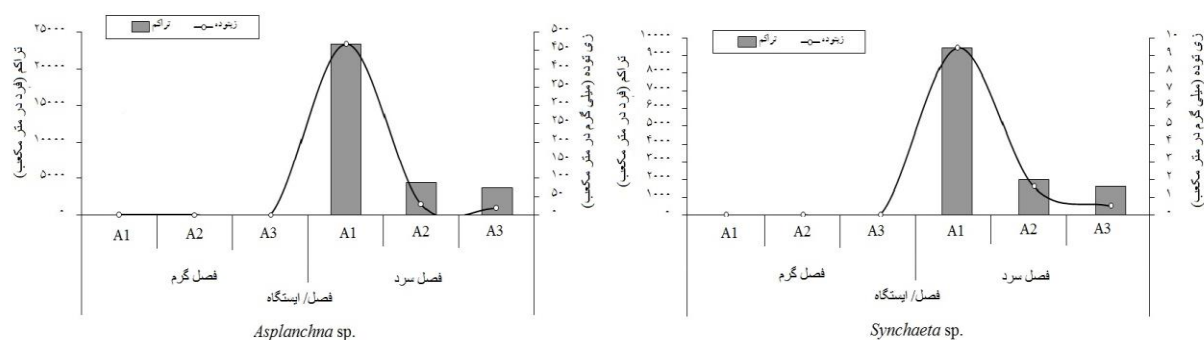
تغییرات فاکتورهای فیزیکی- شیمیایی آب در ایستگاه‌های نمونه برداری در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد در فصل گرم فاکتور شوری و دما افزایش و فاکتور اکسیژن محلول کاهش یافت که این فاکتورها می‌تواند با ترکیب گونه ای و تراکم جنس‌های مشاهده شده در فصول و ایستگاه‌های مختلف مرتبط باشند.

جدول ۲. تغییرات فاکتورهای محیطی در فصل سرد و فصل گرم در سه ایستگاه نمونه‌برداری در ناحیه ساحلی بابلسر

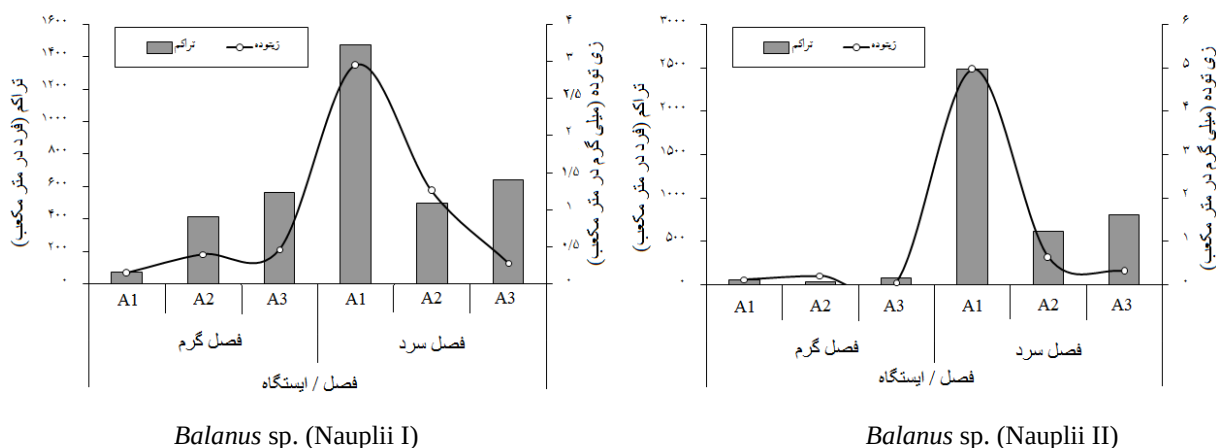
ایستگاه	زمان نمونه برداری			فصل سرد			فصل گرم		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
درجه حرارت آب (°C)	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۲۷/۷۶	۲۷/۶۴	۲۷/۵۶
اکسیژن محلول (mg/l)	۱۰/۰۰	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰	۱۱/۰۰	۷/۱۰	۷/۱۵	۷/۷۰
اسیدیته (pH)	۸/۸۵	۸/۸۶	۸/۸۵	۸/۸۵	۸/۸۶	۸/۸۵	۸/۳۳	۸/۳۵	۸/۳۵
شوری (psu)	۱۰/۸۰	۱۰/۸۰	۱۰/۸۰	۱۰/۸۰	۱۰/۸۰	۱۰/۸۰	۱۲/۴۷	۱۲/۳۶	۱۲/۱۲



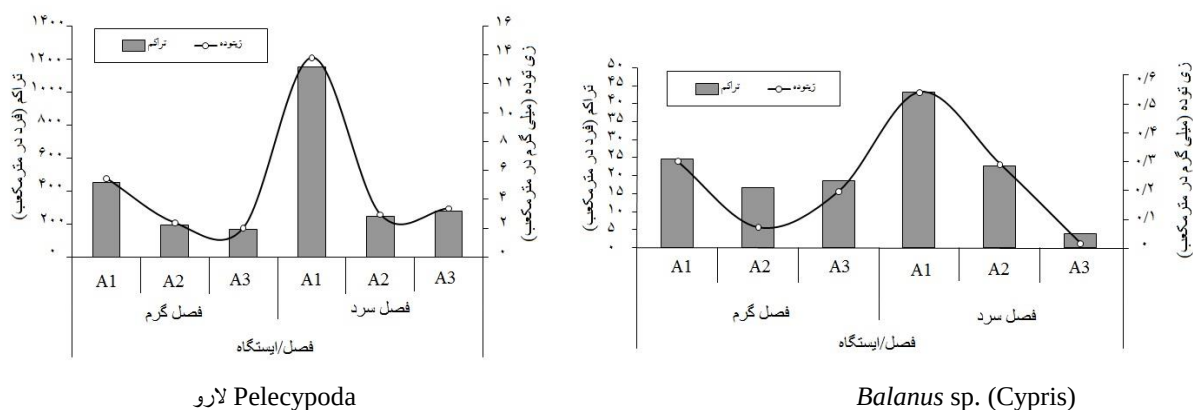
شکل ۲. تصاویر زئوپلانکتون‌های مشاهده شده (تمامی عکس‌ها از نگارنده‌گان می‌باشد به جزء عکس Roohi et al., 2008)



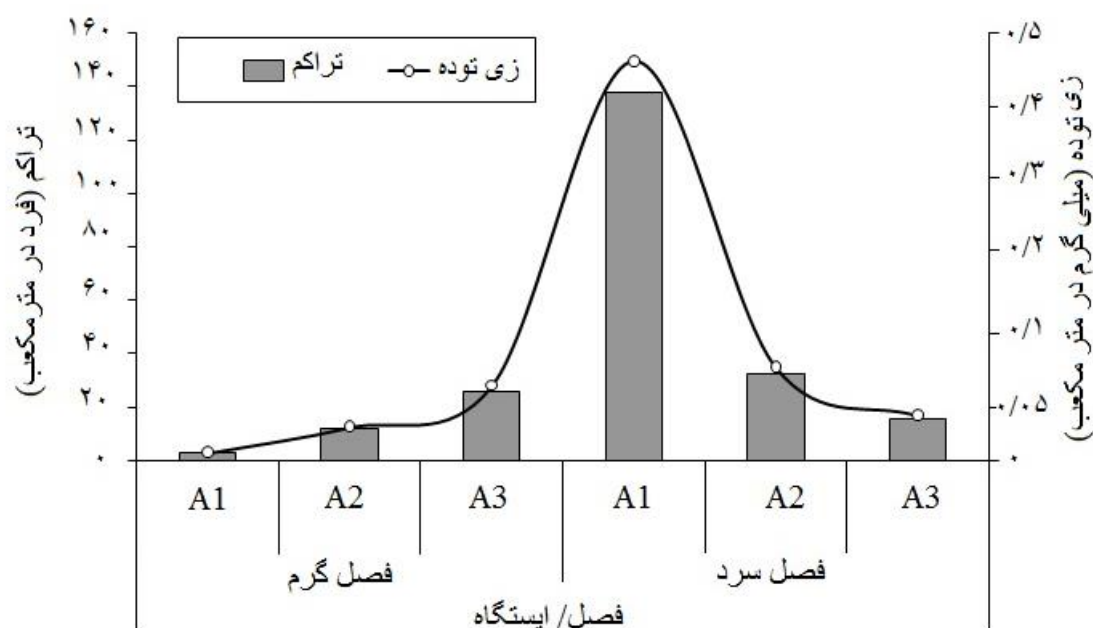
شکل ۳. تراکم و زی توده فصلی و مکانی *Asplanchna sp.* و *Synchaeta sp.* از گردان تنان (ایستگاه A₁ عمق ۵-۰ متر؛ ایستگاه A₂ عمق ۱۰-۰ متر)؛ ایستگاه A₃ عمق ۲۰-۰ متر)



شکل ۴. تراکم و زی توده فصلی و مکانی لارو *Balanus sp.* (Nauplii I, II) از مروپلانکتون‌ها (ایستگاه A₁ عمق ۵-۰ متر؛ ایستگاه A₂ عمق ۱۰-۰ متر)؛ ایستگاه A₃ عمق ۲۰-۰ متر)



شکل ۵. تراکم و زی توده فصلی و مکانی لارو *Balanus sp.* (cypris) و لارو *Pelecypoda* از مروپلانکتون‌ها (ایستگاه A₁ عمق ۵-۰ متر؛ ایستگاه A₂ عمق ۱۰-۰ متر؛ ایستگاه A₃ عمق ۲۰-۰ متر)



شکل ۶. تراکم و زی توده فصلی و مکانی لارو *Nereis sp.* از مروپلانکتون‌ها (ایستگاه A₁ (عمق ۵-۰ متر)؛ ایستگاه A₂ (عمق ۱۰-۰ متر)؛ ایستگاه A₃ (عمق ۲۰-۰ متر))

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد، ترکیب گونه‌ای زئوپلانکتون‌های گردان تنان، آغازیان و مروپلانکتون‌ها در جنوب دریای خزر (بابلسر) بسیار کم است، به طوری که از گردان تنان دو جنس *Asplanchna sp.* و *Synchaeta sp.* و از آغازیان فقط جنس *Globogeria sp.* و از مروپلانکتون‌ها *Balanus sp.* (Nauplii I,II)، *Balanus sp.* (Cypris)، *Pelecypoda*، لارو *Balanus sp.* و لارو *Nereis sp.* شناسایی شدند. تحقیقات بر روی زئوپلانکتون‌های گردان تنان، آغازیان و مروپلانکتون‌های دریای خزر در طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۹ نشان داد که تنوع گونه‌ای گردان تنان از ۶ گونه به ۴ گونه و آغازیان از ۵ گونه به ۲ گونه کاهش یافت (Rowshan Tabari et al., 2007 and 2014).

مطالعات نشان دادند که ترکیب گونه‌ای زئوپلانکتون‌های دریای خزر در نواحی، اعماق و فصول مختلف می‌تواند متفاوت باشد (Khodaparast et al., 2012; Fatemi et al., 2013; Mahmoudi, 2015). در ناحیه بابلسر در سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۱ گردان تنان از تنوع گونه‌ای بالاتری در فصل زمستان نسبت به فصل بهار برخوردار بودند (Mahmoudi, 2015). بررسی مهاجرت عمودی زئوپلانکتون‌ها در اعماق مختلف نشان داده که ساختار جمعیت زئوپلانکتون‌ها به گونه‌ای است که اغلب آن‌ها در اعماق نزدیک به سطح و یا در اعماق کمتر از ۲۰ متر آب زندگی می‌کنند (Khodaparast et al., 2012). اما در تحقیق حاضر تغییری در ترکیب گونه‌ای این سه گروه زئوپلانکتون‌ها (گردان تنان، آغازیان و مروپلانکتون‌ها) در اعماق بررسی شده (تا عمق ۲۰ متر) مشاهده نشد.

تحقیقات Rowshan Tabari و همکاران (۲۰۰۴) و Roohi و همکاران (۲۰۱۰)، ورود گونه مهاجم *M. leidy* را علت اصلی کاهش تنوع گونه‌ای دریای خزر معرفی کردند. به این دلیل که *M. leidy* یک شکارچی گوشت‌خوار فعال است و از زئوپلانکتون‌ها، مروپلانکتون‌ها، لارو موجودات کفزی، تخم و لارو ماهی‌ها تغذیه می‌کند (Ivanov et al., 2000; Shiganova et al., 2004). این گونه به دلیل شوری پایین آب (۱۲ تا ۱۳ ppt) در بخش مرکزی و جنوبی دریای خزر از جمعیت انبوهی در این نواحی برخوردار است (Roohi et al., 2013). همچنین تغییرات محیطی از جمله درجه حرارت، شوری و آلودگی‌ها در کاهش تنوع زئوپلانکتون‌ها نیز نقش دارند (Nasrollahzadeh et al., 2012).

در مطالعه حاضر، در فصل سرد تراکم و زی توده گردان تنان بیشتر از آغازیان و مروپلانکتون‌ها بوده است. بیشترین تراکم و زی توده گردان تنان در اعماق ۵- و ۱۰- مشاهده شدند، و این نتایج نشان دهنده آن است که زئوپلانکتون‌ها ساحل‌زی هستند و از ساحل به سمت اعماق تراکم و زی توده آن‌ها کاهش می‌یابند. در زمستان ۱۳۸۴ نیز تراکم گردان تنان، ۱۰۰۷۵ فرد در مترمکعب و زی توده ۱۱۷/۲۸۹ میلی گرم در مترمکعب در عمق ۵ متر گزارش شده است که بیشتر تحت تاثیر تراکم بالای *Asplanchna* sp. بوده است (Rowshan Tabari et al., 2007). همچنین این جنس از گردان تنان به دلیل داشتن وزن بالا تاثیر زیادی روی زی توده کل زئوپلانکتون‌ها داشته‌اند.

بررسی سال ۱۳۷۵ نشان داد که بیشترین تراکم و زی توده گردان تنان‌ها در فصل زمستان و مربوط به دو گونه *Asplanchna priodonta* و *Synchaeta vorax* بوده است که ۳۸ درصد جمعیت زئوپلانکتون‌ها را تشکیل می‌دادند (Rowshan Tabari et al., 2007; Hosseini et al., 2011). رشد و تکثیر گردان تنان در درجه حرارت پایین انجام می شود، به همین دلیل از پاییز با کاهش دما تراکم آن‌ها افزایش می‌یابد که تا بهار ادامه دارد، ولی در زمستان به بیشترین تراکم می‌رسد (Bērziņš and Pejler, 1989). همچنین روحی و همکاران در سال ۲۰۰۸ نیز نشان دادند که تراکم زئوپلانکتون‌ها در تابستان و اوایل پاییز همراه با افزایش شدید تراکم شانه‌دار به شدت کاهش یافته و پس از آن در فصل زمستان با سرد شدن هوا و کاهش شدید تراکم شانه‌دار، افزایش یافت که این افزایش در تراکم زئوپلانکتون‌ها با همراهی گروه‌های سازگار به شرایط زمستان یعنی گردان تنان و سیپریدیا صورت پذیرفت (Roohi et al., 2008).

بر اساس مطالعه Rowshan Tabari در سال ۲۰۱۴، بیشترین تراکم آغازیان در فصل بهار با تراکم ۹ فرد در مترمکعب ثبت شد. تراکم این گروه تاثیر چندانی در تراکم کل زئوپلانکتون‌ها نداشته و تراکم این گروه در بررسی سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ نیز بسیار پایین بوده است. مطالعه خداپرست در سال ۱۳۹۱ نیز بیانگر این مطلب بود که بیشترین تراکم آغازیان در فصل بهار با ۳ فرد در مترمکعب، در تابستان ۱ فرد در مترمکعب، در پاییز ۱۵۰ فرد در مترمکعب و در زمستان ۱۶ فرد در مترمکعب بود (Khodaparast et al., 2012). تراکم آغازیان تحت تاثیر *Tintinopsis* sp. قرار داشت که در مجموع تراکم کل زئوپلانکتون‌ها میزان آن بسیار ناچیز بوده است. بررسی روند تغییرات تراکم این گروه نشان داد که تراکم آن‌ها در پاییز افزایش و به تدریج کاهش یافت و در تابستان به کمترین مقدار رسید. آغازیان از نظر تراکم و زی توده، کمترین نقش را در تراکم زئوپلانکتون‌ها دریای خزر دارند. در فصل بهار جمعیت زئوپلانکتون‌ها تحت تاثیر مروپلانکتون‌های سیپریدیا (*Cirripedia*) و لارو *Pelecypoda* قرار داشته و در فصل زمستان گردان تنان سهم بیشتری در جمعیت زئوپلانکتون‌ها دارند (Rowshan Tabari et al., 2014).

Roohi و همکاران در سال ۲۰۰۸ نشان دادند که در تابستان و اوایل پاییز، همراه با افزایش شدید در تراکم شانه‌دار، تراکم زئوپلانکتون‌ها به شدت کاهش یافته و پس از آن در فصل زمستان با سرد شدن هوا و کاهش شدید تراکم شانه‌دار، تراکم زئوپلانکتون‌ها افزایش داشته است. در واقع افزایش تراکم زئوپلانکتون‌ها در فصل سرد متأثر از وجود گونه‌های سرما دوست به خصوص گردان تنان و سیپریدیا (*Cirripedia*) می باشند. زندگی موجودات دریای خزر تابع عوامل زیست محیطی نظیر دمای آب و شوری می‌باشد. فاکتورهای مهمی مانند درجه حرارت و تا حدود کمتری شوری، و نیز در دسترس بودن مواد غذایی از عوامل کنترل کننده تولید مثل زئوپلانکتون محسوب می‌شوند و موجب تغییرات تراکم و زی توده در فصول مختلف می‌شوند (Shapoori and Gholami, 2014). چنانچه نتایج به دست آمده در این تحقیق نیز نشان دادند که در زمستان که درجه حرارت آب پایین است رشد و تکثیر گردان تنان زیاد بود اما با شروع دوره گرما از جمعیت آن‌ها شدیداً کاسته شد. جمعیت مروپلانکتون‌ها نیز در فصل بهار با ازدیاد جمعیت شانه‌دار و تغذیه آن از برخی گروه‌های زئوپلانکتون‌ها کاهش یافت.

در تحقیق حاضر، بیشترین میانگین تراکم و زی توده زئوپلانکتون‌ها در لایه ۵- متر (عمق ۵ متر) و کمترین آنها در لایه ۲۰- متر (عمق ۲۰ متر) مشاهده شد که می‌تواند ناشی از تراکم بالاتر فیتوپلانکتون‌ها در نوار ساحلی باشد که به عنوان منبع غذایی برای زئوپلانکتون‌های مورد مطالعه محسوب می‌شوند (Nasrollahzadeh et al., 2012). به دلیل بالا بودن کدورت آب در منطقه مورد مطالعه و کاهش عمق نفوذ نور، فیتوپلانکتون‌ها که برای انجام فتوسنتز وابسته به حضور نور کافی می‌باشد، بیشتر در مناطق ساحلی و سطحی آب زیست می‌نمایند. لذا تراکم بالاتر زئوپلانکتون‌ها در این مناطق دور از انتظار نیست.

بررسی داده‌های زئوپلانکتون‌ها در تحقیقات خداپرست در سال ۱۳۹۱ نیز نشان داد که گردان‌تنان در دمای پایین رشد و تکثیر داشته‌اند. از این رو در فصل زمستان با دامنه دمای ۱۴-۱۰ درجه سانتی‌گراد شاهد افزایش گردان‌تنان خصوصاً جنس *Asplanchna* sp. بوده که از ساحل به سمت اعماق کاهش داشته است؛ به طوری که تراکم آن در عمق ۵ متر حدود ۱۵ برابر عمق ۵۰ متر بود (Khodaparast et al., 2012). در تحقیق حاضر، این جنس در عمق ۵ متر حدود ۶۵ درصد تراکم و ۹۱ درصد زی‌توده زئوپلانکتون‌ها را تشکیل داده بود. طبق بررسی‌های Roohi و همکاران در سال ۲۰۰۸، معرفی و ورود ناگهانی گونه‌های غیر بومی مانند شانه‌دار *M. leidy* موجب تحول عظیم اکولوژیک در دریای خزر شده است؛ به طوریکه علاوه بر کاهش تنوع گونه‌ای سبب کاهش شدید تراکم و زی‌توده زئوپلانکتون‌ها نیز شدند. با توجه به نتایجی که در این تحقیق به دست آمد، ترکیب، تراکم و زی‌توده زئوپلانکتون‌های گروه‌های گردان‌تنان، آغازیان و مروپلانکتون‌ها بسته به فصول و اعماق بررسی شده در سواحل بابل در دریای خزر بسیار پایین می‌باشند.

منابع

- Bagheri, S., Niermann, U., Mansor, M., Swee-yeok, F. 2014. Biodiversity, distribution and abundance of zooplankton in the Iranian waters of the Caspian Sea off Anzali during 1996–2010. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 94(1): 129-140.
- Banaei, M., Rayatpisheh, M.K. 2006. *Marine Ecology*. Tehran, Iran: Naghsh-e Mehr Publications. (in Persian).
- Birstein, Y.A., Vinogradova, L.G., Kondakova, N.N., Kun, M. S., Astakhova, T.V., Romanova, N.N. 1968. *Atlas of the Invertebrates of the Caspian Sea*. Translated to Persian by L. Delina and F. Nazari in 1998. *Iranian Fisheries Research*. 610 p. (in Persian).
- Bērziņš, B., Pejler, B. 1989. Rotifer occurrence in relation to temperature. *Hydrobiologia*. 115: 223-231.
- Edmondson, W.T. 1959. *Freshwater Biology* 2nd Edition. John Wiley and Sons Inc. London-Chapman and Hall Limited. New York, USA. 1248 p.
- Fatemi, M.R., Rowshan Tabari, M., Pourgholam, R., Mousavi Nadoushan, R., Vosoghi, G., Rahmati, R., Khodaparast, N. 2013. Distribution of different groups of Zooplankton in different depths in the southern Caspian Sea in 2008. *Journal of Oceanography*. 14: 85-92. (in Persian).
- Finenko, G., Kideys, A.E., Anensky, B., Shiganova, T., Roohi, A., Roushantabari, M., Rostami, H., Bagheri, S. 2006. Invasive ctenophore *Mnemiopsis leidy* in the Caspian Sea feeding, respiration, reproduction and predatory impact on the Zooplankton community. *Marine Ecological Progress Series*. 314: 171-185.
- Hosseini, S.A., Ganjyan, A., Makhloogh, A., Keyhansani, A., Tahami, F., Mohamadjani, T., Makaremi, M., Rowshan Tabari, M. 2011. Hydrology and hydrobiology of southern of Caspian Sea (1375-1376). *Pub. IFRO*. 296 p. (in Persian).
- Ivanov, V.P., Kamakin, A.M., Ushvitzev, V.B., Shiganova, T., Zhukova, O.N., Aladin, S.I., Wilson, G., Harbison, R., Dumon, H.J. 2000. Invasion of the Caspian Sea by the Comb Jellyfish *Mnemiopsis Leidy* (Ctenophora). *Biological Invasions*. 2(3): 255-258.
- Khodaparast, N., Roohi, A., Shapouri, M., Rowshan Tabari, M., Rahmati R., Nasrollahzadeh Saravi, H., Vahedi, F. 2012. Study on species composition and population structure of zooplankton at different depths of the southern Caspian Sea (Commercial Regions: Amirabad, Nowshahr and Anzali) after *Mnemiopsis Leidy* invasion in 2010. *Journal of Marine Biology*. 4(3): 1-12. (in Persian).
- Ghorbani, R., Baghfalaki, M., Shaluei, F. 2012. *The Caspian Sea Environment*. Kostianoy, A.G., Kosarev, A.N. 2005. 334 p. (in Persian).
- Mahmoudi, N. 2015. Interactions of planktonic communities in Mazandaran coasts with Emphasis on Ctenophore *Mnemiopsis leidy*. PhD thesis. Tarbiat Modares University, Nour. 95 p.
- Nasrollahzadeh Saravi, H., Rowshan Tabari, M., Mokarammi, A., Makhloogh, A. 2012. Study on feeding habits of zooplankton-phytoplankton in different seasons of Caspian Sea using multivariable statistical analysis. *Journal of Oceanography*. 15: 29-38.

- Newell, G.E., Newell, R.C. 1977. Marine plankton: a practical guide, Hutchinson, London. 320 p.
- Nybakken, J.W., Bertness, M.D. 2005. Marine Biology: An Ecological Approach (6th edition).
- Petipa, T.S. 1957. On average weight of the main zooplankton from Black Sea. Proc. Sevastopol. Biological Station. 9: 39-57.
- Postel, L., Fock, H., Hagen, W. 2000. Biomass and abundance. In: Harris, R., Wiebe, P., Lenz, J., Skjoldal, H.R., Huntley, M. 1992. (eds.). Zooplankton Methodology Manual. Academic Press, San Diego. pp. 83-19.
- Roohi, A., Kideys, A.E., Sajjadi, A., Hashemian, A., Pourgholam, R., Fazli, H., Khanari, A.G., Develi, E.E. 2010. Changes in biodiversity of phytoplankton, zooplankton, fishes and macrobenthos in the southern Caspian Sea after the invasion of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi*. Biological Invasions. 12: 2343-2361.
- Roohi, A., Pourgholam, R., Ganjian Khenari, A., Kideys, A.E., Sajjadi, A., Abdollahzade Kalantari, R. 2013. Factors influencing the invasion of the alien Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* development in the southern Caspian Sea. Ecopersia. 1(3): 299-313.
- Roohi, A., Yasin, Z., Kideyes, A.E., Hwai, A.T.S., Ganjian-khanari, A., Ekerdeveli, E. 2008. Impact of a new invasive ctenophore (*Mnemiopsis leidyi*) on the zooplankton community of the Southern Caspian Sea. Marine Ecology. ISSN 0173-9565.
- Rowshan Tabari, M., Fatemi, S.M.R., Pourgholam, R., Mousavi Nadoushan, R. 2014. Latest diversity trend and seasonal abundance of population of zooplankton (holoplankton) communities in the south Caspian Sea Iran. Iranian Journal of fisheries sciences. 13: 437-448.
- Rowshan Tabari, M., Nejatkhah, P., Hoseini, S.A., Khodaparast, N. and Rostamian, M.T. 2007. Diversity, abundance and distribution of zooplankton in the southern of Caspian Sea in 2005 and compares on with previous years. Journal of Environmental Sciences and Technology. 9(4): 129-137. (in Persian).
- Rowshan Tabari, M., Roohi, A. 2004. Impacts of *Mnemiopsis leidyi* on zooplankton population in the southern Caspian Sea, First Regional Technical Meeting. February 22-23, 2004. Tehran. pp. 161-167. <http://www.caspianenvironment.org>.
- Shapoori, M., Gholami, M. 2014. The influence of salinity variations on zooplankton community structure in south Caspian Sea basin estuary. Advances in life sciences. 4: 135-139.
- Shiganova, T.A., Dumont, H.J., Sokolsky, A.F., Kamakin A.M., Tinenkova, D., Kurasheva, E.K. 2004. Population dynamics of *Mnemiopsis leidyi* in the Caspian Sea, and effects on the Caspian ecosystem. In: Dumont, H.J., Shiganova, T.A., Niermann, U. (eds.). Aquatic Invasions in the Black, Caspian, and Mediterranean Seas. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London. 71-111.
- Wetzel, R.G., Likens, G.E. 1991. Limnological Analysis. New York USA: Springer-Verlag 210.