# اثر پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در قفس شناور بر ساختار جمعیت زئوپلانکتونی منطقه عباس‌آباد، در جنوب دریای خزر

**عرفان کریمیان[۱]، محمد ذاکری*[۱]، سید محمدوحید فارابی[۲]، مهسا حقی[۱]، پریتا کوچنین[۱]**

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع‌طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران، صندوق پستی: ۶۴۱۹۹-۴۳۱۷۵

۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی، پژوهشکده‌ی اکولوژی دریای خزر، ساری، ایران، صندوق پستی: ۹۶۱

تاریخ دریافت: ۱۹ فروردین ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: ۶ شهریور ۱۳۹۶

## چکیده

این تحقیق با هدف تعیین اثر فعالیت پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بر توزیع و ساختار جمعیت زئوپلانکتونی منطقه عباس‌آباد در حوضه جنوبی دریای خزر طراحی گردید. بدین منظور نمونه‌های آب، رسوب و زئوپلانکتون از فواصل ۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ متری از قفس‌های پرورش ماهی طی ۴ دوره شامل دی‌ماه ۱۳۹۳ (قبل از پرورش)، اسفند و اردیبهشت‌ماه (دوره پرورش) و مردادماه ۱۳۹۴ (بعد از دوره پرورش) جمع‌آوری شدند. در این بررسی، در مجموع ۱۰ گروه از زئوپلانکتون‌ها شامل ۱ گونه متعلق به راسته‌ی Copepoda، ۱ گونه از Cirripedia، ۱ گونه از Cladocera، ۱ گونه از Rotifera، ۱ گونه از Ciliata، ۱ گونه از Foraminifera، ۱ گونه از Aciculata، ۱ گونه از Sedentaria و ۲ گروه از لارو Lamellibranchiata و Medus شناسایی گردید. گونه‌ی *Acartia tonsa* از راسته کوپه‌پودا با بیش‌ترین درصد فراوانی (۷۶/۱۹٪) جمعیت غالب را تشکیل داد. نتایج نشان داد که عوامل فیزیکوشیمیایی و نیز فراوانی زئوپلانکتون‌ها طی دوره‌های مختلف نمونه‌برداری دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($P<0/05$)، در حالی‌که اثر فاصله از مرکز قفس معنی‌دار نبود ($P>0/05$). نتایج حاصل از تعیین اثر عوامل محیطی با استفاده از آزمون CCA روی فراوانی گونه‌های زئوپلانکتونی نشان داد که این عوامل تأثیر کمی داشتند و همبستگی منفی بیش‌تر گونه‌های زئوپلانکتونی با ترکیبات نیتروژنی به‌خصوص نیترات وجود داشت، به‌طوری‌که کم‌ترین فراوانی جمعیت زئوپلانکتونی در اسفندماه همراه با بیش‌ترین میزان نیتروژن کل به‌دست آمد. به‌نظر می‌رسد فعالیت پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در قفس در منطقه عباس‌آباد، به‌دلیل حرکات و جریانات آبی بر بعضی عوامل کیفی آب و غلظت مواد مغذی تأثیر نسبتاً جزئی داشته اما اثر قابل ملاحظه‌ای روی جوامع زئوپلانکتونی محیط اطراف قفس نداشت به‌طوری‌که، تغییرات مشاهده شده در ساختار زئوپلانکتونی بیش‌تر با تغییرات فصلی مرتبط بود.

**کلمات کلیدی:** پرورش در قفس، قزل‌آلای رنگین‌کمان، زئوپلانکتون، حوضه‌ی جنوبی دریای خزر.

* عهده‌دار مکاتبات (✉). Zakeri.mhd@gmail.com

[ Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23223545.1396.11.3.6.7 ]

**مقدمه**

تنوع زیستی دریای خزر در تمامی شاخه‌های جانوری، در مقایسه با دیگر دریاها پایین بوده اما میزان گونه‌های بومی (حدود ۴۰ درصد) در دریای خزر بالاست (Aladin and Plotnikov, 2004). آبزی‌پروری دریایی به عنوان یکی از مهم‌ترین خدمات اکوسیستم دریایی و ساحلی به شمار می‌رود و نقش اساسی در رفاه انسان دارد (Barbier, 2012). پرورش ماهی در قفس در آب‌های لب شور و شور، از مدت‌ها قبل مورد توجه قرار گرفته و به‌دلیل وجود منابع آبی شور، می‌تواند گسترش و تنوع قابل توجهی داشته باشد. در سال ۲۰۱۴ میلادی سهم قابل توجهی از تولیدات آبزی‌پروری جهان به محیط‌های آبی لب‌شور و شور اختصاص داشته است (FAO, 2012)، به‌طوری‌که، سهم کل آن از ۱ میلیون تن تولید سالانه در اوایل دهه‌ی ۱۹۵۰ به ۷۳/۸ میلیون تن در سال ۲۰۱۴ افزایش یافته است (FAO, 2016). براساس بررسی انجام شده توسط شرکت رفا (نروژ) در سال ۱۳۸۳ با عنوان" مطالعه چهارچوب اصلی توسعه آبزی‌پروری در قفس‌های دریایی در ایران"، بخش مرکزی سواحل دریای خزر (استان مازندران) به علت دارا بودن شرایط توپوگرافی و عمق مناسب دارای بیش‌ترین پتانسیل تولید و پرورش ماهی (قزل‌آلای رنگین‌کمان) معرفی شده است (اداره کل شیلات مازندران، ۱۳۹۵).

فعالیت آبزی‌پروری در دو دهه‌ی اخیر، به‌عنوان جوان‌ترین و سریع‌ترین صنعت استفاده کننده از منابع آبی، در نگاه عمومی مردم اولین مسئول حفظ کیفیت آب نیز بوده است (Tisdell, 1999). پرورش در قفس آزادماهیان دریاچه‌ای به عنوان یک منبع مهم شناخته شده از ضایعات آلی و مواد مغذی است که می‌تواند باعث افزایش سطوح مواد آلی و مغذی در ستون آب و در نتیجه‌ی افزایش رشد باکتری‌های اطراف قفس (Caruso, 2014)، تغییر در جوامع پلانکتونی و کفزی (Gonzalez-Silvera *et al*., 2015)، غنی‌سازی رسوبات در محل پرورش (Gonzalez-Silvera *et al*., 2015; Pierre *et al*., 2015) و تغییر در صید و جمعیت ماهیان بومی شود (Uglem *et al*., 2014) و به‌طور کلی سبب تغییر در شرایط اکولوژیکی اولیه، تنوع زیستی و عملکرد اکوسیستم گردد (Loya, 2007). بنابراین پایش غلظت مواد مغذی در ستون آب و رسوبات طی پرورش و بعد از آن، می‌تواند برای مدیریت پرورش پایدار ماهی بسیار ضروری باشد (Beveridge, 2008).

کاربرد موجودات به‌عنوان شاخص‌های زیستی، مانند جمعیت فیتوپلانکتون‌ها و زئوپلانکتون‌ها برای منطقه پلاژیک آب‌ها و همچنین موجودات کفزی جهت تعیین سلامت رسوبات و سایر ویژگی‌های اکولوژیک بسیار موفقیت‌آمیز بوده است (Azevêdo *et al*., 2015). زئوپلانکتون‌ها، در چرخه غذایی آب‌های سطحی و انتقال انرژی بین تولید کنندگان اولیه و جمعیت ماهی‌ها (Gowen *et al*., 2003) و همچنین به عنوان پالاینده‌های ستون آب و تغذیه از مواد معلق (Kovalev *et al*., 1999) در بهبود کیفیت آب و به‌طور کلی در عملکرد اکوسیستم نقش کلیدی دارند. همچنین نشان داده شده است که زئوپلانکتون‌ها یک شاخص معتبر برای موقعیت تروفی هستند (Wang *et al*., 2007). به‌طور کلی در اکوسیستم‌های آبی که با تغییر در عوامل طبیعی و یا افزایش مواد مغذی و سایر اثرات انسانی به عنوان یک عامل استرس‌زا دچار آشفتگی می‌شوند، تغییر در جمعیت زئوپلانکتون‌ها

[ Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1396.11.3.6.7 ]

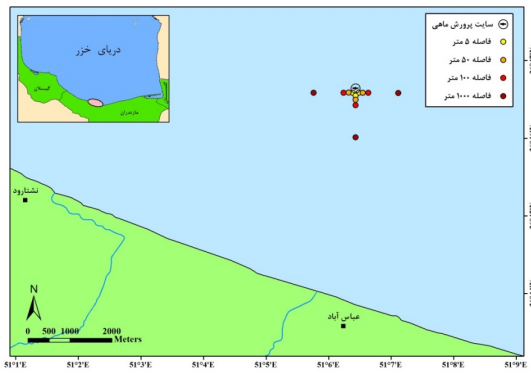
یک شاخص حساس است که به‌صورت تلفیقی این تغییرات را با هم نشان می‌دهد (Azevêdo *et al.*, 2015).

زئوپلانکتون‌های دریای خزر منبع عمده‌ی تغذیه ماهیان، به خصوص ماهیان پلاژیک هستند که به طور اختصاصی از انواع پاروپایان و سایر زئوپلانکتون‌ها تغذیه می‌کنند. از طرفی کاهش شدید زئوپلانکتون‌ها در سال‌های اخیر (Bagheri *et al.*, 2013) به‌دلیل دخالت‌های انسانی نظیر صید بی‌رویه، ورود گونه‌های مهاجم غیر بومی نظیر شانه‌دار *Mnemiopsis leidyi* و سایر عوامل زیست محیطی تهدیدکننده‌ی این اکوسیستم حساس است. در ایران مطالعاتی روی جنبه‌های مختلف پرورش ماهی قزل آلا و رژیم‌های غذایی این ماهی انجام شده است اما در ارتباط با اثرات پرورش در قفس این ماهی مطالعات بسیاری محدودی و در حد مطالعات ابتدایی انجام شده است که از آن جمله می‌توان به مطالعه Bagheri و همکاران (۲۰۱۶) اشاره نمود. بنابراین تحقیق حاضر با هدف تعیین اثرات فعالیت پرورش در قفس ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بر توزیع و ساختار جمعیت زئوپلانکتونی منطقه عباس‌آباد در حوضه جنوبی دریای خزر صورت گرفت.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در ساحل جنوبی دریای خزر در استان مازندران در منطقه‌ی عباس آباد، با موقعیت جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی، انجام گرفت. در این مطالعه به منظور تعیین دقیق مناطق مناسب برای استقرار قفس‌های پرورشی، ابتدا با محاسبات زمین آماری و نقشه‌های تولید شده، مناطق مرکزی حوضه‌ی جنوبی دریای خزر به‌دلیل شیب مناسب بستر و کم بودن فاصله ساحل تا لایه عمقی مورد نظر و سایر موارد و همچنین از نظر شرایط دمایی و عواملی مانند شفافیت و غلظت مواد مغذی، اعماق بیش از ۲۰ متر، نسبت به مناطق دیگر برای استقرار قفس‌های پرورشی مناسب تشخیص داده شد (فارابی، ۱۳۹۳).

برای انجام این تحقیق، ۴ ایستگاه؛ ایستگاه اول در لبه‌ی قفس‌های پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (۵ متر)، ایستگاه دوم در فاصله ۵۰ متری از قفس، ایستگاه سوم در فاصله ۱۰۰ متری و ایستگاه چهارم (شاهد) در فاصله ۱۰۰۰ متری از قفس در جهت وزش باد و جریان آب به سمت شرق، به سمت غرب و به سمت ساحل دریای خزر (در مجموع ۱۲ مکان) در نظر گرفته شد (شکل ۱).




شکل ۱: موقعیت قفس و ایستگاه‌ها در منطقه مورد مطالعه– عباس‌آباد

این پژوهش از دی‌ماه سال ۱۳۹۳ تا مردادماه ۱۳۹۴ در بخش آب‌های زیرسطحی ایستگاه‌های مذکور انجام شد. فعالیت پرورش، از ماهیانی با وزن پیش‌پرواری با میانگین ۲۰۰ گرم، شروع شد. میزان ذخیره‌سازی اولیه حداکثر ۵ تن به‌ازای هر قفس و بطور متوسط تعداد

[ Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1396.11.3.6.7 ]

ذخیره‌سازی ۲۵۰۰۰ قطعه ماهی بود که ماهی‌های ذخیره شده طی ۴ ماه دوره‌ی پرورش به بیش از ۸۰۰ گرم رسیدند. ۳ قفس پرورشی با قطر ۲۰ متر، ارتفاع تور ۸ متر (چشمه‌ی تور ۲۰ میلی‌متر) و تاج یک متر که در فاصله ۵ کیلومتری از ساحل و در عمق ۳۰ متری از سطح دریا مستقر شد. توانایی اسمی تولید هر قفس ۲۵ تن است ولی به‌دلیل احتمال کم‌ترین احتساب خطرپذیری (عدم آگاهی پرورش‌دهندگان از اکولوژی محل استقرار قفس مانند وجود طوفان‌ها و در نتیجه جلوگیری از خسارات احتمالی)، عملاً حداکثر ۱۵ تن از آن برداشت شد. غذادهی روزانه بصورت دستی در دو نوبت در ساعات ۰۹:۰۰ و ۱۶:۰۰ به اندازه ۳ درصد از وزن بدن ماهیان انجام شد. ترکیبات غذایی پلت‌ها شامل (۴۱٪ پروتئین، ۱۸٪ چربی، ۲۰٪ کربوهیدرات، ۱۰٪ خاکستر، ۸٪ رطوبت و ۳٪ فیبر) بود و میزان ضریب تبدیل غذایی بدون احتساب هدر رفت غذا ۱ به‌دست آمد (میزان فسفر و نیتروژن کل در غذا به‌ترتیب ۰/۶ و ۶/۵۶ درصد محاسبه شد). نمونه‌برداری‌های زیستی و غیر زیستی طی ۴ مرحله شامل قبل از ذخیره‌سازی در قفس (دی ۱۳۹۳)، اواسط دوره پرورش (اسفندماه، با تراکم بیش‌تر)، اواخر دوره پرورش (اردیبهشت‌ماه، با تراکم کم‌تر) و سه ماه پس از اتمام دوره‌ی پرورش (مرداد ۱۳۹۴) جهت بررسی اثرات زیست‌محیطی پرورش در قفس، صورت گرفت. لازم به‌ذکر است که یکی از قفس‌ها به‌دلیل برخورد طوفان بسیار شدید در اسفندماه در هم شکست و به ساحل منتقل گردید و در نتیجه از میزان تراکم کل کاسته شد.

در طول دوره تحقیق، نمونه‌برداری از آب در ایستگاه‌های مورد نظر با استفاده از دستگاه روزت و روتنر صورت گرفت. بعضی از فاکتورهای فیزیکوشیمیایی از قبیل pH، دما، شوری و هدایت الکتریکی در محل نمونه برداری (Wetzel and likens, 1991) به‌وسیله دستگاه مولتی پارامتر پرتابل مدل مولتی ۳۴۰ آی و شفافیت با استفاده از صفحه سکشی به قطر ۲۵ سانتی‌متر بلافاصله در محل نمونه برداری و بقیه عوامل فیزیکوشیمیایی در آزمایشگاه آنالیز شیمیایی پژوهشکده‌ی اکولوژی دریای خزر با استفاده از روش کار استاندارد برای آزمایش آب ارائه شده توسط انجمن بهداشت عمومی آمریکا (APHA) (۲۰۰۵) اندازه‌گیری شد. عوامل فیزیکوشیمیایی آب شامل؛ دما (درجه سانتی‌گراد)، شوری (گرم در لیتر)، شفافیت (متر)، کل مواد جامد محلول (میلی گرم در لیتر)، هدایت الکتریکی (میکرو زیمنس بر سانتی‌متر)، کدورت (NTU)، کلروفیل آ (میکروگرم در لیتر)، اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر)، اسیدیته (pH)، نیتروژن کل (میکروگرم در لیتر)، آمونیاک (میکروگرم در لیتر)، آمونیوم (میکروگرم در لیتر)، فسفر کل (میکروگرم در لیتر)، فسفات (میکروگرم در لیتر)، نیترات (میکروگرم در لیتر) و نیتریت (میکروگرم در لیتر) و برای رسوب شامل مواد آلی کل (TOM) و دانه‌بندی اندازه‌گیری گردید (Holme and Mcintyre 1984).

نمونه‌برداری زئوپلانکتون‌ها با استفاده از تور مخروطی پلانکتون ۱۰۰ میکرون با قطر دهانه ۳۶ سانتی‌متر به صورت کشش عمودی از عمق ۱۷ متری تا سطح صورت گرفت. سپس حجم آب فیلتر شده توسط تور پلانکتونی، محاسبه گردید. نمونه‌های زئوپلانکتونی با فرمالین ۴ درصد تثبیت شدند (Wetzel and links, 1991). شمارش و شناسایی نمونه‌های زئوپلانکتونی با استفاده از لام بوگارو و کلیدهای شناسایی Burshtina

[ Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1396.11.3.6.7 ]

و همکـــاران (۱۹۶۸)؛ Ruttner (۱۹۷۴)؛ Newell و Newell (۱۹۷۷) و Wetzel و Linkes (۱۹۹۱) صـورت گرفت. میزان بیوماس نیـز در نمونـه‌هـای زئوپلانکتـونی محاسبه گردید.

قبل از تجزیه و تحلیل، داده‌ها از نظر نرمال بودن یـا نبودن با اسـتفاده از آزمـون کولمـوگرف-اسـمیرنوف و شاپیروویلک آزمون شدند. جهـت تجزیـه و تحلیـل اثـر زمـــان و ایســـتگاه بـــه‌طـــور جداگانـــه روی فراوانـــی زئوپلانکتـون‌هـا از آزمـون واریـانس یکطرفـه و جهـت مقایسـه‌ی میـانگین از آزمـون چنـد دامنـه‌ای دانکـن بـا استفاده از نـرم‌افـزار SPSS 17 در سـطح احتمـال ۰/۰۵ انجـام شـد. همچنـین تعیـین اثـر عوامـل محیطـی روی فراوانی جمعیـت زئوپلانکتـونی بـا اسـتفاده از نـرم‌افـزار (Canoco) و آزمون CCA صورت گرفت.

## نتایج

### عوامل فیزیکوشیمیایی آب

بررســـی نتـــایج حاصـــل از آنـــالیز عوامـــل فیزیکوشیمیایی نشان داد که همه‌ی عوامل انـدازه‌گیـری شده (به‌خصوص دما، شـوری، pH، هـدایت الکتریکـی با تغییرات فصلی) در زمـان‌هـای مختلـف نمونـه‌بـرداری دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($P<0/05$)، در حـالی‌کـه بین ایستگاه‌هـای مطالعـاتی در بیش‌تـر مـوارد اخـتلاف معنی‌دار مشاهده نگردید (جدول ۱).

### تعیین دانه‌بندی بستر منطقه

تعیین دانه‌بندی بستر منطقه مطالعه شده نشان داد که جنس بستر بیش‌تـر از دانـه‌هـای سـیلت-رس (۹۱/۷٪) و ماسـه خیلـی ریـز (۶/۴۴٪) تشـکیل شـده بـود. عامـل دانه‌بندی (ماسه خیلی ریز) طی دوره‌های مختلف در هر ایسـتگاه (بجـز در ایسـتگاه ۱۰۰ متـری) دارای اخـتلاف معنی‌دار بود به‌طور که، کم‌ترین میزان این عامل در دی و اسـفندماه وجـود داشـت و بـیش‌تـرین آن در همـه‌ی ایستگاه مربـوط بـه دوره‌ی اردیبهشـت‌مـاه بـود امـا ایـن تغییرات در هیچ‌کدام از ایستگاه‌های مربوط به هـر دوره معنـی‌دار نبـود. تغییـرات مربـوط بـه عامـل دانـه‌بنـدی (سیلت-رس) تقریباً برعکس تغییـرات عامـل دانـه‌بنـدی ماسه خیلی ریز بود.

### تعیین مواد آلی کل رسوب (TOM)

در تعیین میزان TOM نشان داده شـد کـه بـالاترین میزان TOM در اسفندماه و کم‌ترین آن هم در متعلق به مردادماه بود اما تغییرات بـین ایسـتگاهی مربـوط بـه هـر دوره معنی‌دار نبود.

### نتایج بررسی زئوپلانکتون‌های اطراف قفس

در این بررسی تعـداد ۹ جـنس و گونـه بـه‌همـراه ۱ راسته از زئوپلانکتون‌ها شناسایی شد. از ایـن میـان یـک گونـه متعلـق بـه راسـته‌ی Copepoda، یـک گونـه از Cirripedia، یک گونـه از Cladocera، یـک گونـه از Rotifera، یـــک گونـــه از ciliata، یـــک گونـــه از Foraminifera، یک گونه از Aciculata، یک گونه از Sedentaria، و دو گـروه از لارو Lamellibranchiata و Medusa بود. یک گونه نـوزاد و لارو sp *Balanus*، لارو دوکفـــــــــه‌ای Lamellibranchiate، لارو Foraminifera، *Nereis diversicolor* و لارو sp *Hypania* در گروه مروپلانکتون‌ها قرار داشتند (جدول ۲).

[ Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1396.11.3.6.7 ]

جدول ۱: خصوصیات فیزیکوشیمیایی منطقه مورد مطالعه در ایستگاه و ماه‌های مختلف، ۱۳۹۴-۱۳۹۳

| خصوصیت | فاصله (متر) | زمان | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | دی | اسفند | اردیبهشت | مرداد |
| دما (درجه سانتی گراد) | ۵ | ۱۲/۰۶ ± ۰/۱۵ $^{D}$ | ۱۳/۸۶ ± ۰/۱۵ $^{C}$ | ۱۷/۱۶ ± ۰/۲۸ $^{B}$ | ۳۰/۱ ± ۰/۳۵ $^{A}$ |
| | ۵۰ | ۱۲/۰۶± ۰/۱۵ $^{D}$ | ۱۳/۸۶± ۰/۱۵ $^{C}$ | ۱۷/۱۶ ± ۰/۲۸ $^{B}$ | ۳۰/۱۶ ± ۰/۲۸ $^{A}$ |
| | ۱۰۰ | ۱۲/۱۳ ± ۰/۲۵ $^{D}$ | ۱۳/۹۳ ± ۰/۲۵ $^{C}$ | ۱۷/۵ ± ۰/۵ $^{B}$ | ۳۰/۱۶ ± ۰/۲۸ $^{A}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۱۲/۲ ± ۰/۲ $^{D}$ | ۱۴ ± ۰/۲ $^{C}$ | ۱۷/۵± ۰/۵ $^{B}$ | ۳۰/۱۶ ±۰/۲۸ $^{A}$ |
| شوری (گرم در لیتر) | ۵ | ۱۰/۷۳ ± ۰/۱۱ $^{C}$ | ۱۰/۹۳ ± ۰/۰۶ $^{B}$ | ۱۰/۷ ± ۰/۰ $^{C}$ | ۱۱/۲ ± ۰/۰ $^{A}$ |
| | ۵۰ | ۱۰/۸± ۰/۰ $^{B}$ | ۱۰/۸۶± ۰/۰۶ $^{B}$ | ۱۰/۷ ± ۰/۰ $^{C}$ | ۱۱/۲۶ ± ۰/۰۶ $^{A}$ |
| | ۱۰۰ | ۱۰/۸ ± ۰/۰ $^{A}$ | ۱۰/۹ ± ۰/۰ $^{A}$ | ۱۰/۷ ± ۰/۰ $^{A}$ | ۱۱/۲ ± ۰/۰ $^{A}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۱۰/۸۳ ± ۰/۰۵ $^{B}$ | ۱۰/۹ ± ۰/۰ $^{B}$ | ۱۰/۶۶± ۰/۰ $^{C}$ | ۱۱/۲۶ ±۰/۰۶ $^{A}$ |
| pH | ۵ | ۸/۸۱ ± ۰/۰۲ $^{A}$ | ۸/۳۶ ± ۰/۰۲ $^{C}$ | ۸/۳۹ ± ۰/۰۱ $^{BC}$ | ۸/۴۱ ± ۰/۰۳ $^{B}$ |
| | ۵۰ | ۸/۸۳± ۰/۰۳ $^{A}$ | ۸/۳۷± ۰/۰۱ $^{C}$ | ۸/۴± ۰/۰۰۱ $^{BC}$ | ۸/۴۳± ۰/۰۳ $^{B}$ |
| | ۱۰۰ | ۸/۸۲ ± ۰/۰ $^{A}$ | ۸/۳۷ ± ۰/۰۲ $^{A}$ | ۸/۴ ± ۰/۰۰۶ $^{A}$ | ۸/۴۵ ± ۰/۰۱ $^{A}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۸/۷۹ ± ۰/۰۱ $^{A}$ | ۸/۳۸ ± ۰/۰ $^{C}$ | ۸/۳۹ ± ۰/۰۰۳ $^{BC}$ | ۸/۴۱ ± ۰/۰۳ $^{B}$ |
| اکسیژن محلول (میلی گرم در لیتر) | ۵ | ۸/۱۶ ± ۰/۸۳ $^{AB}$ | ۷/۳ ± ۰/۳۶ $^{B}$ | ۷/۲۷ ± ۰/۳۱ $^{Bb}$ | ۸/۸۳ ± ۰/۲۷ $^{Aa}$ |
| | ۵۰ | ۸/۸۸± ۰/۸۸ $^{A}$ | ۷/۵۶± ۰/۵۸ $^{B}$ | ۷/۴۸± ۰/۶ $^{Bb}$ | ۷/۹۱± ۰/۱۸ $^{ABb}$ |
| | ۱۰۰ | ۸/۴۸ ± ۰/۶ $^{A}$ | ۸/۰۳ ± ۰/۹۵ $^{A}$ | ۸/۳۱ ± ۰/۶۶ $^{Aab}$ | ۸/۰۲ ± ۰/۳۱ $^{Aab}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۹/۲۳ ± ۰/۰۱ $^{A}$ | ۸/۹۳ ± ۱/۲۵ $^{A}$ | ۸/۳۳ ± ۱/۰۱ $^{Aa}$ | ۷/۷۱ ± ۰/۷۹ $^{Ab}$ |
| هدایت الکتریکی (میکرو زیمنس بر سانتی متر) | ۵ | ۱۸/۳۱ ± ۰/۱ $^{C}$ | ۱۸/۵۶ ± ۰/۰۶ $^{B}$ | ۱۸/۱۱ ± ۰/۰۰۵ $^{D}$ | ۱۹/۰۲ ± ۰/۰۶ $^{A}$ |
| | ۵۰ | ۱۸/۴۲± ۰/۰۱ $^{C}$ | ۱۸/۵۸± ۰/۰۳ $^{B}$ | ۱۸/۱۲± ۰/۰۰۵ $^{D}$ | ۱۹/۰۷± ۰/۰۴ $^{A}$ |
| | ۱۰۰ | ۱۸/۴۳ ± ۰/۰۳ $^{C}$ | ۱۸/۵۲ ± ۰/۰۳ $^{B}$ | ۱۸/۱۲ ± ۰/۰۰۵ $^{D}$ | ۱۸/۹۹ ± ۰/۰۲ $^{A}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۱۸/۴۲ ± ۰/۰۹ $^{B}$ | ۱۸/۵۲ ± ۰/۰۲ $^{B}$ | ۱۸/۱۲ ± ۰/۰۲ $^{C}$ | ۱۹/۰۴ ± ۰/۱ $^{A}$ |
| گل آلودگی (NTU) | ۵ | ۵/۰۸ ± ۰/۶۱ $^{B}$ | ۷/۱۳ ± ۰/۰۵ $^{A}$ | ۶/۳۳ ± ۰/۲۸ $^{AB}$ | ۳/۶۹ ± ۱/۱۹ $^{C}$ |
| | ۵۰ | ۴/۹۸± ۰/۷۳ $^{BC}$ | ۷/۰۳± ۰/۲۵ $^{A}$ | ۶/۰۶± ۰/۰۵ $^{AB}$ | ۳/۸۹± ۱/۴۷ $^{C}$ |
| | ۱۰۰ | ۵/۰۲ ± ۰/۴۹ $^{BC}$ | ۶/۸۶ ± ۰/۰۵ $^{A}$ | ۶/۱ ± ۰/۱۷ $^{AB}$ | ۳/۹۴ ± ۱/۱۳ $^{C}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۵/۲۳ ± ۰/۶۵ $^{BC}$ | ۷/۰۶ ± ۰/۱۵ $^{A}$ | ۶/۱ ± ۰/۱ $^{AB}$ | ۴/۳۶ ± ۱/۲۱ $^{C}$ |
| کل مواد جامد محلول (گرم در لیتر) | ۵ | ۹/۱۶ ± ۰/۰۶ $^{C}$ | ۹/۲۸ ± ۰/۰۳ $^{B}$ | ۹/۰۶ ± ۰/۰ $^{D}$ | ۹/۵۱ ± ۰/۰۲ $^{A}$ |
| | ۵۰ | ۹/۲۱± ۰/۰۰۵ $^{C}$ | ۹/۲۹± ۰/۰۱ $^{B}$ | ۹/۰۶± ۰/۰۰۵ $^{D}$ | ۹/۵۴± ۰/۰۲ $^{A}$ |
| | ۱۰۰ | ۹/۲۱ ± ۰/۰۲ $^{C}$ | ۹/۲۶ ± ۰/۰۱ $^{B}$ | ۹/۰۶ ± ۰/۰۰۵ $^{D}$ | ۹/۵ ± ۰/۰۱ $^{A}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۹/۲۱ ± ۰/۰۴ $^{B}$ | ۹/۲۶ ± ۰/۰۱ $^{B}$ | ۹/۰۶ ± ۰/۰۰۵ $^{C}$ | ۹/۵۲ ± ۰/۰۵ $^{A}$ |
| نیتریت (میکروگرم در لیتر) | ۵ | ۲/۵۳ ± ۰/۷۲ $^{B}$ | ۵/۶۴ ± ۱/۴۹ $^{A}$ | ۳/۴۴ ± ۰/۱۴ $^{B}$ | ۵/۶۷ ± ۰/۳۷ $^{Aa}$ |
| | ۵۰ | ۲/۳۸± ۱/۸۶ $^{A}$ | ۴/۴۲± ۲/۴۲ $^{A}$ | ۳/۳± ۰/۱۴ $^{A}$ | ۴/۸± ۰/۵۳ $^{Ab}$ |
| | ۱۰۰ | ۲/۰۳ ± ۰/۹۷ $^{B}$ | ۲/۸۸ ± ۰/۷۷ $^{B}$ | ۳/۲۸ ± ۰/۱۸ $^{B}$ | ۴/۷۵ ± ۰/۳۷ $^{Ab}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۲/۶۲ ± ۰/۳۶ $^{C}$ | ۳/۳۲ ± ۰/۴۴ $^{B}$ | ۳/۱۱ ± ۰/۲۱ $^{C}$ | ۴/۶۳ ± ۰/۲۱ $^{Ab}$ |

[ Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23223545.1396.11.3.6.7 ]

ادامه جدول ۱: خصوصیات فیزیکوشیمیایی منطقه مورد مطالعه در ایستگاه و ماه‌های مختلف، ۱۳۹۴-۱۳۹۳

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| نیترات (میکروگرم در لیتر) | ۵ | ۱۰۳/۷۳ ± ۸/۱۸ $^{Bbc}$ | ۱۵۹/۸۶ ± ۸/۷۴ $^{A}$ | ۱۰۹/۴۶ ± ۰/۱۴ $^{B}$ | ۱۶۳/۸۶ ± ۱۲/۳۳ $^{A}$ |
| | ۵۰ | ۸۵/۴۶± ۶/۴۹ $^{Bc}$ | ۱۶۰/۹۳± ۲۶/۸۸ $^{A}$ | ۱۱۰/۶۶± ۷/۳۹ $^{B}$ | ۱۶۱/۶۳± ۵/۸۵ $^{A}$ |
| | ۱۰۰ | ۱۲۰/۳ ± ۲۳/۹۵ $^{Bb}$ | ۱۳۰/۶۳ ± ۷/۹۵ $^{BC}$ | ۱۱۱/۴۶ ± ۸/۲۱ $^{B}$ | ۱۵۳/۳۶ ± ۷/۱۱ $^{A}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۱۴۶/۲ ± ۶/۷۳ $^{Aa}$ | ۱۴۹/۷ ± ۲۴/۵۲ $^{A}$ | ۱۱۰/۵۳ ± ۱۰/۴۶ $^{B}$ | ۱۵۷/۴ ± ۶/۲۲ $^{A}$ |
| آمونیوم (میکروگرم در لیتر) | ۵ | ۷۱/۰۶ ± ۸/۹۸ $^{Cb}$ | ۹۱/۴۶ ± ۲۱/۴ $^{BCa}$ | ۱۰۰/۶۳ ± ۴/۳۴ $^{Bab}$ | ۱۲۷/۱۶ ± ۲/۴۶ $^{A}$ |
| | ۵۰ | ۸۲/۵۳± ۱/۷۴ $^{Ca}$ | ۷۹/۹۳± ۲/۷ $^{Cab}$ | ۱۰۳/۹۳± ۳/۷۵ $^{Ba}$ | ۱۲۲/۵± ۵/۸۶ $^{A}$ |
| | ۱۰۰ | ۷۱/۸۶ ± ۱/۲۸ $^{Cb}$ | ۷۵/۰۳ ± ۷/۷۱ $^{Cab}$ | ۱۰۰/۰۶ ± ۳/۰۵ $^{Bab}$ | ۱۱۷/۶۶ ± ۱۰/۲۸ $^{A}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۶۰/۵۳ ± ۲/۵۶ $^{Cc}$ | ۶۵/۸۶ ± ۷/۴۵ $^{Cb}$ | ۹۴/۹۶ ± ۲/۰۵ $^{Bb}$ | ۱۱۶/۴ ± ۵/۴ $^{A}$ |
| نیتروژن کل (میکروگرم در لیتر) | ۵ | ۸۲۲± ۶۰/۵۵ $^{B}$ | ۱۰۵۰/۶۶ ±۵۸/۳۲ $^{A}$ | ۸۵۰/۳۳ ± ۶۶/۰۱ $^{B}$ | ۹۵۳/۶۶ ± ۹۸/۳ $^{A}$ |
| | ۵۰ | ۷۵۶/۶۶± ۳۴/۶۴ $^{C}$ | ۱۰۴۰/۳۳± ۶۹/۲۹ $^{A}$ | ۸۷۹± ۸۵/۷۴ $^{B}$ | ۹۵۱± ۵۷/۰۳ $^{AB}$ |
| | ۱۰۰ | ۸۰۷/۶۶ ± ۶۳/۵۱ $^{C}$ | ۱۰۳۵/۶۶ ±۳۸/۶۵ $^{A}$ | ۹۱۶/۶۶ ± ۵۹ $^{B}$ | ۹۶۷/۳۳ ± ۵۶ $^{AB}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۸۵۹/۶۶ ± ۷۵/۴۳ $^{C}$ | ۱۰۵۵/۶۶ ±۳۱/۰۸ $^{A}$ | ۹۳۷ ± ۵۶/۵ $^{B}$ | ۹۹۲/۲۳± ۵۵/۴۱ $^{AB}$ |
| فسفات (میکروگرم در لیتر) | ۵ | ۱۵/۴۳ ± ۲/۸۴ $^{Ba}$ | ۲۸/۳۶ ± ۶/۴۷ $^{A}$ | ۲۳/۰۶ ± ۱/۲۸ $^{Aa}$ | ۲۸/۳۳ ± ۲/۰۲ $^{Aa}$ |
| | ۵۰ | ۱۴/۹۳± ۱/۵۲ $^{Bab}$ | ۲۶/۵۳± ۶/۸۷ $^{A}$ | ۲۲/۶± ۰/۵ $^{Aab}$ | ۲۶/۶۶± ۱/۸۹ $^{Aab}$ |
| | ۱۰۰ | ۱۱/۷۶ ± ۱/۲۵ $^{Bab}$ | ۲۳/۵۶ ± ۲/۷۳ $^{A}$ | ۲۰/۷۶ ± ۱/۷۵ $^{Ab}$ | ۲۴/۴ ± ۲/۷۸ $^{Ab}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۱۱/۶ ± ۱/۵ $^{Bb}$ | ۲۳/۰۶ ± ۳/۷۲ $^{A}$ | ۲۰/۷۶ ± ۰/۲۸ $^{Ab}$ | ۲۴/۳۳ ± ۰/۵۷ $^{Ab}$ |
| فسفر کل (میکروگرم در لیتر) | ۵ | ۱۹/۶ ± ۳/۱ $^{B}$ | ۴۳/۲۶ ± ۱۵ $^{A}$ | ۴۰± ۰/۵ $^{A}$ | ۵۰/۷۳ ± ۴/۵۳ $^{A}$ |
| | ۵۰ | ۱۹/۲۶± ۲/۳ $^{C}$ | ۴۶/۴۳± ۶/۴۹ $^{A}$ | ۳۸/۵± ۱/۳۲ $^{B}$ | ۵۰/۲۳± ۱/۶ $^{A}$ |
| | ۱۰۰ | ۲۴/۰۳ ± ۴/۲۷ $^{C}$ | ۴۳/۷۶ ± ۴/۴۶ $^{AB}$ | ۳۶/۶۶ ± ۲/۸۴ $^{B}$ | ۵۰/۹ ± ۴/۴۴ $^{A}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۱۸/۶ ± ۱/۳۲ $^{D}$ | ۳۶/۸۳ ± ۳/۲۵ $^{B}$ | ۳۸/۶۶ ± ۱/۲۵ $^{B}$ | ۴۶/۲۳ ± ۲/۰۸ $^{A}$ |

تذکر: حروف کوچک غیر مشابه در هر ستون و حروف بزرگ غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ است.

نتایج نشان داد که فراوانی نمونه‌های غالب زئوپلانکتونی در بعضی ایستگاه‌ها و به‌خصوص دوره‌های مختلف نمونه‌برداری اختلاف معنی‌دار داشت ($P<۰/۰۵$). بیشترین میانگین فراوانی گونه‌ی *Acartia tonsa* در ایستگاه ۱۰۰ متری از قفس با ۲۸۵۴/۰۱ عدد در متر مکعب در اردیبهشت‌ماه و کم‌ترین فراوانی آن در ایستگاه ۵۰ متری از قفس با ۱۰۷۹/۹۴ عدد در متر مکعب در اسفندماه گزارش شد. اما این تغییرات در هیچ‌کدام از فواصل مختلف از قفس‌ها در هر دوره معنی‌دار نبود و اختلاف معنی‌دار در میانگین فراوانی گونه‌ی *A. tonsa* طی فواصل زمانی نیز فقط در ایستگاه ۵ متری وجود داشت به‌طوری‌که، بیش‌ترین فراوانی مشاهده شده تقریباً در تمامی ایستگاه‌ها در اردیبهشت‌ماه و کم‌ترین مربوط به اسفندماه بود. بیشترین میانگین فراوانی گونه‌ی *Balanus* sp nauplius نیز در ایستگاه ۱۰۰ متری از قفس و در اردیبهشت‌ماه با ۵۹۴/۸۴ عدد در متر مکعب و کم‌ترین فراوانی آن در ایستگاه ۱۰۰۰ متری از قفس با ۱۱/۹۴ عدد در متر مکعب در مردادماه مشاهده گردید. برخلاف گونه‌ی قبلی در مورد گونه‌ی *Balanus* sp

[ Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1396.11.3.6.7 ]

nauplius مشاهده شد که علاوه بر دوره‌های زمانی نمونه‌برداری، در بعضی فواصل مختلف از قفس‌ها در ماه‌های اردیبهشت و مرداد نیز اختلاف معنی‌دار وجود دارد (P<۰/۰۵). چراکه بیش‌ترین فراوانی در این دوره‌ها در ایستگاه ۱۰۰ متری و کم‌ترین آن در ایستگاه ۱۰۰۰ متری وجود داشت. در بررسی فراوانی این گونه طی دوره‌های مختلف، بیش‌ترین فراوانی در تمامی ایستگاه‌ها در اردیبهشت‌ماه و کم‌ترین در مردادماه مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۲: گونه‌های زئوپلانکتونی مشاهده شده در منطقه عباس‌آباد- حوضه جنوبی دریای خزر، ۱۳۹۴-۱۳۹۳.

| شاخه | رده | راسته | خانواده | جنس و گونه |
|---|---|---|---|---|
| Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Acartiidae | *Acartia tonsa* |
| | | Cirripedia | Balanidae | *Balanus* sp nauplii |
| | | | | *Balanus* sp cypris |
| | - | Cladocera | Podonidae | *Pleopis polyphemoides* |
| Rotatoria | - | Rotifera | Asplanchnidae | *Asplanchna* sp |
| Ciliphora | - | Ciliata | Codonellidae | *Tintinnopsis* sp |
| Sarcodina | Rhizopoda | Foraminifera | - | Foraminifera larvae |
| Annelida | polychaeta | - | Ampharetidae | *Hypania* sp larvae |
| | - | Aciculata | Nereidae | *Nereis diversicolor* |
| Mollusca | Bivalvia | – | - | Lamellibranchiata larvae |
| Cnidaria | medusozoa | Medusa | - | - |

همچنین گونه‌ی *Balanus* sp Cypris در ایستگاه ۵ متری از قفس با فراوانی ۹۰/۵۳ عدد در متر مکعب و در اردیبهشت‌ماه بیشترین و در ایستگاه ۱۰۰۰ متری با ۵ عدد در متر مکعب و در مردادماه کم‌ترین فراوانی را داشت. تغییرات معنی‌دار در تراکم این گونه بین ایستگاه‌های مختلف فقط در اردیبهشت‌ماه وجود داشت (P<۰/۰۵). در مورد لارو Lamellibranchiata بیش‌ترین تراکم معنی‌دار در ایستگاه‌های مربوط به اردیبهشت‌ماه مشاهده شد و در بعضی از دوره‌ها و ایستگاه‌ها فراوانی آن صفر بود. در مورد سایر گونه‌های دیگر که در جدول آمده است تقریباً تغییرات روند مشابهی را داشت و بعضی از آن‌ها نیز در دوره‌ای خاص یا بعضی ایستگاه‌ها موجود نبودند. مثلاً گونه‌ی *P. polyphemoides* در دی‌ماه دیده نشد، در اردیبهشت‌ماه به حداکثر فراوانی رسید و سپس فراوانی آن در پایان دوره کاهش یافت.

با توجه به نتایج تعیین میزان زی‌توده‌ی نمونه‌های غالب زئوپلانکتونی نشان داده شد که در بعضی ایستگاه‌ها (گونه‌ی *Balanus* sp nauplii و *Balanus* sp cypris) و به‌خصوص در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). بیشترین میانگین میزان زی‌توده‌ی گونه‌ی *A. tonsa* در ایستگاه ۱۰۰ متری از قفس با ۲۱/۲ میلی‌گرم در متر مکعب در مردادماه و کم‌ترین آن در ایستگاه ۱۰۰ متری از قفس با ۶/۶ میلی‌گرم در متر مکعب و در دی‌ماه مشاهده شد. همانند فراوانی، تغییرات زی‌توده در هیچ‌کدام از فواصل مختلف از قفس‌ها در هر دوره معنی‌دار نبود و اختلاف معنی‌دار در میانگین زی‌توده برای این گونه و طی فواصل زمانی فقط در ایستگاه ۵ و ۱۰۰ متری وجود داشت.

[ Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23223545.1396.11.3.6.7 ]

جدول ۳: تراکم گونه‌های فراوان زئوپلانکتونی طی دوره و ایستگاه‌های مختلف در منطقه عباس‌آباد، ۱۳۹۴-۱۳۹۳

| گونه | فاصله (متر) | زمان | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | دی | اسفند | اردیبهشت | مرداد |
| *Acartia tonsa* | ۵ | ۱۴۴۰/۸۷ ± ۳۹۸/۸۸ $^{AB}$ | ۱۱۱۸/۵۶ ± ۳۰۲/۰۸ $^{B}$ | ۲۷۲۰/۵۱ ± ۷۱۷/۰۴ $^{A}$ | ۲۱۶۷/۸۶ ± ۱۲۳۵/۶۲ $^{AB}$ |
| | ۵۰ | ۱۷۹۶/۴۷ ± ۳۶۹/۱۹ $^{A}$ | ۱۰۷۹/۹۴ ± ۴۳/۲۸ $^{A}$ | ۱۸۳۱/۹۱ ± ۲۵۴/۰۷ $^{A}$ | ۱۱۹۰/۰۷ ± ۷۳۲/۳ $^{A}$ |
| | ۱۰۰ | ۱۴۷۴/۳۹ ± ۵۷۰/۸ $^{A}$ | ۱۳۲۹/۰۲ ± ۲۰۸/۴۷ $^{A}$ | ۲۸۵۴/۰۱ ± ۳۱۸/۸۹ $^{A}$ | ۲۲۵۶/۸۵ ± ۱۷۹۶/۶۴ $^{A}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۱۸۱۶/۱۱ ± ۲۹۹/۴۷ $^{A}$ | ۱۳۳۸/۵۱ ± ۴۵۲/۶۹ $^{A}$ | ۱۷۰۱/۳۱ ± ۱۲۲۷/۲۹ $^{A}$ | ۱۲۸۳/۶۸ ± ۸۰۸/۰۴ $^{A}$ |
| *Balanus* sp nauplii | ۵ | ۲۴۴/۶۴ ± ۱۱۶/۸۵ $^{B}$ | ۱۹۱/۵۸ ± ۱۱۶/۸۵ $^{B}$ | ۴۵۸/۸۷ ± ۸۸/۴۵ $^{Aab}$ | ۳۷/۳۷ ± ۱۳/۹۳ $^{Cab}$ |
| | ۵۰ | ۲۰۸/۴۲ ± ۱۱۵/۵۸ $^{AB}$ | ۱۶۷/۵۵ ± ۶/۳۱ $^{B}$ | ۳۰۴/۳۵ ± ۵۷/۰۱ $^{Ab}$ | ۲۴/۲۷ ± ۱۵/۸۸ $^{Cab}$ |
| | ۱۰۰ | ۱۴۲/۹۳ ± ۲۵/۱۷ $^{B}$ | ۱۵۹/۲۹ ± ۱۵/۹۹ $^{B}$ | ۵۹۴/۸۴ ± ۱۴۸/۰۳ $^{Aa}$ | ۸۵/۹۱ ± ۶۳/۷۹ $^{Ba}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۲۱۲/۲۷ ± ۴۸/۲۴ $^{A}$ | ۱۶۸/۹۶ ± ۵۳/۰۷ $^{A}$ | ۲۷۷/۷۷ ± ۸۵/۰۱ $^{Ab}$ | ۱۱/۹۴ ± ۱۱/۴۱ $^{Bb}$ |
| *Balanus* sp cypris | ۵ | ۴۴/۶۹ ± ۲۸/۲۴ $^{B}$ | ۵۱/۸۲ ± ۹/۱۵ $^{Ba}$ | ۹۰/۵۳ ± ۹/۸۲ $^{Aa}$ | ۲۱/۵۷ ± ۲۱/۳۳ $^{B}$ |
| | ۵۰ | ۳۳/۵۱ ± ۱۶/۳۸ $^{AB}$ | ۴۳/۳۴ ± ۱/۳۶ $^{Aa}$ | ۲۰/۴۱ ± ۶/۳۶ $^{BCb}$ | ۴/۲۳ ± ۴/۰۱ $^{C}$ |
| | ۱۰۰ | ۱۱/۵۵ ± ۱۰/۲۷ $^{A}$ | ۳۱/۴۳ ± ۲/۳۱ $^{Aab}$ | ۴۴/۶۹ ± ۴۲/۰۸ $^{Aab}$ | ۲۱/۷۶ ± ۰/۸۸ $^{A}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۲۶/۹۸ ± ۶/۶۷ $^{A}$ | ۲۵/۴۱ ± ۲/۲۸ $^{Aab}$ | ۲۰/۸ ± ۱۵/۱۵ $^{ABb}$ | ۵ ± ۴/۳۳ $^{B}$ |
| Lamellibranchiata | ۵ | ۱/۵۴ ± ۱/۳۳ $^{B}$ | ۱۰۳ /۸۸ ± ۲۴/۱۲ $^{Aa}$ | ۱۵۲/۱۷ ± ۹۳/۵۹ $^{A}$ | ۷/۷ ± ۷/۳۳ $^{B}$ |
| | ۵۰ | ۶۳/۹۵ ± ۶۲/۵۲ $^{A}$ | ۹۹/۱۱ ± ۳/۳۸ $^{Aa}$ | ۱۷۳/۳۶ ± ۱۵۰/۲۵ $^{A}$ | ۰ $^{A}$ |
| | ۱۰۰ | ۰ $^{C}$ | ۵۵/۹۴ ± ۴/۱۲ $^{Bab}$ | ۲۴۶/۵۶ ± ۳۵/۳ $^{A}$ | ۰/۳۸ ± ۰/۶۶ $^{C}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۹/۶۳ ± ۹/۳۳ $^{B}$ | ۳۸/۸۲ ± ۶/۷ $^{Bb}$ | ۱۲۲/۵۱ ± ۵۴/۰۶ $^{A}$ | ۳/۰۸ ± ۳/۳۳ $^{B}$ |
| Feraminofera | ۵ | ۱۱/۵۵ ± ۱۱/۳۳ | ۰ | ۵۸/۱۷ ± ۵۷/۳۳ | ۱/۱۵ ± ۱/۳۳ |
| | ۵۰ | ۱۴/۲۵ ± ۱۲/۴۶ | ۰ | ۱۱۲/۴۹ ± ۱۱۱/۵۲ | ۶/۵۴ ± ۶/۵۲ |
| | ۱۰۰ | ۱/۵۴ ± ۱/۳۳ | ۰ | ۳۶۹/۸۵ ± ۳۵۹/۱ | ۸/۶۶ ± ۸/۱ |
| | ۱۰۰۰ | ۱۶/۹۵ ± ۱۴/۸۶ | ۰ | ۳۸۵/۲۶ ± ۳۴۹/۰۲ | ۴/۲۳ ± ۳/۳۳ |
| *Asplanchna* sp | ۵ | ۰/۳۸ ± ۰/۳۳ $^{B}$ | ۵۸/۴۷ ± ۱۱/۰۶ $^{Aa}$ | ۰/۷۷ ± ۰/۳۳ $^{B}$ | ۰ $^{B}$ |
| | ۵۰ | ۰/۳۸ ± ۰/۳۳ $^{C}$ | ۵۶/۲۸ ± ۱۰/۵۵ $^{Aa}$ | ۱۰/۲ ± ۹/۶ $^{B}$ | ۰ $^{C}$ |
| | ۱۰۰ | ۰ $^{B}$ | ۳۸/۵۵ ± ۲/۱۲ $^{Ab}$ | ۰ $^{B}$ | ۰ $^{B}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۰ $^{A}$ | ۱۸/۳۹ ± ۱۶/۱۲ $^{Ac}$ | ۷/۷ ± ۷/۳۳ $^{A}$ | ۰ $^{A}$ |
| *Pleopis polyphemoides* | ۵ | ۰ $^{B}$ | ۵۸/۴۷ ± ۱۱/۰۶ $^{Bb}$ | ۸۹۹/۵۸ ± ۱۲۸/۲۲ $^{Aa}$ | ۵۰/۸۵ ± ۵۰/۳۳ $^{B}$ |
| | ۵۰ | ۰ $^{C}$ | ۵۶/۲۸ ± ۱۰/۵۵ $^{Bb}$ | ۳۸۳/۳۳ ± ۴۹/۱۴ $^{Ab}$ | ۱/۱۵ ± ۱/۳۳ $^{C}$ |
| | ۱۰۰ | ۰ $^{B}$ | ۹۰/۸۷ ± ۸/۱۳ $^{Ba}$ | ۶۷۸/۰۵ ± ۲۰۸/۴۶ $^{Aab}$ | ۱/۵۴ ± ۱/۴۸ $^{B}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۰ $^{B}$ | ۲۰/۶۱ ± ۱۸/۲ $^{Bc}$ | ۳۳۹/۰۲ ± ۳۲۴/۷۱ $^{Ab}$ | ۳/۸۵ ± ۳/۶۷ $^{B}$ |

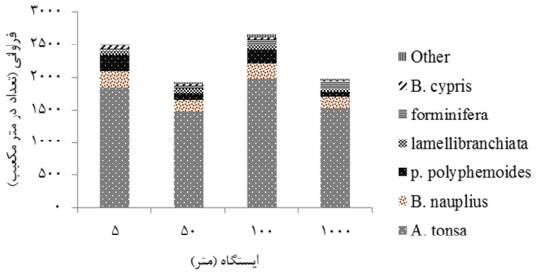
تذکر: حروف کوچک غیر مشابه در هر ستون و حروف بزرگ غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ است.

[ Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23223545.1396.11.3.6.7 ]

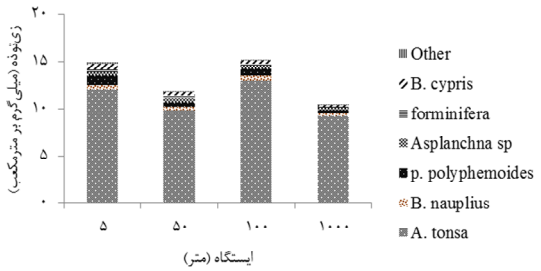
بیشترین میانگین زی‌توده‌ی گونه‌ی *Balanus* sp *nauplius* نیز در ایستگاه ۱۰۰ متری از قفس و در اردیبهشت‌ماه با ۱/۱۸ میلی‌گرم در متر مکعب و کم‌ترین فراوانی آن در ایستگاه ۱۰۰۰ متری از قفس با ۰/۰۲ میلی‌گرم در متر مکعب و در مردادماه مشاهده گردید (جدول ۴). در مورد لارو Lamellibranchiata بیش‌ترین زی‌توده‌ی معنی‌دار در ایستگاه‌های مربوط به اردیبهشت‌ماه مشاهده شد. فراوانی، زی‌توده‌ی گونه‌ی *P. polyphemoides* در دی‌ماه صفر، در اردیبهشت‌ماه به حداکثر رسید و سپس در پایان دوره کاهش یافت.

طی دوره‌ی نمونه‌برداری، غالب نمونه‌های زئوپلانکتونی را گونه‌ی *A. tonsa* (۷۶/۱۹ درصد) با میانگین فراوانی کل ۱۷۵۶/۵۵ عدد در متر مکعب تشکیل داد به‌طوری‌که جمعیت کل زئوپلانکتونی تحت تأثیر این گونه قرار داشت (شکل ۲). لازم به ذکر است که میانگین فراوانی کل ۶ گروه اصلی که در شکل آمده است ۵۳۰/۳۶ عدد در متر مکعب بود. همچنین در این بررسی نشان داده شد که در ایستگاه‌های مختلف، تفاوت‌هایی در میزان فراوانی طی دوره وجود دارد اگرچه این اختلافات معنی‌دار نبود.




شکل ۲: فراوانی کل گروه‌های زئوپلانکتونی در ایستگاه‌های مختلف منطقه عباس‌آباد

در تعیین میزان زی‌توده‌ی غالب نمونه‌های زئوپلانکتونی شناسایی شده، گونه‌ی *Acartia tonsa* بیش‌ترین درصد (۸۷/۷۱٪) را با میانگین زی‌توده‌ی کل ۱۱/۰۷ میلی‌گرم در متر مکعب تشکیل داد، که از نظر میزان فراوانی در رتبه‌ی اول قرار داشت (شکل ۳). همچنین میانگین کل زی‌توده‌ی ۵ گروه اصلی که در شکل آمده است ۰/۳۱ میلی‌گرم در متر مکعب بود. در بررسی تفاوت‌های میزان زی‌توده بین ایستگاه‌های مختلف نیز نشان داده شد که این اختلافات معنی‌دار نبود.




شکل ۳: زی‌توده‌ی کل گروه‌های زئوپلانکتونی در ایستگاه‌های مختلف منطقه عباس‌آباد

نتایج حاصل از تعیین اثر عوامل محیطی روی فراوانی گونه‌های زئوپلانکتونی در منطقه مورد مطالعه با استفاده از آزمون CCA، نشان دهنده‌ی ارتباط کم بین آنها بود. اما در مجموع بعضی از عوامل محیطی روی فراوانی بعضی گونه‌ها دارای اثراتی به‌خصوص منفی بودند. تنها عامل با اثر جزئی و مثبت روی فراوانی *A. tonsa* میزان اکسیژن محلول بوده در حالی‌که اثر فسفات محلول روی آن نیز کم اما منفی بود. همچنین بر فراوانی *Balanus* sp cypris هم عامل شفافیت آب دارای اثر مثبت و اثر نیترات منفی بود. همچنین عامل شفافیت روی گروه‌های *Asplanchna* sp و Feraminofera دارای اثر مثبت و نیترات دارای اثر منفی بود. اثر مثبت مواد آلی کل رسوب روی فراوانی لارو Lamellibranchiate کمی بیش‌تر بود.

[ Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1396.11.3.6.7 ]

جدول۴: زی‌توده‌ی (میلی‌گرم در متر مکعب) گونه‌های فراوان زئوپلانکتونی طی دوره و ایستگاه‌های مختلف در منطقه عباس‌آباد، ۱۳۹۴-۱۳۹۳.

| گونه | فاصله | زمان | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | (متر) | دی | اسفند | اردیبهشت | مرداد |
| *Acartia tonsa* | ۵ | ۷/۳۸ ± ۲/۸۵ $^{B}$ | ۷/۷ ± ۰/۳۸ $^{B}$ | ۱۶/۹۳ ± ۵/۹ $^{A}$ | ۱۶/۵۲ ± ۱۰/۳۳ $^{A}$ |
| | ۵۰ | ۸/۵۶ ± ۱/۵ $^{A}$ | ۷/۸۶ ± ۱/۷ $^{A}$ | ۱۲/۶۱ ± ۲/۶۶ $^{A}$ | ۱۰/۶۲ ± ۶/۱۵ $^{A}$ |
| | ۱۰۰ | ۶/۶ ± ۲/۱۵ $^{B}$ | ۷/۵۸ ± ۱/۹۳ $^{B}$ | ۱۶/۷ ± ۰/۲ $^{AB}$ | ۲۱/۲ ± ۱۶/۶۹ $^{A}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۷/۱۴ ± ۰/۶۶ | ۷/۳۳ ± ۱/۹۲ | ۱۱/۳۵± ۸/۵۶ | ۱۱/۰۳± ۵/۲۶ |
| *Balanus* sp *nauplius* | ۵ | ۰/۴۸ ± ۰/۲۳ $^{B}$ | ۰/۳۷ ± ۰/۲۶ $^{B}$ | ۰/۹۱ ± ۰/۱۷ $^{Aab}$ | ۰/۰۷ ± ۰/۰۲ $^{Cab}$ |
| | ۵۰ | ۰/۴۱ ± ۰/۲۳ $^{A}$ | ۰/۳۳ ± ۰/۳۱ $^{A}$ | ۰/۶ ± ۰/۱۱ $^{Ab}$ | ۰/۰۴ ± ۰/۰۳ $^{Bab}$ |
| | ۱۰۰ | ۰/۲۸ ± ۰/۰۵ $^{B}$ | ۰/۳۱ ± ۰/۲۹ $^{B}$ | ۱/۱۸ ± ۰/۲۹ $^{Aa}$ | ۰/۱۷ ± ۰/۱۲ $^{Ba}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۰/۴۲ ± ۰/۰۹ $^{A}$ | ۰/۳۳ ± ۰/۳ $^{A}$ | ۰/۵۵ ± ۰/۱۷ $^{Ab}$ | ۰/۰۲ ± ۰/۰۱ $^{Bb}$ |
| *Balanus* sp cypris | ۵ | ۰/۵۳ ± ۰/۳۳ $^{B}$ | ۰/۶۲ ± ۰/۵۵ $^{AB}$ | ۱/۰۸ ± ۰/۱۱ $^{Aa}$ | ۰/۲۵ ± ۰/۲۲ $^{B}$ |
| | ۵۰ | ۰/۴ ± ۰/۱۹ $^{A}$ | ۰/۵۲ ± ۰/۴ $^{A}$ | ۰/۲۴ ± ۰/۰۷ $^{ABb}$ | ۰/۰۵ ± ۰/۰۵ $^{B}$ |
| | ۱۰۰ | ۰/۱۳ ± ۰/۱۲ | ۰/۳۷ ± ۰/۳۳ | ۰/۵۳ ± ۰/۵۲ $^{ab}$ | ۰/۲۶ ± ۰/۰۱ |
| | ۱۰۰۰ | ۰/۳۲ ± ۰/۰۸ | ۰/۲۴ ± ۰/۲۲ | ۰/۲۴ ± ۰/۱۸ $^{b}$ | ۰/۰۶ ± ۰/۰۶ |
| Lamellibranchiata | ۵ | ۰/۰۰۷ ± ۰/۰۰۶ $^{B}$ | ۰/۴۶ ± ۰/۳۲ $^{AB}$ | ۰/۷۶ ± ۰/۴۶ $^{A}$ | ۰/۰۳ ± ۰/۰۲ $^{B}$ |
| | ۵۰ | ۰/۳۱ ± ۰/۳ | ۰/۴۶ ± ۰/۳۱ | ۰/۸۶ ± ۰/۷۵ | ۰ |
| | ۱۰۰ | ۰ $^{C}$ | ۰/۲۶ ± ۰/۲۶ $^{B}$ | ۱/۲۳ ± ۰/۱۷ $^{A}$ | ۰/۰۰۱ ± ۰/۰۰۱ $^{C}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۰/۰۴ ± ۰/۰۳ $^{B}$ | ۰/۰۹ ± ۰/۱۱ $^{B}$ | ۰/۶۱ ± ۰/۲۷ $^{A}$ | ۰/۰۱ ± ۰/۰۱ $^{B}$ |
| *Asplanchna* sp | ۵ | ۰/۰۰۷ ± ۰/۰۰۱ $^{B}$ | ۱/۱۳ ± ۰/۹۸ $^{A}$ | ۰/۰۱۵ ± ۰/۰۱ $^{B}$ | ۰ $^{B}$ |
| | ۵۰ | ۰/۰۰۷ ± ۰/۰۰۱ $^{B}$ | ۱/۰۹ ± ۱/۰۱ $^{A}$ | ۰/۲ ± ۰/۱۹ $^{B}$ | ۰ $^{B}$ |
| | ۱۰۰ | ۰ $^{B}$ | ۰/۷۹ ± ۰/۶۸ $^{A}$ | ۰ $^{B}$ | ۰ $^{B}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۰ $^{A}$ | ۰/۴ ± ۰/۳۳ $^{A}$ | ۰/۱۵ ± ۰/۱۴ $^{A}$ | ۰ $^{A}$ |
| *Pleopis polyphemoides* | ۵ | ۰ $^{B}$ | ۰/۲۲ ± ۰/۱۵ $^{B}$ | ۳/۵۹ ± ۰/۵۱ $^{A}$ | ۰/۲± ۰/۱۸ $^{B}$ |
| | ۵۰ | ۰ $^{B}$ | ۰/۲۳ ± ۰/۱۴ $^{B}$ | ۱/۵۳ ± ۰/۱۹ $^{A}$ | ۰/۰۰۴ ± ۰/۰۰۳ $^{B}$ |
| | ۱۰۰ | ۰ $^{B}$ | ۰/۳۴ ± ۰/۲۸ $^{B}$ | ۲/۷۱ ± ۰/۸۳ $^{A}$ | ۰/۰۰۶ ± ۰/۰۰۴ $^{B}$ |
| | ۱۰۰۰ | ۰ $^{B}$ | ۰/۱۱ ± ۰/۰۴ $^{B}$ | ۱/۳۵ ± ۱/۲۹ $^{A}$ | ۰/۰۱ ± ۰/۰۱ $^{B}$ |

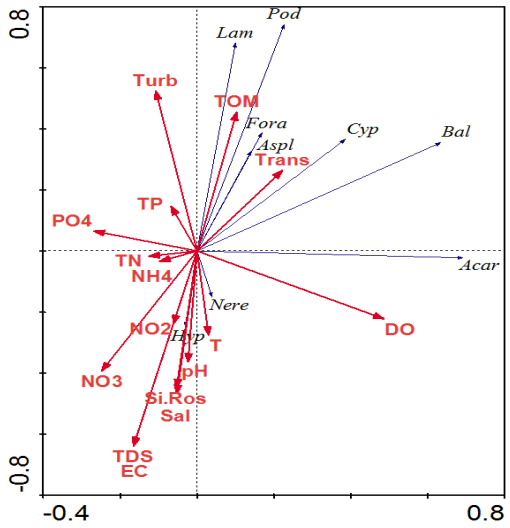
تذکر: حروف کوچک غیر مشابه در هر ستون و حروف بزرگ غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ است.

اما عواملی مانند جامدات محلول کل، هدایت الکتریکی و شوری روی دو فراوانی گونه‌ی *P. polyphemoides* و لارو Lamellibranchiate دارای اثرات منفی بودند به‌طوری‌که با افزایش این عوامل فراوانی آن‌ها کاهش پیدا می‌کند. دما هم روی گونه‌ی *N. diversicolor* اثر مثبت اما ارتباط فراوانی آن با فسفر کل معکوس بود. اثر سه عامل pH، بستر سیلتی و

[ Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23223545.1396.11.3.6.7 ]

شوری با فراوانی *Hypania* sp مثبت در حالی‌که فقط مواد آلی کل رسوب اثر منفی داشت.




شکل ۴: ارتباط عوامل محیطی با فراوانی گونه‌های زئوپلانکتونی منطقه‌ی عباس‌آباد با استفاده از آزمون CCA.

(عوامل محیطی شامل: کدورت: turb، مواد آلی کل: TOM، شفافیت: Trans، فسفر کل: TP، فسفات: $PO_4$، نیتروژن کل: TN، آمونیوم: $NH_4$، نیتریت: $NO_2$، نیترات: $NO_3$، دما: T، پی‌اچ: pH، شوری: Sal، اکسیژن محلول: DO، سیلت–رس: Si.Ros، کل مواد جامد محلول: TDS، هدایت الکتریکی: EC).

## بحث

شرایط اکولوژیکی اکوسیستم‌های مختلف آبی، توسط جوامع بیولوژیکی همراه با ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، ریخت‌شناسی و هیدرولوژیکی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند (Molozzi *et al.*, 2012). بررسی زئوپلانکتون‌ها در ارتباط با عوامل محیطی و تفسیر فرآیندهای کنترل کننده آن‌ها در اکوسیستم‌های ساحلی به منظور حفاظت زیستگاه‌ها و ارزیابی اثرات احتمالی ناشی از عوامل طبیعی و انسانی بسیار ضروری است. در این تحقیق، بررسی عوامل فیزیکوشیمیایی نشان داد که تقریباً تغییرات بیش‌تر این عوامل به‌خصوص در ارتباط با فاصله از قفس نسبتاً کم و غیر معنی‌دار (بجز اکسیژن محلول، ترکیبات نیتروژنی و فسفات) بود. اگرچه نتایج حاصل از آنالیز عوامل فیزیکوشیمیایی نشان داد که میزان همه‌ی عوامل اندازه‌گیری شده در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری اختلاف معنی‌دار ($P<0/05$) و تغییرات نامنظی داشتند اما بیش‌تر این تغییرات دارای روند فصلی بود. مطالعات زیادی افزایش میزان عواملی مانند نیتروژن و فسفر کل و مواد آلی را ناشی از اثرات معمول آبزی‌پروری در قفس گزارش نموده‌اند (Guo and Li, 2003; Grigorakis and Rigos, 2011; De silva, 2012; Caruso, 2014). در تحقیق حاضر، عوامل فیزیکوشیمیایی که می‌تواند بجز تغییرات فصلی، تحت تأثیر فعالیت پرورش ماهی به‌خصوص در اسفندماه نیز بوده باشد شامل افزایش معنی‌دار کدورت، نیتریت، نیترات، نیتروژن و فسفر کل نسبت به دوره‌ی قبل از پرورش بود اگرچه بعضی از این عوامل در پایان دوره هم میزان بالایی داشتند چراکه، همیشه افزایش مواد مغذی ناشی از فعالیت پرورش ماهی در قفس نبوده بلکه می‌تواند تحت تأثیر ویژگی‌های خاص فیزیکی منطقه مانند شرایط تعویض آب و پویایی بستر و یا در نتیجه یوترفیکاسیون محلی صورت گیرد (Ola *et al.*, 1994). همانند تحقیق حاضر در مطالعه‌ی Zanatta و همکاران (۲۰۱۱) و بعضی مطالعات دیگر (Santos *et al.*, 2009) تغییر معنی‌داری در میزان مواد مغذی بین ایستگاه نزدیک به قفس و شاهد مشاهده نگردید و نشان داده شد این فعالیت هنوز روی کیفیت آب اثر قابل

[ Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1396.11.3.6.7 ]

ملاحظه‌ای نداشته و احتمالاً مدت زمان کوتاه پرورش برای ایجاد اثرات، کافی نیست.

در این تحقیق، نتایج حاصل از تعیین درصد فراوانی جمعیت زئوپلانکتونی نشان داد که اختلافات معنی‌دار در درصد فراوانی طی زمان‌های مختلف نمونه‌برداری، فقط در اردیبهشت‌ماه وجود داشت و بین سایر دوره‌ها اختلاف معنی‌دار نبود. در بعضی مطالعات نیز، تغییر در عوامل محیطی (Ziadi *et al.*, 2015) و آلودگی‌های ناشی از اثرات انسانی (Cardoso *et al.*, 2013) در مناطق دریایی، بر توزیع فصلی، فراوانی و ساختار جمعیت زئوپلانکتونی با غالبیت گونه‌ی *A. tonsa* بی‌تأثیر گزارش گردید. همچنین نتایج مطالعه‌ی اثرات پرورش ماهی تیلاپیا در قفس روی اجتماعات زئوپلانکتونی (کلادوسرها و کوپه‌پودا) در یک مخزن نیمه‌گرمسیری در برزیل نشان داد که فقط اختلافات معنی‌دار در افزایش مواد معلق ایستگاه نزدیک قفس نسبت به ایستگاه شاهد در فاصله ۱ کیلومتری از قفس وجود داشت و تغییرات خاصی در جمعیت زئوپلانکتونی و ویژگی‌های اکولوژیکی آن‌ها طی مطالعه مشاهده نشد (Zanatta *et al.*, 2013). در تحقیق حاضر غالب نمونه‌های زئوپلانکتونی را گونه‌ی *A. tonsa* (۷۶/۱۹ درصد) از پاروپایان تشکیل داد به‌طوری که، در مردادماه بیش از ۹۰٪ کل جمعیت را به خود اختصاص داد. غالبیت این گونه در مطالعات حوضه جنوبی دریای خزر (روشن طبری و همکاران، ۱۳۸۸) و بعضی مطالعات در اکوسیستم‌های آبی مختلف (Havens *et al.*, 2007; Maleri, 2011; Drira *et al.*, 2014; Zaidi *et al.*, 2015) گزارش شده است. در این تحقیق نتایج حاصل از تعیین اثر عوامل محیطی روی فراوانی گونه‌ی *A. tonsa* نشان داد که تغییر عوامل محیطی روی آن اثر چندانی نداشت. اما به‌طور کلی میزان اکسیژن محلول روی فراوانی *A. tonsa* دارای اثر مثبت و فسفات محلول دارای اثر منفی بود. اگرچه میزان هر دو اثر نسبتاً کم و جزئی و دارای روند بسیار نامنظمی بود اما به‌طور نامنظم، بیش‌ترین فراوانی این گونه طی هر دوره در ایستگاه‌هایی مشاهده گردید که بیش‌ترین میزان اکسیژن و کم‌ترین غلظت فسفات را داشتند. با احتمال این‌که کاهش اکسیژن و افزایش فسفات تحت تأثیر فعالیت پرورش ماهی در قفس بوده باشد اما این میزان تغییرات به حدی نبود که تغییراتی قابل ملاحظه و مرتبط با این فعالیت بر فراوانی گونه‌ی *A. tonsa* داشته باشد. البته بسیاری از مطالعات به مقاومت گونه‌ی *A. tonsa* نسبت به تغییر عوامل محیطی اشاره کرده‌اند (Calliari *et al.*, 2008; Cardoso *et al.*, 2013؛ خداپرست و همکاران، ۱۳۹۱). با توجه به این‌که در این تحقیق، گونه‌ی غالب زئوپلانکتونی گونه‌ی *A. tonsa* بود در نتیجه تغییرات نسبتاً کمی نیز که طی دوره و ایستگاه‌های مختلف اتفاق افتاد تأثیر زیادی را روی گونه‌ی *A. tonsa* و در نتیجه ساختار جمعیت زئوپلانکتونی نداشت بجز این‌که در اردیبهشت‌ماه افزایش معنی‌داری نسبت به سایر دوره‌ها مشاهده شد.

روتیفرها بهترین گروه مطالعه شده جهت تغییرات موقعیت تروفی هستند (Eeirans, 2007) که فراوانی‌شان در آب‌های با تروفی بالاتر بیش‌تر بوده (Sousa *et al.*, 2008; Azevêdo *et al.*, 2015) در حالی‌که، بعضی گونه‌های مشخص کاملاً ناپدید و توسط گونه‌های غالب جایگزین می‌شوند (Maleri, 2011). در این تحقیق جنس *Asplanchna* sp ازروتیفرها در اسفندماه دارای بیش‌ترین فراوانی بود در

[ Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23223545.1396.11.3.6.7 ]

حالی‌که در مردادماه مشاهده نگردید. Guo و Li (۲۰۰۳) نشان دادند که فراوانی روتیفرهای نزدیک به قفس‌های پرورش ماهی افزایش یافت. در تحقیق حاضر این تغییرات بیش‌تر طی فواصل زمانی مشهود بود چراکه جنس *Asplanchna* sp از روتیفرها در دی‌ماه (قبل از پرورش) با فراوانی بسیار کم و حتی در بعضی ایستگاه‌ها مشاهده نشد در حالی‌که در اسفندماه و همزمان با دوره‌ی فعال پرورش و تا حدودی در اردیبهشت‌ماه دارای بیش‌ترین فراوانی بود. لازم به ذکر است که میزان تروفی در اسفندماه کمی بیش‌تر از سایر دوره‌ها بود و به‌نظر می‌رسد که ارتباط بین گونه‌های روتیفر با سطح تروفی و دسترسی به مواد مغذی در این تحقیق نیز نشان داده شد. اما با توجه به این‌که تغییرات این گونه به‌خصوص در ارتباط با فاصله از قفس نسبتاً کم بود می‌توان گفت که افزایش فراوانی آن طی دوره‌های پرورش خیلی تحت تأثیر فعالیت آبزی‌پروری قرار نگرفت. از طرفی، گروه روتیفرها بر خلاف گروه پاروپایان برای رشد و تکثیر نیاز به دمای پائین آب داشته و از این‌رو در فصل زمستان با کاهش پاروپایان و افزایش روتیفرها، جمعیت زئوپلانکتون تحت تاثیر جنس *Asplanchna* sp. قرار می‌گیرد (روشن‌طبری و همکاران، ۱۳۸۲)، پس یکی دیگر از عوامل مرتبط با فراوانی بالای آن (اسفندماه) و عدم حضور آن در مردادماه طی تحقیق حاضر، می‌تواند نیاز دمایی پائین آن جهت رشد و تکثیر باشد. نکته‌ی مهم در مورد گونه‌ی *P. polyphemoides* از کلادوسرها این بود که در دی‌ماه حضور نداشت و سپس در اردیبهشت‌ماه همراه با فعالیت پرورش، بعد از گونه‌ی *A. tonsa* در تمامی ایستگاه‌ها (بجز ایستگاه ۱۰۰۰ متری) فراوان‌ترین گونه بود. نتایج مطالعه‌ی Guo و Li (2003) نشان داد که فراوانی کلادوسرها به دلیل اثرات پرورش ماهی در قفس کاهش یافت در حالی که، Dias (2008)، در بررسی اثرات ناشی از پرورش تیلاپیا در قفس نشان داد که افزایش فراوانی کلادوسرها در نزدیک قفس به علت غنای مواد مغذی و غذای در دسترس مشاهده شد. در تحقیق حاضر نیز اگرچه بیش‌ترین فراوانی گونه‌ی *P. polyphemoides* همزمان با دوره‌ی پرروش مشاهده شد اما به‌نظر می‌رسد افزایش فراوانی این گونه در تحقیق حاضر بیش‌تر به‌دلیل تغییرات فصلی و افزایش غذا (Bagheri *et al.*, 2013; Ziadi *et al.*, 2015) بوده باشد چراکه آزمون CCA نیز نشان داد که دو عامل هدایت الکتریکی و مواد جامد محلول بیش‌ترین اثر منفی را روی فراوانی این گونه داشتند و احتمالاً فعالیت پرورش ماهی ارتباطی با تغییرات این عوامل نداشته است. بنابراین انتظار می‌رود زمانی که فعالیت پرورش ماهی در قفس منجر به افزایش تروفی و مواد مغذی گردد می‌تواند باعث افزایش گونه‌ی *P. polyphemoides* و *Asplanchna* sp. گردد.

در مطالعه‌ی Ziadi و همکاران (۲۰۱۵) گونه‌های Tintinnids از مژه‌داران دارای فراوانی بالایی بودند که این فراوانی بالا ممکن است با کارایی آن‌ها در سازگاری با شرایط یوترفیک (Kršenic, 2010; Bojanic *et al.*, 2012) همراه با شکار فیتوپلانکتون‌های فراوان مانند داینوفلاژله‌ها در بهار و دیاتومه‌ها در تابستان مرتبط باشد (Dhib *et al.*, 2015). با توجه به این‌که در تحقیق حاضر تروفی این منطقه از دریای خزر در محدوده دریاچه‌های الیگوتروف همراه با فراوانی پائین فیتوپلانکتونی بود، به نظر می‌رسد دلیلی بر فراوانی بسیار پائین گونه‌ی *Tintinnopsis* sp باشد که به‌صورت اتفاقی با فراوانی ۲/۳ عدد در متر مکعب

[ Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1396.11.3.6.7 ]

فقط در دی‌ماه مشاهده گردید. با وجود این‌که سیلیاته بخش عمده‌ای از جمعیت میکروزئوپلانکتونی را در بیش‌تر اکوسیستم‌های دریایی تشکیل می‌دهد (Abboud-Abi Saab, 2002)، اما در تحقیق حاضر درصد فراوانی گونه‌ی Tintinnopsis sp (۰/۰۰۲ درصد) همانند مطالعه‌ی Sawsan و همکاران (۲۰۱۴) با ۲ درصد، نسبت به سایر مطالعات بسیار پائین بود. علت این امر ممکن است در نتیجه‌ی مصرف سیلیاته توسط دیگر گونه‌های زئوپلانکتونی و شکار شدن آن‌ها توسط پاروپایان (Drira *et al.*, 2010) و ماهیان کوچک سطحی‌زی (Sawsan *et al.*, 2014) نیز باشد. همچنین در مطالعه‌ی Ziadi و همکاران (۲۰۱۵) فراوانی نسبتاً بالای زئوپلانکتون‌های موقتی نشان داد که جمعیت آن‌ها در اکوسیستم‌های دریایی متغیر بوده و وابسته به بعضی عوامل مانند الگوهای فصلی تخم‌ریزی افراد بالغ دوکفه‌ای‌ها و شکم‌پایان (Carassou *et al.*, 2010)، در یک زمان مشخصی از سال افزایش می‌یابد (Fernandes *et al.*, 2012) و آن‌چه که در این تحقیق نیز مشاهده گردید افزایش معنی‌دار فراوانی بعضی زئوپلانکتون‌های موقتی شامل لارو دوکفه‌ای Lamellibranchiata، نوزاد و لارو *Balanus* sp از بارناکل و لارو Foraminifera در فصل بهار نسبت به سایر دوره‌ها بود (Richardson, 2008; Bagheri *et al.*, 2014). بنابراین در مورد این گونه‌ها نیز می‌توان گفت که نسبت به اثرات ناشی از فعالیت پرورش در قفس، تغییرات فصلی همانند مطالعات بالا، نقش تعیین کننده‌تری در فراوانی و ساختار زئوپلانکتون‌های مطالعه شده داشتند.

نکته جالب توجه در تعیین اثر عوامل محیطی، همبستگی منفی بیش‌تر گونه‌های زئوپلانکتونی با ترکیبات نیتروژنی به‌خصوص نیترات بود، به‌طوری‌که کم‌ترین فراوانی جمعیت زئوپلانکتونی در اسفندماه همراه با بیش‌ترین میزان نیتروژن کل مشاهده گردید. لازم به ذکر است که بیش‌تر ترکیبات نیتروژنی در پایان دوره نیز دارای غلظت بالایی بودند. همبستگی منفی و معنی‌دار بین فراوانی زئوپلانکتون‌ها و میزان کل ترکیبات نیتروژن‌دار توسط بعضی از محققان نیز گزارش شده بود (Arauzo, 2003; Yusoff *et al.*, 2003). لذا با افزایش میزان تولید پرورش ماهی در قفس امکان افزایش ترکیبات نیتروژنی وجود دارد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که امکان تغییرات جوامع زئوپلانکتونی در اطراف قفس وجود خواهد داشت. یکی دیگر از نتایج این تحقیق، اثر مثبت و منفی مواد آلی کل بر دو گروه مروپلانکتونی به‌ترتیب لارو دوکفه‌ای Lamellibranchiata و لارو کرم پرتار *Hypania* sp بود چراکه بیش‌ترین فراوانی لارو Lamellibranchiata همزمان با دوره فعال پرورش ماهی در قفس و افزایش مواد آلی مشاهده شد در حالی‌که جنس *Hypania* sp در این دوره مشاهده نگردید که می‌توان گفت علاوه بر تغییرات فصلی، اثر پرورش ماهی روی تغییرات فراوانی این گونه‌ها نسبتاً محسوس بوده است.

Matsumura و Tundisi (۲۰۰۵) نشان دادند که هدایت الکتریکی می‌تواند عامل فروپاشی و رشد بعضی گونه‌های زئوپلانکتونی باشد. در این تحقیق نیز نتایج آزمون CCA نشان داد که همبستگی منفی بالایی بین فراوانی گونه‌ی *P. polyphemoides* از کلادوسرها با هدایت الکتریکی به‌دست آمد به‌طوری‌که، بیش‌ترین فراوانی این گونه در اردیبهشت‌ماه به‌عنوان غالب‌ترین گونه‌ی زئوپلانکتونی (بعد از *A. tonsa*) همراه با

[ Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23223545.1396.11.3.6.7 ]

کم‌ترین مقدار هدایت الکتریکی مشاهده شد. بعضی مطالعات این نتیجه را به دلیل مقاومت پائین گونه‌ی *P. polyphemoides* به عوامل استرس‌زا در مقایسه با سیکلوپس‌ها گزارش نموده‌اند (Huys and Boxshall, 1999). نتایج آزمون CCA نشان داد که فراوانی گروه‌هایی مانند *P. polyphemoides* و لارو Lamellibranchiata تحت تأثیر عواملی مانند هدایت الکتریکی و مواد جامد محلول بودند و با توجه به این‌که به‌نظر می‌رسد تغییرات معنی‌دار این عوامل متأثر از فعالیت پرورش نبوده است و در این تحقیق همانند بعضی مطالعات (Santos *et al*., 2009; Borges *et al*., 2010) این تغییرات کم برای بیش‌تر گونه‌ها قابل تحمل بوده است. Bagheri و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه‌ی اثر پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان بر ساختار جمعیت زئوپلانکتونی در حوضه‌ی جنوبی دریای خزر، با استفاده از آزمون PCA تغییرات مکانی بین ایستگاه‌های قفس و شاهد را نشان دادند و معتقد بودند که محل قفس‌ها با غالبیت گونه‌های *A.tonsa*، *P. polyphemoides*، *B. improvises* و لارو دو کفه‌ای از فراوانی بیش‌تری نیز برخوردار بود. اما در این تحقیق، عدم وجود اختلافات معنی‌دار در تعیین درصد فراوانی جمعیت زئوپلانکتونی طی زمان‌های مختلف نمونه‌برداری (بجز اردیبهشت‌ماه) و ایستگاه‌های مختلف، نشان از تأثیر کم فعالیت پرورش ماهی در قفس بر ساختار جمعیت زئوپلانکتونی بود. تعیین درصد میزان زی‌توده‌ی جمعیت زئوپلانکتونی طی ایستگاه و زمان‌های مختلف نمونه‌برداری نیز با کمی تغییرات از میزان درصد فراوانی تبعیت کرد با این تفاوت که تغییرات میزان زی‌توده بین دوره‌های مختلف معنی‌دار بود. این اختلاف بیش‌تر به دلیل وجود درصدهای مختلف فراوانی بین افراد جوان و بالغ گونه‌ی *A. tonsa* بود که هرکدام میزان زی‌توده‌ی متفاوتی دارند.

به‌طورکلی، اندازه‌ی اثرات ناشی از پرورش ماهی در قفس بیش‌تر به عواملی مختلفی مانند شرایط پرورشی (گونه‌ی پرورشی، تراکم، مدیریت تغذیه‌ای و غیره، Findlay et al., 2009) و خصوصیات فیزیکوشیمیایی و زیستی منطقه (Wu, 1995; Black, 2001)، شرایط هیدرولوژیکی ستون آبی مانند عمق، جریانات یا میزان ماندگاری آب، دما و غیره (Macleod *et al*., 2004; Smith *et al*., 2005; Kalantzi and Karakassis, 2006; Findlay *et al*., 2009; Plavan *et al*., 2012) و مکان پرورش (مناطق ساحلی یا دریاهای باز) بستگی دارد (Grigorakis and Rigos, 2011). در این مطالعه نیز به‌نظر می‌رسد که علاوه بر دلایل فوق، ظرفیت پائین پرورش (۴۵ تن نسبت به بسیاری از مطالعات با بیش از ۳۰۰-۲۰۰ تن) و کوتاه بودن دوره‌ی مطالعه، شرایط هیدرولوژیکی مناسب مانند عمق و جریانات دائمی با میانگین سرعت جریان زیاد بیش از ۱۵-۱۰ cm/s در مقابل بعضی از مطالعات با کم‌تر از ۴-۳ cm/s (Zaker *et al*., 2011؛ سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۴) و در مجموع، مکان پرورش با فاصله‌ی مناسب از ساحل، همگی عواملی مهمی بودند که منجر به بروز اثرات نسبتاً جزئی زیست‌محیطی ناشی از فعالیت پرورش ماهی در قفس در منطقه مورد مطالعه شد. به هرحال سرعت جریان ضعیف آب (Venturoti *et al*., 2014) و مساحت کم اکوسیستم همراه با زمان ماندگاری بالای آب، می‌تواند حساسیت آن را به افزایش میزان فسفر، نیتروژن و اثرات بر جوامع زیستی افزایش دهد (Baula *et al*., 2011; Pierre *et al*., 2015). در نهایت می‌توان عنوان نمود که فعالیت پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در قفس در

[ Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1396.11.3.6.7 ]

محدوده‌ی مورد مطالعه از حوضه‌ی جنوبی دریای خزر، با داشتن تأثیر نسبتاً جزئی بر بعضی عوامل کیفی آب و غلظت مواد مغذی اما اثر قابل ملاحظه‌ای روی جوامع زئوپلانکتونی محیط اطراف قفس نداشت به‌طوری‌که، تغییرات مشاهده شده در ساختار زئوپلانکتونی بیش‌تر با تغییرات فصلی مرتبط بود و با توجه به نتایج تحقیق حاضر و سایر مطالعات مرتبط، در صورتی، گونه‌های شاخص مانند *Pleopis polyphemoides* و *Asplanchna* sp تحت تأثیر فعالیت پرورش ماهی در قفس قرار می‌گیرند که این فعالیت منجر به افزایش بیش‌تر مواد مغذی و میزان تروفی گردد.

## سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می‌دانیم از زحمات کلیه کسانی که مارا در انجام این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاری نماییم.

## منابع


۱. سازمان شیلات ایران، دفتر توسعه و مدیریت بنادر ماهی‌گیری، ۱۳۹۴. تهیه و تدوین ضوابط و معیارهای استقرار قفس‌های پرورش ماهی و اسکله‌های پشتیبانی و معرفی مناطق مناسب برای توسعه پرورش ماهی در قفس در سواحل استان‌های مازندران، گیلان و گلستان. گزارش بخش دریایی استان مازندران. ۲۶ صفحه.

۲. فارابی، س. م. و.، ۱۳۹۳. مطالعه جامع اکوسیستم منطقه جنوبی دریای خزر با هدف استقرار قفس و توسعه آبزی پروری دریایی (فاز اول). سازمان شیلات ایران. ۳۱۸ صفحه.

۳. خداپرست، ن.، ۱۳۹۱. بررسی تاثیر دما و شوری بر پراکنش زئوپلانکتون در سه منطقه تجاری امیرآباد، نوشهر، انزلی در حوضه جنوبی دریای خزر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوادکوه. ۵۵ صفحه.

۴. مطالعه چهارچوب اصلی توسعه آبزی‌پروری در قفس-های دریایی در ایران.، ۱۳۸۳. گزارش شرکت رفا-نروژ، ترجمه: واحد تحقیق و پژوهش شرکت مهندسی مشاور سازآب‌پردازان، واحد انتشارات شرکت مهندسی مشاور سازآب پردازان، جلد اول و جلد دوم.

5. Abboud-Abi Saab, M., 2002. Annual cycle of the microzooplankton communities in the waters surrounding the Palm Island Nature Reserve (north Lebanon), with special attention to tintinnids. Mediterranean Marine Science, 3(2), 55-76.
6. Aladin, N.B., Plotnikov, I.S., 2004. The Caspian Sea, Lake Basin Management Initiative, the Caspian Bulletin, 4, 112-126.
7. APHA (American Public Health Association)., 2005. Standard Methods for The Examination of water and wastewater, 21th ed. American Public Health Association, Washington, DC. p. 1550.
8. Arauzo, A., 2003. Harmful effects of un-ionised ammonia on the zooplankton community in a deep waste treatment pond. Water Research, 37, 1048-1054.
9. Azevedo, D.J.S., Barbosa, J.E.L., Gomes, W.I.A., Porto, D. E., Molozzi, J., 2015. Diversity measures in macroinvertebrate and zooplankton communities related to the trophic status of subtropical reservoirs: Contradictory or complementary responses? Ecological Indicator, 50, 135-149.
10. Bagheri, S., Sabkara, J., Mirzajani, A.R., Khodaparast, S. H., Yosefzad, E., Foong, S. Y., 2013. List of zooplankton taxa in the Caspian Sea waters of Iran. Journal of Marine Biology, 1-7.
11. Bagheri, S., Nierman, U., Mansor, M., Yoek, F.S., 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, 129-140.
12. Bagheri, S., Mirzajani, A., Sabkara, J., 2016. Preliminary studies on the impact of fish cage culture rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on zooplankton structure in the southwestern Caspian Sea.


[ Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23223545.1396.11.3.6.7 ]

Iranian Journal of Fisheries Sciences, 15 (3), 1202-1213.
13. Barbier, E.B., 2012. Progress and challenges in valuing coastal and marine ecosystem services. Review of Environmental Economics and Policy, 6 (1), 1-19.
14. Baula, I.U., Azanza, R.V., Fukuyo, Y., Siringan, F.P., 2011. Dinoflagellate cyst composition, abundance and horizontal distribution in Bolinao, Pangasinan, Northern Philippines. Harmful Algae, 11, 33-44.
15. Beveridge, M. 2008. Cage Aquaculture (3rd edn). John Wiley e Sons, Oxford, p. 380.
16. Bojanic, N., Vidjak, O., Solic, M., Krstulovic, N., Brautovic, I., Matijevic, S., Pilic, G., Sestanovic, S., Gladan, Z.N., Marasovic, I., 2012. Community structure and seasonal dynamics of tintinnid ciliates in Kastela Bay (middle Adriatic Sea). Journal of Plankton Research, 34, 510-530.
17. Borges, P.A.F., Train, S., Dias, J.D., Bonecker, C.C., 2010. Effects of fish farming on plankton structure in a Brazilian tropical reservoir. Hydrobiologia, 649, 279-291.
18. Black, K.D., 2001. Environmental impacts of aquaculture. Sheffield Academic Press and CRC Press, Sheffield.
19. Burshtina, Y.A., Vinagradova, L.G., Kondakova, N.N., Koun, M.S., Astakhva, T.V., Ramanova, N.N., 1968. Atlas of invertebrates in the Caspian Sea. Moscow.
20. Cardoso, P.G., Marques, S.C., Ambrosio, M., Pereira, E., Costa Duarte, A., Azeiteiro, U.M., Pardal, M.A., 2013. Changes in zooplankton communities along a mercury contamination gradient in a coastal lagoon (Ria de Aveiro, Portugal). Marine Pollution Bulletin, 76, 170-177.
21. Calliari, D., Anderson Borg, M.C., Thor, P., Gorokhova, E., Tiselius, P., 2008. Instantaneous salinity reduction affect the survival and feeding rate of the co- occurring copepodas Acartia tonsa Dana and Acartia clause Giesbrecht differently. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 362, 18-25.
22. Carassou, L., Le Borgne, R., Rolland, E., Ponton, D., 2010. Spatial and temporal distribution of zooplankton related to the environmental conditions in the coral reef lagoon of New Caledonia, Southwest Pacific. Marine Pollution Bulletin, 61, 367-374.
23. Caruso, G., 2014. Effects of aquaculture activities on microbial assemblages. Oceanography 2, e107.
24. De Silva, S., 2012. Aquaculture: a newly emergent food production sector and perspectives of its impacts on biodiversity and conservation. Biodiversation Conservation, 21, 3187-3220.
25. Dhib, A., Fertouna-Bellakhal, M., Turki, S., Aleya, L., 2015. Harmful planktonic and epiphytic microalgae in a Mediterranean Lagoon: the contribution of the macrophyte Ruppia cirrhosa to microalgae dissemination. Harmful Algae, 45, 1-13.
26. Dias, J.D., 2008. Impacto da pisciculturaemtanques-redesobreaestrutura da comunidade zooplanctônicaem um reservatório subtropical, Brasil. Master Thesis. UniversidadeEstadual de Maringá, Maringá, Brazil, p. 40.
27. Drira, Z., Hassen, M., Ayadi, H., Hamza, A., Zarrad, R., Bouaïn, A., Aleya, L., 2010. Coupling of phytoplankton community structure to nutrients, ciliates and copepods in the Gulf of Gabes (South Ionian Sea, Tunisia). Assoc. U. K, Journal of Marine Biology, 90, 1203–1215.
28. Drira, Z., Bel Hassen, M., Ayadi, H., Aleya, L., 2014. What factors drive copepod community dynamics in the Gulf of Gabes, Eastern Mediterranean Sea? Environmental Science and Pollution Research, 21(4), 2918-2934.
29. Eeirans, A., 2007. Zooplankton indicators of trophy in Latvian lakes. Acta Universitatis Latviensis, 723, 61-69.
30. Loya, Y., 2007. How to influence environmental decision makers? The case of (Red Sea) coral reefs. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 73(3), 344, 35-53.
31. FAO, 2012. The state of world fisheries and aquaculture. 250 pp. http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e. Pdf.
32. FAO, 2016. The state of world fisheries and aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Contributing to food security and nutrition for all. 200 pp.
33. Fernandes, L., Quintanilha, J., Monteiro-ribas, W., Gonzalezrodriguez, E., Coutinho, R., 2012. Seasonal and interannual coupling between sea surface temperature, phytoplankton and meroplankton in the subtropical southwestern Atlantic Ocean. Journal of Plankton Research, 3, 236-244.
34. Findlay, D.L., Podemski, C.L., Susan, E., Kasian, M., 2009. Aquaculture impacts on the algal and bacterial communities in a small boreal forest lake. Canadian Journal of

[ Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1396.11.3.6.7 ]

Fisheries and Aquatic Sciences, 66(11), 1936-1948.
35. Gonzalez-Silvera, D., Izquierdo-Gomez, D., Fernandez-Gonzalez, V., Martínez-López, F.J., López- Jiménez, J.A., Sanchez-Jerez, P., 2015. Mediterranean fouling communities assimilate the organic matter derived from coastal fish farms as a new trophic resource. Marine Pollution Bulletin, 91, 45-53.
36. Gowen, N., O'Donovan, M., Casey, I., 2003. The effect of grass cultivars differing in heading date and ploidy on the performance and dry matter intake of spring calving dairy cows at pasture. Animal Research, 52 (4), 321-336.
37. Guo, L., Li, Z., 2003. Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River basin of China. Aquaculture, 226, 201- 212.
38. Grigorakis, K., Rigos, G., 2011. Aquaculture effect on environmental and public welfare-The case of Mediterranean mariculture. Chemosphere, 855, 899-919.
39. Havens, K.E., Beaver, J.R., East, T.L., 2007. Plankton biomass partitioning in a eutrophic subtropical lake: comparison with results from temperate lake ecosystems. Journal of Plankton Research, 29(12), 1087-1097.
40. Holme, N.A., Mcintyre, A., 1984. Methods for study marine benthos IBP. Hand book.No.16. Second edition, Oxford. p. 387.
41. Huys, R., Boxshall, G.A., 1999. Copepod Evolution. Ray Society, London, p 468.
42. Kalantzi, I., Karakassis, I., 2006. Benthic impacts of fish farming: meta-analysis of community and geochemical data. Marine Pollution Bulletin, 52, 484-493.
43. Kovalev, V.A., Petrou, M., Bondar, Y.S., 1999. Texture anisotrop in 3D images. IEEE Transactions on Image Processing, 8, 346-360.
44. Kršenic, F., 2010. Tintinnids (Tintinnida, Choreotrichia, Ciliata) in the Adriatic Sea, Mediterranean. Part II. Ecology. Institute of Oceanography and Fisheries, Split, Croatia, Dalmacija papir, Split.
45. Macleod, C.K., Crawford, M., Moltschaniwsky, A., 2004. Assessment of long term change in sediment condition after organic enrichment: defining recovery. Marine Pollution Bulletin, 49, 79-88.
46. Malleri, M., 2011. Effects of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) cage culture on Western Cape irrigation reservoirs. Doctor of Philosophy in the Faculty of AgriSciences at Stellenbosch University. p. 296.
47. Matsumura, T.T., Tundisi, J.G., 2005. Plankton richness in eutrophic reservoir (Barra Bonita Reservoir, SP, Brazil). Hydrobiologia, 542, 367-378.
48. Molozzi, J., Feio, M.J., Salas, F., Marques, J.C., Callisto, M., 2012. Development and test of a statistical model for the ecological assessment of tropical reservoirs based onbenthic macroinvertebrates. Ecological Indicators, 23, 155-165.
49. Newell, G.E., Newell, R.C., 1977. Marine plankton: a practical guide. Hutchinson, London. p. 244.
50. Ola, H., Hall, O.J., 1994. Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. III. Silicon. Aquaculture, 120, 305-318.
51. Pierre, A.C., Yuan-Chao, A.H., Chaolum, A.C., Yang, C.C., 2015. Integrated assessment of sustainable marine cage culture through system dynamics modeling. Ecological Modelling, 299, 140-146.
52. Plavan, G., Nicoara, M., Apetroaiei, N., Plavan, O., 2012. The effect of fish cage aquaculture on the profound macrozoobenthos in the oligo-mesotrophic reservoir Izvoru Muntelui Bicaz (Romania). Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 7(2), 145-148.
53. Richardson, A.J., 2008. In hot water: zooplankton and climate change. ICES. ICES Journal of Marine Science, 65, 279-295.
54. Ruttner, K.A., 1974. Plankton Rotifera, Biology and Taxonomy stutt yart. Schwizer bartsche VerLagsbuchhandlang, Stuttgart.
55. Tisdell, C., 1999. Overview of environmental and sustainability issues in aquaculture. Aquaculture Economics and Management, 3, 1-5.
56. Santos, R.M., Rocha, G.S., Rocha, O., Santos-Wisniewski, M.J., 2009. Influence of net cage fish cultures on the diversity of the zooplankton community in the Furnas hydroelectric reservoir, Areado, MG, Brazil. Aquaculture Research, 40, 753-776.
57. Sawsan, M.A., Ahmed, M.M., Samiha, M.G., 2014. Variability of spatial and temporal distribution of zooplankton communities at Matrouh beaches, south-eastern Mediterranean Sea, Egypt. Egyptian Journal of Aquatic Research, 40, 283-290.
58. Smith, J.N., Yeats. P.A., Milligan, T.G., 2005. Sediment geochronologies for fish farm contaminants in Line Kiln Bay, Bay of Fundy. Hdb Environ Chem, 5, 221-38.
59. Sousa, W., Attayde, J.L., Rocha, E.D.S., Eskinazi-Sant'Anna, E.M., 2008. The response of zooplankton assemblages to variations in the

[ Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23223545.1396.11.3.6.7 ]

water quality of four man-made lakes in semi-arid northeastern Brazil. Journal of Plankton Research, 30, 699-708.
60. Uglem, I., Karlsen, O., Sanchez-Jerez, P., Sæther, B.S., 2014. Impacts of wild fishes attracted to open-cage salmonid farms in Norway. Aquaculture Environment Interactions, 6, 91-103.
61. Venturoti, G.P. Veronez, A.C., Salla, R.V., Gomes, L.C., 2014. Phosphorus, total ammonia nitrogen and chlorophyll a from fish cages in a tropical lake (Lake Palminhas, Espirito Santo, Brazil). Aquaculture Research, 1-15.
62. Wang, S., Xie, P., Wu, S., Wu, A., 2007. Crustacean zooplankton distribution patterns and their biomass as related to trophic indicators of 29 shallow subtropical lakes. Limnologica, 37(3), 242-247.
63. Wetzel, R.G., Likens, H., 1991. Limnological analysis. Springer-Verlag, p. 391.
64. Wetzel, R.G., 2001. Limnology of Lake and River Ecosystems. Third Edition. Academic Press, San Diego, CA, p. 1006.
65. Wu, R.S.S., 1995. The Environmental Impact of Marine Fish Culture: Towards a Sustainable Future. Marine Pollution Bulletin, 31(4-12), 159-166.
66. Yusoff, F.M., Rezaei, H., Kuwamura, A., 2003. Distribution of different stages of copepods in the near shore and off-shore area along the Straits of Malacca. In: Aquatic Resource and Environmental Studies of the Straits of Malacca, 203-211.
67. Zaker, N.H., Ghaffari, P., Jamshidi, S., Nouranian, M., 2011. Currents on the Southern Continental Shelf of the Caspian Sea off Babolsar, Mazandaran, Iran. Journal of coastal Research. Vol 64, 1989-1997.
68. Zanatta, A.S., Perbiche-Neves, G., Ventura, R., Ramos, I.P., Carvalho, E.D., 2011. Effects of a small fish cage farm on zooplankton assemblages (Cladocera and Copepoda: Crustacea) in a subtropical reservoir (SE Brazil). Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 5(4), 530-539.
69. Ziadi, B., Dhib, A., Turki, S., Aleya, L., 2015. Factors driving the seasonal distribution of zooplankton in a eutrophicated Mediterranean Lagoon. Marine Pollution Bulletin, 97, 224-233.

[ Downloaded from aqudev.liau.ac.ir on 2025-07-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.23223545.1396.11.3.6.7 ]