

## The impact of rainbow trout culture in floating cage on structure of phytoplankton community in the Abbas Abad area, southern basin of the Caspian Sea

Erfan Karimian<sup>\*1</sup>, Mohammad Zakeri<sup>2</sup>, Seyed Mohammad Vahid Farabi<sup>3</sup>, Mahsa Haqi<sup>4</sup>, Perita Kochanian<sup>5</sup>

1. Corresponding Author, Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran and Dept. of Environmental Studies, Zrebar Lake, Kurdistan Studies Institute, Sanandaj, Iran. E-mail: [erfankarimian@yahoo.com](mailto:erfankarimian@yahoo.com)
2. Dept. of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran. E-mail: [mhdzakeri@yahoo.com](mailto:mhdzakeri@yahoo.com)
3. Dept. of Aquaculture, Caspian Sea Ecology Research, Fisheries Science Research Institute, Sari, Iran. E-mail: [smv\\_farabi@hotmail.com](mailto:smv_farabi@hotmail.com)
4. Dept. of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran. E-mail: [haghi.mahsa@gmail.com](mailto:haghi.mahsa@gmail.com)
5. Dept. of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran. E-mail: [pkochanian@gmail.com](mailto:pkochanian@gmail.com)

### Article Info

**Article type:**  
Full Length Research Paper

**Article history:**  
Received: 03.16.2022  
Revised: 04.18.2022  
Accepted: 04.21.2022

**Keywords:**  
Cage culture,  
Caspian Sea,  
Environmental factors,  
Phytoplankton,  
Rainbow trout

### ABSTRACT

This study was designed to determine the effect of rainbow trout culture in floating cage on the distribution and structure of Phytoplankton community in the Abbas Abad area, southern basin of the Caspian Sea. For this purpose, water and phytoplankton samples were collected by a distances of 5, 50, 100 and 1000 m from the cage culture during December 2014 (pre cage), March and April (production period) and August 2015 (post cage). The results of physicochemical factors of water showed that most of the measured parameters had significant differences only among different sampling periods ( $P < 0.05$ ). In this study, 42 taxa of phytoplankton belonging to five phyla (with the dominance of Bacillariophyta) were identified. The results showed that the abundance of most dominant phytoplankton samples had a significant difference during different periods ( $P < 0.05$ ), but this significant difference between different stations was observed for few species studied only. Also, the results of determining the effect of environmental factors using CCA test on the Bacillariophyta abundance showed a minor impact and a positive correlation with turbidity and total nitrogen, While the effect of temperature and ammonium on its abundance was negative. It seems that the rainbow trout cage culture in the Abbas Abad region had a minor impact on water quality factors and nutrients concentration probably due to short duration of cage culture activity and high velocity currents, but no remarkable effect on phytoplankton structure in the vicinity of fish cages, so that the observed changes were more associated with seasonal fluctuant.

Cite this article: Karimian, Erfan, Zakeri, Mohammad, Farabi, Seyed Mohammad Vahid, Haqi, Mahsa, Kochanian, Perita. 2022. The impact of rainbow trout culture in floating cage on structure of phytoplankton community in the Abbas Abad area, southern basin of the Caspian Sea. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 11 (2), 63-85.



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

عرفان کریمیان\*<sup>۱</sup>، محمد ذاکری<sup>۲</sup>، سید محمد وحید فارابی<sup>۳</sup>، مهسا حقی<sup>۴</sup>، پریتا کوچینین<sup>۵</sup>

۱. نویسنده مسئول، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران و گروه مطالعات محیطی، دریاچه زریبار، پژوهشکده کردستان‌شناسی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران. رایانامه: erfankarimian@yahoo.com
۲. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران. رایانامه: mhdzakeri@yahoo.com
۳. بخش آبی‌پروری، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی، ساری، ایران. رایانامه: smv\_farabi@hotmail.com
۴. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران. رایانامه: haggi.mahsa@gmail.com
۵. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران. رایانامه: pkochanian@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	این پژوهش با هدف تعیین اثر فعالیت پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در قفس شناور بر توزیع و ساختار جمعیت فیتوپلانکتونی منطقه عباس‌آباد در حوضه جنوبی دریای خزر طراحی گردید. بدین‌منظور نمونه‌های آب و فیتوپلانکتون 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. نتایج آنالیز عوامل فیزیکوشیمیایی آب نشان داد که بیش‌تر عوامل اندازه‌گیری شده فقط طی دوره‌های مختلف نمونه‌برداری دارای تفاوت معنی‌دار بودند ( $P < 0/05$ ). در این بررسی، در مجموع ۴۲ گروه فیتوپلانکتون متعلق به پنج شاخه با غالبیت شاخه باسیلاریوفیتا (۷۶/۴۴ درصد) شناسایی گردید. نتایج نشان داد که فراوانی بیش‌تر نمونه‌های غالب فیتوپلانکتونی طی دوره‌های مختلف نمونه‌برداری دارای اختلاف معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ )، اما این اختلاف معنی‌دار بین ایستگاه‌های مختلف فقط برای تعداد کمی از گونه‌های مورد مطالعه مشاهده گردید. هم‌چنین نتایج حاصل از تعیین اثر عوامل محیطی با استفاده از آزمون CCA روی فراوانی جمعیت باسیلاریوفیتا تأثیر کم و همبستگی مثبت با کدورت و نیتروژن کل را نشان داد، در حالی‌که اثر دما و آمونیم روی فراوانی آن منفی بود. به‌نظر می‌رسد فعالیت پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در قفس در منطقه عباس‌آباد، به‌دلیل تراکم پائین ماهی، کوتاه بودن طول دوره پرورش و سرعت زیاد جریان‌های آبی بر بعضی

---

عوامل کیفی و غلظت مواد مغذی آب تأثیر جزئی داشته اما اثر قابل ملاحظه‌ای روی جوامع فیتوپلانکتونی محیط اطراف قفس نداشت و تغییرات مشاهده شده در ساختار فیتوپلانکتونی بیش تر با تغییرات فصلی مرتبط بود.

---

**استناد:** کریمیان، عرفان، ذاکری، محمد، فارابی، سید محمد وحید، حقی، مهسا، کوچنین، پریتا (۱۴۰۱). اثر پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در قفس شناور بر ساختار جمعیت فیتوپلانکتونی در منطقه عباس‌آباد، حوضه جنوبی دریای خزر. نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان، ۱۱ (۲)، ۸۵-۶۳.

DOI: 10.22069/japu.2022.20044.1640



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

---

## مقدمه

آبزی‌پروری به همراه صید مهم‌ترین منبع غذا، تغذیه، درآمد و معیشت صدها میلیون مردم در کل دنیا است (۱)، بنابراین باید به عنوان اولویت مهم و یکی از بخش‌های اولیه تولید غذا باقی‌مانده و در تمامی مناطق جغرافیایی جهان توسعه پیدا کند (۲). در این میان آبزی‌پروری دریایی به عنوان یکی از مهم‌ترین خدمات اکوسیستم دریایی و ساحلی می‌تواند نقش اساسی در رفاه انسان داشته باشد (۳). پرورش ماهی در قفس در آب‌های لب‌شور و شور، از مدت‌ها قبل مورد توجه قرار گرفته و به دلیل وجود منابع آبی شور، می‌تواند گسترش و تنوع قابل‌توجهی داشته باشد. در سال ۲۰۱۸ میلادی سهم قابل‌توجهی از تولیدات آبزی‌پروری جهان (۸۲/۴ میلیون تن) به محیط‌های دریایی اختصاص داشته است (۱)، به طوری که، سهم کل آن از ۱ میلیون تن تولید سالانه در اوایل دهه ۱۹۵۰ به ۳۱ میلیون تن در سال ۲۰۱۸ افزایش یافته است (۱). براساس بررسی انجام شده توسط شرکت رفا (نروژ) در سال ۲۰۰۴ 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) در قفس معرفی شده است (۴، ۵).

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 نتیجه افزایش رشد باکتری‌های اطراف قفس (۶)، تغییر در جوامع پلانکتونی و کفزی (۷)، غنی‌سازی رسوبات در محل پرورش (۸) و تغییر در صید و جمعیت ماهیان بومی شود (۹). بنابراین پایش غلظت مواد مغذی در ستون

آب و رسوبات طی پرورش و بعد از آن، برای مدیریت پرورش پایدار ماهی بسیار ضروری است (۱۰). تاکنون بدون هیچ استفاده مستقیم از آب و محیط منطقه جنوبی دریای خزر برای فعالیت‌های آبزی‌پروری، تغییرات اکولوژیک نامطلوبی در این منطقه اتفاق افتاده است و هم‌چنین افزایش ریزش مواد مغذی از رودخانه‌ها به این منطقه در دو دهه گذشته شرایط نوار سواحل جنوبی از وضعیت لیگوتروفیک به سمت مزو-یوتروفیک پیشرفت داشته است. بنابراین استفاده از قفس‌های شناور در اعماق کم‌تر از ۲۰ متر با مخاطرات جدی روبرو است، اما در حال حاضر اثر این پدیده‌های ناخواسته با دور شدن از ساحل کاهش یافته و شرایط آب دریا به لحاظ روند بهبود عوامل فیزیکوشیمیایی و زیستی برای استقرار قفس و پرورش ماهی و هم‌چنین کاهش آلودگی‌های محیط‌زیستی از کیفیت مناسب‌تری برخوردار می‌گردد (۱۱).

کاربرد موجودات به‌عنوان شاخص‌های زیستی، مانند جمعیت فیتوپلانکتون‌ها و زئوپلانکتون‌ها برای منطقه پلاژیک آب‌ها و هم‌چنین موجودات کفزی برای تعیین سلامت رسوبات و سایر ویژگی‌های اکولوژیک بسیار موفقیت‌آمیز بوده است (۱۲). جمعیت فیتوپلانکتونی نقش اکولوژیکی مهمی به‌عنوان تولیدکننده اولیه دارد که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم روی شبکه غذایی تأثیر می‌گذارد و هم‌چنین با تأثیر بر کدورت و میزان اکسیژن محلول و سایر فرآیندهای مهم اکوسیستم آبی می‌تواند بر کیفیت آب نیز مؤثر باشد (۱۳). از طرفی دیگر، فیتوپلانکتون‌ها به‌عنوان شاخصی از تغییرات رهاسازی مواد مغذی و هم‌چنین عنصر کلیدی برای برآورد میزان تروفی در اکوسیستم‌های دریایی به‌کار برده می‌شوند (۱۴) چراکه، نسبت به تغییرات اکولوژیکی ناشی از آلودگی‌های انسانی بسیار حساس هستند (۱۵).

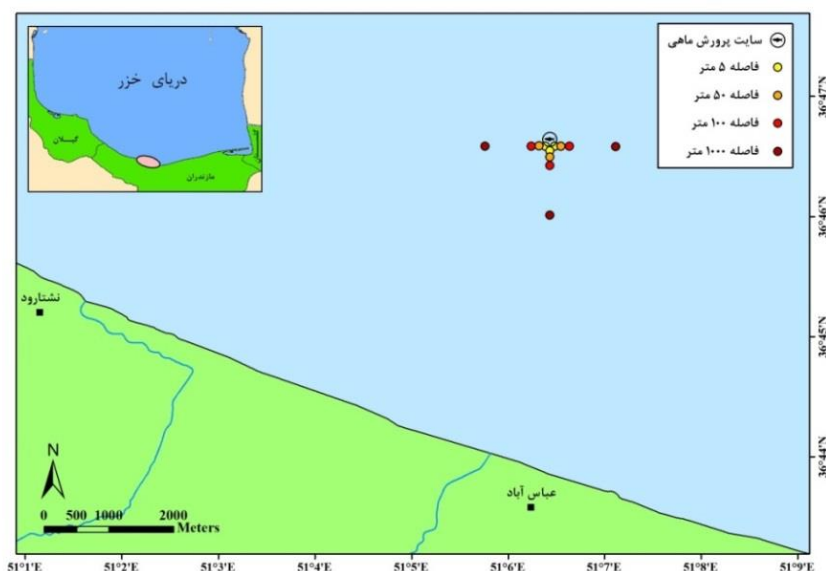
مطالعه به‌منظور تعیین دقیق مناطق مناسب برای استقرار قفس‌های پرورشی، ابتدا با محاسبات زمین‌آماري و نقشه‌های تولید شده، مناطق مرکزی حوضه جنوبی دریای خزر به‌دلیل شیب مناسب بستر و کم بودن فاصله ساحل تا لایه عمقی موردنظر و سایر موارد و همچنین از نظر شرایط دمایی و عواملی مانند شفافیت و غلظت مواد مغذی، اعماق بیش از ۲۰ متر، نسبت به مناطق دیگر برای استقرار قفس‌های پرورشی مناسب تشخیص داده شد (۱۱).

برای انجام این پژوهش، ۴ ایستگاه شامل: ایستگاه اول در سایه 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 ایستگاه) در نظر گرفته شد (شکل ۱).

در ایران مطالعاتی روی جنبه‌های مختلف پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و رژیم‌های غذایی این ماهی انجام شده است اما در ارتباط با اثرات پرورش در قفس این ماهی مطالعات محدودی انجام شده است. از طرفی، باتوجه به بروز عواقب احتمالی آبی‌پروری در قفس روی عملکرد اکوسیستم‌ها و همچنین ضرورت توسعه پایدار این صنعت در کشور، بنابراین پژوهش حاضر با هدف تعیین اثرات فعالیت پرورش در قفس ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر توزیع و ساختار جمعیت فیتوپلانکتونی منطقه عباس‌آباد در حوضه جنوبی دریای خزر صورت گرفت.

### مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در آب‌های ساحلی جنوب دریای خزر در منطقه عباس‌آباد استان مازندران، با موقعیت جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی، انجام گرفت. در این



شکل ۱- موقعیت قفس و ایستگاه‌ها در منطقه مورد مطالعه- عباس‌آباد.

pH، دما، شوری و هدایت الکتریکی در محل نمونه‌برداری (۱۶) به‌وسیله دستگاه مولتی پارامتر پرتابل مدل مولتی ۳۴۰ آی و شفافیت با استفاده از صفحه متقاطع (سکشی دیسک) به قطر ۲۵ سانتی‌متر بلافاصله در محل نمونه‌برداری و بقیه عوامل فیزیکوشیمیایی در آزمایشگاه آنالیز شیمیایی پژوهشکده اکولوژی دریای خزر با استفاده از روش کار استاندارد برای آزمایش آب ارائه شده توسط انجمن بهداشت عمومی آمریکا اندازه‌گیری شد (۱۷).

پس از تعیین لایه نورگیر، نمونه‌های فیتوپلانکتونی جمع توسط دستگاه روتنر به میزان ۵۰۰ سی‌سی آب از هر ایستگاه جمع‌آوری و بعد از تثبیت با فرمالین ۴ درصد برای بررسی به آزمایشگاه پلانکتون‌شناسی پژوهشکده اکولوژی دریای خزر منتقل و نمونه‌ها به‌منظور رسوب و ته‌نشین کردن به مدت ۱۰ روز در تاریکی نگهداری شدند (۱۸). سپس با سیفون مخصوصی آب لایه فوقانی که فاقد هرگونه فیتوپلانکتون است، تخلیه و بقیه نمونه طی چند مرحله عمل ساترینفوژ آماده شمارش شده و برای شمارش نمونه‌ها از لام سدویک رافترا<sup>۱</sup> استفاده شد (۱۹). شناسایی نمونه‌های فیتوپلانکتون با استفاده از کلیدهای شناسایی (۱۸، ۲۰) صورت گرفت. قبل از تجزیه و تحلیل، داده‌ها از نظر نرمال بودن یا نبودن با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و شاپیروویک آزمون شدند. برای تجزیه و تحلیل اثر زمان و ایستگاه به‌طور جداگانه روی فراوانی فیتوپلانکتون‌ها از آزمون واریانس یک‌طرفه و مقایسه میانگین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با استفاده از نرم‌افزار SPSS 17 در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام شد. همچنین تعیین اثر عوامل محیطی روی فراوانی جمعیت فیتوپلانکتونی با استفاده از نرم‌افزار (Canoco) و آزمون CCA صورت گرفت.

این پژوهش از ماه دی سال ۱۳۹۳ تا ماه مرداد ۱۳۹۴ در ۴ دوره نمونه‌برداری شامل قبل از ذخیره‌سازی در قفس (دی‌ماه ۱۳۹۳)، اواسط دوره پرورش (اسفندماه، با تراکم بیش‌تر)، اواخر دوره پرورش (اردیبهشت‌ماه، با تراکم کم‌تر) و سه ماه پس از اتمام دوره پرورش (مردادماه ۱۳۹۴) از آب انجام شد. ۴ قفس پرورشی با قطر ۲۰ متر، ارتفاع تور ۸ متر (چشمه تور ۲۰ میلی‌متر) و تاج یک متر که در فاصله ۵ کیلومتری از ساحل و در سطح ۳۰ متری از بستر دریا مستقر شد. ماهیان با وزن پیش‌پروراری با میانگین ۲۰۰ گرم و میزان حداکثر ۵ تن به‌ازای هر قفس ذخیره شدند. توانایی اسمی تولید هر قفس ۲۵ تن است ولی به‌دلیل این‌که خطرهای احتمالی به‌درستی پیش‌بینی نشده بود (عدم آگاهی پرورش‌دهندگان از شرایط اقلیمی محل استقرار قفس مانند وجود طوفان‌ها و در نتیجه جلوگیری از خسارات احتمالی)، عملاً حداکثر ۱۵ تن از آن برداشت شد. غذادهی روزانه به‌صورت دستی در دو نوبت در ساعات ۰۹:۰۰ و ۱۶:۰۰ به اندازه ۳ درصد از وزن بدن ماهیان انجام شد. ترکیبات غذایی پلت‌های تهیه شده از شرکت خوراک دام و آبزیان مازندران شامل (۴۱ درصد پروتئین، ۱۸ درصد چربی، ۲۰ درصد کربوهیدرات، ۱۰ درصد خاکستر، ۸ درصد رطوبت و ۳ درصد فیبر) بود و میزان ضریب تبدیل غذایی بدون احتساب هدر رفت غذا حدود ۱ تعیین گردید. یکی از قفس‌ها به‌دلیل برخورد طوفان بسیار شدید در اسفندماه شکسته شد و به ساحل منتقل گردید و در نتیجه از میزان تراکم کل کاسته شد.

در طول دوره پژوهش، نمونه‌برداری از آب در ایستگاه‌های موردنظر با استفاده از دستگاه روتنر صورت گرفت. بعضی از عوامل فیزیکوشیمیایی مانند

1- Sedgwick rafter

نتایج

مختلف نمونه‌برداری دارای اختلاف معنی‌دار بودند (P<0/05)، در حالی‌که بین ایستگاه‌های مطالعاتی در هر دوره زمانی در بیش‌تر موارد اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (P>0/05) (جدول ۱).

عوامل فیزیکی و شیمیایی آب: بررسی نتایج حاصل از آنالیز عوامل فیزیکوشیمیایی نشان داد که همه عوامل اندازه‌گیری شده (به‌خصوص دما، شوری، pH، هدایت الکتریکی با تغییرات فصلی) در زمان‌های

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

مرداد	زمان			فاصله (متر)	خصوصیت
	اردیبهشت	اسفند	دی		
۳۰/۱ ± ۰/۳۵ <sup>A</sup>	۱۷/۱۶ ± ۰/۲۸ <sup>B</sup>	۱۳/۸۶ ± ۰/۱۵ <sup>C</sup>	۱۲/۰۶ ± ۰/۱۵ <sup>D</sup>	۵	دما (درجه سانتی‌گراد)
۳۰/۱۶ ± ۰/۲۸ <sup>A</sup>	۱۷/۱۶ ± ۰/۲۸ <sup>B</sup>	۱۳/۸۶ ± ۰/۱۵ <sup>C</sup>	۱۲/۰۶ ± ۰/۱۵ <sup>D</sup>	۵۰	
۳۰/۱۶ ± ۰/۲۸ <sup>A</sup>	۱۷/۵ ± ۰/۵ <sup>B</sup>	۱۳/۹۳ ± ۰/۲۵ <sup>C</sup>	۱۲/۱۳ ± ۰/۲۵ <sup>D</sup>	۱۰۰	
۳۰/۱۶ ± ۰/۲۸ <sup>A</sup>	۱۷/۵ ± ۰/۵ <sup>B</sup>	۱۴ ± ۰/۲ <sup>C</sup>	۱۲/۲ ± ۰/۲ <sup>D</sup>	۱۰۰۰	
۱۱/۲ ± ۰/۰ <sup>A</sup>	۱۰/۷ ± ۰/۰ <sup>C</sup>	۱۰/۹۳ ± ۰/۰۶ <sup>B</sup>	۱۰/۷۳ ± ۰/۱۱ <sup>C</sup>	۵	شوری (گرم در لیتر)
۱۱/۲۶ ± ۰/۰۶ <sup>A</sup>	۱۰/۷ ± ۰/۰ <sup>C</sup>	۱۰/۸۶ ± ۰/۰۶ <sup>B</sup>	۱۰/۸ ± ۰/۰ <sup>B</sup>	۵۰	
۱۱/۲ ± ۰/۰ <sup>A</sup>	۱۰/۷ ± ۰/۰ <sup>A</sup>	۱۰/۹ ± ۰/۰ <sup>A</sup>	۱۰/۸ ± ۰/۰ <sup>A</sup>	۱۰۰	
۱۱/۲۶ ± ۰/۰۶ <sup>A</sup>	۱۰/۶۶ ± ۰/۰ <sup>C</sup>	۱۰/۹ ± ۰/۰ <sup>B</sup>	۱۰/۸۳ ± ۰/۰۵ <sup>B</sup>	۱۰۰۰	
۸/۴۱ ± ۰/۰۳ <sup>B</sup>	۸/۳۹ ± ۰/۰۱ <sup>BC</sup>	۸/۳۶ ± ۰/۰۲ <sup>C</sup>	۸/۸۱ ± ۰/۰۲ <sup>A</sup>	۵	pH
۸/۴۳ ± ۰/۰۳ <sup>B</sup>	۸/۴ ± ۰/۰۱ <sup>BC</sup>	۸/۳۷ ± ۰/۰۱ <sup>C</sup>	۸/۸۳ ± ۰/۰۳ <sup>A</sup>	۵۰	
۸/۴۵ ± ۰/۰۱ <sup>A</sup>	۸/۴ ± ۰/۰۰۶ <sup>A</sup>	۸/۳۷ ± ۰/۰۲ <sup>A</sup>	۸/۸۲ ± ۰/۰ <sup>A</sup>	۱۰۰	
۸/۴۱ ± ۰/۰۳ <sup>B</sup>	۸/۳۹ ± ۰/۰۰۳ <sup>BC</sup>	۸/۳۸ ± ۰/۰ <sup>C</sup>	۸/۷۹ ± ۰/۰۱ <sup>A</sup>	۱۰۰۰	
۸/۸۳ ± ۰/۰۲۷ <sup>Aa</sup>	۷/۲۷ ± ۰/۰۳۱ <sup>Bb</sup>	۷/۳ ± ۰/۰۳۶ <sup>B</sup>	۸/۱۶ ± ۰/۰۸۳ <sup>AB</sup>	۵	اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر)
۷/۹۱ ± ۰/۱۸ <sup>ABb</sup>	۷/۵۸ ± ۰/۰۶ <sup>Bb</sup>	۷/۵۶ ± ۰/۰۵۸ <sup>B</sup>	۸/۸۸ ± ۰/۰۸۸ <sup>A</sup>	۵۰	
۸/۰۲ ± ۰/۰۳۱ <sup>Aab</sup>	۸/۳۱ ± ۰/۰۶۶ <sup>Aab</sup>	۸/۰۳ ± ۰/۰۹۵ <sup>A</sup>	۸/۴۸ ± ۰/۰۶ <sup>A</sup>	۱۰۰	
۷/۷۱ ± ۰/۰۷۹ <sup>Ab</sup>	۸/۳۳ ± ۱/۰۱ <sup>Aa</sup>	۸/۹۳ ± ۱/۰۲۵ <sup>A</sup>	۹/۲۳ ± ۰/۰۱ <sup>A</sup>	۱۰۰۰	
۱۹/۰۲ ± ۰/۰۶ <sup>A</sup>	۱۸/۱۱ ± ۰/۰۰۵ <sup>D</sup>	۱۸/۵۶ ± ۰/۰۶ <sup>B</sup>	۱۸/۳۱ ± ۰/۰۱ <sup>C</sup>	۵	هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی‌متر)
۱۹/۰۷ ± ۰/۰۴ <sup>A</sup>	۱۸/۱۲ ± ۰/۰۰۵ <sup>D</sup>	۱۸/۵۸ ± ۰/۰۳ <sup>B</sup>	۱۸/۴۲ ± ۰/۰۱ <sup>C</sup>	۵۰	
۱۸/۹۹ ± ۰/۰۲ <sup>A</sup>	۱۸/۱۲ ± ۰/۰۰۵ <sup>D</sup>	۱۸/۵۲ ± ۰/۰۳ <sup>B</sup>	۱۸/۴۳ ± ۰/۰۳ <sup>C</sup>	۱۰۰	
۱۹/۰۴ ± ۰/۰۱ <sup>A</sup>	۱۸/۱۲ ± ۰/۰۲ <sup>C</sup>	۱۸/۵۲ ± ۰/۰۲ <sup>B</sup>	۱۸/۴۲ ± ۰/۰۹ <sup>B</sup>	۱۰۰۰	
۳/۶۹ ± ۱/۱۹ <sup>C</sup>	۶/۳۳ ± ۰/۲۸ <sup>AB</sup>	۷/۱۳ ± ۰/۰۵ <sup>A</sup>	۵/۰۸ ± ۰/۰۶۱ <sup>B</sup>	۵	گل‌آلودگی (NTU)
۳/۸۹ ± ۱/۴۷ <sup>C</sup>	۶/۰۶ ± ۰/۰۵ <sup>AB</sup>	۷/۰۳ ± ۰/۰۲۵ <sup>A</sup>	۴/۹۸ ± ۰/۰۷۳ <sup>BC</sup>	۵۰	
۳/۹۴ ± ۱/۱۳ <sup>C</sup>	۶/۱ ± ۰/۱۷ <sup>AB</sup>	۶/۸۶ ± ۰/۰۵ <sup>A</sup>	۵/۰۲ ± ۰/۰۴۹ <sup>BC</sup>	۱۰۰	
۴/۳۶ ± ۱/۲۱ <sup>C</sup>	۶/۱ ± ۰/۰۱ <sup>AB</sup>	۷/۰۶ ± ۰/۰۱۵ <sup>A</sup>	۵/۲۳ ± ۰/۰۶۵ <sup>BC</sup>	۱۰۰۰	
۹/۵۱ ± ۰/۰۲ <sup>A</sup>	۹/۰۶ ± ۰/۰ <sup>D</sup>	۹/۲۸ ± ۰/۰۳ <sup>B</sup>	۹/۱۶ ± ۰/۰۶ <sup>C</sup>	۵	کل مواد جامد محلول (گرم در لیتر)
۹/۵۴ ± ۰/۰۲ <sup>A</sup>	۹/۰۶ ± ۰/۰۰۵ <sup>D</sup>	۹/۲۹ ± ۰/۰۱ <sup>B</sup>	۹/۲۱ ± ۰/۰۰۵ <sup>C</sup>	۵۰	
۹/۵ ± ۰/۰۱ <sup>A</sup>	۹/۰۶ ± ۰/۰۰۵ <sup>D</sup>	۹/۲۶ ± ۰/۰۱ <sup>B</sup>	۹/۲۱ ± ۰/۰۲ <sup>C</sup>	۱۰۰	
۹/۵۲ ± ۰/۰۵ <sup>A</sup>	۹/۰۶ ± ۰/۰۰۵ <sup>C</sup>	۹/۲۶ ± ۰/۰۱ <sup>B</sup>	۹/۲۱ ± ۰/۰۴ <sup>B</sup>	۱۰۰۰	

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

ادامه جدول ۱-

مرداد	زمان			فاصله (متر)	خصوصیت
	اردیبهشت	اسفند	دی		
۵/۶۷ ± ۰/۳۷ <sup>Aa</sup>	۳/۴۴ ± ۰/۱۴ <sup>B</sup>	۵/۶۴ ± ۱/۴۹ <sup>A</sup>	۲/۵۳ ± ۰/۷۲ <sup>B</sup>	۵	نیتریت (میکروگرم در لیتر)
۴/۱۸ ± ۰/۵۳ <sup>Ab</sup>	۳/۳ ± ۰/۱۴ <sup>A</sup>	۴/۴۲ ± ۲/۴۲ <sup>A</sup>	۲/۳۸ ± ۱/۸۶ <sup>A</sup>	۵۰	
۴/۷۵ ± ۰/۳۷ <sup>Ab</sup>	۳/۲۸ ± ۰/۱۸ <sup>B</sup>	۲/۸۸ ± ۰/۷۷ <sup>B</sup>	۲/۰۳ ± ۰/۹۷ <sup>B</sup>	۱۰۰	
۴/۶۳ ± ۰/۲۱ <sup>Ab</sup>	۳/۱۱ ± ۰/۲۱ <sup>C</sup>	۳/۳۲ ± ۰/۴۴ <sup>B</sup>	۲/۶۲ ± ۰/۳۶ <sup>C</sup>	۱۰۰۰	
۱۶۳/۸۶ ± ۱۲/۳۳ <sup>A</sup>	۱۰۹/۴۶ ± ۰/۱۴ <sup>B</sup>	۱۵۹/۸۶ ± ۸/۷۴ <sup>A</sup>	۱۰۳/۷۳ ± ۸/۱۸ <sup>Bbc</sup>	۵	نیترات (میکروگرم در لیتر)
۱۶۱/۶۳ ± ۵/۸۵ <sup>A</sup>	۱۱۰/۶۶ ± ۷/۳۹ <sup>B</sup>	۱۶۰/۹۳ ± ۲۶/۸۸ <sup>A</sup>	۸۵/۴۶ ± ۶/۴۹ <sup>Bc</sup>	۵۰	
۱۵۳/۳۶ ± ۷/۱۱ <sup>A</sup>	۱۱۱/۴۶ ± ۸/۲۱ <sup>B</sup>	۱۳۰/۶۳ ± ۷/۹۵ <sup>BC</sup>	۱۲۰/۳ ± ۲۳/۹۵ <sup>Bb</sup>	۱۰۰	
۱۵۷/۴ ± ۶/۲۲ <sup>A</sup>	۱۱۰/۵۳ ± ۱۰/۴۶ <sup>B</sup>	۱۴۹/۷ ± ۲۴/۵۲ <sup>A</sup>	۱۴۶/۲ ± ۶/۷۳ <sup>Aa</sup>	۱۰۰۰	
۱۲۷/۱۶ ± ۲/۴۶ <sup>A</sup>	۱۰۰/۶۳ ± ۴/۳۴ <sup>Bab</sup>	۹۱/۴۶ ± ۲۱/۴ <sup>BCa</sup>	۷۱/۰۶ ± ۸/۹۸ <sup>Cb</sup>	۵	آمونیم (میکروگرم در لیتر)
۱۲۲/۵ ± ۵/۸۶ <sup>A</sup>	۱۰۳/۹۳ ± ۳/۷۵ <sup>Ba</sup>	۷۹/۹۳ ± ۲/۷ <sup>Cab</sup>	۸۲/۵۳ ± ۱/۷۴ <sup>Ca</sup>	۵۰	
۱۱۷/۶۶ ± ۱۰/۲۸ <sup>A</sup>	۱۰۰/۰۶ ± ۳/۰۵ <sup>Bab</sup>	۷۵/۰۳ ± ۷/۷۱ <sup>Cab</sup>	۷۱/۸۶ ± ۱/۲۸ <sup>Cb</sup>	۱۰۰	
۱۱۶/۴ ± ۵/۴ <sup>A</sup>	۹۴/۹۶ ± ۲/۰۵ <sup>Bb</sup>	۶۵/۸۶ ± ۷/۴۵ <sup>Cb</sup>	۶۰/۵۳ ± ۲/۵۶ <sup>Cc</sup>	۱۰۰۰	
۹۵۲/۶۶ ± ۹۸/۳ <sup>A</sup>	۸۵۰/۳۳ ± ۶۶/۰۱ <sup>B</sup>	۱۰۵۰/۶۶ ± ۵۸/۳۳ <sup>A</sup>	۸۲۲ ± ۶۰/۵۵ <sup>B</sup>	۵	نیترژن کل (میکروگرم در لیتر)
۹۵۱ ± ۵۷/۰۳ <sup>AB</sup>	۸۷۹ ± ۸۵/۷۴ <sup>B</sup>	۱۰۴۰/۳۳ ± ۶۹/۲۹ <sup>A</sup>	۷۵۶/۶۶ ± ۳۴/۶۴ <sup>C</sup>	۵۰	
۹۶۷/۳۳ ± ۵۶ <sup>AB</sup>	۹۱۶/۶۶ ± ۵۹ <sup>B</sup>	۱۰۳۵/۶۶ ± ۳۸/۶۵ <sup>A</sup>	۸۰۷/۶۶ ± ۶۳/۵۱ <sup>C</sup>	۱۰۰	
۹۹۲/۲۳ ± ۵۵/۴۱ <sup>AB</sup>	۹۳۷ ± ۵۶/۵ <sup>B</sup>	۱۰۵۵/۶۶ ± ۳۱/۰۸ <sup>A</sup>	۸۵۹/۶۶ ± ۷۵/۴۳ <sup>C</sup>	۱۰۰۰	
۲۸/۳۳ ± ۲/۰۲ <sup>Aa</sup>	۲۳/۰۶ ± ۱/۲۸ <sup>Aa</sup>	۲۸/۳۶ ± ۶/۴۷ <sup>A</sup>	۱۵/۴۳ ± ۲/۸۴ <sup>Ba</sup>	۵	فسفات (میکروگرم در لیتر)
۲۶/۶۶ ± ۱/۸۹ <sup>Aab</sup>	۲۲/۶ ± ۰/۵ <sup>Aab</sup>	۲۶/۵۳ ± ۶/۸۷ <sup>A</sup>	۱۴/۹۳ ± ۱/۵۲ <sup>Bab</sup>	۵۰	
۲۴/۴ ± ۲/۷۸ <sup>Ab</sup>	۲۰/۷۶ ± ۱/۷۵ <sup>Ab</sup>	۲۳/۵۶ ± ۲/۷۳ <sup>A</sup>	۱۱/۷۶ ± ۱/۲۵ <sup>Bab</sup>	۱۰۰	
۲۴/۳۳ ± ۰/۵۷ <sup>Ab</sup>	۲۰/۷۶ ± ۰/۲۸ <sup>Ab</sup>	۲۳/۰۶ ± ۳/۷۲ <sup>A</sup>	۱۱/۶ ± ۱/۵ <sup>Bb</sup>	۱۰۰۰	
۵۰/۷۳ ± ۴/۵۳ <sup>A</sup>	۴۰ ± ۰/۵ <sup>A</sup>	۴۳/۲۶ ± ۱۵ <sup>A</sup>	۱۹/۶ ± ۳/۱ <sup>B</sup>	۵	فسفر کل (میکروگرم در لیتر)
۵۰/۲۳ ± ۱/۶ <sup>A</sup>	۳۸/۵ ± ۱/۳۲ <sup>B</sup>	۴۶/۴۳ ± ۶/۴۹ <sup>A</sup>	۱۹/۲۶ ± ۲/۳ <sup>C</sup>	۵۰	
۵۰/۹ ± ۴/۴۴ <sup>A</sup>	۳۷/۶۶ ± ۲/۸۴ <sup>B</sup>	۴۳/۷۶ ± ۴/۴۶ <sup>AB</sup>	۲۴/۰۳ ± ۴/۲۷ <sup>C</sup>	۱۰۰	
۴۶/۲۳ ± ۲/۰۸ <sup>A</sup>	۳۸/۶۶ ± ۱/۲۵ <sup>B</sup>	۳۷/۸۳ ± ۳/۲۵ <sup>B</sup>	۱۸/۶ ± ۱/۳۲ <sup>D</sup>	۱۰۰۰	

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

شاخه Bacillariophyta (دیاتومه‌ها) ۲۳ گونه،  
Pyrrophyta (داینوفلاژله‌ها) ۱۱ گونه،  
Chlorophyta ۲ گونه و Euglenophyta  
۲ گونه بود (جدول ۲).

شناسایی گونه‌های فیتوپلانکتونی منطقه مورد مطالعه:  
بررسی جمعیت فیتوپلانکتونی پژوهش حاضر نشان  
داد که ۴۲ گروه شامل ۳۷ گونه و ۵ جنس  
فیتوپلانکتون شناسایی شده به پنج شاخه تعلق داشتند.



جدول ۲- لیست شاخه، خانواده و گونه‌های فیتوپلانکتون شناسایی شده در اطراف قفس‌های پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان مستقر در منطقه عباس‌آباد (۱۳۹۳-۱۳۹۴).

Phylum	Family	Genus (Species)	Phylum	Family	Genus (Species)	
Bacillariophyta	Chaetocerotaceae	<i>Chaetoceros convolutus</i>	Pyrophyta	Prorocentraceae	<i>Exuviaella cordata</i>	
		<i>Chaetoceros peruvianus</i>			<i>Exuviaella marina</i>	
		<i>Chaetoceros socialis</i>		Glenodiniaceae	<i>Glenodinium behningii</i>	
	Coscinodiscus	<i>Chaetoceros subtilis</i>			<i>Glenodinium lenticula</i>	
		<i>Coscinodiscus granii</i>		Gonyaulacaceae	<i>Gonyaulax polyedra</i>	
	Hemiaulaceae	<i>Coscinodiscus gigas</i>			<i>Gonyaulax digitalis</i>	
		<i>Cerataulina pelagica</i>		Gymnodiniaceae	<i>Gymnodinium variabile</i>	
	Stephanodisceae	<i>Cyclotella meneghiniana</i>			<i>Peridinium achromaticum</i>	
		<i>Cymbella</i> sp		Peridiniaceae	<i>Peridinium latum</i>	
	Naviculaceae	<i>Naviculla</i> sp			<i>Prorocentrum praximum</i>	
		<i>Nitzschia acicularis</i>		Prorocentraceae	<i>Prorocentrum scutellum</i>	
	Bacillariaceae	<i>Nitzschia closterium</i>		Cyanophyta		<i>Lyngbya</i> sp
		<i>Nitzschia reversa</i>			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria limosa</i>
		<i>Nitzschia tenuirostris</i>				<i>Oscillatoria</i> sp
		<i>Nitzschia</i> sp			Spirulinaceae	<i>Spirulina laxissima</i>
		<i>Pseudonitzschia seriata</i>				
	Rhizosoleniaceae	<i>Rhizosolenia calcaravis</i>		Chlorophyta	Gloeotilaceae	<i>Binuclearia lauterbornii</i>
		<i>Rhizosolenia fragilissima</i>				
		<i>Rhizosolenia stigema</i>			Oocystaceae	<i>Oocystis socialis</i>
Skeletonemataceae	<i>Skeletonema costatum</i>		Euglenophyta		<i>Euglena acus</i>	
	<i>Skeletonema subsalsum</i>					
Thalassionemataceae	<i>Thalassionema nitzschioides</i>			Euglenaceae	<i>Trachelomonas spiculifera</i>	
	<i>Thalassiosira incerta</i>					

Chlorophyta با بیش‌ترین درصد فراوانی بعد از شاخه Bacillariophyta، کم‌ترین درصد میزان زی‌توده را به خود اختصاص داد.

فراوانی گونه‌های فیتوپلانکتونی طی دوره پژوهش: نتایج حاصل تجزیه و تحلیل فراوانی داده‌های فیتوپلانکتونی درون شاخه‌ای این پژوهش نشان داد که وضعیت فراوانی همه نمونه‌های غالب فیتوپلانکتونی (به‌جز *Prorocentrum praximum*) هر ایستگاه

شاخه Bacillariophyta با بیش‌ترین تعداد گونه دارای بیش‌ترین درصد فراوانی (۷۶/۴۴ درصد) نیز بود اما شاخه Euglenophyta کم‌ترین تعداد گونه و درصد فراوانی را داشت. هم‌چنین تعیین درصد میزان زی‌توده کل در دوره پژوهش نشان داد که همانند درصد فراوانی شاخه Bacillariophyta بیش‌ترین درصد (۶۰/۵۰ درصد) بود و شاخه Pyrophyta در جایگاه دوم قرار داشت. اما شاخه

مترمکعب در ایستگاه ۵۰ متری بود. برای این شاخه تغییرات بین ایستگاهی در اردیبهشت‌ماه دارای معنی‌داری بود که بیش‌ترین تراکم آن در ایستگاه ۵۰ متری مشاهده گردید. شاخه *Chlorophyta* دومین شاخه با فراوانی بالا در کل دوره بود اما برخلاف شاخه قبلی، بیش‌ترین تراکم آن در مردادماه مشاهده شد. برای مثال بیش‌ترین فراوانی آن در ایستگاه ۵ متری با میانگین  $106 \times 98/53$  عدد در مترمکعب به‌دست آمد. شاخه *Pyrrophyta* نیز در رتبه بعدی قرار گرفت که بیش‌ترین فراوانی آن در ایستگاه ۵۰ متری اردیبهشت‌ماه ( $106 \times 43/26$  عدد در مترمکعب) و کم‌ترین نیز در مردادماه وجود داشت. شاخه *Cyanophyta* نیز بالاترین تراکم را در اردیبهشت‌ماه اما کم‌ترین را در اسفندماه داشت و تنها شاخه‌ای بود که تغییرات آن در ایستگاه ۵ متری طی دوره‌های مختلف معنی‌دار نبود. شاخه *Euglenophyta* با حداقل فراوانی نسبت به دیگر شاخه‌ها، بیش‌ترین فراوانی را در ایستگاه ۵ متری و در اردیبهشت‌ماه با تراکم  $106 \times 0/8$  عدد در مترمکعب داشت در حالی که در دی‌ماه مشاهده نگردید (جدول ۳).

نتایج تعیین تراکم شاخه‌های فیتوپلانکتونی نشان داد که به‌جز شاخه *Bacillariophyta*، دیگر شاخه‌ها بیش‌ترین فراوانی را در ماه‌های اردیبهشت و مرداد داشتند. اما با توجه به این‌که گونه‌های با فراوانی بالا مانند *Pseudonitzschia seriata*، *Skletonema subsalsum* و *Thalassionema nitzschoide* بعضی گونه‌های دیگر از شاخه *Bacillariophyta* در ماه‌های دی و به‌خصوص اسفند بیش‌تر مشاهده شدند در نتیجه فراوانی کل فیتوپلانکتونی در این دوره‌ها بیش‌تر بود.

طی دوره‌های مختلف نمونه‌برداری دارای اختلاف معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ ). اما این اختلاف معنی‌دار بین ایستگاه‌های مختلف در هر دوره فقط برای تعداد کمی از گونه‌ها مانند *Nitzschia acicularis*، *Nitzschia reversa*، *Nitzschia closterium*، *Pseudonitzschia seriata* همگی از شاخه *Bacillariophyta*، *Peridinium achromaticum*، از شاخه *Pyrrophyta* و *Euglena acus* وجود داشت. میانگین فراوانی بیش‌تر گونه‌ها در بعضی دوره‌ها تقریباً کم‌تر از  $103 \times 1000$  تا  $103 \times 2000$  عدد در مترمکعب بود در حالی که بعضی گونه‌های دیگر تراکم بسیار بیش‌تری داشتند. برای مثال گونه *Pseudonitzschia seriata* به‌عنوان یک گونه غالب، فراوانی آن در ایستگاه ۵ متری در اسفندماه برابر با  $103 \times 318700$  عدد در مترمکعب بود. مورد توجه است که فراوانی بالای بیش‌تر گونه‌های شاخه غالب باسیلاریوفیتا در اسفند و دی‌ماه مشاهده گردید که تقریباً با سایر دوره‌ها اختلاف معنی‌دار داشت که به دلیل تعداد زیاد جداول از آوردن آن‌ها خودداری شد.

**فراوانی شاخه‌های فیتوپلانکتونی طی دوره پژوهش:**  
نتایج نشان داد که تمام شاخه‌های فیتوپلانکتونی (به‌جز شاخه *Cyanophyta* در ایستگاه ۵ متری) به لحاظ فراوانی طی دوره‌های مختلف نمونه‌برداری در هر ایستگاه دارای اختلاف معنی‌دار بودند. اما این اختلاف معنی‌دار کم‌تر بین ایستگاه‌های مختلف مشاهده گردید. به‌طورکلی بیش‌ترین تراکم شاخه *Bacillariophyta* در تمامی ایستگاه‌ها در اسفندماه و کم‌ترین آن در مردادماه به‌دست آمد. بیش‌ترین فراوانی آن در ایستگاه ۵ متری با میانگین  $106 \times 473/33$  عدد در مترمکعب و کم‌ترین آن  $106 \times 9/33$  عدد در

اثر پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ... / عرفان کریمیان و همکاران

جدول ۳- میانگین فراوانی  $\pm$  خطای استاندارد شاخه‌های فیتوپلانکتونی در اطراف قفس‌های پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مستقر در منطقه عباس‌آباد (۱۳۹۴-۱۳۹۳).

شاخه	ایستگاه / زمان	دی (قبل از پرورش) $10^6 \times n/m^3$	اسفند (زمان پرورش) $10^6 \times n/m^3$	اردیبهشت (زمان پرورش) $10^6 \times n/m^3$	مرداد (بعد از پرورش) $10^6 \times n/m^3$
Bacillariophyta	۵	$234/66 \pm 10/11^B$	$473/33 \pm 195/8^A$	$29/86 \pm 2/88^{Cab}$	$11/33 \pm 3/78^C$
	۵۰	$227/66 \pm 27/53^B$	$464 \pm 119/57^A$	$36 \pm 1^{Ca}$	$9/33 \pm 1/52^C$
	۱۰۰	$260/66 \pm 28/11^B$	$464/66 \pm 166/57^A$	$30/66 \pm 2/51^{Cab}$	$12/66 \pm 2/88^C$
	۱۰۰۰	$218/33 \pm 29/83^B$	$455/33 \pm 89/96^A$	$23/33 \pm 10/69^{Cb}$	$14 \pm 3^C$
Chlorophyta	۵	$3/8 \pm 1/5^B$	$2/5 \pm 0/96^B$	$0/26 \pm 0/23^B$	$98/53 \pm 9/04^A$
	۵۰	$4/2 \pm 0/6^B$	$4/9 \pm 4/8^B$	$0/26 \pm 0/23^B$	$97/33 \pm 4/91^A$
	۱۰۰	$3/6 \pm 1/2^B$	$2/33 \pm 2/3^{AB}$	$0/33 \pm 0/11^B$	$90/66 \pm 1/33^A$
	۱۰۰۰	$6 \pm 3/17^B$	$9/5 \pm 8/22^B$	$0/4 \pm 0/2^B$	$93/66 \pm 8/4^A$
Pyrrophyta	۵	$12/4 \pm 3/07^{BC}$	$20/3 \pm 1/35^B$	$34/6 \pm 13/68^A$	$6/13 \pm 2/2^C$
	۵۰	$9 \pm 2/45^B$	$28/1 \pm 8/27^A$	$43/26 \pm 14/47^A$	$4/86 \pm 1/47^B$
	۱۰۰	$7/5 \pm 3/11^C$	$20/57 \pm 3/5^B$	$32/2 \pm 5/01^A$	$5/8 \pm 2/64^C$
	۱۰۰۰	$8/9 \pm 5/54^{BC}$	$19/9 \pm 10/8^{AB}$	$25/8 \pm 5/76^A$	$5/73 \pm 2/19^C$
Cyanophyta	۵	$7 \pm 0/96^{Aab}$	$79 \pm 5/4^A$	$17/86 \pm 1/52^A$	$15/86 \pm 9/38^A$
	۵۰	$8/6 \pm 2/29^{Bab}$	$7/7 \pm 1/41^B$	$22/06 \pm 9/15^A$	$15/66 \pm 4/47^{AB}$
	۱۰۰	$6/7 \pm 0/96^{Bb}$	$6/5 \pm 3/29^B$	$21/4 \pm 4/46^A$	$13/6 \pm 4/91^B$
	۱۰۰۰	$9/6 \pm 1/03^{Ba}$	$5/7 \pm 1/08^B$	$19/06 \pm 0/93^A$	$20/46 \pm 8/43^A$
Euglenophyta	۵	$0^B$	$0/2 \pm 0/17^B$	$0/8 \pm 0/52^A$	$0/26 \pm 0/11^{AB}$
	۵۰	$0^B$	$0^B$	$0/46 \pm 0/3^A$	$0/33 \pm 0/11^A$
	۱۰۰	$0^B$	$0/1 \pm 0/07^B$	$0/66 \pm 0/3^A$	$0/2 \pm 0/2^B$
	۱۰۰۰	$0^B$	$0/1 \pm 0/07^B$	$0/53 \pm 0/23^A$	$0/26 \pm 0/11^{AB}$

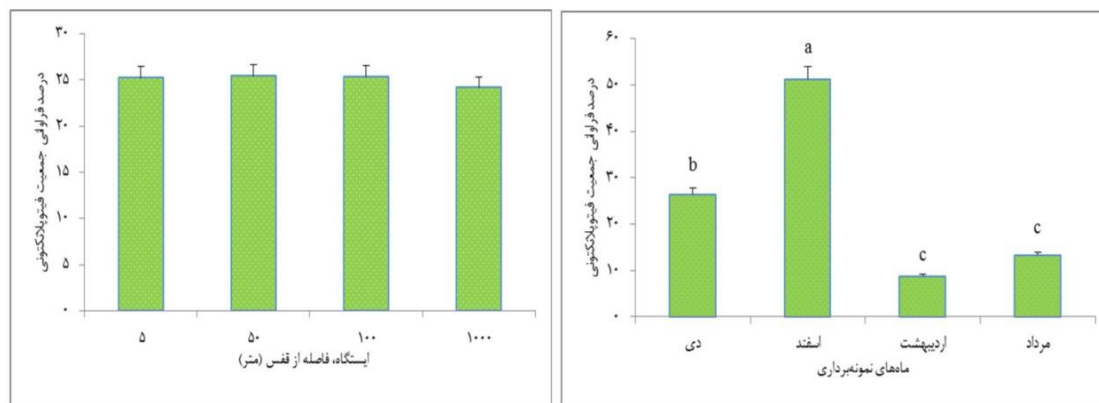
توجه: حروف کوچک غیرمشابه در هر ستون و حروف بزرگ غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

دی‌ماه مشاهده گردید و در سایر دوره‌ها اختلاف معنی‌دار نبود (شکل ۲). اما تعیین درصد فراوانی در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که این میزان بسیار به هم نزدیک بوده و اختلاف معنی‌دار بین آن‌ها مشاهده نگردید (شکل ۲). روند مشابهی نیز به لحاظ

درصد فراوانی جمعیت فیتوپلانکتونی طی دوره و ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری: تعیین درصد فراوانی گونه‌های فیتوپلانکتونی طی زمان‌های مختلف نمونه‌برداری نشان داد که بیش‌ترین آن در اسفندماه با غالبیت (۶۳/۳۴ درصد) گونه *P. seriata* و سپس در

به‌دست آمد (با این تفاوت که کم‌ترین میزان زی‌توده در مردامه و به لحاظ ایستگاهی در ایستگاه ۱۰۰ متری مشاهده شد).

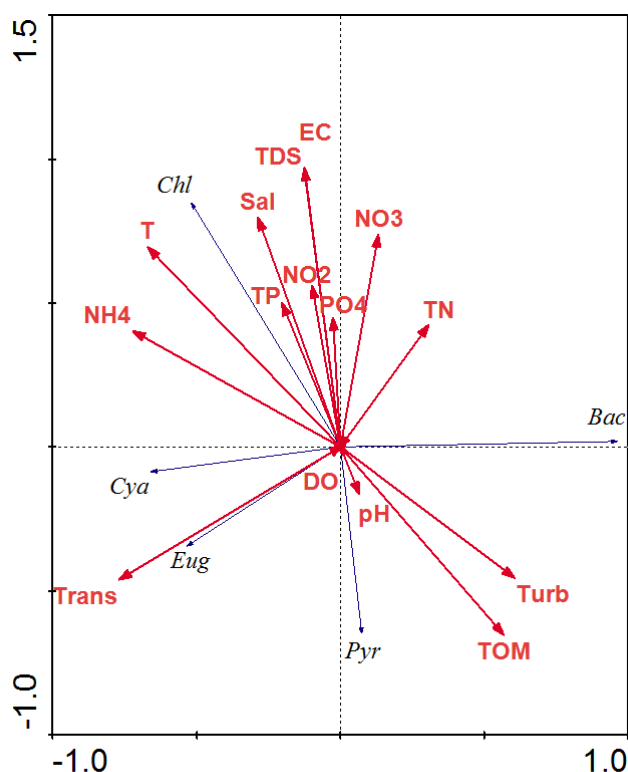
معنی‌داری و یا عدم آن در تعیین نتایج میانگین زی‌توده گونه‌های فیتوپلانکتونی طی زمان و ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری در پژوهش حاضر



شکل ۲- درصد فراوانی جمعیت فیتوپلانکتونی طی دوره‌ها و ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری.

اثر عکس داشتند و به عبارتی با افزایش این عوامل فراوانی آن کاهش خواهد یافت. هم‌چنین فراوانی جمعیت شاخه کلروفیتا، تحت تأثیر مثبت عوامل زیادی مانند دما، شوری، هدایت الکتریکی، مواد جامد محلول کل، و با اثر کم‌تر فسفر کل، فسفات محلول، نیتريت، آمونیوم و نترات قرار داشت اما از طرفی عامل تأثیرگذار کدورت روی فراوانی آن اثر منفی و کاهش داشت. روی فراوانی جمعیت شاخه سیانوفیتا عوامل کمی تأثیر داشتند چراکه فراوانی آن فقط ارتباط مستقیمی با شفافیت داشت. هم‌چنین فراوانی جمعیت شاخه اوگلنوفیتا تحت تأثیر مثبت شفافیت بود و تا حدودی اثر نیتروژن کل روی فراوانی آن منفی بود (شکل ۳).

اثر عوامل محیطی روی فراوانی جمعیت فیتوپلانکتونی با استفاده از آزمون CCA: نتایج حاصل از تعیین اثر عوامل محیطی روی فراوانی شاخه‌های فیتوپلانکتونی با استفاده از آزمون CCA، نشان‌دهنده ارتباط کم بین آن‌ها بود. جمعیت شاخه باسیلاریوفیتا به‌طور مثبت تحت تأثیر کم عواملی مانند کدورت و با اثر کم‌تر تحت تأثیر نیتروژن کل قرار داشت. در حالی‌که عوامل دما و آمونیوم روی فراوانی آن دارای اثر منفی بودند. عامل کدورت نیز روی فراوانی جمعیت شاخه پیروفیتا اثر جزئی و مثبت داشت اما بیش‌تر عوامل از جمله هدایت الکتریکی، مواد جامد محلول کل، شوری، نیتريت و تا حدودی دما و ترکیبات فسفوری روی فراوانی آن



شکل ۳- اثر عوامل محیطی روی فراوانی جمعیت فیتوپلانکتونی.

(عوامل محیطی شامل: کدورت: turb، مواد آلی کل: TOM، شفافیت: Trans، فسفر کل: TP، فسفات: PO<sub>4</sub>، نیتروژن کل: TN، آمونیوم: NH<sub>4</sub>، نیتريت: NO<sub>2</sub>، نترات: NO<sub>3</sub>، دما: T، پی‌اچ: pH، شوری: Sal، اکسیژن محلول: DO، سیلت-رس: Si.Ros، کل مواد جامد محلول: TDS، هدایت الکتریکی: EC)

شاخه فیتوپلانکتونی نشان داد که در کل دوره، شاخه باسیلاریوفیتا (۷۶/۴۴ درصد) شاخه غالب و سپس شاخه‌های کلروفیتا (۱۰/۷۹ درصد) و پیروفیتا (۷/۳۷ درصد) بعد از آن قرار گرفتند اگرچه شاخه پیروفیتا دارای بیش‌ترین تنوع گونه‌ای بود و شاخه اگلنوفیتا هم با ۰/۱ درصد کم‌ترین درصد فراوانی را به خود اختصاص داد. در مطالعه نصراله‌زاده و همکاران (۲۰۰۸) نیز ۵ شاخه فیتوپلانکتونی شناسایی گردید که بیش‌ترین فراوانی و غالبیت مربوط به شاخه باسیلاریوفیتا و سپس شاخه‌های پیروفیتا و کلروفیتا بود و کم‌ترین به شاخه اگلنوفیتا تعلق داشت (۲۲). همانند بیش‌تر اکوسیستم‌های دریایی، در این پژوهش و بیش‌تر مطالعات قبلی انجام شده در حوضه جنوبی

### بحث

جمع‌آوری داده‌های کیفیت آب و فیتوپلانکتون در یک منطقه برای پیش‌بینی تغییرات فراوانی، ترکیب گونه‌ای، شکوفایی جلبکی و وجود گروه‌های فیتوپلانکتونی مشخص، بسیار مفید خواهد بود. بعضی مطالعات در بررسی اثرات پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در قفس نشان داده‌اند که افزایش قابل‌ملاحظه فراوانی فیتوپلانکتون‌ها با غالبیت بعضی شاخه‌های خاص و به‌خصوص همراه با افزایش غلظت فسفر و نیتروژن کل اتفاق افتاد که بیش‌ترین تغییرات نیز به‌خصوص طی اختلاط‌های بهار و پائیز مشاهده شد (۲۱). در پژوهش حاضر نیز تعیین جمعیت فیتوپلانکتونی با شناسایی ۴۲ گونه از پنج

دریای خزر، غالبیت شاخه باسیلاریوفیتا به‌خصوص در زمستان با درصد فراوانی بالا گزارش شده است (۲۳، ۲۴).

با توجه به نتایج تعیین تراکم شاخه و همچنین گونه‌های فیتوپلانکتونی، مشاهده گردید که تقریباً تمامی آن‌ها به لحاظ فراوانی طی دوره‌های مختلف نمونه‌برداری در هر ایستگاه دارای اختلاف معنی‌دار بودند به‌طوری‌که، بیش‌ترین تراکم شاخه غالب *Bacillariophyta* در تمامی ایستگاه‌ها در اسفندماه و کم‌ترین آن در مردادماه به‌دست آمد در حالی‌که، بیش‌ترین فراوانی شاخه *Chlorophyata* در مردادماه و دیگر شاخه‌ها در اردیبهشت‌ماه مشاهده شد. به‌طور کلی، تعیین درصد فراوانی جمعیت فیتوپلانکتونی طی زمان‌های مختلف نمونه‌برداری نشان داد که بیش‌ترین آن در اسفندماه و سپس در دی‌ماه مشاهده گردید اما در سایر دوره‌ها اختلاف معنی‌دار نبود. با توجه به این‌که گونه‌های با فراوانی بالا مانند *P. seriata*، *S. subsalsum* و *T. nitzschoide* و بعضی گونه‌های دیگر از شاخه *Bacillariophyta* در ماه‌های دی و به‌خصوص اسفند بیش‌تر حضور داشتند در نتیجه، فراوانی کل فیتوپلانکتونی در این دوره‌ها بیش‌تر بود و سپس در اردیبهشت و مردادماه کاهش یافته و به‌ترتیب توسط گونه‌هایی از شاخه پیروفیتا و کلروفیتا البته با فراوانی کم‌تر جایگزین شد.

همراه با فعالیت‌های انسانی تأثیرگذار بر افزایش مواد مغذی و سپس تغییرات جمعیت فیتوپلانکتونی، عوامل اصلی که روی تولید فیتوپلانکتونی مؤثرند مواد مغذی قابل دسترس، شدت نور، شرایط دمایی (۲۵) و در بعضی موارد ذرات معلق و یا نرخ تعویض بالای آب (۲۶) است. برای مثال الگوی اختلاط آب عامل سریع افزایش فراوانی جلبک‌هایی است که بیش‌تر در پائیز و زمستان حضور دارند، هنگامی‌که مواد مغذی در ستون آب به‌دلیل چرخش رسوبات فراوان هستند

که دریای خزر نیز به‌عنوان یک دریاچه یک‌گردشه گرم، دارای چنین الگوی گردش است و معمولاً در اواخر پائیز دوران پیدا می‌کند. از طرفی، بیش‌تر اثرات پرورش ماهی در قفس به‌علت افزایش مواد مغذی محلول در ستون آبی است (۲) که از این طریق می‌تواند جوامع فیتوپلانکتونی را نیز تحت‌تأثیر قرار دهد (۲۷، ۲۸) اما میزان این اثرات به‌مقیاس پرورش، اندازه اکوسیستم آبی و هیدرولوژی آن بستگی دارد (۲۹، ۳۰). در منطقه مورد مطالعه بیش‌ترین نیتروژن کل در اسفندماه مشاهده گردید که با پرورش فعال قزل‌آلای رنگین‌کمان در قفس و همچنین اختلاط عمودی آب هم‌زمان بود چراکه معمولاً اوج مرگ تدریجی جوامع کفزی طی زمستان - بهار و بعد تجزیه آن می‌تواند منبع مهمی از مواد مغذی باشد که تولیدات اولیه را در ماه‌های اسفند و تیر افزایش می‌دهد (۳۱). از طرفی دیگر گزارش شده است که افزایش مواد مغذی می‌تواند به‌دلیل طوفان شدید زمستانی و رواناب رودخانه در حوضه جنوبی دریای خزر باشد (۳۲، ۳۳) که چنین طوفانی نیز در پژوهش حاضر (اسفندماه) اتفاق افتاد. به‌نظر می‌رسد که به‌دلیل نیاز دمایی مناسب آب برای پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان در طول زمستان، علاوه‌بر افزایش احتمالی مواد مغذی با هدررفت غذایی و ضایعات حاصله طی دوره پرورش، هم‌زمان با آن نیز گردش طبیعی توده آب نیز باعث افزایش بیش‌تر مواد مغذی و در نتیجه افزایش زی‌توده فیتوپلانکتونی (۲۲) در مطالعه حاضر شده بود که با بعضی مطالعات در ارتباط با ادغام اثرات طبیعی اکوسیستم به‌صورت فصلی و اثرات آبریز پروری بر افزایش جمعیت فیتوپلانکتونی مطابق است (۲۹، ۳۴، ۳۵). اگرچه بسیاری از مطالعات تغییرات معنی‌داری در ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و زیستی رسوبات و ستون آبی شامل افزایش مواد آلی و تغییرات ترکیبی رسوب زیر قفس‌های پرورشی

و در نتیجه با افزایش سیلیس، جمعیت شاخه Bacillariophyta نیز افزایش می‌یابد (۲۴). هم‌چنین گزارش شده است که شاخه Bacillariophyta به‌علت تحمل شرایط اختلاط آب، بیش‌تر به هنگام اختلاط آب مشاهده می‌شوند (۴۴) و از طرفی با ورود سیلیسیم از طریق رودخانه‌ها سهم زیادی از جمعیت فیتوپلانکتونی (باک و همکاران، ۲۰۱۵) را تشکیل می‌دهند. به‌خوبی نشان داده شده است که ۹۰ درصد سیلیکات از طریق رودخانه‌ها به اکوسیستم‌های دریایی وارد می‌گردد (۴۵) در نتیجه افزایش در فراوانی دیاتومه‌های حوضه جنوبی دریای خزر می‌تواند با ورود بیش‌تر آب‌شیرین (۹۵/۷ درصد از مواد مغذی سالانه ازت و فسفر ورودی به دریای خزر توسط رودخانه ولگا تأمین می‌گردد و در نتیجه میزان آورد سیلیکات از طریق رودخانه‌ها طی پاییز و زمستان در ارتباط باشد (باقری و همکاران، ۲۰۱۲) که طبق نتایج پژوهش بیش‌ترین فراوانی فیتوپلانکتونی در اسفند و سپس در دی‌ماه با اختلاف معنی‌دار نسبت به هم و سایر دوره‌ها مشاهده گردید. در مطالعه باک و همکاران (۲۰۱۵) غالبیت گونه‌های دیاتومه در کل دوره و به‌خصوص در زمستان را ناشی از افزایش رشد و فراوانی و تکثیر بیش‌تر گونه‌های آن در آب‌های سردتر با دمای ۱۵-۱۰ نسبت دادند (۴۶). هم‌چنین آن‌ها نشان دادند که افزایش جمعیت آن‌ها در تابستان با افزایش مواد مغذی مرتبط نبود در حالی‌که در فصول سرد به افزایش مواد مغذی به‌خوبی واکنش نشان داده بودند.

علاوه بر عوامل فوق، افزایش میزان تراکم و زی‌توده فیتوپلانکتونی در فصل زمستان به‌خصوص دیاتومه‌ها را به حضور گونه‌های سرمادوست، افزایش مواد مغذی ناشی از افزایش جریان‌های دریایی و کاهش جمعیت شکارچیان فیتوپلانکتون‌خوار ارتباط داده‌اند (۴۷) به‌طوری‌که، می‌توان گفت در این

(پوسدو و همکاران، ۲۰۰۷) و تغییر در ترکیبات شیمی مواد آلی و معدنی آب و رسوب (۳۶، ۳۷، ۳۸)، تغییرات در ساختار زئوپلانکتونی (۳۹) و فیتوپلانکتونی (۳۵) را گزارش نموده‌اند اما بررسی اثرات آبی‌پروری همیشه آسان نبوده و به‌عنوان یک خلأ، این اثرات دارای تداخلات و پیچیدگی‌های خاص خود است به‌خصوص زمانی‌که این اثرات در مقیاس مکانی وسیع بررسی شود و اثرات طبیعی (جریان و چرخش‌های آبی) و دیگر اثرات انسانی (فعالیت‌های صنعتی و پساب‌های کشاورزی و پرورشی) نیز در آن ادغام شود (۳۵). هم‌چنین انجام بیش‌تر این مطالعات در محدوده نزدیک به قفس‌های پرورشی (۲۱، ۴۰، ۴۱، ۴۲)، انجام گرفته است در حالی‌که، در مقیاس‌های بزرگ‌تر احتمالاً به دلیل وجود متغیرهای گمراه‌کننده و منابع کنترل نشده، تعیین اثرات پرورش ماهی در قفس بسیار دشوار خواهد بود (۳۵). از طرفی این فرض وجود دارد که میزان مواد مغذی رهاسازی شده از پرورش ماهی در قفس ممکن است که همراه با رهاسازی طبیعی نیتروژن و فسفر منجر به افزایش سطح تروفی و فراوانی فیتوپلانکتون‌ها شوند (۳۵) آن‌چه که به‌نظر می‌رسد در مطالعه حاضر نیز این عوامل هم‌زمان با هم اتفاق افتاد. به نظر می‌رسد در این پژوهش نیز همه عوامل طبیعی ذکر شده و از طرفی شرایط پرورشی مانند تراکم کم و کوتاه بودن طول دوره پرورش، عواملی بودند که باعث شد الگوی تغییرات منظمی در ساختار فیتوپلانکتونی در ارتباط با اثرات فعالیت پرورش ماهی در قفس مشاهده نگردد.

میزان متفاوت دریافت دما و جریان‌های آبی می‌تواند باعث بروز تفاوت‌های فصلی در فیتوپلانکتون‌ها به‌خصوص شاخه Bacillariophyta گردد (۴۳). در فصل زمستان چرخش‌های آبی در دریای خزر افزایش یافته و موجب افزایش مواد غذایی و حرکت آن از کف به ستون آب شده

نیفتند. به طوری که، بیش تر تغییرات مشاهده شده در عوامل فیزیکوشیمیایی و حتی بعضی عوامل تحت تأثیر فعالیت پرورش ماهی در قفس ارتباط خاصی با فاصله از قفس نداشت و در نتیجه تغییرات فراوانی جمعیت فیتوپلانکتونی بین ایستگاهی معنی دار نبود و حتی به صورت گونه‌ای نیز این عدم معنی داری برای بیش تر گونه‌ها وجود داشت. در این ارتباط، پرایس و موریس (۲۰۱۳) معتقدند که آبی‌پروری در قفس زمانی می‌تواند منجر به تغییر در ساختار جوامع زیستی گردد که باعث تجمع و افزایش قابل ملاحظه‌ی مواد مغذی در ستون و بستر آبی گردد و حتی در محیط‌های مناسب از دریا، این تولید مواد مغذی ناشی از آبی‌پروری، می‌تواند توسط فرآیندهای طبیعی مورد استفاده قرار گیرد (۳۰). به طور کلی، پرورش متراکم ماهی در قفس می‌تواند منجر به افزایش مواد مغذی و تروفی آب، میزان مواد معلق تولید شده توسط دفعیات ماهی و باقی‌مانده غذا و همچنین ایجاد اثرات منفی در کیفیت آب مانند شکوفایی جلبک‌های سمی سیانوباکتری‌ها شوند. در بعضی مطالعات (۲۱، ۴۹) افزایش معنی دار در جمعیت فیتوپلانکتونی ناشی از افزایش مواد مغذی به خصوص به صورت محلی و نزدیک به قفس‌های پرورشی اتفاق افتاد، به طوری که حتی چندین ماه بعد از پرورش نیز ادامه داشت و حتی در بعضی مطالعات نشان داده شد که بدون افزایش قابل ملاحظه در مواد مغذی، افزایش فراوانی و زی‌توده جمعیت فیتوپلانکتونی ناشی از اثرات پرورش ماهی در قفس مشاهده گردید (۵۰). اما طی مطالعاتی مانند (۴۹، ۵۱) در مخزن روسانا با شرایط لیگوتروف- مزوتروف و همچنین پیتا و همکاران (۱۹۹۹) در دریای مدیترانه با شرایط لیگوتروف، اثر روی کیفیت آب و جوامع فیتوپلانکتونی نزدیک قفس‌های پرورشی نامحسوس گزارش شد (۳۴). از طرفی، بیش تر مطالعات اثرات قابل ملاحظه

پژوهش نیز همراه با عوامل ذکر شده، کم‌ترین و بیش‌ترین فراوانی جمعیت زئوپلانکتونی به ترتیب در اسفند و مردادماه در افزایش و کاهش فراوانی جمعیت فیتوپلانکتونی بی‌تأثیر نبوده باشد چراکه، اوج تولید فیتوپلانکتونی با اوج تولید زئوپلانکتونی مطابقت نداشت و شاید خود این عامل یکی از دلایل تغییرات در فراوانی جمعیت فیتوپلانکتونی در کل دوره بود (۴۸).

در پژوهش حاضر، تعیین درصد فراوانی در ایستگاه‌های مختلف طی هر دوره نشان داد که این میزان بسیار به هم نزدیک و فاقد تفاوت معنی دار بود. به طوری که، بررسی گونه‌ای نیز مشخص کرد که اختلاف معنی دار بین ایستگاه‌های مختلف در هر دوره فقط برای تعداد کمی از گونه‌ها مانند *N. acicularis*، *N. seriata*، *N. reversa*، *N. closterium* و شاخه *Bacillariophyta* و *P. achromaticum* و *E. acus* وجود داشت. هولمر و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعات خود نشان دادند که تولیدات اولیه فیتوپلانکتونی حداقل تا فاصله ۱۵۰ متری از پائین دست در جهت جریانات غالب تحت تأثیر قرار می‌گیرد و این تحریک تولیدات جلبکی را به شرایط کلی الیگوتروفی دریای مدیترانه نسبت دادند (۴۰). در مورد بعضی از گونه‌های مذکور در این پژوهش، مشاهده گردید که فراوانی‌شان با فاصله از قفس و به طور نامنظم کاهش پیدا می‌کند اما در کل این تغییرات نیز خیلی محسوس نبود. قبلاً نیز توضیح داده شد که با توجه به شرایط پرورشی (تراکم کم و طول دوره پرورش کوتاه)، شرایط هیدرولوژی (مساحت زیاد، عمق مناسب و سرعت جریان کافی) و اثرات نسبتاً جزئی روی عوامل فیزیکوشیمیایی و به خصوص مواد مغذی ناشی از فعالیت پرورش ماهی، انتظار می‌رود که تغییرات قابل ملاحظه‌ای نیز در ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون‌ها در ارتباط با این صنعت اتفاق



پرورش ماهی در قفس بر تولیدات اولیه مورد نیاز بود. به‌نظر می‌رسد که در پژوهش حاضر نیز عواملی مانند شرایط هیدرولوژی مناسب در منطقه مورد مطالعه شامل سرعت جریان و عمق قرارگیری نسبتاً مناسب قفس‌ها، شرایط پرورشی مانند تراکم کم و کوتاه بودن طول دوره پرورش و هم‌چنین سال اول پرورش و عدم تجمع مواد مغذی پرورشی، عواملی بودند که باعث شد افزایش قابل‌ملاحظه‌ای در مواد مغذی و در نتیجه الگوی تغییرات منظمی در ساختار فیتوپلانکتونی در ارتباط با اثرات فعالیت پرورش ماهی در قفس مشاهده نگردد (گورلاچ‌لیرا و همکاران، ۲۰۱۳).

با توجه به نتایج حاصل از تعیین اثر عوامل محیطی روی فراوانی شاخه‌های فیتوپلانکتونی با استفاده از آزمون CCA، رابطه جزئی این عوامل با فراوانی شاخه‌های فیتوپلانکتونی نشان داده شد. در مطالعه نصراله‌زاده و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از آزمون CCA مشخص شد که بیش‌تر عوامل محیطی با شاخه‌های فیتوپلانکتونی ارتباط واضح و روشنی را نشان نداشتند (۲۳). به‌طورکلی، در این پژوهش فراوانی شاخه باسیلاریوفیتا به‌طور مثبت تحت‌تأثیر کم‌کدورت و با اثر نسبتاً کم‌تر تحت‌تأثیر نیتروژن کل قرار داشت. در حالی‌که عواملی مانند دما و آمونیم روی فراوانی آن دارای اثر منفی بودند. بیش‌ترین فراوانی این شاخه در اسفندماه همراه با بیش‌ترین میزان کدورت و میزان نسبتاً کم دما و آمونیم بود. با توجه به این واقعیت که کدورت خود تحت‌تأثیر میزان جمعیت فیتوپلانکتونی است و از طرفی تغییرات مشاهده شده در غلظت آمونیم و به‌خصوص دما در این مطالعه ارتباطی با فعالیت پرورش ماهی در قفس نداشتند می‌توان گفت که اثر این فعالیت بر شاخه غالب فیتوپلانکتونی قابل‌ملاحظه نبود. کایدیس و

آبزی‌پروری را فقط در فواصل کم از قفس‌های پرورشی نشان داده‌اند چراکه به‌دلیل اثرات رقیق‌سازی ناشی از جریانات محلی، این اثرات در فواصل دورتر قابل اغماض است (۳۹). به هر حال، با توجه به گزارش‌هایی از رهاسازی مواد مغذی از فعالیت پرورش ماهی در قفس در اکوسیستم‌های دریایی (پیندکائوزا و همکاران، ۲۰۱۰) و اهمیت حیاتی جریانات آبی در پراکندگی ضایعات (۴۲)، بنابراین انتظار می‌رود که اثرات آبزی‌پروری در فواصل بسیار زیاد از مکان پرورش وجود داشته باشد که هنوز در ارتباط با فاصله‌های مکانی بیش‌تر از قفس‌ها (بیش‌تر از ۱۰ کیلومتر) که می‌توانند تحت‌تأثیر آبزی‌پروری و افزایش یوتروفیکاسیون قرار بگیرند مطالعه خاصی صورت نگرفته است (۳۵).

در مجموع، در بعضی از مطالعات اثر آبزی‌پروری بر تولیدات فیتوپلانکتونی و افزایش کلروفیل آ به‌دلیل افزایش مواد مغذی در نزدیکی قفس‌ها (۲۸، ۳۴، ۵۲، ۵۳) و حتی تا فاصله یک کیلومتر از قفس (۲۷) گزارش شده است. اما در بعضی مطالعات اثرات آبزی‌پروری بر افزایش تولیدات اولیه را جزئی و نامحسوس (۳۱، ۵۴، ۵۵، ۵۶) و یا با اثر منفی گزارش کرده‌اند (۵۵) که نشان می‌دهد فعل و انفعالات ویژه منطقه با انواع مختلفی از خصوصیات ستون آبی در تعیین نتایج اکولوژیکی بسیار مهم است. بیش‌تر نویسندگان ذکر شده شرایط هیدرولوژی، استفاده از منابع غذایی مختلف، تراکم ماهی و در نتیجه میزان رهاسازی مواد مغذی را به‌عنوان عوامل اصلی در تعیین چگونگی اثرات ناشی از آبزی‌پروری در قفس بر جوامع فیتوپلانکتونی عنوان نمودند. بعضی از آن‌ها معتقد بودند که با وجود تغییرات فصلی اما سرعت جریان آب و عمق مناسب قرارگیری قفس‌ها با پراکنده نمودن مواد مغذی برای جلوگیری از اثرات

همکاران (۲۰۰۸) گزارش نمودند که دما یک عامل کلیدی در تغییرات ترکیب فیتوپلانکتونی دریای خزر است (۵۷). رنسل و همکاران (۲۰۰۷) نیز با استفاده از CCA نشان دادند که تغییرات زمانی گونه‌های فیتوپلانکتونی عمدتاً تحت تأثیر تغییرات دمایی بودند (۴۹). در پژوهش حاضر نیز با استفاده از آزمون CCA، ارتباط منفی شاخه Bacillariophyta تا حدودی با دما نشان داده شد (۴۴، ۵۸). در مورد فراوانی جمعیت شاخه پیروفیتا، بیش‌تر عوامل از جمله هدایت الکتریکی، مواد جامد محلول کل، شوری، نیتريت و تا حدودی دما و ترکیبات فسفوری روی فراوانی آن اثر عکس داشتند اما فراوانی جمعیت شاخه کلروفیتا، تحت تأثیر مثبت عوامل زیادی مانند دما، شوری، هدایت الکتریکی، مواد جامد محلول کل، و با اثر کم‌تر فسفر کل، فسفات محلول، نیتريت، آمونیوم و نیترات قرار گرفت. بیش‌تر تغییرات این عوامل مؤثر بر فراوانی شاخه‌های مذکور الگوی فصلی داشت اما عواملی که ناشی از اثرات پرورش ماهی در قفس، فراوانی این شاخه‌ها را تحت تأثیر قرار دادند بیش‌تر شامل فسفات و فسفر کل با اثر منفی بر شاخه پیروفیتا و هم‌چنین فسفات و فسفر کل و آمونیوم و نیترات با اثر مثبت بر شاخه کلروفیتا بود که البته میزان اثرات کم بود. اما به‌نظر می‌رسد که با افزایش میزان تغییرات در عوامل بالا و تحت تأثیر فعالیت پرورش ماهی در قفس ممکن است که تغییراتی در ساختار جمعیت فیتوپلانکتونی اتفاق افتد. برای شاخه‌های سیانوفیتا و اوگلوئیتا نیز نشان داده شد که میزان ارتباط و اثر عوامل محیطی بسیار نامحسوس بود.

سیانوفیتا دماهای بالا ۲۰ درجه سانتی‌گراد را برای رشد ترجیح می‌دهند (۵۹) بنابراین در فصل بهار و تابستان که محدودیتی از نظر دمایی ندارند با مساعد بودن سایر شرایط محیطی، میزان فراوانی و زی‌توده سیانوفیتا افزایش می‌یابد. اما به‌طور کلی، می‌توان حضور سیانوفیتا را در دماهای مختلف مشاهده کرد چراکه، در دمای پائین زمستان نیز حضور داشته فقط تکثیر زیادی ندارد به‌طوری‌که، در این پژوهش نیز حتی فراوانی آن در اردیبهشت‌ماه، به‌طور معنی‌دار بیش‌تر از مردادماه بود. در بعضی مطالعات غالبیت سیانوفیتا در فصل تابستان را به دلیل افزایش سطح تروفی با دخالت انسانی عنوان نمودند (۶۰). در پژوهش حاضر فراوانی این شاخه فیتوپلانکتونی طی دوره‌های مختلف داراری اختلاف معنی‌دار بود که بیش‌ترین آن در اردیبهشت‌ماه با میزان متوسطی از مواد مغذی و سپس در مردادماه با بیش‌ترین مواد مغذی بود. هم‌چنین در تعیین تغییرات معنی‌دار بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری در هر دوره مشاهده شد که اختلاف معنی‌دار فقط در دی‌ماه وجود داشت. با توجه به ارتباط بین اثر یوتروفیکاسیون و افزایش مواد مغذی بر فراوانی شاخه سیانوفیتا، انتظار می‌رفت که اسفندماه همراه با فعالیت پرورش ماهی و افزایش نسبی مواد مغذی دارای بیش‌ترین فراوانی نیز باشد در حالی‌که چنین نبود. از آنجائی‌که بیش‌ترین فراوانی آن در اردیبهشت‌ماه و سپس در مردادماه (بیش‌ترین میزان مواد مغذی) مشاهده شد بنابراین به‌نظر می‌رسد همراه با افزایش تروفی عواملی دیگر مانند دمای بهینه در این امر نقش داشته باشد و با توجه به دمای مؤثر (عاملی مستقل از پرورش ماهی) روی فراوانی این شاخه و هم‌چنین اثر ناچیز فعالیت پرورش ماهی بر میزان تروفی، می‌توان گفت که تغییرات این شاخه نیز طی دوره مطالعه تحت تأثیر فعالیت پرورش در قفس نبوده است.

طولانی‌ترین تابش آفتاب در روز و شدیدترین نور خورشید طی تابستان اتفاق می‌افتد. در این پژوهش نیز به‌خوبی نشان داده شد که فراوانی شاخه‌های کلروفیتا و سیانوفیتا (به‌جز اردیبهشت‌ماه) در مردادماه نسبت به دیگر دوره‌ها دارای بیش‌ترین بود. معمولاً

### نتیجه‌گیری کلی

پژوهش حاضر به‌عنوان اولین مطالعات، می‌تواند دانش ما را به لحاظ نقش عملکردی مربوط به سیستم‌های پرورش ماهی در قفس و اثرات بالقوه آن روی عوامل زیستی و غیرزیستی در امتداد سواحل جنوبی دریای خزر افزایش دهد. این پژوهش، با توجه به روند رو به رشد صنعت پرورش ماهی در قفس نشان داد که بررسی‌های بیش‌تری در راستای ارزیابی اثرات محیط‌زیستی ناشی از پرورش ماهی در قفس به‌خصوص در مزارع بزرگ مقیاس (بیش از ۵ هکتار یا ۱۰۰۰ حلقه قفس) مورد نیاز است بلکه بتوان آبروی پروری پایدار همراه با حفظ شرایط اکولوژیکی محیط را داشته باشیم. در نهایت می‌توان عنوان نمود که نتایج این پژوهش به‌ویژه در اکوسیستمی به بزرگی دریای خزر با وجود جریانات آبی مختلف و شرایط الیگوتروف-مزوتروف بودن سواحل آن باید به‌عنوان نتایج اولیه در نظر گرفته شود زیرا ممکن است اثرات تجمعی ناشی از فعالیت پرورش ماهی در قفس در سال‌های بعد و در مزارع بزرگ مقیاس با تعداد بیش‌تر قفس‌های پرورشی، مشهودتر از پژوهش حاضر باشد که می‌تواند نشان‌دهنده این واقعیت باشد که با افزایش حجم پرورش، شرایط اکولوژیک تحت‌تأثیر فعالیت پرورشی قرار گیرد و سرانجام شاهد عواقب محیط‌زیستی در اکوسیستم خواهیم بود. هر چند در مزرعه کوچک مقیاس این اثرات بسیار محدود بود، اما پیشنهاد می‌شود که پرورش ماهی در قفس به‌ویژه در مزارع بزرگ‌تر به‌صورت طرح‌های پایلوت همراه با ارزیابی‌های آینده‌نگرانه و دقیق اثرات ناشی از آن، پایش مستمر و نظارت مدیریتی با اصول پیشگیرانه در ارتباط با این صنعت در حال رشد (احتمالاً دارای اثرات منفی محیط‌زیستی) انجام شود تا بتوان تخریب و آسیب‌های اکولوژیکی این منابع آبی ارزشمند را به حداقل رساند.

به‌طورکلی، اندازه اثرات ناشی از پرورش ماهی در قفس بیش‌تر به عواملی مختلفی مانند شرایط پرورشی (گونه پرورشی، تراکم، مدیریت تغذیه‌ای و غیره) (۲۱) و خصوصیات فیزیکوشیمیایی و زیستی منطقه (۶۱)، شرایط هیدرولوژیکی ستون آبی مانند عمق، جریانات یا میزان ماندگاری آب، دما و غیره (۲۱، ۶۲، ۶۳، ۶۴) و مکان پرورش (مناطق ساحلی یا دریا‌های باز) بستگی دارد (۲). در این مطالعه نیز به‌نظر می‌رسد که علاوه بر دلایل فوق، ظرفیت پائین پرورش (۴۵) تن نسبت به بسیاری از مطالعات با بیش از ۲۰۰-۳۰۰ تن) و کوتاه بودن دوره مطالعه، شرایط هیدرولوژیکی مناسب مانند عمق و جریانات دائمی با میانگین سرعت جریان زیاد (بیش از ۱۵-۱۰ cm/s) (۴، ۶۵، ۶۶) در مقابل بعضی از مطالعات با کم‌تر از (۳-۴ cm/s) و در مجموع، مکان پرورش با فاصله مناسب از ساحل، همگی عواملی مهمی بودند که منجر به بروز اثرات نسبتاً جزئی محیط‌زیستی ناشی از فعالیت پرورش ماهی در قفس در منطقه مورد مطالعه شد. به هر حال سرعت جریان ضعیف آب (۶۷) 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 (۸، ۶۸). در نهایت می‌توان عنوان نمود که فعالیت پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در قفس در محدوده مورد مطالعه از حوضه مرکزی جنوب دریای خزر، با داشتن تأثیر نسبتاً جزئی بر بعضی عوامل کیفی آب و غلظت مواد مغذی اما اثر قابل‌ملاحظه‌ای روی جوامع فیتوپلانکتونی محیط اطراف قفس نداشت به‌طوری‌که، تغییرات مشاهده شده در ساختار فیتوپلانکتونی بیش‌تر با تغییرات فصلی مرتبط بود.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از زحمات و همکاری‌های بی‌دریغ جناب آقای دکتر رسول قربانی هیأت علمی محترم دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ریاست وقت پژوهشکده اکولوژی دریای خزر جناب

آقای دکتر فرخ پرافکنده و همه پرسنل محترم در بخش‌های تحقیقاتی و پشتیبانی پژوهشکده اکولوژی دریای خزر (ساری و نوشهر) کمال تشکر را دارم.

### منابع

1. FAO. 2020. The state of world fisheries and aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Contributing to food security and nutrition for all. 206p.
2. Grigorakis, K., and Rigos, G. 2011. Aquaculture effect on environmental and public welfare- The case of Mediterranean mariculture. *Chemosphere*. 855: 899-919.
3. Barbier, E.B. 2012. Progress and challenges in valuing coastal and marine ecosystem services. *Review of Environmental Economics and Policy*. 6: 1. 1-19.
4. Iran Fisheries Organization. Office of Development and Management of Fishing Ports. 2015. Preparation of criteria for the establishment of fish cage culture and support piers and the introduction of suitable sites for the development of fish farming in cages on the coasts of Mazandaran. Gilan and Golestan provinces. Report of the Marine Department of Mazandaran Province. 26p.
5. Study of the main framework of aquaculture development in marine cages in Iran. 2004. Report of REFA-Norway Company. Translation: Research Unit of Saz Abapardazan Consulting Engineering Company. Publishing Unit of Saz Abab Pardazan Consulting Engineering Company. Volume 1 and II.
6. Caruso, G. 2014. Effects of aquaculture activities on microbial assemblages. *Oceanography* 2. e107.
7. Gonzalez-Silvera, D., Izquierdo-Gomez, D., Fernandez-Gonzalez, V., Martínez-López, F.J., López-Jiménez, J.A., and 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.
8. Pierre, A.C., Yuan-Chao, A.H., Chaolum, A.C., and Yang, C.C. 2015. Integrated assessment of sustainable marine cage culture through system dynamics modeling. *Ecological Modelling*. 299: 140-146.
9. Uglem, I., Karlsen, O., Sanchez-Jerez, P., and Sæther, B.S. 2014. Impacts of wild fishes attracted to open-cage salmonid farms in Norway. *Aquaculture Environmental Interaction*. 6: 91-103.
10. Beveridge, M. 2008. Cage Aquaculture (3<sup>rd</sup> edn). John Wiley e Sons. Oxford. 380p.
11. Farabi, S.M.V. 2010. Hydrology. Hydrobiology and Environmental pollutants in southern basin of the Caspian Sea. Iranian Fisheries Science Research Institute. Caspian Institute of Ecology, 87p.
12. Azevedo, D.J.S., Barbosa, J.E.L., Gomes, W.I.A., Porto, D.E., and 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.
13. Domingues, C.M., Church, J.A., White, N.J., Gleckler, P.J., Wijffels, S.E., Barker, P.M., and Dunn, J.R. 2008. Improved estimates of upper-ocean warming and multi-decadal sealevel rise. *Nature*. 453: 1090-1093.
14. Garmendia, M., Borja, A., Franco, J., and Revilla, M. 2013. Phytoplankton composition indicators for the assessment of eutrophication in marine waters: Present state and challenges within the European directives. *Marine Pollution Bulletin*. 66: 7-16.

15. Naz, M., and Turkmen, M. 2005. Phytoplankton Biomass and Species Composition of Lake Golbasi (Hatay Turkey). *Turkish Journal of Biology*. 29: 49-56.
16. Wetzel, R.G., and Likens, H. 1991. Limnological analysis. Springer-Verlag. 391p.
17. APHA (American Public Health Association). 2005. Standard Methods for The Examination of water and wastewater. 21<sup>th</sup> ed. American Public Health Association. Washington. DC. 1550p.
18. Sourina, A. 1978. Phytoplankton Manual. Monograph of Oceanographic Methology. Paris. UNESCO. 337p.
19. Newell, G.E., and Newell, R.C. 1977. Marine plankton: a practical guide. Hutchinson. London. 244p.
20. Habit, R.N., and Penkow, R. 1976. Algaeno Floranderstosee Vebgusta Fishers Verlaygiena. 493p.
21. Findlay, D.L., Podemski, C.L., Susan, E., and Kasian, M. 2009. Aquaculture impacts on the algal and bacterial communities in a small boreal forest lake. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 66: 11. 1936-1948.
22. Nasrollahzadeh Saravi, H., Bin, H., Din, Z., Foong, S.Y., and Makhloogh, A. 2008. Trophic status of the Iranian Caspian Sea based on water quality parameters and phytoplankton diversity. *Journal of Continental Shelf Research*. 28: 1153-1165.
23. Nasrollahzadeh Saravi, H., Najafpour, Sh., Yoonsepour, H., Olomi, Y., Vahedi, F., Nasrollahzadeh, A., Elyasi, F., Norozian, M., Delinad, Gh., Mokaremi, A., Makhloogh, A., Golaqaei, M., and Kardar, M.R. 2011. Investigation of physicochemical properties of water in the southern Caspian Sea. Iran Fisheries Research Institute. Code: 88037-8801-12-76-2.
24. Tahami, F.S., Mazlan, A.G., Negarestan, H., Najafpour, Sh., Lotfi, W.W.M., and Najafpour, G.D. 2012. Phytoplankton combination in the Southern part of Caspian Sea. *World Applied Science Journal*. 16: 1. 99-105.
25. Van de Poll, W.H., Boute, P.G., Rozema, P.D., Buma, A.G.J., Kulk, G., and Rijkenberg, M.J.A. 2015. Sea surface temperature control of taxon specific phytoplankton production along an oligotrophic gradient in the Mediterranean Sea. *Marine Chemistry*. 177: 3. 536-544.
26. Kamenir, Y., Dubinsky, Z., Alster, A., and Zohary, T. 2007. Stable patterns in size structure of a phytoplankton species of Lake Kinneret. *Hydrobiologica*. 578: 1. 79-86.
27. Modica, A., Scilipoti, D., La Torre, R., Manganaro, A., and Sara, G. 2006. The effect of mariculture facilities on biochemical features of suspended organic matter (southern Tyrrhenian. Mediterranean). *Estuarine. Coastal and Shelf Science*. 66: 177-184.
28. Rensel, J.E.J., Kiefer, D.A., Forster, J.R.M., Woodruff, D.L., and Evans, N.R. 2007. Offshore finfish mariculture in the Strait of Juan de Fuca. *Bulletin of the Fisheries Research Agency*. 19: 113-129.
29. Maleri, 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. 296p.
30. Price, C.S., and Morris, J.A. 2013. Marine Cage Culture and the Environment. Center for Coastal Fisheries and Habitat Research. 158p.
31. Demirak, A., Balci, A., and Tufekci, M. 2006. Environmental impact of the marine aquaculture in Gulluk Bay. Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*. 123: 1-12.
32. Bagheri, S., Mashhor, M., Makaremi, M., Mirzajani, A., Babaei, H., Negarestan, H., and Wan Waznah, W. 2010. Distribution and composition of phytoplankton in the southwestern Caspian Sea during 2001-2002. a comparison with previous surveys. *World Journal Fish and Marine Sciences*. 2: 416-426.

33. Bagheri, S., Sabkara, J., and Niermann, U. 2011. State of *Mnemiopsis leidyi* and mesozooplankton in the south-western Caspian Sea (1996-2010). In: Jaspers, C (eds). *Mnemiopsis leidyi* in European waters where are they and what do we know? 10 October 2011. University of Denmark. Copenhagen. pp. 1-15.
34. Pitta, P., Tsapakis, M., Apostolaki, E.T., Tsagaraki, T., Holmer, M., and Karakassis, I. 2009. Ghost nutrients' from fish farms are transferred up the food web by phytoplankton grazers. *Marine Ecology Progress Series*. 374: 1-6.
35. Sara, G., Lo Martire, M., Sanfilippo, M., Pulicano, G., Cortese, G., and Mazzola, A. 2011. Impacts of marine aquaculture at large spatial scales: evidences from n and p catchment loading and phytoplankton biomass. *Marine Environmental Research*. 71: 5. 317-324.
36. Sarà, G. 2007a. A meta-analysis on the ecological effects of aquaculture on the water column: dissolved nutrients. *Marine Environmental Research*. 63: 390-408.
37. Sarà, G. 2007b. Ecological effects of aquaculture on living and non-living suspended fractions of the water column: a meta-analysis. *Water Research*. 41: 3187-3200.
38. Sarà, G. 2007c. Aquaculture effects on some physical and chemical properties of the water column: a meta-analysis. *Chemistry and Ecology*. 23: 251-262.
39. Mirto, S., Bianchelli, S., Krzelj, M., Gambi, C., Pusceddu, A., Scopa, M., Holmer, M., and Danovaro, R. 2010. Meiofauna response to fish farming in seagrass and soft-bottom sediments of the Mediterranean Sea. *Marine Environmental Research*. 69: 38-47.
40. Holmer, M., Hansen, P.K., Joseph, I.K., Borg, A., and Schembri, P.J. 2008. Monitoring of Environmental Impacts of Marine Aquaculture. *Aquaculture in the Ecosystem*. Chapter. 2: 47-85.
41. Borges, P.A.F., Train, S., Dias, J.D., and Bonecker, C.C. 2010. Effects of fish farming on plankton structure in a Brazilian tropical reservoir. *Hydrobiologia*. 649: 279-291.
42. Sanz-Lázaro, C., Belando, M.D., Marín-Guirao, L., Navarrete-Mier, F., and Marín, A. 2011. Relationship between sedimentation rates and benthic impact on Maërl beds derived from fish farming in the Mediterranean. *Marine Environmental Research*. 71: 22-30.
43. WHO. 1999. Toxic Cyanobacteria in water: A guide to their public health consequences. monitoring and management. World Health Organization. Geneva.
44. Godrijan, J., Maric, D., Tomazic, I., Precali, R., and Pfannkuchen, M. 2013. Seasonal phytoplankton dynamics in the coastal waters of the north-eastern Adriatic Sea. *Journal of Sea Research*. 77: 32-44.
45. Humborg, C., Smedberg, E., and Blomqvist, S. 2004. Nutrient variations in boreal and subarctic Swedish rivers: Landscape control of land-sea fluxes. *Limnology and Oceanography*. 49: 1871-1883.
46. Kaeriyama, H., Katsuki, E., Otsubo, M., Yamada, M., Ichimi, K., Tada, K., and Harrison, P.J. 2011. Effects of temperature and irradiance on growth of strains belonging to seven *Skeletonema* species isolated from Dokai Bay. southern Japan. *Eur. J. Phycol.* 46: 113-124.
47. Roohi, A. 2009. Population dynamic and effects of the invasive species *Ctenophore*. *Mnemiopsis leidyi* in the Southern Caspian Sea. University Sains Malaysia.
48. Sawsan, M.A., Ahmed, M.M., and 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.
49. Borges, P.A.F., Train, S., Dias, J.D., and Bonecker, C.C. 2010. Effects of fish farming on plankton structure in a Brazilian tropical reservoir. *Hydrobiologia*. 649: 279-291.
50. Slejic, S., Marasovic, I., Vidjak, O., Kušpilić, G., and Nincević Gladan, Ž. 2011. Effects of cage fish farming on phytoplankton community structure. biomass and primary production in an

- aquaculture area in the middle Adriatic Sea. *Aquaculture research*. 42: 1393-1405.
51. Dias, J.D. 2008. Impacto da piscicultura em tanques-redes sobre a estrutura da comunidade zooplancônica em um reservatório subtropical. Brasil. Master Thesis. Universidade Estadual de Maringá. Maringá. Brazil. 40p.
52. Vizzini, S., Savona, B., Caruso, M., Savona, A., and Mazzola, A. 2005. Analysis of stable carbon and nitrogen isotopes as a tool for assessing the environmental impact of aquaculture: a case study from the western Mediterranean. *Aquaculture International*. 13: 157-165.
53. Huang, Y.C.A., Hsieh, H.J., Huang, S.C., Meng, P.J., Chen, Y.S., Keshavmurthy, S., Nozawa, Y., and Chen, C.A. 2011. Nutrient enrichment caused by marine cage culture and its influence on subtropical coral communities in turbid waters. *Marine Ecology Progress. Ser.* 423: 83-93.
54. Harrison, W.G., Perry, T., and Li, W.K.W. 2005. Ecosystem indicators of water quality. Part I. Plankton biomass, primary production and nutrient demand. 59-82 in B.T. Hargrave, editor. *Environmental Effects of Marine Finfish Aquaculture. Handbook of Environmental Chemistry. Volume 5M*. Springer-Verlag, Berlin.
55. Apostolakis, E.A., Tsagarakia, T., Tsapakisa, M., and Karakassis, I. 2007. Fish farming impact on sediments and macro fauna associated with sea grass meadows in the Mediterranean. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 75: 3. 408-416.
56. Aksu, M., Kaymakci-Basaran, A., and Egemen, O. 2010. Longterm monitoring of the impact of a capture-based bluefin tuna aquaculture on water column nutrient levels in the Eastern Aegean Sea. Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*. 171: 681-688.
57. Kideys, A.E., Roohi, A., Develi, E.E., Melin, F., and Beare, D. 2008. Increased chlorophyll a levels in the southern Caspian Sea. following an invasion of Jellyfish. *Research Letters in Ecology*. pp. 1-4.
58. Lewandowska, A.M., Hillebrand, H., Lengfellner, K., and Sommer, U. 2014. Temperature effects on phytoplankton diversity-The zooplankton link. *Journal of Sea Research*. 85: 359-364.
59. Tang, E.P.Y. 1996. Why do dinoflagellates have lower growth rates? *J. Phycol.* 32: 80-84.
60. Soylu, E.N., and Gonulol, A. 2010. Functional classification and composition of phytoplankton in Liman Lake. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 10: 53-60.
61. Black, K.D. 2001. Environmental impacts of aquaculture. Sheffield Academic Press and CRC Press. Sheffield.
62. Macleod, C.K., Crawford, M., and Moltschaniwsky, A. 2004. Assessment of long term change in sediment condition after organic enrichment: defining recovery. *Marine Pollution Bulletin*. 49: 79-88.
63. Kalantzi, I., and Karakassis, I. 2006. Benthic impacts of fish farming: meta-analysis of community and geochemical data. *Marine Pollution Bulletin*. 52: 484-493.
64. Plavan, G., Nicoara, M., Apetroaiei, N., and Plavan, O. 2012. The effect of fish cage aquaculture on the profound macrozoobenthos in the oligomesotrophic reservoir Izvoru Muntelui Bicaz (Romania). *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*. 7: 2. 145-148.
65. [www.azerbaijan.az/\\_Geography/\\_Caspian/\\_caspiian\\_e.html?caspiian\\_05](http://www.azerbaijan.az/_Geography/_Caspian/_caspiian_e.html?caspiian_05).
66. Zaker, N.H., Ghaffari, P., Jamshidi, S., and Nouranian, M. 2011. Currents on the Southern Continental Shelf of the Caspian Sea off Babolsar. Mazandaran. Iran. *Journal of coastal Research*. 64: 1989-1997.
67. Venturoti, G.P., Veronez, A.C., Salla, R.V., and 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*. pp. 1-15.
68. Baula, I.U., Azanza, R.V., Fukuyo, Y., and Siringan, F.P. 2011. Dinoflagellate cyst composition, abundance and horizontal distribution in Bolinao. Pangasinan. Northern Philippines. *Harmful Algae*. 11: 33-44.

