تعیین اثر پرورش ماهی بر شرایط محیط‌زیست پیرامون قفس در مزارع کوچک مقیاس در دریای خزر (منطقه عباس‌آباد)

عرفان کریمیان [۱و۲]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان

۲- گروه مطالعات محیطی دریاچه زریبار، پژوهشکده کردستان شناسی، دانشگاه کردستان

erfankarimian88@gmail.com

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

چکیده

این بررسی در مزرعه دریایی منطقه شهرستان عباس‌آباد (واقع در جنوب دریای خزر) تحت تأثیر فعالیت پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در قفس با نمونه‌برداری از آب، رسوب و جوامع زیستی زئوپلانکتون، فیتوپلانکتون، بزرگ بی‌مهرگان کفزی و باکتری‌های بی‌هوازی اختیاری رسوب از فواصل ۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ متری از قفس‌های پرورش ماهی طی ۴ دوره شامل قبل از پرورش(دی ماه)، دوره پرورش(ماه‌های اسفند و اردیبهشت) و بعد از دوره پرورش(مردادماه) انجام شد. نتایج نشان داد که عوامل فیزیکی وشیمیایی طی دوره‌های مختلف نمونه‌برداری دارای اختلاف معنی‌دار بودند در حالی‌که اختلاف معنی‌دار بین فاصله از قفس در هر دوره‌ی نمونه‌برداری فقط در میزان اکسیژن محلول (۹/۲۳ -۷/۲۷ میلی‌گرم بر لیتر)، آمونیوم (۱۲۷/۱۶ -۶۰/۵۳ میکروگرم بر لیتر) و فسفات (۲۸/۳۶ -۱۱/۶ میکروگرم بر لیتر) مشاهده شد. شاخص تروفی با دامنه تغییرات (۴۲/۱۸-۳۶/۰۲) فقط در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری تفاوت معنی‌دار داشت. بیشترین فراوانی باکتری‌های بی‌هوازی اختیاری رسوب در مردادماه تعیین شد، اما بین ایستگاه‌ها تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. تعداد ۹گروه، بزرگ بی‌مهرگان کفزی (با غالبیت رده پرتاران؛ *Streblospiogynobranchiata* و *Hypaniola kowalewskii*)، ۴۲ جنس و گونه فیتوپلانکتون متعلق به پنج شاخه با غالبیت شاخه‌ی Bacillariophyta و ۱۰ گروه زئوپلانکتونی با غالبیت گونه‌ی *Acartia tonsa* شناسایی شدند. به‌نظر می‌رسد که محدودیت اثر پرورش ماهی بر محیط اطراف قفس به‌دلیل تراکم پائین ماهی در مزرعه، کوتاه بودن طول دوره‌ی پرورش و جریان‌های آبی منطقه بود. این اثر فقط بر بعضی عوامل کیفی و غلظت مواد مغذی آب نسبتاً جزئی بوده اما اثر قابل ملاحظه‌ای روی جوامع زیستی محیط اطراف قفس نداشت.

واژگان کلیدی: پرورش ماهی در قفس، قزل‌آلای رنگین‌کمان، عوامل فیزیکی وشیمیایی، عوامل زیستی،عباس‌آباد، دریای خزر.

بیان مسئله

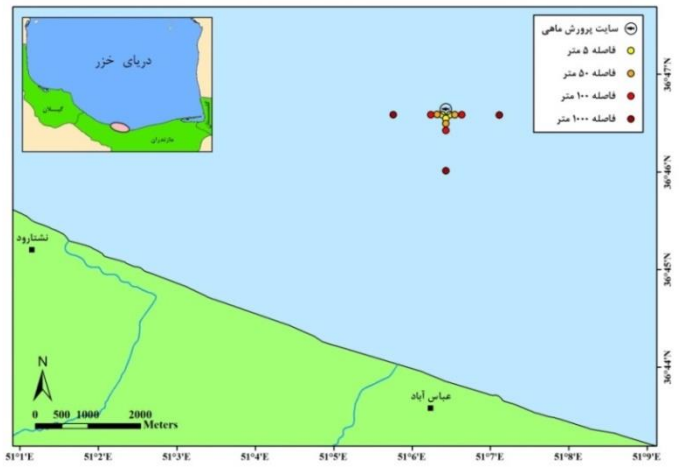
در سال ۲۰۱۸سهم قابل توجهی از تولیدات آبزی‌پروری جهان(۸۲/۴ میلیون تن) بـه محیط‌های دریـایی اختـصاص داشـته اسـت. به‌طوری‌که، سهم کل آن از ۱ میلیون تن تولید سالانه در اوایل دهه‌ی ۱۹۵۰ به ۳۱ میلیون تن در سـال ۲۰۱۸ افـزایش یافتـه اسـت (FAO, 2020). اما نگرانی‌های عمومی در ارتباط با اثرات محیط‌زیستی پرورش آبزیان در قفس در اکوسیسـتم‌هـای آب شـیرین و دریایی وجود دارد، مگر این‌که تراکم ماهی پرورشی و شرایط مورفومتریک و هیـدرولوژی، نقـش کنترلـی را بـا توجـه بـه درجـه تخریب این اثرات ایفا کنند (کریمیان، ۱۳۹۵).تاکنون بـدون اسـتفاده مسـتقیم از آب و محـیط منطقـه جنـوبی دریـای خـزر بـرای فعالیت‌های آبزی پروری، تغییرات اکولوژیک نامطلوبی در این منطقه اتفاق افتاده اسـت و بـه‌دلیـل افـزایش ورود مـواد مغـذی از رودخانه‌ها به این منطقه در دو دهه گذشته، شرایط نوار سـواحل جنـوبی از وضـعیت الیگوتروفیـک بـه سـمت مـزو-یوتروفیـک پیشرفت داشته است. بنابراین استفاده از قفس‌های شناور در اعماق کمتر از ۲۰ متر با مخاطرات جدی محیط‌زیستی روبـرو اسـت، اما در حال حاضر اثر این پدیده‌های ناخواسته، با دور شدن از ساحل کاهش یافته و شرایط آب دریـا بـه لحـاظ رونـد بهتـر شـدن عوامل فیزیکی وشیمیائی و زیستی برای استقرار قفس و پرورش ماهی و همچنین کـاهش آلـودگی‌هـای محـیط‌زیسـتی از کیفیـت مناسب‌تری برخوردار می‌گردد (فارابی، ۱۳۹۳).

پرورش در قفس آزادماهیان در دریاچه‌ها به عنوان یک منبع مهم شناخته شده از ضایعات آلی و مواد مغـذی اسـت کـه مـی‌توانـد باعث افزایش غلظت مواد آلی و مغذی در ستون آب و در نتیجه‌ی افـزایش رشـد بـاکتری‌هـای اطـراف قفـس، تغییـر در جوامـع پلانکتونی و کفزی، غنی‌سازی رسوبات در محل پرورش‌و به‌طور کلی سبب تغییر در شرایط اکولوژیکی اولیه، تنوع زیستی و عملکرد اکوسیستم گردد. بنابراین پایش غلظت مواد مغذی در ستون آب و رسوبات طـی پـرورش و بعـد از آن،بـرای مـدیریت پرورش پایدار ماهی بسیار ضروری است (Beveridge, 2008).برای بررسی بیشتر، دسترسی به دانش و درک کلی اکوسیسـتم‌هـای آبی به‌عنوان پیش‌شرطی مناسب برای برآورد اثرات آبزی‌پروری در قفس و تعدیل این اثرات مورد نیـاز اسـت.آبزی‌پـروری پایـدار نیاز به کیفیت پایدار آب دارد.با توجه روند روبه رشد صنعت پرورش ماهی در قفس، بررسی‌های بیشتری در راستای مطالعه اثرات محیط‌زیستی ناشی از آن در دریای خزر مورد نیاز است. بنابراین تحقیق حاضـر بـا هـدف تعیـین اثـر احتمـالی فعالیـت پـرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان در قفس بر شرایط محیط‌زیست پیرامون مزرعه دریایی واقع در فاصله ۵ کیلومتری از شهرستان عباس‌آبـاد در جنوب دریای خزر انجام شد.

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

دستاورد یا راهکار

این بررسی در یک مزرعه دریایی پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (سمام‌گستر دریای شمال) واقع در عمق ۳۰ متر و ۵ کیلومتری شهرستان عباس‌آباد در جنوب دریای خزر با موقعیت جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی در ۴ ایستگاه شامل: نزدیک قفس‌ها(۵ متری)، ۵۰، ۱۰۰ متری و در فاصله ۱۰۰۰ متری به‌عنوان ایستگاه شاهد در جهت وزش باد و جریان آب به سمت شرق، غرب و ساحل (در مجموع ۱۲ ایستگاه) انجام شد (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت قفس و ایستگاه‌ها در مزرعه دریایی پرورش ماهی در شهرستان عباس‌آباد استان مازندران، ۹۴ -۱۳۹۳.

این پژوهش از دی سال ۱۳۹۳ تا مرداد ۱۳۹۴ در ۴ دوره نمونه‌برداری شامل قبل از ذخیره‌سازی ماهی در قفس (دی‌ماه ۱۳۹۳)، اواسط دوره پرورش (اسفندماه، با تراکم بیشتر)، اواخر دوره پرورش (اردیبهشت‌ماه، با تراکم کمتر) و سه ماه پس از اتمام دوره‌ی پرورش (مردادماه ۱۳۹۴) انجام شد. این مزرعه دارای ۴ قفس پرورشی (مزرعه کوچک مقیاس)با قطر ۲۰ متر، ارتفاع تور ۸ متر (چشمه‌ی تور ۲۰ میلی‌متر) و تاج یک متر بود. لازم به ذکر است 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.

پس از تعیین لایه نوری، جمع‌آوری نمونه‌ی آب به‌صورت ترکیبی از سه لایه سطحی، میانی و پائینی لایه نوری توسط نمونه‌بردار روتنر برای آنالیز بعضی عوامل زیستی و غیرزیستی انجام گردید.بعضی از عوامل فیزیکی وشیمیایی در محل نمونه‌برداری و بقیه عوامل فیزیکی وشیمیایی در آزمایشگاه آنالیز شیمیایی پژوهشکده‌ی اکولوژی دریای خزر با استفاده از روش کار استاندارد برای آزمایش آب اندازه‌گیری شد(APHA, 2005). سایر عوامل زیستی و غیرزیستی نیز مطابق با روش‌های استاندارد مورد شناسایی و اندازه‌گیری قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل اثر زمان و ایستگاه روی عوامل زیستی و غیرزیستی از آزمون واریانس یکطرفه و برای مقایسه‌ی میانگین‌ها از پس آزمون چند دامنه‌ای دانکن با استفاده از نرم‌افزار SPSS 17در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده شد. همچنین تعیین اثر عوامل محیطی روی فراوانی جوامع زیستی با استفاده از نرم‌افزار Canoco 4.5 و آزمون CCA صورت گرفت.

Journal of Aquatic Ecology (J.A.C.S)

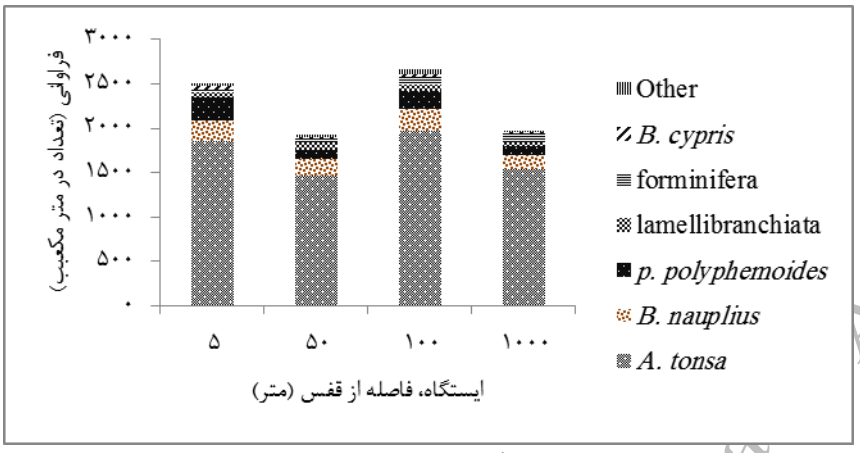
شرایط فیزیکی و شیمیایی آب منطقه اطراف مزرعه دریایی پرورش ماهی کوچک مقیاس

نتایج نشان داد که تقریباً تغییرات بیشتر عوامل مورد مطالعه به‌خصوص در ارتباط با فاصله از قفس نسبتاً کم و بی معنی (به‌جز اکسیژن محلول، ترکیبات نیتروژنی و فسفات) بود. اگرچه نتایج حاصل از آنالیز عوامل فیزیکی وشیمیایی نشان داد که میزان همه‌ی عوامل اندازه‌گیری شده در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) و تغییرات نامنظمی داشتند اما بیشتر این تغییرات تابع روند تغییرات فصلی محیط زیست منطقه بود. 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. زیرا 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 یوتروفیکاسیون محلی صورت گیرد (کریمیان و همکاران، ۱۳۹۹ الف). برخلاف نیتریت و نیترات، تغییرات مشاهده شده در میزان یون آمونیوم بین ایستگاه‌های مختلف در اسفند و اردیبهشت‌ماه معنی‌دار بود به‌طوری‌که معمولاً در ایستگاه‌های نزدیک به قفس غلظت بیشتری داشتند. در تحقیق حاضر همانند بعضی مطالعات، تغییر معنی‌دار در میزان مواد مغذی بین ایستگاه نزدیک به قفس و شاهد مشاهده نشد. این نتایج بیانگر آن است که این فعالیت هنوز روی کیفیت آب اثر قابل ملاحظه‌ای نداشته و احتمالاً مدت زمان کوتاه پرورش برای ایجاد اثرات، کافی نبود. در این تحقیق الگوی مشخصی از وجود اثرات آبزی‌پروری در ایستگاه‌های مطالعاتی روی خیلی از عوامل فیزیکی و شیمیایی در ارتباط با پرورش ماهی (بخصوص مواد مغذی) با فاصله از قفس مشاهده نشد. در حالی‌که، اثر آن روی افزایش آمونیوم همانند بعضی مطالعات محسوس بود و به‌نظر می‌رسد که این عامل محیطی سریع‌تر تحت تأثیر آبزی‌پروری قرار می‌گیرد و می‌تواند شاخصی از میزان این اثرات حتی در مزارع پرورشی کم تراکم و کوچک مقیاس نیز باشد (کریمیان و همکاران، ۱۳۹۹ الف).

جمعیت زئوپلانکتونی اطراف مزرعه دریایی پرورش ماهی کوچک مقیاس

در این بررسی تعداد ۱۰ گروه از زئوپلانکتون‌ها شناسایی شد. طی دوره‌ی نمونه‌برداری، غالب نمونه‌های زئوپلانکتونی را گونه‌ی *Acartia 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).در این تحقیق، نتایج حاصل از تعیین درصد فراوانی جمعیت زئوپلانکتونی نشان داد که اختلاف معنی‌دار در درصد فراوانی طی زمان‌های مختلف نمونه‌برداری، فقط در اردیبهشت‌ماه وجود داشت و بین سایر دوره‌ها اختلاف معنی‌دار نبود.

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)



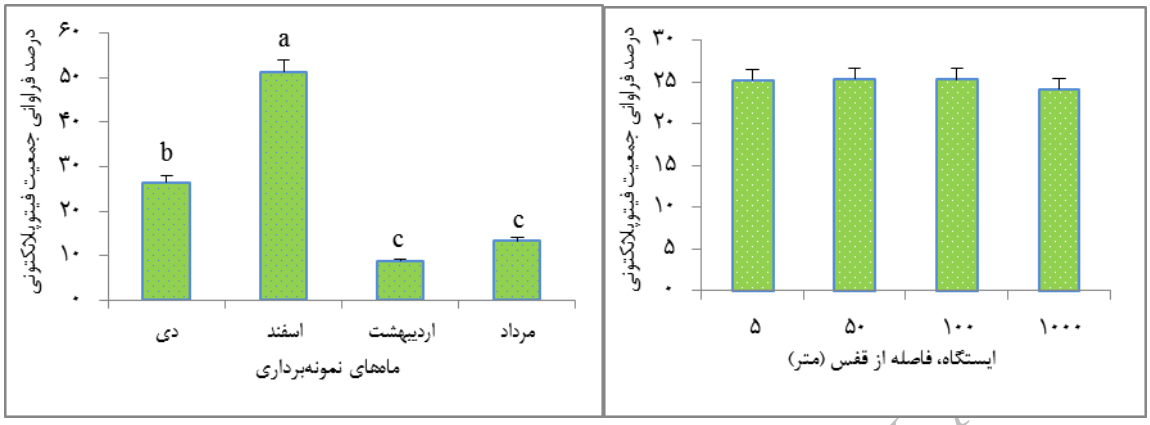
شکل ۲. فراوانی کل گروه‌های زئوپلانکتونی در ایستگاه‌های مختلف پیرامون مزرعه دریایی پرورش ماهی کوچک مقیاس.

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 اگرچه همانند بعضی مطالعات، در تحقیق حاضر نیز همبستگی منفی بیشتر گونه‌های زئوپلانکتونی با ترکیبات نیتروژنی به‌خصوص نیترات نشان داده شد، به‌طوری‌که کم‌ترین فراوانی جمعیت زئوپلانکتونی در اسفندماه همراه با بیشترین میزان نیتروژن کل مشاهده شد. لذا با افزایش میزان تولید پرورش ماهی نسبت به میزان تولید در مطالعه حاضر امکان افزایش ترکیبات نیتروژنی وجود دارد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که امکان تغییرات جوامع زئوپلانکتونی در اطراف قفس در صورت افزایش حجم پرورش ماهی وجود خواهد داشت (کریمیان و همکاران، ۱۳۹۶).

جوامع فیتوپلانکتونی اطراف مزرعه دریایی پرورش ماهی کوچک مقیاس

در بررسی جمعیت فیتوپلانکتونی،۴۲ گروه شامل ۳۷ گونه و ۵ جنس،متعلق به ۵ شاخه فیتوپلانکتونی شناسایی شد. شاخه‌ی Bacillariophyta (دیاتومه‌ها)۲۳ گونه، Pyrrophyta (داینوفلاژله‌ها)۱۱ گونه، Cyanophyta۴ گونه، Chlorophyata ۲ گونه و Euglenophyta۲ گونه بود. تعیین درصد فراوانی گونه‌های فیتوپلانکتونی طی زمان‌های مختلف نمونه‌برداری نشان داد که بیشترین آن دراسفندماه با غالبیت (۶۳/۳۴٪) گونه‌ی *Pseudonitzschia seriata* و سپس در دی‌ماه مشاهده گردید و در سایر دوره‌ها اختلاف معنی‌دار نبود (شکل ۳). اما تعیین درصد فراوانی در ایستگاه‌های مختلف طی هر دوره نشان داد که این میزان بسیار به هم نزدیک بوده و اختلاف معنی‌دار بین آن‌ها مشاهده نشد (شکل ۳).

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)



شکل ۳. درصد فراوانی فیتوپلانکتون طی دوره‌ها و ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداریپیرامون مزرعه دریایی پرورش ماهی کوچک مقیاس.

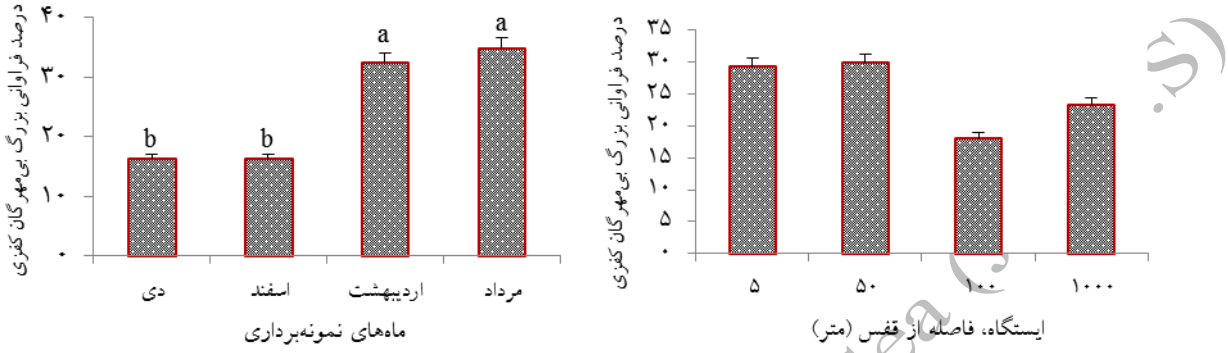
جمع‌آوری داده‌های کیفیت آب و فیتوپلانکتون در یک منطقه برای پیش‌بینی تغییرات فراوانی، ترکیب گونه‌ای، شکوفایی جلبکی و وجود گروه‌های فیتوپلانکتونی مشخص، بسیار مفید خواهد بود. در تحقیق حاضر با توجه به نتایج حاصل از تعیین اثر عوامل محیطی روی فراوانی شاخه‌های فیتوپلانکتونی،رابطه‌ی جزئی این عوامل با فراوانی شاخه‌های فیتوپلانکتونی نشان داده شد. در مطالعه‌ی نصراله‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) نیز مشخص شد که بیشتر عوامل محیطی با شاخه‌های فیتوپلانکتونی ارتباط واضح و روشنی وجود نداشت. به‌طوری کلی، در این تحقیق کدورت آب با اثر کم و نیتروژن کل با اثر نسبتاً کم‌تر با فراوانی شاخه‌ی غالب باسیلاریوفیتا همبستگی مثبت داشتند. در حالی‌که عواملی مانند دما و آمونیوم روی فراوانی آن دارای اثر منفی بودند. به نظر می‌رسد که در مطالعه حاضر به دلیل نیاز دمایی مناسب آب برای پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان در طول زمستان، علاوه بر افزایش احتمالی مواد مغذی توسط هدررفت غذایی و ضایعات حاصله طی دوره پرورش، همزمان با آن نیز گردش طبیعی توده‌ی آب نیز باعث افزایش بیشتر مواد مغذی و در نتیجه افزایش زی‌توده‌ی فیتوپلانکتونی (Nasrollahzadeh *et al*., 2008) شد که با بعضی مطالعات در ارتباط با ادغام اثرات طبیعی اکوسیستم به‌صورت فصلی و اثرات آبزی‌پروری بر افزایش جمعیت فیتوپلانکتونی مطابقت داشت. بررسی اثرات آبزی‌پروری همیشه آسان نبوده و به‌عنوان یک خلأ، این اثرات دارای تداخلات و پیچیدگی‌های خاص خود است، بخصوص 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 (کریمیان، ۱۳۹۵).در این تحقیق نیز همه‌ی دلایل طبیعی ذکر شده و از طرفی، شرایط پرورشی مانند تراکم کم و کوتاه بودن طول دوره‌ی پرورش، عواملی بودند که باعث شد الگوی تغییرات منظمی در ساختار فیتوپلانکتونی در ارتباط با اثرات فعالیت پرورش ماهی در قفس مشاهده نگردد.

جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی اطراف مزرعه دریایی پرورش ماهی کوچک مقیاس

در مطالعه جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی منطقه عباس‌آباد، ۸گونه متعلق به چهار رده و همچنین یک گروه از رده کم‌تاران شناسائی شد. بررسی درصد فراوانی کل بزرگ بی‌مهرگان کفزی طی زمان‌های مختلف نمونه‌برداری نشان داد که بین این دوره‌ها به لحاظ فراوانی تفاوت معنی‌دار وجود داشت ($p<۰/۰۵$) به‌طوری‌که، بیشترین درصد فراونی در ماه‌های مرداد و اردیبهشت و

Journal of Aquatic Caspian Sea

کمترین نیز در ماه‌های دی و اسفند مشاهده گردید (شکل ۴). در ایستگاه‌های مختلف نیز تفاوت‌های معنی‌دار در کل دوره مشاهده نشد. بیشترین و کم‌ترین درصد فراوانی به‌ترتیب در ایستگاه ۵۰ متری و ۱۰۰ متری به‌دست آمد (شکل ۴).



شکل ۴.درصد فراوانی جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی طی دوره‌ها و ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداریپیرامون مزرعه دریایی پرورش ماهی کوچک مقیاس.

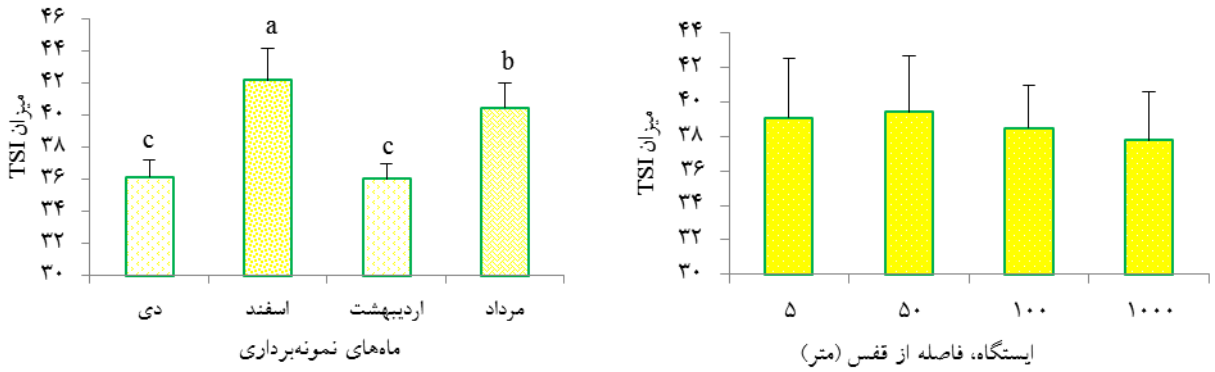
نتایج بررسی فراوانی گونه‌های مختلف نشان داد که وضعیت تراکم هرکدام از نمونه‌های غالب بزرگ بی‌مهرگان کفزی در بعضی ایستگاه‌ها و بخصوص دوره‌های مختلف نمونه‌برداری دارای اختلاف معنی‌دار بود. در این تحقیق جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی تحت تأثیر دو گونه‌ی *Streblospio gynobranchiata* (۵۳ درصد) و *Hypaniola kowalewskii* (۴۳ درصد) بود، بنابراین انتظار می‌رود که متغیرهای محیطی ناشی از اثرات پرورش ماهی در قفس، با تأثیر بر این دو گونه بیشترین تغییر را در ساختار جمعیتی بزرگ بی‌مهرگان کفزی به‌وجود آورد. در این تحقیق، بررسی درصد فراوانی کل بزرگ بی‌مهرگان کفزی و حتی بررسی گونه‌ای (بجز گونه‌ی *H. kowalewskii*) نشان داد که تغییر معنی‌دار و قابل ملاحظه‌ای در نزدیک قفس و فواصل مختلف از آن مشاهده نشد. نتایج حاصل از تعیین اثر عوامل محیطی با استفاده از آزمون CCA، نشان داد که سه عامل دما، آمونیوم و تا حدودی فسفرکل، بیشترین تاثیر مثبت را روی فراوانی گونه‌ی *S. gynobranchiata* داشتند. به عبارتی، با افزایش این عوامل فراوانی آن افزایش می‌یابد، در حالی‌که اثر مواد آلی کل روی فراوانی آن منفی بود. به‌طوری‌که، در ماه مرداد همراه با افزایش معنی‌دار این عوامل و کاهش مواد آلی کل نسبت به سایر دوره‌ها فراوانی گونه‌ی *S. gynobranchiata* دارای بیشترین میانگین فراوانی و زی‌توده بود. به‌نظر می‌رسد که فعالیت پرورش ماهی در قفس اثر قابل ملاحظه‌ای روی فراوانی این گونه نداشته است، مگر این‌که بیشترین اثر خود را در کاهش فراوانی این گونه با افزایش میزان مواد آلی کل در رسوب به روشنی اعمال نماید. زیرا کمترین میانگین فراوانی و زی‌توده آن در اسفندماه همراه با بیشترین میزان مواد آلی کل مشاهده شد. بنابراین در صورتی که فعالیت آبزی‌پروری در مزارع بزرگ مقیاس منجر به تغییر در متغیرهای (آمونیوم، مواد آلی کل و فسفر کل) گردد، تغییرات قابل ملاحظه‌ای را می‌تواند در فراوانی گونه‌ی غالب *S. gynobranchiata* و در نتیجه ساختار جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی ایجاد کند (کریمیان، ۱۳۹۵).

Journal of Aquatic Caspian Sea (J. C. S)

وضعیت تروفی منطقه اطراف مزرعه دریایی پرورش ماهی کوچک مقیاس

تعیین سطح تروفی در منطقه مطالعه شده با توجه به میزان میانگین TSI در دوره‌های مختلف نشان داد بیشترین آن با میزان ۴۲/۱۸ در اسفند ماه سپس در مردادماه (۴۰/۴۷) به‌دست آمد که اختلافات آن بین ماه‌های ذکر شده و سایر ماه‌های دیگر معنی‌دار بود. اما در ماه‌های دی و اردیبهشت این میزان بسیار به هم نزدیک بوده و تغییرات معنی‌دار نبود ($p>0/05$) (شکل ۵). در کل دوره تحقیق منطقه مطالعه شده در محدوده دریاچه‌های الیگوتروف متمایل به مزوتروف قرار داشت اما با توجه به میزان میانگین TSI(<۴۰) منطقه مورد مطالعه در ماه‌های اسفند و مرداد، در محدوده مزوتروف طبقه‌بندی گردید. تعیین سطح تروفی در ایستگاه‌های مختلف نشان داد که بیشترین میزان TSI در ایستگاه‌های نزدیک به قفس مشاهده شد (شکل ۵). اما به‌طور کلی در کل دوره مشخص شد که تغییرات میزان TSIبین ایستگاه‌های مختلف بسیار کم (۴۰>TSI>۳۷) و بی معنی بود.

از طرفی به لحاظ بررسی‌های بین ایستگاهی نیز روند تغییرات نامنظم بود به‌طوری‌که بیشترین میزان آن در ایستگاه ۵۰ متری و کمترین آن در ایستگاه ۱۰۰ متری مشاهده شد و بین ایستگاه ۵ و ۱۰۰۰ متری اختلاف معنی‌دار نبود. اگرچه بیشترین میزان غلظت کلروفیل- آ، در ایستگاه‌های نزدیک به قفس بخصوص ایستگاه ۵۰ متری مشاهده شد اما با توجه به تغییرات بین دوره‌های مختلف و همچنین عدم تفاوت معنی‌دار در غلظت کلروفیل- آ، بین ایستگاه ۵ و ۱۰۰۰ متری، به‌نظر می‌رسد که در بیشتر مطالعات ارتباط بین فعالیت پرورش با کلروفیل-آ، بسیار ضعیف بوده و روند بسیار نامنظمی دارد (کریمیان و همکاران، ۱۳۹۹ب).

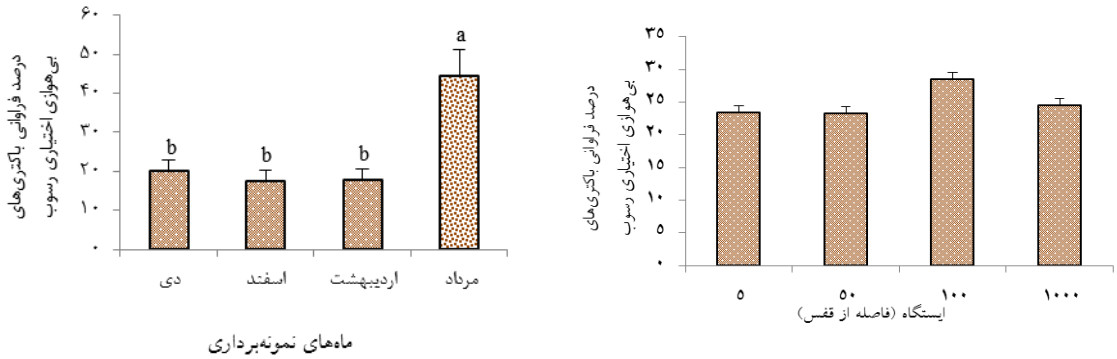


شکل ۵. میزان تروفی طی دوره و ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری پیرامون مزرعه دریایی پرورش ماهی کوچک مقیاس.

تعیین فراوانی باکتری‌های بی‌هوازی اختیاری رسوب اطراف مزرعه دریایی پرورش ماهی کوچک مقیاس

در این مطالعه، تغییر جمعیت باکتری‌های بی‌هوازی رسوب، بین ایستگاه‌های مختلف در هر دوره‌ی نمونه‌برداری معنی‌دار نبود. اما مقایسه تغییرات طی دوره‌های مختلف نشان داد که بیشترین فراوانی جمعیت باکتری‌های بی‌هوازی در همه‌ی ایستگاه‌ها در مردادماه مشاهده گردید (شکل ۶) که با سایر دوره‌ها (بجز در ایستگاه ۵) دارای تفاوت معنی‌دار بود. لازم به ذکر است که این افزایش جمعیت باکتریایی در مردادماه با کاهش معنی‌دار مواد آلی کل نسبت به سایر دوره‌ها نیز همراه بود.

Journal of Caspian Sea (J.A.C.S)



شکل ۶.درصد فراوانی باکتری‌های بی‌هوازی اختیاری رسوب طی دوره و ایستگاه‌های مختلف پیرامون مزرعه دریایی پرورش ماهی کوچک مقیاس.

نتایج این تحقیق نشان داد که اثر ناشی از پرورش قفس روی فراوانی جمعیت باکتری‌های بی‌هوازی رسوب در منطقه مورد مطالعه قابل ملاحظه نبود و حتی کم‌ترین فراوانی آن معمولاً در دوره‌های پرورش (اسفند و اردیبهشت ماه) و در ایستگاه‌های نزدیک به قفس مشاهده گردید. همچنین افزایش معنی‌دار جمعیت باکتریایی ۳ ماه بعد از دوره‌ی پرورش و همراه با کاهش مواد آلی کل در رسوبات اتفاق افتاد. در این تحقیق اگرچه افزایش معنی‌دار تولید مواد آلی کل رسوب (TOM) در اسفند ماه و سپس اردیبهشت ماه بخصوص در ایستگاه‌های نزدیک به قفس به‌دست آمد، اما به‌نظر می‌رسد که با توجه به عدم تأثیر فعالیت پرورش ماهی روی جمعیت باکتریایی، افزایش میزان مواد آلی احتمالاً ناشی از پرورش ماهی (به‌دلیل ظرفیت پائین و جریان مناسب آبی) به‌حدی نبوده است که سبب ایجاد شرایط بی‌هوازی در رسوب و در نتیجه افزایش جمعیت باکتری‌ها در زمان پرورش گردد (کریمیان و همکاران، ۱۳۹۸)

به‌طورکلی، میزان اثرات ناشی از پرورش ماهی در قفس بیشتر به عوامل مختلفی مانند شرایط پرورشی (گونه پرورشی، تراکم، مدیریت تغذیه‌ای و غیره) و خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی منطقه، شرایط هیدرولوژیکی ستون آبی مانند عمق، جریانات یا میزان ماندگاری آب، دما و غیره و مکان پرورش (مناطق ساحلی یا دریاهای باز) بستگی دارد (کریمیان، ۱۳۹۵). در این تحقیق با توجه به پرورش کم تراکم (۴۵ تن نسبت به بسیاری از مطالعات با بیش از ۳۰۰-۲۰۰ تن)، کوتاه بودن دوره‌ی مطالعه و همچنین سال اول پرورش،مساحت بالای منطقه پرورشی با فاصله مناسب از ساحل، شرایط هیدرولوژیکی مناسب مانند عمق و جریانات دائمی با سرعت جریان نسبتاً زیاد (میانگین بیش از۱۵-۱۰ cm/s در مقایسه با برخی از مطالعات با کم‌تر از ۴-۳ cm/s)، در تغییر بعضی عوامل کیفی، غلظت مواد مغذی آب تأثیر نسبتاً جزئی داشته اما اثر قابل ملاحظه‌ای روی جوامع زیستی و تروفی منطقه پیرامون مزرعه کوچک مقیاس در ارتباط با اثرات پرورش ماهی در قفس نداشت و تغییرات مشاهده شده بیشتر با تغییرات فصلی مرتبط بود (کریمیان و همکاران، ۱۳۹۶؛ ۱۳۹۸؛ ۱۳۹۹ الف، ب، ج).

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

توصیه ترویجی

تحقیق حاضر، می‌تواند دانش ما را به لحاظ نقش عملکردی مربوط به سیستم‌های پرورش ماهی در قفس و اثرات بالقوه‌ی آن روی عوامل زیستی و غیرزیستی در امتداد سواحل جنوبی دریای خزر افزایش دهد. این تحقیق، با توجه به روند روبه 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 تا بتوانیم آبزی‌پروری پایدار همراه با حفظ شرایط اکولوژیکی محیط راداشته باشیم. نتایج این تحقیق 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 زیراممکن 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 تحقیق حاضر باشد که می‌تواند نشان دهنده‌ی این واقعیت باشد که با افزایش حجم پرورش و تأثیر فعالیت پرورشی بر شرایط اکولوژیک و سرانجام عواقب محیط‌زیستی در اکوسیستم گردد.هرچند در مزرعه کوچک مقیاس این اثرات بسیار محدود بود، اماپیشنهاد می‌شود که پرورش ماهی در قفس به‌ویژه در مزارع بزرگ مقیاس به‌صورت طرح‌های پایلوت همراه با ارزیابی‌های آینده‌نگرانه و دقیق اثرات ناشی از آن و نیزپایش مستمر و نظارت مدیریتی با اصول پیشگیرانه در ارتباط با این صنعت در حال رشد (احتمالاً دارای اثرات منفی محیط‌زیستی) انجام شود تا تخریب و آسیب‌های اکولوژیکی این منابع آبی ارزشمند را به حداقل رساند.

منابع

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.

کریمیان، ع.، ۱۳۹۵. مطالعه شرایط محیط زیستی پرورش در قفس ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در منطقه عباس‌آباد، حوضه جنوبی دریای خزر. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. رساله دکتری. ۲۵۰ صفحه.

کریمیان، ع.، ذاکری، م.، فارابی، س.م.و.، حقی، م. و کوچنین، پ.، **۱۳۹۶**. اثر پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در قفس شناور بر ساختار جمعیت زئوپلانکتونی منطقه عباس‌آباد،جنوب دریای خزر. نشریه توسعه آبزی‌پروری پایدار، ۱۱ (۳): ۷۵-۹۴.

کریمیان، ع.، ذاکری، م.، فارابی، س.م.و.، حقی، م. و کوچنین، پ.، ۱۳۹۸. تعیین دانه‌بندی، مواد آلی کل و جوامع باکتری‌های بی‌هوازی اختیاری رسوب تحت تأثیر پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در قفس شناور در منطقه عباس‌آباد، حوضه جنوبی دریای خزر. نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، ۷۲ (۳): ۲۹۷-۳۱۴.

کریمیان، ع.، ذاکری، م.، فارابی، س.م.و.، حقی، م. و کوچنین، پ.، ۱۳۹۹الف. مطالعه پارامترهای غیرزیستی آب در مجاور قفس دریایی پرورش ماهی در ساحل جنوبی خزر، منطقه عباس‌آباد. مجله علمی شیلات ایران، ۲۹(۶): ۱۱-۲۸.

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

کریمیان، ع.، ذاکری، م.، فارابی، س.م.و.، حقی، م. و کوچنین، پ.، ۱۳۹۹ ب. تأثیر پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در قفس شناور بر میزان کلروفیل آ و شاخص تروفی پیرامون منطقه عباس‌آباد، حوضه جنوبی دریای خزر. نشریه علوم آبزی‌پروری، ۸: ۱۹-۳۱.

کریمیان، ع.، ذاکری، م.، فارابی، س.م.و.، حقی، م. و کوچنین، پ.، ۱۳۹۹ج. تعیین شاخص‌های تنوع زیستی تحت شرایط پرورش در قفس قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در منطقه عباس‌آباد،جنوب دریای خزر. فصلنامه علمی-پژوهشی محیط‌زیست جانوری، ۴: ۳۸۱-۳۹۴.

نصراله‌زاده ساروی، ح.، پورغلام، ر.، واحدی، ف.، مخلوق، آ. و صفوی، س.ا.، ۱۳۹۱. روند تغییرات ماکرونوترینت (مواد مغذی) آب در سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر. مجله اقیانوس شناسی، ۳ (۱۱):۴۳-۵۳.

APHA (American Public Health Association)., 2005. Standard Methods for The Examination of water and wastewater. 21th ed. American Public Health Association. Washington. DC. 1550 p.

Beveridge, M. C. M., 2008. Cage Aquaculture (3rd edn). John Wiley e Sons, Oxford, 380p.

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.

Nasrollahzadeh Saravi, H., Din, Z.B., Foong, S. Y. and Makhlough, 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.

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)