مقاله علمی – پژوهشی:

تغییرات روند کیفیت باکتریایی آب و ارتباط آن با برخی پارامترهای محیطی در اطراف پرورش ماهی در قفس حوزه جنوبی دریای خزر (منطقه نوشهر)

زهرا یعقوب زاده[1*]، حسن نصراله زاده ساروی[1]، رضاصفری[1]

*za_yaghoub@yahoo.com

۱-پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، صندوق پستی ۹۶۱، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۹

چکیده

هدف از این تحقیق تغییرات روند کیفیت باکتریایی (باکتری‌های شاخص) آب و ارتباط آن با برخی از پارامترهای محیطی اطراف پرورش ماهی در قفس منطقه جنوبی دریای خزر (نوشهر- استان مازندران) می‌باشد. بدین منظور ،نمونه‌برداری از آب منطقه جنوبی دریای خزر در منطقه توسکاتوک شهرستان نوشهر در استان مازندران، از دی ماه ۱۳۹۶ لغایت آذر ماه ۱۳۹۷طی دوره پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان در فواصل مختلف (سایه قفس، ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متر) قفس استقرار یافته، صورت گرفت. نتایج نشان داد در کل دوره پرورش حداکثر میانگین کل باکتری‌های آب CFU/ml ۱۸۷۵۰ در ایستگاه ۲۰۰ متری قفس، قبل از دوره پرورش و حداقل میانگین کل باکتری‌های آب CFU/ml ۳۲۵۰ در ایستگاه ۲۰۰ متری قفس انتهای دوره پرورش مشاهده شد. حضور کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی در نمونه‌های آب به‌ترتیب ۱۸/۷۵٪ و ۲/۰۸٪ ثبت شد و استرپتوکوک مدفوعی آب در هیچ‌یک از ایستگاه‌های نمونه‌برداری مشاهده نشد و در این وضعیت پرورش ماهی در قفس سبب آلودگی نبوده است. حداکثر و حداقل دمای آب، pH، کدورت، درصد اشباعیت و اکسیژن خواهی بیولوژیک به‌ترتیب برابر ۲۶/۵۰ و ۷/۰۰ درجه سانتی‌گراد، ۸/۷۱ و ۸/۲۹، ۱۹/۷۱ و ۰/۵۲ NTU، ۸۷ و ۱۶۰ درصد و ۱/۳۲ و ۸/۳۹ میلی‌گرم بر لیتر ثبت گردید. براساس آزمون مولفه اصلی، نتایج نشان داد که متغیرهای pH و دمای آب دارای بیشترین واریانس هستند و باکتری کل به همراه کدورت آب در مولفه سوم همبستگی مثبت معنی‌داری نشان داد ($p<0/05$). نتایج این مطالعه نشان داد که شیب مناسب منطقه، جریان مناسب آب در اطراف قفس‌های کوچک مقیاس سبب کاهش آلودگی میکروبی در سایه قفس نسبت به ایستگاه‌های خارج از قفس شده است.

لغات کلیدی: کیفیت باکتریایی، فیزیکوشیمیایی، قفس‌های پرورش ماهی، قزل‌آلای رنگین‌کمان، نوشهر

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-16]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.2.6.3]

مقدمه

امروزه در بسیاری از نقاط جهان بیش از ۱۳۰ گونه ماهی و حدود ۱۲ گونه میگو، درون محیط‌های محصور پرورش داده می‌شوند. آبزی‌پروری به دلیل افزایش قابل توجه تقاضا برای ماهی و غذاهای دریایی در سراسر جهان به عنوان یک صنعت، به‌سرعت در حال رشد است (Gang *et al.*, 2005). فعالیت آبزی‌پروری در دو دهه اخیر، به عنوان جوان‌ترین و سریع رین صنعت استفاده کننده از منابع آبی، در نگاه عمومی مردم اولین مسئول حفظ کیفیت پرورش در آب قفس نیز بوده است. پرورش 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، غنی‌سازی رسوبات در محل پرورش شود (کریمیان و همکاران، ۱۳۹۶). آبزی‌پروری در دریا به منظور استفاده بهینه از دریا جهت تأمین بخشی از پروتئین، بازسازی، احیاء ذخایر ماهی، اشتغال‌زایی و ارتقاء سطح گردشگری مورد توجه می‌باشد. به‌علاوه، رشد روزافزون جمعیت جهان و نیاز جوامع انسانی به منابع غذایی، استفاده از منابع آبهای داخلی را از اهمیت ویژه ای برخوردار نموده است و برنامه‌ریزی‌های اصولی جهت بهره‌برداری بهینه از این منابع در اکثر کشورها، از اولویت خاصی برخوردار است (Clark *et al.*, 1991). ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) دارای بیشترین تولید سالانه ماهیان سردابی در مزارع پرورش (۱۶۵۷۸۷ تن) بوده و در مزارع پرورش در قفس از ۷۷۰۰ تن طی سال ۱۳۹۵ برخوردار بوده است (علی‌زاده نوده و پازوکی، ۱۳۹۹).

باکتری‌های بی‌هوازی رسوب و میکروارگانیسم‌های شاخص آب مانند کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی، معمولاً برای ارزیابی کیفیت میکروبی و سطح آلودگی رسوبات و آب استفاده می‌شوند. کلیفرم‌ها گروهی از باکتری‌ها هستندکه در داخل رودهٔ حیوانات خونگرم یا به طور طبیعی در خاک، گیاهان و آب وجود دارند. این باکتری‌ها معمولاً در آب‌های آلوده به مدفوع یافت می‌شوند و حضور آن‌ها اغلب با شیوع بیماری‌ها مرتبط است. اگرچه این باکتری‌ها معمولاً بیماری‌زا نیستند، لیکن وجود آنها در آب دریا نشان‌دهندهٔ احتمال حضور باکتری‌های بیماریزاست. *E. coli* یک گونه از گروه کلیفرم‌هاست که همیشه در مدفوع یافت می‌شود که معرف احتمال حضور پاتوژن‌های روده‌ای است. استرپتوکوک‌های مدفوعی به آن دسته از استرپتوکوک‌ها اطلاق می‌شود که عموماً در مدفوع انسان و حیوانات وجود دارند. این میکروارگانیسم‌ها عموماً در دستگاه گوارش انسان و حیوانات زندگی می‌کنند و به‌ندرت در آب تکثیر می‌شوند و مقاوم‌تر از اشریشیاکلی و سایر کلیفرم‌ها هستند.

پرورش ماهی در قفس، با محیط زیست آب بسیار در ارتباط است که ضایعات تولیدی به طور مستقیم درون آب انتشار می‌یابند. تراکم نسبتاً بالای باکتری‌ها در قفس‌های پرورش و انتشار مواد غذایی به محیط اطراف قفس، جمعیت میکروبی آب را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Cao *et al.*, 2007). Gorlach-Lira و همکاران (۲۰۱۳) در تاثیر پرورش تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) در قفس بر اندیکاتورهای میکروبی آب گزارش کردند که شمارش کل باکتری‌های آب در دامنه $۱/۳\times۱۰^{۴}$ و CFU/100ml $۶۷/۳\times۱۰^{۴}$ متغیر بوده است. همچنین در آنالیز نمونه‌های آب قفس، کلیفرم مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی به‌ترتیب ۴۸٪ و ۵۶٪ وجود داشتند. Samah (۲۰۱۲) در بررسی تاثیر پرورش ماهی بر کیفیت باکتریولوژیک آب دریاچه ولتا، گزارش کرد تعداد کلیفرم کل CFU/100ml ۱۳۲-۱۷۰۸، جنس سودوموناس CFU/100ml ۵۱۷۰ - ۵۱۴ و ویبریو CFU/100ml ۵۱۶-۱۴ بوده است. آنها همچنین بیان کردند که تعداد باکتری ها در دریاچه ولتا به میزان قابل توجهی در قفس نسبت به مکان‌های کنترل بیشتر بوده و کشت ماهی در قفس سبب افزایش بار باکتریایی در آب دریاچه شده است (Samah, 2012). Zmyslowska و همکاران (۲۰۰۱) در آلودگی آلی و وضعیت بهداشتی آب خنک‌سازی مورد استفاده برای پرورش ماهی Wels catfish در قفس گزارش دادند که کشت ماهی در قفس به طور قابل توجهی بر خصوصیات باکتریولوژیک آب تاثیر نمی‌گذارد (Zmyslowska *et al.*, 2001). در بررسی باکتری‌های خانواده ویبریوناسه در

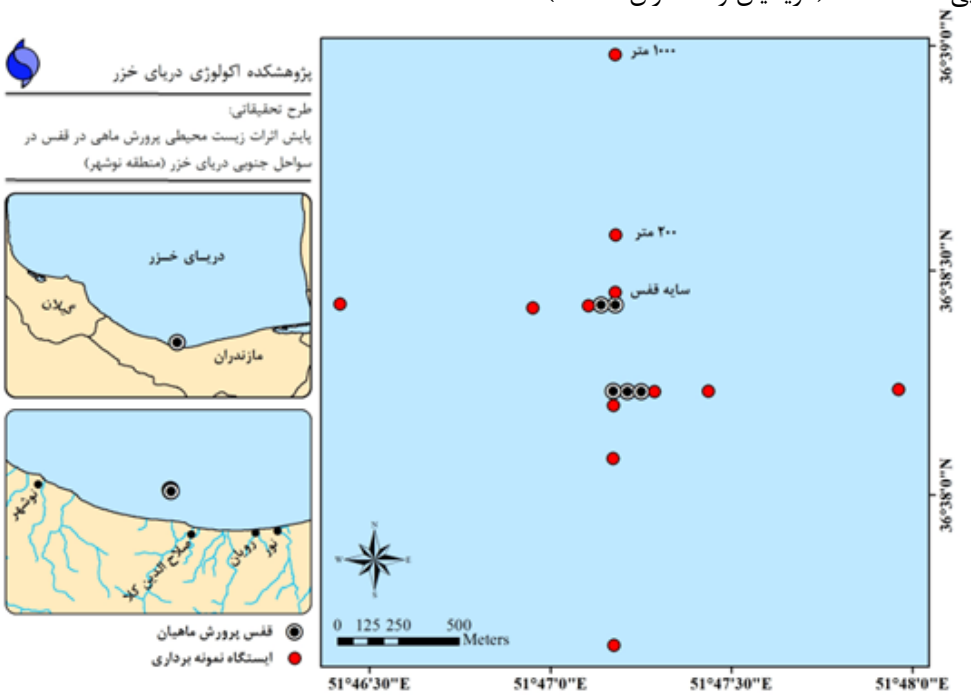
[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-16]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.2.6.3]

پرورش ماهیان دریایی در قفس، ۹ گونه جدا شد که ۷۳٪ از ویبریوهای جدا شده متعلق به گروه *Vibrio harveyi* است و بعد آن ۵/۵ درصد *Vibrio vulnificus* و بعد ۰/۶ درصد *Vibrio cholera* بودند (Mohamad *et al.*, 2019). در مطالعه Clottey و همکاران (۲۰۱۹) اثرات پرورش در قفس را بر پارامترهای باکتریولوژی و فیزیکو شیمیایی کیفیت آب در دریاچه ولتای غنا گزارش دادند که کشت ماهی قفس باعث افزایش بارهای باکتریایی در آب دریاچه شده، اما تاثیر کمی بر کیفیت فیزیکوشیمیایی آن داشته است (Clottey *et al.*, 2019). گسترش سریع آبزی‌پروری در قفس موجب نگرانی عمومی در پرورش‌دهندگان، محققین و جامعه، در ارتباط با افزایش مقادیر ذرات جامد، مواد محلول، رهاسازی به اکوسیستم‌های آبی و اثرات زیست‌محیطی و اجتماعی این صنعت در پی داشته است (کریمیان و همکاران، ۱۳۹۹)که این اثرات منفی در فعالیت‌های آبزی‌پروری موجب تغییرات کیفیت آب می‌گردد. در دریای خزر گزارش کمی در ارتباط با تغییرات باکتری‌های قفس انجام شده است. لذا، در این تحقیق به بررسی تغییرات روند کیفیت باکتریایی (باکتری‌های شاخص) آب و ارتباط آن با برخی از پارامترهای محیطی اطراف پرورش ماهی در قفس منطقه جنوبی دریای خزر (نوشهر- استان مازندران) طی سال‌های ۹۷۷-۱۳۹۶پرداخته شده است .

مواد و روش‌کار

سه ایستگاه (سایه قفس، ۲۰۰ و ۱۰۰۰ متری قفس) در چهار جهت قفس‌های استقرار یافته منطقه جنوبی دریای خزر منطقه توسکاتوک شهرستان نوشهر در استان مازندران مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت ، طول و عرض جغرافیایی ایستگاه‌های مختلف نمونه برداری در مکان پرورش ماهی در قفس (۹۷-۱۳۹۶)

Figure 1: Geographical location, length and latitude of different sampling stations in fish cage culture (2017-2018)

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-16]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.2.6.3]

در این تحقیق، نمونه‌برداری در شروع پرورش (۹۶/۱۰/۲)، اواسط پرورش (۹۷/۱/۲۳)، انتهای پرورش (۹۷/۴/۲) و قبل از پرورش (۹۷/۹/۱۰) طی سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ از سه ایستگاه و در موقعیت‌های سایه قفس، ۲۰۰ و ۱۰۰۰متری قفس در جهت‌های شمال، جنوب، شرق و غرب انجام گردید و نمونه‌های آب (به صورت سطحی) جمع‌آوری شدند و در کنار یخ به آزمایشگاه میکروبیولوژی پژوهشکده اکولوژی دریای خزر انتقال یافتند تا آزمایش‌های لازم انجام پذیرد. محیط کشت عمومی و اختصاصی پلیت کانت آگار برای شمارش کل باکتری (T.C)، محیط کشت KfStereptococ برای رشد باکتری استرپتوکوک، محیط کشت Eccکروم آگار برای شمارش کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی در این تحقیق تهیه شد (خلیلی، ۱۳۹۴). نمونه‌های آب تکان داده شده و در محیط‌های کشت به روش سطحی کشت داده شدند. پلیت‌های کشت داده شده در دمای ۲۵ و ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور قرار گرفتند و پس از طی این زمان نسبت به شمارش تعداد کلنی‌ها اقدام شد (APHA, 2005).

فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب

دمای آب در محل نمونه‌برداری به‌وسیله دماسنج جیوه‌ای اندازه‌گیری شد. میزان pH به‌وسیله دستگاه pH متر (WTW۸۲۳۶۲) و میزان کدورت با دستگاه کدورت سنج تعیین شد. سنجش اکسیژن محلول (DO) و اکسیژن‌خواهی بیولوژیک با روش وینکلر انجام شد (APHA, 2005). همچنین با جداول مربوط به دریای خزر درصد اشباعیت اکسیژن محاسبه گردید.

روش تجزیه و تحلیل آماری داده ها

داده‌ها بر اساس یکی از فرایندهای لگاریتم طبیعی و رتبه‌بندی انتقال داده شدند و سپس با رسم نمودار Q-Q و آزمون شاپیرو-ویلک نرمال بودن آنها تایید گردید. برای تجزیه و تحلیل آماری از آزمون‌های پارامتریک (ANOVA) بر داده‌های نرمال شده، استفاده گردید. علاوه بر آنالیز واریانس یک متغیره از روش ریاضی برای تقلیل داده‌ها (آنالیز چند متغیره)، آزمون مولفه اصلی (PCA) انجام شد. همچنین آزمون‌های پیش نیاز PCA [آزمون کیزرمایر (KMO)] برای تعیین شایستگی داده‌ها و آزمون بارتلت برای ارزشیابی وضعیت ماتریس همبستگی بین متغیرها صورت گرفت (نصیری، ۱۳۸۸). تمام میانگین‌ها به همراه خطای استاندارد (Mean±SE) ارائه شده است.

نتایج

پارامترهای میکروبی آب

شکل ۲ تغییرات میانگین شمارش کل باکتری‌ها در دوره‌های مختلف نمونه‌برداری آب را در مکان پرورش ماهی (منطقه نوشهر) نشان می‌دهد.

شکل ۳ تغییرات کل باکتری‌های آب را در ۴ جهت و دوره در مکان پرورش ماهی (منطقه نوشهر) نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که حداکثر و حداقل کل باکتری‌های آب به‌ترتیب CFU/ml ۷۶۰۰۰ و ۵۰۰ در شروع و اواسط دوره پرورش ثبت گردیده است. میانگین شمارش کل باکتری‌های آب برابرCFU/ml ۱۳۷۷۷ مشاهده گردید. براساس آزمون واریانس یکطرفه، میانگین کل باکتری‌های آب بین دوره‌های مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($p<۰/۰۵$) و براساس آزمون دانکن میانگین کل باکتری‌های آب در دوره‌های مختلف به دو گروه تفکیک گردید.

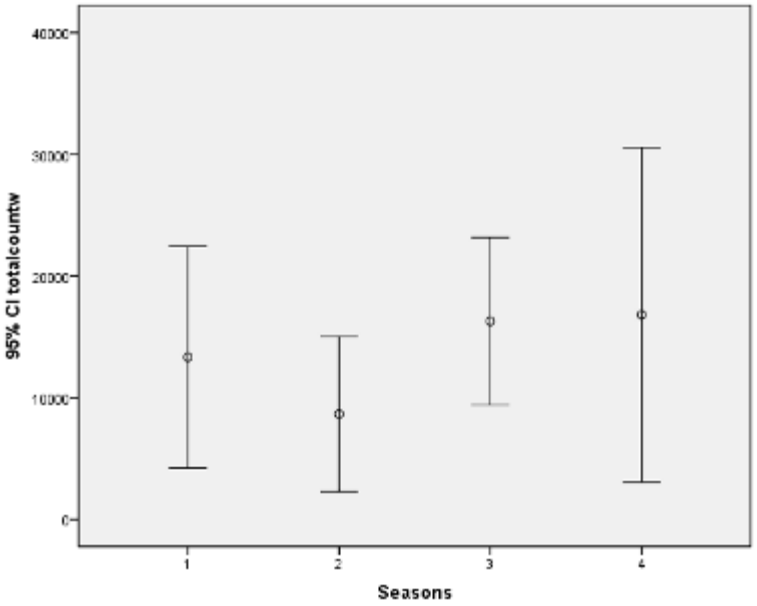
شکل ۴ تغییرات میانگین شمارش کل باکتری‌ها در فاصله های مختلف نمونه برداری آب در مکان پرورش ماهی (منطقه نوشهر) را نشان می‌دهد.

در سایه قفس حداکثر میانگین شمارش کل باکتری‌های آب CFU/ml ۹۰۰۰ دراواسط دوره پرورش و حداقل میانگین شمارش کل باکتری‌های آب CFU/ml ۶۱۲۵ در شروع دوره پرورش مشاهده شد. در فاصله۱۰۰ و ۲۰۰ متری قفس حداکثرمیانگین شمارش کل باکتری‌های آب CFU/ml ۱۸۷۵۰ قبل از دوره پرورش و حداقل میانگین شمارش کل باکتری‌های آب CFU/ml ۳۲۵۰ در انتهای دوره پرورش مشاهده شد. در فاصله ۱۰۰۰ متری قفس حداکثرمیانگین شمارش کل باکتری‌های آب CFU/ml

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-16]

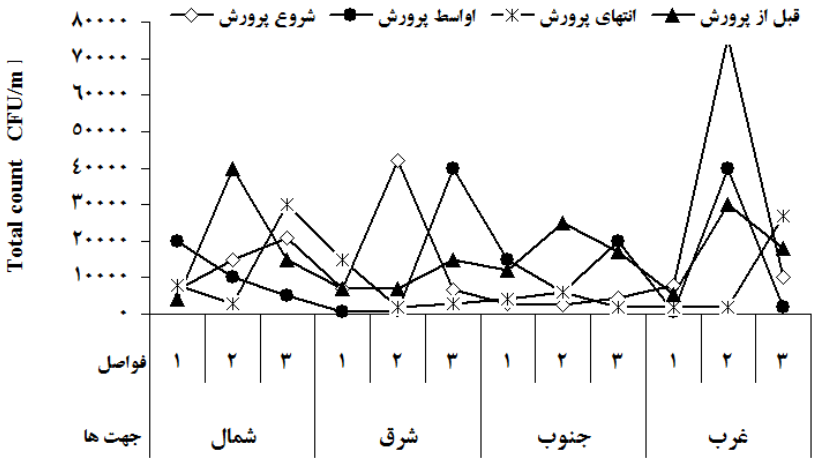
[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.2.6.3]

۱۶۷۵۰ در اواسط دوره پرورش و حداقل میانگین شمارش کل باکتری‌های آب CFU/ml ۱۰۷۵۰ در شروع دوره پرورش مشاهده شد (شکل ۵). بر اساس آزمون‌های آنالیز واریانس در سطح ۹۵٪، تغییرات میانگین تعداد کل باکتری در بین فاصله‌های مختلف نمونه‌برداری دارای تفاوت معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). فاصله‌های مختلف نمونه برداری در آزمون دانکن براساس تعداد کل باکتری در دو گروه قرار گرفتند.



شکل ۲: تغییرات شمارش کل باکتری‌ها (CFU/ml) آب در فصول مختلف پرورش ماهی در قفس (سال ۹۷-۱۳۹۶)

Figure 2: Changes in total count (CFU/ml) of water different seasons of fish cage culture (2017-2018)

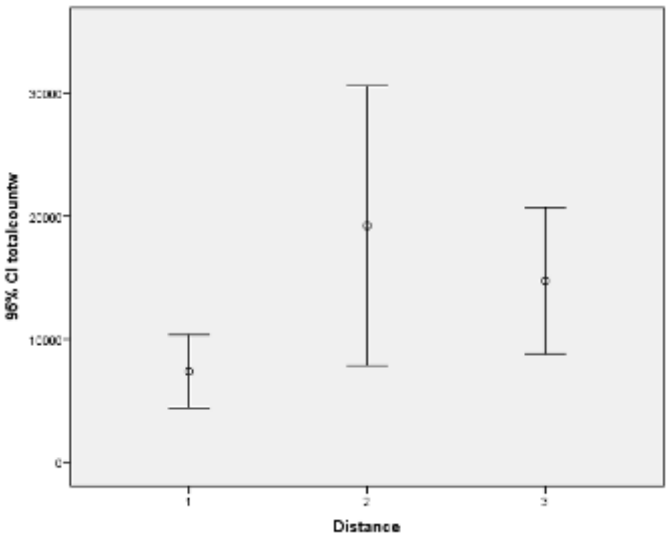


شکل ۳: تغییرات کل باکتری‌های آب (CFU/ml) در جهت‌ها و مسافت‌های مختلف از پرورش ماهی در قفس (۹۷-۱۳۹۶)

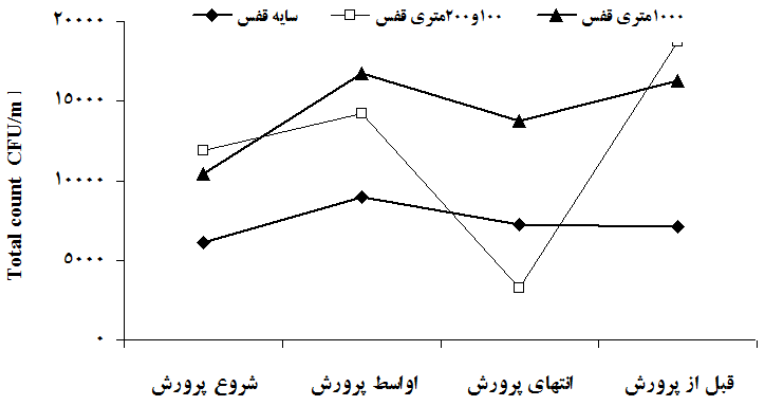
Figure 3: Changes total count (CFU/ml) of water in different directions and distances of fish cage culture (2017-2018)

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-16]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.2.6.3]



شکل ۴: تغییرات شمارش کل باکتری‌های (CFU/ml) آب در مسافت های مختلف پرورش ماهی در قفس (۹۷-۱۳۹۶)
Figure 4: Changes total count (CFU/ml) of water in different distances of fish cage culture (2017-2018)



شکل ۵: تغییرات میانگین فاصله ای شمارش کل باکتری‌های (CFU/ml) آب در مکان پرورش ماهی در قفس (۹۷-۱۳۹۶)
Figure 5: The mean distance variation of the total count (CFU/ml) of water at fish cage culture (2017-2018)

دامنه شمارش کل باکتری‌ها CFU/ml۴۰۰۰۰-۵۰۰ آب قفس در جدول ۱ ارائه شده است. حداکثر تعداد کل باکتری‌ها در۲۰۰ متری قفس و در اواسط و قبل از دوره پرورش و در ۱۰۰۰ متری قفس و اواسط دوره پرورش مشاهده شد و حداقل تعداد کل باکتری‌ها در مکان سایه قفس و در اواسط دوره پرورش ثبت گردید.

وجود کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی در نمونه های آب به‌ترتیب ۱۸/۷۵٪ و ۲/۰۸٪ ثبت شد. حداکثر شمارش کلیفرم کل آب CFU/ml ۱۶۰۰ در ایستگاه شرق ۱۰۰۰ متری قفس در اواسط و انتهای دوره پرورش مشاهده شد. حداقل شمارش کلیفرم کل آب CFU/ml ۱۰ در ایستگاه شرق ۱۰۰۰ متری قفس در قبل از دوره پرورش مشاهده شد. کلیفرم مدفوعی فقط در یک ایستگاه به تعداد CFU/ml ۲۰۰ در ایستگاه شرق سایه قفس در شروع دوره پرورش ثبت گردید (شکل ۶).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-16]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.2.6.3]

جدول ۱: دامنه تغییرات کل باکتری‌ها (CFU/ml) آب در فاصله ها و دوره های مختلف مکان پرورش ماهی در قفس (۹۷-۱۳۹۶)

Table 1: The range of total bacterial changes (CFU/ml) of water at different distances and periods of fish cage culture (2017-2018)

ایستگاه	سایه قفس	۲۰۰ متری قفس	۱۰۰۰متری قفس
شروع دوره پرورش	(۳۰۰۰-۸۰۰۰)	(۲۵۰۰-۱۶۰۰۰)	(۴۳۰۰-۲۱۰۰۰)
اواسط دوره پرورش	(۵۰۰-۲۰۰۰۰)	(۱۰۰۰-۴۰۰۰۰)	(۲۰۰۰-۴۰۰۰۰)
انتهای دوره پرورش	(۲۰۰۰-۱۵۰۰۰)	(۲۰۰۰-۶۰۰۰)	(۲۰۰۰-۳۰۰۰۰)
قبل از دوره پرورش	(۴۰۰۰-۱۲۰۰۰)	(۳۰۰۰-۴۰۰۰۰)	(۱۵۰۰۰-۱۸۰۰۰)

شکل ۶: درصد نمونه آب‌های آلوده (میلی لیتر) به کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی در ایستگاه‌های مختلف نمونه برداری

Figure 6: Percentage of contaminated water samples (ml) to total coliforms and fecal coliforms at different sampling stations

پارامترهای فیزیکوشیمیایی

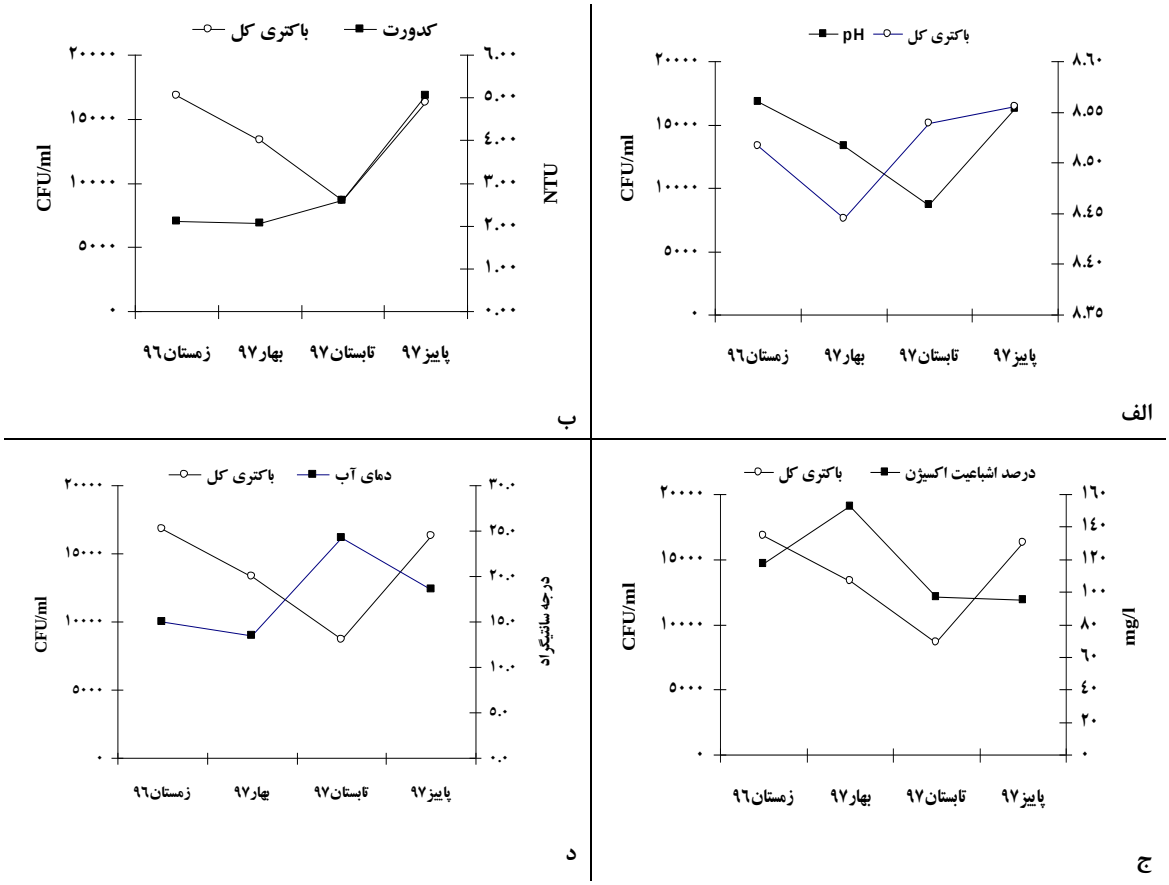
pH آب از دیگر عوامل بسیار مهم کیفی آب است که تاثیرات مستقیم (به‌واسطه غلظت یون اسیدی یا بازی) و غیر مستقیم (از طریق انحلال مواد سمی در آب یا تبدیل کیفی مواد مانند تبدیل آمونیوم به آمونیاک) محیط آبی و موجودات آبزی دارد. حداکثر و حداقل pH به‌ترتیب (۸/۷۱ و ۸/۲۹) در اواسط و قبل از دوره پرورش ثبت گردیده است. میانگین pH آب برابر ۰/۰۷±۸/۵۱ مشاهده گردید. میانگین pH بین دورههای مختلف اختلاف معنی‌داری نشان داد (p<۰/۰۵) (شکل ۷-الف).

نتایج نشان داد که حداکثر و حداقل کدورت به‌ترتیب ۱۹/۷۱ و ۰/۵۲ قبل و شروع پرورش ثبت گردیده است. میانگین کدورت آب برابر ۳/۳۵±۲/۹۶ مشاهده گردید. میانگین کدورت بین دوره‌های مختلف اختلاف معنی‌داری نشان نداد (p>۰/۰۵)(شکل ۷-ب). یکی دیگر از مهم‌ترین پارامترهای هیدروشیمی آب، اکسیژن محلول است. نتایج نشان داد که حداکثر و حداقل اکسیژن محلول به‌ترتیب ۱۲/۸۰ و ۷/۶۸ در انتها و قبل از دوره پرورش ثبت گردیده است. میانگین اکسیژن محلول آب برابر ۱/۶۷±۱۰/۱۰ مشاهده گردید. براساس آزمون واریانس یکطرفه، میانگین اکسیژن محلول بین دوره‌های مختلف اختلاف معنی داری نشان داد (p<۰/۰۵) (شکل ۷-ج). حداکثر و حداقل دمای آب به‌ترتیب ۲۶/۵۰ و ۷/۰۰ درجه سانتی‌گراد در انتها و اواسط دوره پرورش ثبت گردیده است. میانگین دمای آب برابر ۳/۷۹±۱۶/۵۴ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید. براساس آزمون واریانس یکطرفه، میانگین دمای آب بین دوره‌های مختلف اختلاف معنی‌داری نشان داد (p<۰/۰۵). حداکثر و حداقل کل باکتری‌ها به‌ترتیب CFU/ml

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-16]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.2.6.3]

۷۶۰۰۰ و ۵۰۰ در شروع و اواسط دوره پرورش ثبت گردیده است. براساس آزمون واریانس یکطرفه میانگین کل باکتری‌ها بین دوره‌های مختلف اختلاف معنی‌داری نشان داد (p<۰/۰۵) و مطابق با آزمون پیرسون همبستگی معنی‌داری بین کل باکتری‌ها با دما، pH، کدورت و درصد اشباعیت اکسیژن شاهده نشد (شکل ۷- د).



شکل ۷: تغییرات میانگین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی و شمارش باکتری کل (CFU/ml) آب در پرورش ماهی در قفس (۹۷-۱۳۹۶)

Figure 7: Changes in the average physicochemical factors and total count (CFU/ml) of water of fish cage culture (2017-2018)

در جدول ۲ نتایج آنالیز مولفه اصلی (PCA) کل باکتری و برخی پارامترهای محیطی آب ارائه شده است. بر اساس نتایج این آنالیز، تغییرات شاخص KMO برابر ۰/۵۴ بود و آزمون بارتلت (Barttlet) اختلاف معنی‌دار نشان داد (p<۰/۰۵). در PCA بر اساس منحنی سنگریزه‌ای و مقدار ویژه بیشتر از واحد، ۳ مولفه اصلی با مجموع واریانس ۷۶/۳ درصد از کل واریانس قرار گرفتند. مولفه یک (PC1) شامل ۳۳/۰ درصد از کل واریانس بود که پارامترهای pH و دمای آب مشارکت داشتند. مولفه دو (PC2) با ۲۴/۸ درصد از کل واریانس، پارامترهای اکسیژن‌خواهی بیولوژیک و اکسیژن محلول مشارکت داشتند. در مولفه‌های سه با واریانس ۱۸/۶ درصد شامل باکتری کل و کدورت آب بود (جدول ۲).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-16]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.2.6.3]

جدول ۲: آنالیز آماری چند متغیره آزمون مولفه اصلی برای کل باکتری و برخی پارامترهای محیطی آب در اطراف پرورش ماهی در قفس منطقه نوشهر دریای خزر (۹۷-۱۳۹۶)

Table 2: Multivariate statistical analysis of principal component test for Total count and some environmental parameters of water around fish cage culture in Nowshahr of Caspian Sea (2017-2018)

پارامترهای محیطی	PC1 (٪۳۳/۰)	PC2 (٪۲۴/۸)	PC3 (٪۱۸/۶)
مقدار ویژه	۲/۰۸	۱/۵۴	۱/۰۰
واریانس تجمعی	۲۹/۳	۵۷/۷	۷۶/۳
کل باکتری			۰/۵۰
pH	۰/۸۶		
دمای آب (C°)	۰/۸۴		
کدورت آب (NTU)			۰/۹۱
اشباعیت اکسیژن (%)		۰/۹۲	
اکسیژن خواهی بیولوژیک (mg/l)		۰/۹۳	

بحث

طی سا ل‌های گذشته پرورش ماهیان در قفس‌های دریایی با بهره‌گیری از آبهای ساحلی در بسیاری از کشورها رونق گرفته و روند رو به رشدی داشته است. پرورش آزاد ماهیان در قفس به عنوان یک منبع مهم از تولید ضایعات آلی و موادمغذی است که باعث افزایش مقدار مواد آلی و مغذی در ستون آب و افزایش رشد باکتری‌های رسوبات اطراف قفس می‌شود (Caruso, 2014). Yang و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی اثرات زیست محیطی پرورش ماهی در قفس در دریاچه تای هو، گزارش کردند که در نتیجه افزایش مواد مغذی، رشد سریع جوامع باکتریایی اتفاق افتاد به‌طوری‌که بعد از یک سال فعالیت پرورش ماهی، فراوانی جمعیت باکتریایی ۴-۳ برابر نسبت به مناطق کنترل افزایش داشت (Yang *et al*., 2003). مواد غذایی مصرف نشده و مدفوع اضافه شده به مواد مغذی آب، باعث رشد سریع باکتری‌ها می‌شوند (Zmyslowska *et al*., 2001). تحقیق حاضر نشان داد که طی دوره پرورش، بیشترین تعداد کل باکتری‌ها در سایه قفس (اواسط پرورش)، ۲۰۰ متری قفس (قبل از پرورش) و ۱۰۰۰ متری قفس (اواسط پرورش) مشاهده شد. تحقیقات Zmyslowska و همکاران (۲۰۰۱) نشان داد که مواد غذایی مصرف نشده و مدفوع اضافه شده به مواد مغذی آب، باعث رشد سریع باکتری‌ها می‌شوند. تحقیق مذکور نیز بیشترین تعداد کل باکتری‌ها را در اواسط دوره پرورش نشان داد. مطالعات Shakouri (۲۰۰۳) نشان داد که تاثیر موضعی قفس‌های پرورش ماهی محدود به چند ده متر از قفس‌ها می باشد. Gorlach-Lira و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که تعداد کل باکتری در دوره پرورش بیشتر از قبل و بعد از پرورش بوده است که مشابه تحقیق حاضر (حداکثر شمارش کل باکتری‌های آب ۷۶۰۰۰CFU/ml در ایستگاه غرب ۲۰۰ متری قفس) است. وجود جریانات دریایی باعث کاهش تعداد باکتری‌ها در محل قفس نسبت به فاصله‌های۲۰۰ متری از قفس می‌گردد. نتایج مطالعات خلیلی و همکاران (۱۳۹۳) نشان داد که دررکل دوره مورد بررسی در ایستگاه‌های نزدیک قفس (۷۰ و ۵۰ متری) بیشترین تعداد باکتری‌ها مشاهده شد. Gorlach-Lira و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که pH و مواد غذایی از عوامل تاثیرگذار بر جمعیت باکتری‌ها می‌باشند (Gorlach-Lira *et al*., 2013). وضعیت میکروبیولوژیک آب مورد استفاده در آبزی‌پروری به محتوای ماده آلی، درجه حرارت، pH، میزان اکسیژن محلول و نیز گونه ماهی، تراکم و تغذیه آن بستگی دارد (Zmyslowska *et al*., 2001). براساس نتایج آزمون، مولفه اصلی کل باکتری در مولفه سوم قرار گرفته است. به بیان دیگر، اهمیت تغییرات کل باکتری جهت برآورد کیفیت آب دریای خزر مشهود نبوده که در مولفه سوم

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-16]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.2.6.3]

قرار گرفته است. رشد باکتری‌ها در درجه حرارت بالای آب، pH خنثی و قلیایی مطلوب است. چنین شرایطی در اطراف قفس مورد بررسی در این تحقیق مشاهده شد، جایی که دمای آب ۳۰-۲۶ درجه سانتی‌گراد و اکثر نمونه ها pH را بیش از ۸/۰۰ در طول دوره مطالعه نشان دادند (Santos *et al*., 2012). از آنجایی‌که دوره پرورش ماهی در قفس در فصول با دمای کمتر از ۱۸ درجه سانتی‌گراد صورت می‌پذیرد و در دریای خزر به دلیل بافری بودن آب، تغییرات pH کمی مشاهده می‌گردد (نصراله زاده ساروی، ۱۳۹۰)، بنابراین pH و دمای آب همبستگی با باکتری کل نداشته است. همچنین به دلیل بالا بودن غلظت اکسیژن محلول ارتباطی با کل باکتری وجود نداشته است. از آنجایی‌که افزایش تعداد باکتری‌ها سبب افزایش کدورت آب می‌گردد، ارتباط مثبتی بین آنها برقرار گردید.

اگرچه بیشترین میانگین تعداد کل باکتری‌های آب مربوط به شروع دوره پرورش بوده، اما تعداد کلیفرم کل در اواسط دوره پرورش بیشتر از قبل و بعد از دوره پرورش بوده و کلیفرم مدفوعی فقط در شروع دوره پرورش دیده شده است به طور طبیعی، کلیفرم‌ها در مدفوع وجود دارند و هرچند مضر نیستند، ولی نشان‌دهنده وجود باکتری بالقوه مضر هستند. شمارش کلیفرم کل در اواسط پرورش بالاتر از شروع و انتهای پرورش بوده است که نشان‌دهنده حضور احتمالی ماده مدفوعی در آب است که ممکن است به دلیل پرورش ماهی در دریا یا میزان بارندگی و آبشویه آلودگی‌های محیطی و انتقال مواد مدفوعی و ورود رواناب‌های رودخانه به دریا در فصل زمستان باشد. آژانس حفاظت محیط زیست کشور غنا (EPA) حداکثر حد مجاز توتال کلیفرم CFU/100ml ۴۰۰ برای تخلیه فاضلاب و حداکثر مقدارکلیفرم مدفوعی پیشنهادی برای پرورش ماهی را کمتر از CFU/100ml ۱۰۰۰ بیان کرد (Clottey *et al*., 2016).

استرپتوکوک مدفوعی آب در هیچ‌یک از ایستگاه‌های نمونه‌برداری مشاهده نشد. حضور یا فقدان باکتری‌ها در آب ممکن است به دلیل تغییرات درجه حرارت فصلی محیط برای بعضی از جمعیت‌های باکتریایی باشد (Shakouri, 2003). مناطق با شدت جریان بالا، مواد غذایی و ذرات جامد را به‌سرعت جابه‌جا می‌کند و به مناطق پایین‌دست انتقال می‌دهد. در نتیجه، تاثیر اندکی در منطقه وسیع به جای می‌گذارد. در این حالت پرورش در قفس به صورت منبع آلودگی نیست (ASI, 1999).

در تحقیق حاضر، احداث قفس‌ها در افزایش تعداد باکتری‌ها موثر بوده است، اما با توجه به حجم زیاد آب دریا و وجود جریان مناسب آب در دریای خزر و به‌خصوص نزدیک قفس و با توجه به نتایج آماری، مقدار آن ناچیز و تفاوت معنی‌دار حاصل نشد ($p>0/05$). جریان مناسب آب در قفس، سبب کاهش آلودگی میکروبی در داخل قفس نسبت به ایستگاه‌های خارج از قفس شده است. به‌علاوه، ممکن است جریان آب سبب دور شدن مواد زائد (مدفوع ماهی، غذای مصرف نشده و زیست توده باکتریایی) پرورش ماهی در قفس‌ها شده باشد و در نهایت موجب کاهش آلودگی باکتریایی ناشی از احداث قفس‌ها گردد.

منابع

خلیلی مورچه خورتی، ف.، سلطانی، م.، رجبی اسلامی. و موسوی، س.ع.م.، ۱۳۹۴. تاثیر قفس‌های پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بر فلور باکتریایی آب دریاچه سد کارون چهار. فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری. ۷(۲): ۱۸۲– ۱۷۵.

علی زاده نوده، م. و پازوکی، ج.، ۱۳۹۹. بررسی انگل های کاذب در ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پرورش یافته در قفس و ماهیان کفال (Mugilidae) و سفید (*Rutilus kutum*) در ساحل جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران. ۲۹(۶): ۸۴-۷۷. DOI: 10.22092/ISFJ.2021.123581

کریمیان، ع.، ذاکری، م.، فارابی، س. م.، حقی، م. و کوچنین، پ.، ۱۳۹۶. اثر پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در قفس شناور بر ساختار جمعیت زئوپلانکتونی منطقه عباس آباد، در جنوب دریای خزر. نشریه توسعه آبزی پروری. ۱۱(۳): ۹۴- ۷۵.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-16]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.2.6.3]

کریمیان، ع.، ذاکری، م.، فارابی، س.م.، حقی، م. و کوچنین، پ.، ۱۳۹۹. مطالعه پارامترهای غیر زیستی آب در مجاورت قفس های دریایی پرورش ماهی در ساحل جنوبی دریای خزر، منطقه عباس آباد. مجله علمی شیلات ایران. ۲۹(۶): ۲۸-۱۱. DOI: 10.22092/ISFJ.2021.123534

نصراله زاده ساروی، ح.، ۱۳۹۰. بررسی و مقایسه برخی از پارامترهای محیطی آب در سواحل ایرانی منطقه جنوبی دریای خزر. مجله علوم زیستی واحد لاهیجان، ۵(۴): ۱۵۴-۱۳۹.

نصیری، ر.، ۱۳۸۸. آموزش گام به گام SPSS17. تهران: مرکز فرهنگی نشر گستر، ۳۴۴ ص.

American Public Health Association (APHA), 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21st Ed. Washington DC, USA: American publication Health Association. 773 P.

An, Y.J., Kampbell, D.H. and Beidenbach, G.P., 2002. Escherichia coli and total coliforms in water and sediments at lake marinas. *Environmental Pollution*, 120(**3**): 771-778. DOI: org/10.1016/S0269-7491(02)00173-2

Arulampalam, P., Yusoff, F.M., Shariff, M., Law, A.T. and Srinivasa Rao, P.S., 1998. Water quality and bacterial populations in a tropical marine cage culture farm. *Aquaculture Research*, 29: 617–624. DOI: org/10.1046/j.1365-2109.1998.00248.x

ASI, 1999. Literature review of the Environmental impact of Caged Aquaculture. 351 P.

Cao, L., Wang, W., Yang, Y., Yang, C., Yuan, Z., Xiong, S. and Diana, J., 2007. Environmental impact of aquaculture and countermeasures to aquaculture pollution in China. *Environmental Science and Pollution Research-International*, 14(7): 452-462. DOI: org/10.1065/ espr2007. 05.426

Caruso, G., 2014. Effects of aquaculture activities on microbial assemblages. *Oceanography*, 2: 107 DOI: 10.4172/2332-2632.1000e107

Clark, F.A., Parham, D., Carlson, M.E., Frank, G., Jackson, J., Pierce, D., Wolfe, R.J. and Zemke, R., 1991. Occupational science: Academic innovation in the service of occupational therapy's future. *American Journal of Occupational Therapy*, 45(4): 300-310. DOI:10.5014/ajot.45.4.300

Clottey, M.N.K., Asmah, R., Ofori-Danson, P.K., Ameworwor, M.Y. and Karikari, A.Y., 2016. Impacts of cage culture on physico-chemical and bacteriological water quality in Lake Volta, Ghana. *African Journal of Aquatic Science*, 41(4): 473-480. DOI: org/10.2989/16085914. 2016. 1255587

Gang, Q., Clark, C.K., Liu. N., Harold, R. and James, E.T., 2005. Aquaculture wastewater treatment and reuse by wind-driven reverse osmosis membrane technology: a pilot study on Coconut Island, Hawaii. *Aquacultural Engineering*, 32: 365–378. DOI:org/10.1016/j.aquaeng. 2004.09.002

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-16]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.2.6.3]

Gorlach-Lira, K., Pacheco, C., Carvalho, L.C.T., Melo Júnior, H.N. and Crispim, M.C., 2013. The influence of fish culture in floating net cages on microbial indicators of water quality. *Brazilian Journal of Biology*, 73(3): 457-463.

Mohamad, N., Mustafa, M., Amal, M.N.A., Saad, M.Z., Md Yasin, I.S. and Al-Saari, N., 2019. Environmental factors associated with the presence of Vibrionaceae in tropical cage–cultured marine fishes. *Journal of Aquatic Animal Health*, 31(2): 154-167. DOI: 10.1002/aah.10062

Samah, O.H., 2012. Microbiological and physico-chemical assessment of surface water quality along Asukawkaw River in the Volta Region. MPhil thesis, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Ghana.

Santos, D.M.S., Cruz, C.F., Pereira, D.P., Alves, L.M.C. and Moraes, FR., 2012. Microbiological water quality and gill histopathology of fish from fish farming in Itapecuru-Mirim County, Maranhão State. Acta Scientiarum. *Biological Sciences*, 34(2): 199-205. Doi: 10.4025/actascibiolsci.v34i2.8460

Shakouri, M., 2003. Impact of cage culture on sediment chemistry a case study in mjoifjordur. The United Nations University. Fisheries Training Programme. 44 P.

Yang, Z.F., Chen, L.Q., Zhou, Z.L., Chen, Y. and Wu, L.K., 2003. Effects of fishery development on water environment and its countermeasures in Taihu Lake. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 11: 156-158.

Zmyslowska, I., Harnisz, M. and Lewandowska, D., 2001. Sanitary and bacteriological evaluation of water quality during cage culture of wels (Silurus glanis L.) in cooling water. *Fisheries and Aquatic Life*, 9(2): 191-199.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-16]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.2.6.3]

Changes in bacterial quality and its relationship with some environmental parameters around the fish cage culture in the southern of Caspian Sea (Nowshahr region)

Yaghoubzadeh Z. [1*]; Nasrollahzadeh Saravi H.[1]; Safari R.[1]

[*]za_yaghoub@yahoo.com

1- Caspian Sea Ecology Research Center (CSERC), Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, P.O. Box 961, Iran

Abstract

The aim of this study was to investigate the changes in the bacterial quality trend (indicator bacteria) of water and its relationship with some environmental parameters around fish cages culture in the southern Caspian Sea region (Nowshahr-Mazandaran province). For this purpose, water sampling of the southern region of the Caspian Sea in the Tuskatok region of Nowshahr city in Mazandaran province took from January 2017 to December 2016 during the rainbow trout cage culture period at different distances cage (cage shade, 200 and 1000 m).The results showed that in the whole cage culture period, the maximum average of 18750 CFU/ml water bacteria was observed in the 200 m cage station before the cage culture period and the minimum average of 3250 CFU/ml water bacteria was observed in the 200 m cage station at the end of the cage culture period. The presence of total coliform and fecal coliform in water samples was recorded as 18.75 and 2.08%, respectively, and fecal streptococcus water was not observed in any of the sampling stations and in this situation, fish cages culture did not cause contamination. Maximum and minimum water temperature, pH, turbidity, saturation percentage and biological oxygen demand are 26.50 and 7.00 °C, 8.71 and 8.29, 19.71 and 0.52 NTU, 87 and 160, respectively. Percentage of 1.32 and 8.39 mg/l were recorded. Based on the principal component analysis (PCA), the results showed that the variables of pH and water temperature had the highest variance and the total count along with water turbidity in the third component showed a significant positive correlation ($p<0.05$). As a result, the proper slope of the area, the proper flow of water around the small-scale cages has reduced the microbial contamination in the shade of the cage compared to the stations outside the cage.

Keywords: Bacterial quality, Physicochemical, Fish cage culture, Rainbow trout, Nowshahr

[*]Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-02-16]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.2.6.3]