J. Oceanography (JOC). Volume *(14)(53): 1-15, spring, 2023*

Journal of Oceanography
Homepage: joc.inio.ac.ir

ORIGINAL RESEARCH PAPER (Environmental management)

The effects of Asian sea bass fish (*Lates calcarifer*) cage culture on coastal water quality in Rigo area of Qeshm Island, Hormozgan province

Gholamali Akbarzadeh Ghomachaei*[*1].,Hadi Koohkan[2], Fereshteh Sarraji[3], Razei Mollai[4], and Leili Mohebbi Nozar[5]

1- Department of Ecology, Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research Education and Extension Organization, Bandar Abbas, Hormozgan, Iran
2- Department of Ecology, Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research Education and Extension Organization, Bandar Abbas, Hormozgan, Iran.
3-Department of Ecology, Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research Education and Extension Organization, Bandar Abbas, Hormozgan, Iran.
4-Department of Ecology, Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research Education and Extension Organization, Bandar Abbas, Hormozgan, Iran.
5-Department of Ecology, Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research Education and Extension Organization, Bandar Abbas, Hormozgan, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:
Received: 2022/2/26
Revised: 2023/08/1
Accepted: 2023/06/5

Keywords:
water quality
caged culture
coastal waters
Qeshm Island

*Corresponding author:
kbarzadeh385@gmail.com

orcid:0000-0003-2333-0339

doi: 10.52547/joc.14.53.1

dor: 1001.1.15621057.1402.14.53.1

ABSTRACT

Background and Theoretical Foundations: The effluents of cage culture, mainly uneaten food and faecal, are released directly into the environment and result in many environmental problems such as eutrophication, and changes in benthos communities . Therefore, studies related to the effects of this type of activity on marine ecosystems seem to be very necessary.

Methodology: In this study, the possible effects of cages culture Asian sea bass fish (Lates calcarifer) on water quality in coastal waters of Rigo region of Qeshm Island in Hormozgan province during a period of six months during 2008 were investigated. Water sampling was performed to measure some water quality parameters in three stations, including the first station in the center, the second station at the end of the cages, and the third at a distance of 1000 meters from the cages (reference site). A total of 540 water samples were collected using a Nansen sampler bottle to measure nutrients (nitrate, nitrite, total ammonia, and phosphate). All nutrient samples were measured based on colorimetric method by spectrophotometer. Measurements of temperature, pH, salinity, dissolved oxygen, oxygen saturation, turbidity and chlorophyll were performed by multiparameter in the water column. To classify water quality, trophic status, and the risk of eutrophication in coastal waters of the study area, scale and upscale Trix indices were used.

Findings: The water temperature range in this study is 22.56-31.48 Co; Salinity, 36.98-37.55 ppt; Dissolved oxygen, 3.03-5.92 mg/l ; pH, 8-8.46; Turbidity, 4.3-27.4 NTU; Nitrate, 0.005-0.04 mg/l; Nitrite, 0.001-0.003 mg/l; Total ammonia, 0.003-0.04 mg/l; Phosphate 0.002-0.043 mg/l and chlorophyll 0.1-3.8 µg /l. The results of a one-way analysis of variance test showed that there was a significant difference ($P < 0.05$) between the studied location of the cage culture and the reference site in terms of measured water quality parameters (except water temperature, pH, and salinity). Additionally, the concentrations of nitrate, total ammonia, phosphate, nitrite, turbidity, and chlorophyll a measured at the cage location were much higher than those measured farther from the cages (at the reference site). The mean values of the Trix index, eutrophication risk index, trophic efficiency coefficient, and N:P ratio in the coastal waters of the study area were 4.97, 3.98, 0.2, and 3.6, respectively. Based on the Trix index, the trophic level at the cage culture location was high, the water quality was moderate, and the trophic efficiency coefficient and eutrophication risk were high.

Conclusion: Due to the short duration of the investigated period, the results of this research showed that fish breeding activities are effective in increasing the load of nutrients, turbidity, trophic levels, risk of eutrophication, trophy efficiency coefficient, and reducing water quality at the cage location. However, coastal waters far away from the location of the cages were unrecognizable.

NUMBER OF TABLES	NUMBER OF FIGURES	NUMBER OF REFERENCES
5	4	51

مقاله پژوهشی (مدیریت محیط زیست)

اثرات پرورش ماهی سی‌باس آسیایی (*Lates calcarifer*) در قفس بر کیفیت آب‌های ساحلی منطقه ریگو در جزیره قشم استان هرمزگان

غلامعلی اکبرزاده[1*]، هادی کوهکن[2]، فرشته سراجی[3]، راضیه ملایی[4]، لیلی محبی نوذر[5]

۱-بخش اکولوژی، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات و آموزش ترویج کشاورزی، بندر عباس، ایران
۲-دکتری مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات و آموزش ترویج کشاورزی - - پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتیکشور، سازمان تحقیقات و آموزش ترویج کشاورزی، بندر عباس، ایران
۳-دکتری مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات و آموزش ترویج کشاورزی - - پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتیکشور، سازمان تحقیقات و آموزش ترویج کشاورزی، بندر عباس، ایران
۴-کارشناسی مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات و آموزش ترویج کشاورزی - - پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتیکشور، سازمان تحقیقات و آموزش ترویج کشاورزی، بندر عباس، ایران
۵-دکتری مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات و آموزش ترویج کشاورزی - - پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتیکشور، سازمان تحقیقات و آموزش ترویج کشاورزی، بندر عباس، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۷
تاریخ بازبینی: ۱۴۰۲/۵۸/۱۰
تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۳/۱۵

واژگان کلیدی:
کیفیت آب
پرورش ماهی در قفس
آب‌های ساحلی
جزیره قشم

*نویسنده مسئول:
akbarzadeh385@gmail.com

Orcid: 0000-0003-2333-0339

doi: 10.52547/joc.14.53.1
dor: 1001.1.15621057.1402.14.53.1

چکیده

پیشینه و مبانی نظری پژوهش: ورود آب‌هایپساب‌های ناشی از فعالیت‌های پرورش ماهیان در قفس می‌تواند منجر به افزایش بار مواد مغذی، سطح تغذیه گرایی و کاهش کیفیت آب در محل استقرار قفس‌ها و آب‌هایآب‌های ساحلی گردد. لذا مطالعات مربوط به اثرات این‌گونه از فعالیت‌ها بر بوم‌سازگان دریایی بسیار ضروری به نظر می‌رسد.

روش‌شناسی: در این مطالعه، اثرات احتمالی ناشی از فعالیت‌های پرورش ماهی سی باس آسیایی (Lates calcarifer) در قفس بر کیفیت آب‌های ساحلی درمنطقه ریگوی جزیره قشم استان هرمزگان طی یک دوره شش‌ماهه در سال ۱۳۸۷ موردبررسی قرار گرفت .نمونه‌برداری از آب در سه ایستگاه شامل ایستگاه اول در مرکز، ایستگاه دوم در انتهای محدوده استقرار قفس‌ها و سوم در فاصله ۱۰۰۰ متری از محل استقرار قفس‌ها با استفاده بطری نمونه بردار نانسن صورت گرفت. درمجموع ۵۴۰ نمونه آب برای سنجش مواد مغذی (نیترات، نیتریت، آمونیاک کل، فسفات) برداشت گردید. اندازه‌گیری تمامی نمونه های مربوط به مواد مغذی بر مبنای روش رنگ سنجی به وسیله اسپکترو فتومتر صورت گرفت. سنجش دمای آب، pH ، شوری، اکسیژن محلول، درجه اشباعیت اکسیژن، کدورت آب و کلروفیلa با استفاده از دستگاه مولتی پارامتر در ستون آب صورت گرفت. برای طبقه‌بندی کیفیت آب، وضعیت تروفیک و میزان خطر یوتریفیکاسیون در آب‌های ساحلی منطقه موردمطالعه از شاخص‌های تروفیک مقیاسی و غیر مقیاسی تریکس استفاده گردید.

یافته‌ها: حداقل و حداکثر تغییرات دمای آب در این تحقیق برابر با ۳۱/۴۸Co-۲۲/۵۶; شوری، ۳۶/۹۸-۳۷/۵۵ppt; اکسیژن محلول، ۵/۹۲-۳/۰۳ mg/l ; pH،۸/۴۶-۸; کدورت، ۲۷/۴ NTU-۴/۳; نیترات ۰/۰۴-۰/۰۰۵ mg/l; نیتریت ۰/۰۰۳-۰/۰۰۱ mg/l; آمونیاک‌کل، ۰/۰۴-۰/۰۰۳ mg/l; فسفات ۰/۰۴۳-۰/۰۰۲ mg/l و کلروفیل a برابر با ۳/۸-۰/۱ µg/l بوده است. نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که اختلاف معنی داری ما بین ایستگاه‌های موردمطالعه از نظر پارامترهای کیفیت آب اندازه‌گیری شده (بجز دمای آب، پی اچ و شوری) وجود داشته است ($P<0.05$). همچنین غلظت نیترات، آمونیاک کل، فسفات ، نیتریت کلروفیل a و میزان کدورت آب اندازه‌گیری شده در آبآب‌های مجاور محل استقرا قفس‌ها به‌مراتب بیشتر از آب‌های دورتر از محل استقرار قفس‌ها (ایستگاه شاهد) بوده است. میانگین مقدار شاخص تریکس، شاخص خطر یوتریفیکاسیون، ضریب کارایی تروفی و میزان نسبت ازت به فسفر (N:P) در آب‌های ساحلی منطقه موردمطالعه به ترتیب برابر ۴/۹۷، ۳/۹۸، ۰/۲ و ۳/۶ بوده است. بر اساس شاخص تریکس وضعیت تغذیه گرایی در آب‌های مجاور محل استقرار قفس‌ها در سطح مزوتروف بالا، کیفیت آب در سطح متوسط، میزان ضریب کارایی تروفی و خطر شکوفایی در سطح بالا بوده است.

نتیجه‌گیری: با توجه به کوتاه بودن طول دوره پرورش، نتایج این تحقیق نشان داد که مواد مغذی، کدورت آب، خطر شکوفایی ریزجلبکی و میزان تغذیه گرایی در محل استقرار قفس‌ها نسبت به آب‌های دورتر از محل استقرار قفس‌ها افزایش و کیفیت آب از کاهش قابل‌توجهی برخوردار بوده است. به‌طورکلی اثرات ناشی از فعالیت‌های پرورش ماهی در قفس بر کیفیت آب‌های ساحلی در منطقه موردمطالعه غیر قابل تشخیص بوده است.

مقدمه

افزایش و فشار تقاضای جهانی در طی ۲۰ سال اخیر سبب رشد سریع تولید و پرورش ماهی از طریق قفس در تمام نقاط دنیا گردید [۱۹ و ۲۱]. طبق گزارش ارائه شده توسط سازمان شیلات ایران میزان تولید ماهی در قفس از ۶۳۸ تن در سال ۱۳۹۲ به ۱۴۱۰۰ تن در سال ۱۳۹۷ رسید [۱۵] . عدم توجه به ملاحظات بهداشتی و زیست‌محیطی زیست در پاره ای از موارد می‌تواند علاوه بر تأثیر منفی در تولید ماهیان پرورشی موجب تغییرات اساسی در اکوسیستم‌های دریایی گردد [۱۴]. افزایش مواد مغذی و کاهش کیفیت آب در اثر ورود مدفوع ماهیان و غذای باقیمانده در محیط و شیوع بیماری‌ها و راهیابی گونه‌های پرور شی به محیط های طبیعی از جمله معایب مربوط به سیستم پرورش ماهی در قفس محسوب می‌گردد [۲۸].به عنوان مثال Penczak و همکاران [۳۱] در مطالعات خود اظهار نمودند که به ازای تولید هرکیلوگرم ماهی آزاد در قفس، ۰/۲۵ الی ۰/۳ کیلوگرم مواد معلق، ۰/۰۳۳ کیلوگرم فسفر و ۰/۱ کیلوگرم نیتروژن می‌توان در طی یک دوره پرورش وارد محیط آبی گردد. Tacon و Halwart در مطالعات خود [۴۴] اظهار نمودند که در مکان‌های مربوط به استقرار قفس‌ها، افزایش تجمع مواد مغذی در ستون آب می‌تواند منجر به رخداد یوتریفیکاسیون (غنی شدن آب) و شکوفایی ریز جلبکی در آب‌های اطراف محل استقرار قفس های پرورش ماهی گردد. پرورش ماهی در قفس به دلیل هدر رفتن غذا در محیط پرورش، تنفس و دفع مواد زائد به طور مستقیم در آب، میزان مواد مغذی و مواد آلی و شکوفایی فیتوپلانکتونی را افزایش دهد. بر ا ساس مطالعات انجام شده تو سط Olsen و همکاران [۳۰] در مطالعات خود گزارش نمودند که در طی یک دوره پرورش ماهی در قفس، میزان ۶۸ کیلوگرم نیتروژن و 11 کیلوگرم فسفات به ازای هر تن تولید ماهی در شرایط حداقل هدر رفت غذا با ضریب غذایی مناسب می‌تواند وارد دریا گردد.

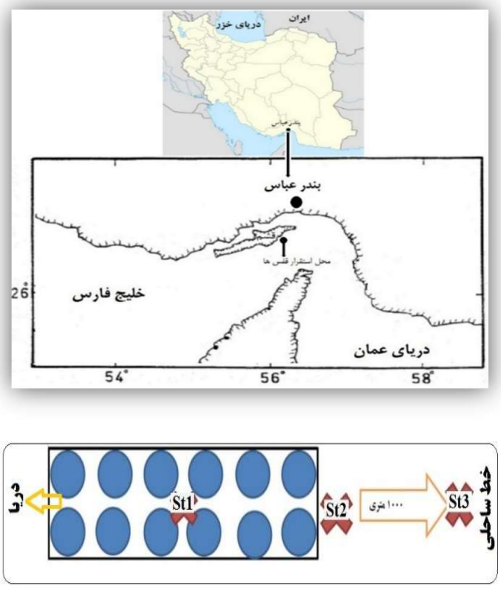
پیشینه و مبانی نظری پژوهش

در رابطه با اثرات پرورش ماهی در قفس بر محیط زیست آب‌های ساحلی و دریایی مطالعاتی زیادی در خارج از کشور صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به تحقیقات انجام Bekcan و همکاران [۵] با موضوع اثرات مربوط به پرورش ماهیان قزل‌آلا در آناتولی ترکیه و اثرات ناشی از پرورش ماهیان آزاد در قفس بر کیفیت آب و جوامع پلانکتون‌ها و بنتوزها در کوچین هند توسط Varghese و همکاران[۴۶]، اثرات اجتماعی و زیست محیطی پایدار ناشی از پرورش ماهی در قفس بر آب‌های دورتر از ساحل پورتریکو [۴۶]، اثرات نا شی از ورود پساب تولیدی حا صل از پرورش ماهی در قفس بر اکو سیستم‌های ساحلی [۱۸]، ارزیابی شرایط تغذیه گرایی در محل استقرار قفس‌های پرورش ماهی در خور نان شای چین [۲۱]، اثرات پرورش ماهی در قفس بر کیفیت آب و تولیدات اولیه [۳۵] و همچنین اثرات آن بر کیفیت آب و فیتوپلانگتون‌ها در سواحل شرقی تونس [۱۱] ا شاره نمود. با توجه به نوپا بودن صنعت پرورش ماهی در قفس در ایران مطالعات اندکی در داخل کشور در رابطه با اثرات متقابل ناشی از این‌گونه فعالیت‌ها بر محیط‌زیست ساحلی و دریایی صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به تحقیقات انجام شده توسط Jahani و همکاران [۱۹] با موضوع سنجش کیفی بار آلودگی آلی ناشی از اثرات احتمالی فعالیت‌های آبزی‌پروری (پرورش ماهی در قفس) بر روی کفزیان در خور غزاله (خلیج فارس)، Nasrallahzadeh و همکاران [۲۹] با موضوع بررسی عنا صر مغذی (فسفر و نیتروژن) ر سوبات در محدوده ا ستقرار قفس های پرورش ماهی واقع در سواحل دریای مازندران (شهرستان کلارآباد)، Bagheri و Mokarami [۴] با موضوع تغییرات ساختار زی شناوران گیاهی و مواد مغذی در پیرامون قفس‌های پرورش ماهیان واقع در جنوب دریای خزر و Akbarzadeh و همکاران [۱] در رابطه با بررسی شرایط محیطی اطراف قفس‌های پرورش ماهی در جزیره قشم استان هرمزگان را نام برد. بررسی اثرات متقابل مرتبط با فعالیت‌های آبزی پروری در قفس و محیط زیست از اهمیت زیادی برخوردار می‌با شد [۲۸]. در این تحقیق با توجه به محدودیت زمانی به‌منظور بررسی اثرات ناشی از فعالیت پرورش ماهیان سی باس آسیایی(Lates calcarifer) در قفس بر کیفیت آب‌های ساحلی در منطقه ریگو جزیره قشم استان هرمزگان نمونه‌برداری از عوامل زیستی و غیر زیستی در سه ایستگاه طی یک دوره زمانی شش ماهه در سال ۱۳۹۷ به مرحله اجرا درآمد.

روش‌شناسی

این تحقیق در محل استقرار قفس‌های پرورش ماهی سی باس آسیایی واقع در آب‌های ساحلی منطقه ریگو جزیره قشم استان هرمزگان با موقعیت جغرافیایی" ۵۷ ´ ۵۰ °۲۶ عرض شمالی و" ۲۵ ´ ۰۹ °۵۶ طول شرقی صورت گرفت (شکل ۱). با توجه به محدودیت زمانی، نمونه‌برداری از آب با استفاده از بطری نمونه بردار نانسن در سه ایستگاه شامل: ایستگاه اول در مرکز استقرار قفس‌ها، ایستگاه دوم در انتهای محدوده

استقرار قفس‌ها و ایستگاه سوم در فاصله ۱۰۰۰ متری از محل استقرار قفس‌ها (ایستگاه شاهد) در دولایه سطحی(یک متری) و عمقی (ده متری زیر قفس‌ها) به طور ماهانه از ماه مهر لغایت اسفند سال ۱۳۹۷ به مدت شش ماه صورت گرفت.



شکل۱: کروکی ایستگاه‌های انتخابی در محدوده استقرار قفس‌های در آب‌های ساحلی منطقه ریگو در جزیره قشم استان پرورش ماهی هرمزگان

برخی از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب از قبیل درجه حرارت (برحسب درجه سانتی‌گراد)، شوری (برحسب گرم درهزار)، اکسیژن محلول (بر حسب میلی‌گرم برلیتر)، pH ،کدورت برحسب واحد نفلومتریک[1] و کلروفیل a (بر حسب میکروگرم بر لیتر) با استفاده از دستگاه مولتی پارامتر(CTD)[2] مدل[3] ۳۱۶ در ستون آب مورد سنجش قرار گرفتند. نمونه های مربوط به مواد مغذی (نیترات، نیتریت، فسفات و آمونیاک‌کل) پس از جمع‌آوری تحت شرایط خاص (نگهداری در دمای c^o ۴ توسط پودر یخ) به آزمایشگاه پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان انتقال و سپس با استفاده از پمپ خلاء و کاغذ های میلی پور با قطر ۰/۴۵ میکرون فیلتر و تا زمان آنالیز در فریزر نگهداری شدند. اندازه‌گیری تمامی نمونه های مربوط به نیترات ($NO3^-$)، نیتریت ($NO2^-$)، آمونیاک کل (Ammonia: $NH3+NH4^+$) و فسفات ($PO4^{-3}$) به روش رنگ سنجی در طول موج های موردنظر با استفاده از فتومتر سی سیل (CECIL) مدل ۳۰۴۱ و بر اساس دستورالعمل موجود [۲۷] در آزمایشگاه بر حسب میلی‌گرم بر لیتر صورت گرفت. جهت ثبت داده‌ها و رسم نمودار ها از نرم افزار Excel و تجز یه و تحلیل داده ها از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۸ استفاده گردید. برای بررسی توزیع داده‌ها و انتخاب آزمون‌های آماری از آزمون‌های شفیرو-ویلک وکولموگروف ا سمیرنوف و انتقال داده‌ها در صورت نیاز از فرآیند لگاریتم گیری بر مبنای ده (Log10 X) استفاده گردید[۲۳]. جهت گروه بندی کیفیت آب ایستگاه‌های موردمطالعه بر اساس متغیرهای مربوط از آنالیز خوشه بندی داده‌ها و جهت مقایسه تغییرات زمانی و مکانی پارامترها در صورت توزیع نرمال داده‌ها از تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون دو بدویی (Tuky test) و عدم توزیع نرمال از آزمون های ناپارامتریک کروسکال والیس یا کولموگروف-اسمیرنوف و برای بررسی ارتباط بین پارامترها و شناسایی پارامترهای متمایزکننده کیفیت آب در بین ایستگاه‌ها از تحلیل عاملی به روش مؤلفه‌های اصلی استفاده گردید. برای طبقه‌بندی کیفیت آب از شاخص Trix (معادله ۱) ارائه‌شده توسط Volleinweider و همکاران [۴۸]، میزان ریسک یوتریفیکاسیون (خطر پرغذایی) از شاخص غیر مقیاسی Untrix (معادله ۲) ارائه شده توسط Pettine و همکاران [۳۲] و تعیین میزان قابلیت دسترسی مواد مغذی جهت مصرف فیتوپلانکتون ها از شاخص ضریب کارایی تروفی (معادله ۳) ارائه شده توسط Biijoy-Nandanو همکاران [۵] استفاده گردید. شاخص تریکس (معادله۱) از ترکیب چهار متغیر شامل کلروفیلa (mg/m3)، درصد کمبود اکسیژن از اکسیژن ا شباع [aDO% =absI100-O%I]، مواد مغذی [شامل ازت کل(TN µg/l) و فسفرکل(TP µg/l)] تشکیل می گردد. در این مطالعه بجای ازت کل از ازت معدنی کل(DIN µg/l) و فسفر کل از فسفات محلول ($PO4^-$µg/l) استفاده گردید.

$$Trix = Log10(Ch - a \times aDo \times DIN \times PO4) + 1.5)/1.2$$ معادله (۱)

$$UnTrix = Log10(Ch - a \times aDo \times DIN \times PO4)$$ معادله (۲)

$$Efficiency\ Cofficuent = Log10([Ch - a \times aDo\%]/[MinDin \times MinPO4])$$ معادله (۳)

برای محا سبه شاخص‌ها از میانگین‌ها در فا صله اطمینان ۹۵ در صد (±2STD) ا ستفاده گردیده ا ست. قبل از محا سبه شاخص‌ها مقادیر

1 Neflumetric Turbidity Unit NTU

2 C.T.D=Conductivity. Temperature , Depth
3 Ocean Seven-316

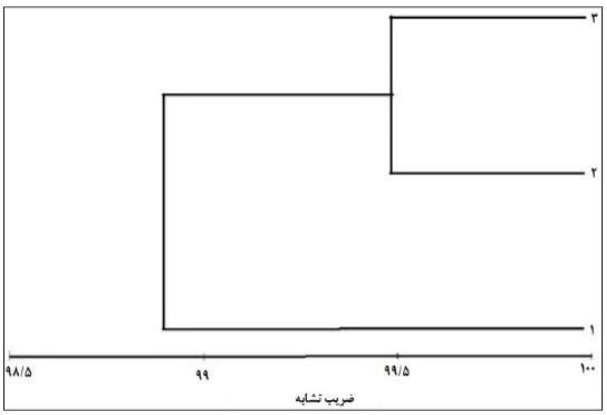
پرت و خارج از محدوده [میانگین± انحراف معیار(μ±2STD)] از مجموعه داده‌ها حذف گردیدند. بر اساس شاخص تری کس [۲۲، ۳۲] می‌توان وضعیت تروفی[۴۸] و کیفیت آب را به چهار طبقه تقسیم‌بندی نمود (جدول۱). در شاخص تروفیک غیر مقیاسی Untrix، مقدار ۴> Untrix بیانگر عدم ریسک یوتریفیکاسیون، ۶≤ Untrix≤۴ نشان‌دهنده ریسک بالای و ۶ < Untrix بیانگر سیستم یوتروف می‌باشد [۲۲]. مقادیر عددی حاصل از ضریب کارایی تروفی معمولاً منفی و از ۴/۴۸- تا ۰/۴۵ متغیر هستند[۲۰]. مقادیر پایین ضریب کارایی تروفی نشان‌دهنده پایین بودن قابلیت دسترسی مواد مغذی و مقادیر بالای آن نشان‌دهنده بالا بودن جهت مصرف توسط تولیدکنندگان اولیه است [۲۰].

جدول۱: طبقه‌بندی کیفیت آب بر اساس شاخص تریکس

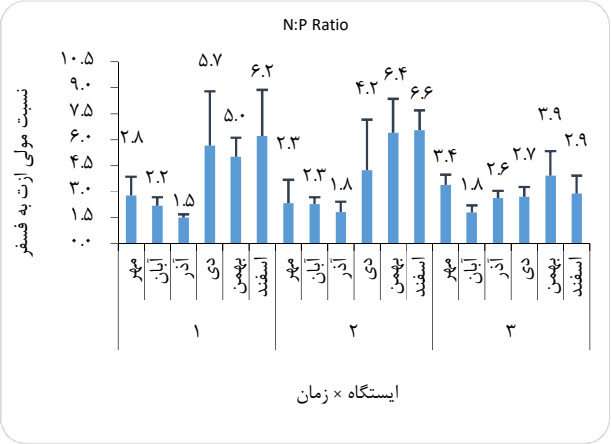
کیفیت آب از نظر آلودگی	سطح تروفی	Trix value
خیلی خوب (فاقد آلودگی)	اولیگوتروف	۰ >TRIX≤۴
خوب (خیلی کم)	مزوتروف	۴ <TRIX≤۵
بد (متوسط)	مزوتروف بالا	۵ <TRIX≤۶
خیلی بد (آلودگی بالا)	یوتروف	۶ <TRIX≤۸

یافته‌ها و نتایج

تغییرات مربوط به پارامترهای کیفیت آب در شکل ۲ ارائه گردیده است. در مطالعه انجام شده حداکثر تغییرات مربوط به دمای آب (ایستگاه شاهد) و نیتریت در ماه مهر(ایستگاه دوم) برابر با C° ۳۱/۲۳، ۰/۰۰۲ mg/l ، اکسیژن محلول و شوری در ماه آبان (ایستگاه دوم) برابر با ۵/۹ mg/l و ۳۷/۴۱ppt، کدورت و کلروفیل a در ماه دی (در ایستگاه اول) برابر با ۹/۱ NTU، ۲/۲۳ µg/l، pH در ماه آبان (ایستگاه شاهد) برابر با ۸/۲۲ و نیترات و آمونیاک کل (ایستگاه اول) در ماه اسفند برابر با ۰/۰۳۲ µg/l و ۰/۰۲۳ µg/l بوده است. حداقل تغییرات کدورت و نیتریت به ثبت رسیده در ماه مهر(ایستگاه اول) به ترتیب برابر با ۹/۱NTU و ۰/۰۰۱ mg/l، pH و اکسیژن محلول در ماه آبان (ایستگاه اول) برابر با ۸/۰۷ و ۵/۹ mg/l و آمونیاک کل و فسفات (ایستگاه دوم) در ماه دی برابر با ۰/۰۰۴ µg/l، درجه حرارت و شوری (ایستگاه اول)، نیترات و کلروفیل a (ایستگاه شاهد) در ماه اسفند به ترتیب برابر با C° ۳۱/۲۳، ۰/۰۰۲ mg/l، ۳۷/۴۱ ppt، ۰/۰۰۶µg/l و ۰/۳۸ µg/l بوده است. تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان داد که ما بین ایستگاه‌ها از نظر پارامترهای کیفیت آب اندازه‌گیری شده (به استثنای دمای آب، اکسیژن محلول، pH و شوری) اختلاف معنی داری وجود داشته است (P<0.05). نتایج این تحقیق نشان داد که از بر اساس آزمون تی (t test) تغییرات مربوط به میزان pH، اکسیژن محلول و کلروفیلa اندازه‌گیری شده در بین دو لایه سطحی (۱ متری) و عمقی (بزرگتر از۱۰متر) اختلاف معنی داری وجود داشته است (P<0.05). به‌طور کلی اثرات زمان (ماه‌های پرورش) بر تغییرات پارامترهای موردبررسی معنی‌دار بوده است (P<0.05). نمودار درختی حاصل از آزمون خوشه‌بندی داده‌های فیزیکو شیمیایی (شکل ۳) نشان داد که کیفیت آب را می‌توان در ایستگاه‌های موردبررسی به دو گروه اول (ایستگاه اول) و دوم (ایستگاه‌های دوم - سوم) طبقه‌بندی نمود. تغییرات زمانی (ماه‌های پرورش) و مکانی نسبت به فسفر (N:P ratio) ایستگاه‌های موردبررسی در شکل ۴ آمده است. میانگین و محدوده تغییرات نسبت ازت به فسفر (N:P) در آب‌های ساحلی مربوط به محل استقرار قفس‌ها به ترتیب برابر با ۲/۲±۳/۶, ۱۱/۹-۰/۳ و بیشترین میزان نسبت ازت به فسفر (انحراف معیار± میانگین) در ماه اسفند مربوط به ایستگاه دوم برابر با ۱/۱±۶/۶ و کمترین آن در ماه آذر در ایستگاه دوم برابر با ۰/۲±۱/۵بوده است. نتایج آنالیز واریانس دو طرفه حاکی از اثرات متقابل مکان (ایستگاه) و زمان بر روند تغییرات نسبت ازت به فسفر در طی دوره مطالعه بوده است (P<۰/۰۵ ; df = ۸ ; F=۶/۳۸ ; Mean Square=۹/۵۸ ; R Squared =۰/۷۳). مقایسه متغیرهای اثرگذار و مقادیر شاخص‌های موردمطالعه با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه در جدول ۲ ارائه گردیده است. نتایج حاصل از آنالیز واریانس نشان داد که مابین ایستگاه‌ها از نظر میزان شاخص‌های محاسبه شده اختلاف معنی داری وجود داشته است (P<0.05).

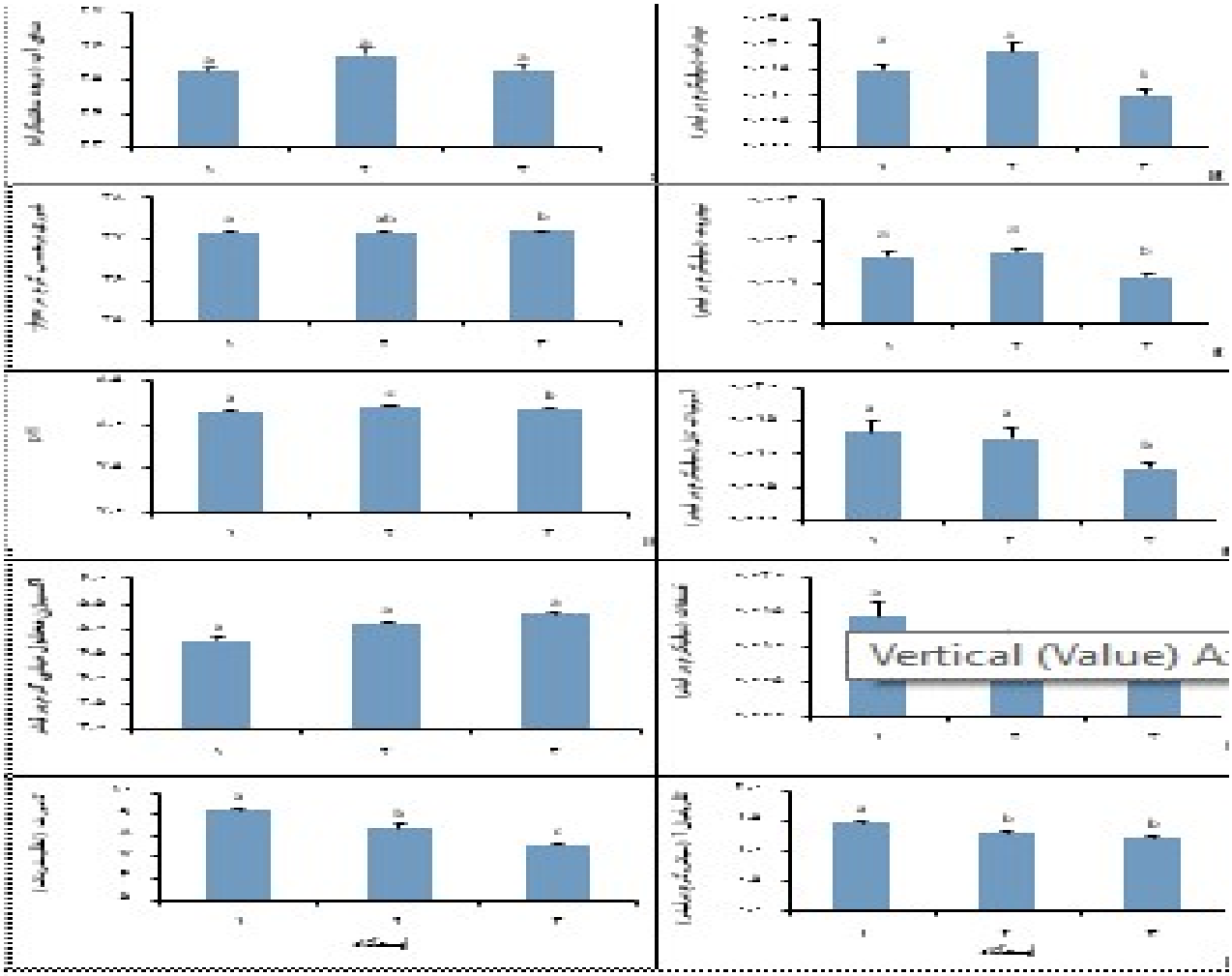


شکل۳: طبقه‌بندی کیفیت آب ایستگاه‌های موردمطالعه



شکل۴: تغییرات نسبت ازت به فسفر ایستگاه‌های موردمطالعه در طی دوره پرورش ماهی در قفس

ماتریس نمره‌های عاملی حاصل از آزمون مؤلفه های اصلی جهت بررسی اثرات پارامترهای فیزیکوشیمیایی موردمطالعه بر تغییرات کلروفیل a در جدول۳ ارائه گردیده است. در این آزمون شاخص KMO برابر با ۰/۶۸۳ و آزمون بارتلت معنی دار بوده است (P<0.05). بنابراین کفایت داده‌ها جهت انجام آزمون مورد تأیید قرارگرفت. برای شناسایی متغیرهای اثرگذار بر تغییرات کلروفیل a دو مؤلفه با مقادیر ویژه بزرگتر از واحد انتخاب گردید. نتایج حاصل از تحلیل مؤلفه‌ها نشان داد که در محل استقرار قفس‌ها و در مؤلفه دوم فسفات، کدورت و اکسیژن محلول و در ایستگاه شاهد دمای آب، شوری، کدورت، نیترات و فسفات با نمره‌های عاملی قوی (>۰/۷۵) از عوامل مهم اثرگذار بر تغییرات کلروفیلa مورد شناسایی قرارگرفتند.



شکل ۱: مقایسه پارامترهای فیزیکوشیمیایی در بین ایستگاه‌های موردمطالعه

جدول۲: مقایسه متغیرهای اثرگذار و مقادیر شاخص‌های موردمطالعه با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه

ایستگاه	ازت معدنی کل	اکسیژن اشباع	فسفات	کلروفیلa
۱	۰/۰۳۳±۰/۰۱۳^{a}	۶۵/۶۴±۱۲/۵۷^{a}	0/014 ±0/011^{a}	1/8 ±۰/94^{b}
۲	۰/۰۳۴±۰/۰۱۸^{a}	۶۵/۴۳±۱۰/۷۴^{a}	0/008 ±0/003 ^{ab}	1/46 ±۰/۸3^{a}
۳	۰/۰۱۹±۰/۰۰۷^{b}	۶۷/۲±۱۵/۷۷^{a}	0/007 ±0/003^{b}	۱/۲۸ ±۰/۸۵^{b}
ایستگاه	شاخص تریکس	شاخص خطر یوتریفیکاسیون	ضریب کارایی تروفی	
۱	۵/۴۴±۰/۳۸^{a}	۴/۳ ±۰/۳۵^{a}	۰/۲۶ ±۰/۰۷^{a}	
۲	۵/۲±۰/۲۹^{a}	۴/۲۸ ±۰/۲۶^{a}	۰/۲۱^{a}±۰/۱۱^{a}	
۳	۴/۲۸±۰/۲^{b}	۳/۳۷ ±۰/۲۹^{b}	۰/۰۹±۰/۰۶^{b}	

جدول ۳: ماتریس نمره‌های عاملی حاصل از آنالیز مؤلفه‌ها جهت بررسی ارتباط بین کلروفیل a و پارامترهای کیفیت آب

نتایج این تحقیق نشان داد که	محل استقرار قفس‌ها		ایستگاه شاهد	
	مؤلفه‌ها			
	اول	دوم	اول	دوم
دمای آب	۰/۸۴	۰/۲۸	۰/۹۴	۰/۲۶
اکسیژن محلول	-۰/۶۲	۰/۷۸	۰/۳۱	۰/۸۸
pH	۰/۲۳	-۰/۶۱	-۰/۱۷	-۰/۶۰
شوری	۰/۷۶	۰/۳۳	۰/۸۹	۰/۴۴
کدورت	۰/۴	۰/۸۸	۰/۹۳	۰/۲۰
a کلروفیل	۰/۰۱	۰/۹۱	۰/۸۹	۰/۲۱
نیترات	۰/۸۸	-۰/۳۹	۰/۸۸	۰/۴۲
نیتریت	۰/۰۳	-۰/۳۰	-۰/۲۷	-۰/۸۷
آمونیاک کل	۰/۸۹	-۰/۳۲	۰/۱۷	۰/۷۸
ازت معدنی	۰/۲۸	۰/۸۳	۰/۷۹	۰/۳۳
فسفات	۰/۰۴	۰/۷۶	۰/۸۹	۰/۳۵
مقادیر ویژه	۵/۲۴	۴/۴	۷/۹۶	۵/۲۵
واریانس(درصد)	۳۴/۹۶	۲۹/۳۳	۵۳/۰۸	۳۵/۰۲

شاهد در طی دوره پرورش اندک بوده و بر اساس آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه اختلاف معنی داری مابین ایستگاه‌های موردمطالعه وجود نداشته است (P>0.05). در مطالعه انجام شده حداقل اکسیژن محلول (۳/۰۱) در انتهای دوره پرورش و میزان شوری به ثبت رسیده در طی دوره پرورش خارج از حد مجاز و میانگین تغییرات مربوط به دمای آب و pH در محدوده مجاز پارامترهای کیفیت آب گزارش شده جهت حفاظت از زندگی آبزیان و پرورش ماهیان دریایی (جدول ۴) بوده است. به نظر می‌رسد که در مطالعه انجام‌شده عدم جریان آب مناسب در داخل و زیر قفس‌ها، افزایش مواد آلی اکسیژن خواه تحت تأثیر فعالیت‌های پرورش ماهی در کاهش اکسیژن محلول آب نقش بسزایی داشته است. بالا بودن سطح میزان شوری در منطقه موردمطالعه طبیعی و تحت تأثیر شرایط هیدرولوژیک منطقه قرار گرفته و فعالیت‌های مربوط به پرورش ماهی در آن هیچ تأثیری نداشته است. در تحقیق انجام شده کدورت آب در محل استقرار قفس‌های پرورش ماهی به‌مراتب بیشتر از آب‌های ساحلی دورتر از محل استقرار قفس‌ها بوده است. مواد معلق با منشأ غذایی و مدفوع ماهیان[۴۰] و جانمایی نامناسب محل استقرار قفس‌ها از نظر میزان شدت امواج و جریان ها از عوامل مهم افزایش کدورت آب در قفس‌های پرورش ماهی محسوب می گردد[۱۰]. میزان کدورت در محل استقرار قفس ها تحت تأثیر فعالیت‌های پرورش ماهی نسبت به ایستگاه شاهد (آب‌های ساحلی دور از محل استقرار قفس‌ها) از افزایش معنی داری برخوردار بوده است (P>0.05). حداکثر میزان کدورت به ثبت رسیده درآب‌های مجاور محل استقرار قفس‌ها (۶/۱ NTU) با میزان گزارش شده آن توسط Ebrahimi و همکاران [۱۳] و اکبرزاده و همکاران[۲] نزدیک و در محدوده مجاز میزان کدورت گزارش شده جهت حفاظت از زندگی و پرورش آبزیان دریایی بوده است (جدول ۴). ورود مواد مغذی از طریق فعالیت‌های مختلف انسانی به اکوسیستم های ساحلی با ایجاد شکوفایی ریزجلبکی می‌تواند باعث تخریب این اکوسیستم ها گردد[۴۹]. غذای خورده نشده، مدفوع ماهیان، ضایعات مربوط به متابولیک ماهی در طی فعالیت های پرورش ماهیان در قفس از منابع مهم آزاد سازی مواد مغذی به آب‌های دریایی و ساحلی محسوب می‌گردند [۱۴]. در تحقیق حاضر سطح تغییرات غلظت نیترات، آمونیاک کل، فسفات، نیتریت اندازه‌گیری شده در محل استقرار قفس‌ها تحت تأثیر غذای خورده نشده، فعالیت‌های متابولیسمی و ریزش های آلی با منشأ فیتوپلانکتونی حاصل از فعالیت‌های پرورش ماهی به‌مراتب بیشتر از آب‌های ساحلی دورتر از محل استقرار قفس‌ها در منطقه موردمطالعه بوده است. به نظر می رسد افزایش زمان ماندگاری و ایستایی آب در داخل قفس‌ها در افزایش چند برابری مواد مغذی و کلروفیل a به‌عنوان شاخص تولیدات اولیه در محل استقرار قفس‌ها بسیار مؤثر بوده باشد. Venturoti و همکاران [۴۷] در مطالعات خود به این نکته اشاره نمودند که کاهش جریان و افزایش ماندگاری آب در قفس‌ها می‌تواند منجر به افزایش ماندگاری میزان فسفر، نیتروژن محلول در توده آبی

داخل قفس‌ها شـــده که این وضـــعیت می‌تواند بر مجموعه جوامع زیستی توده آبی داخل قفس اثر گذا شته و در افزایش تولیدات اولیه نقش بســزایی را ایفا نماید. مطالعات انجام شــده توســط Olsen و همکاران [۳۰] نشــان داد که به ازای هر تن ماهی تولید شــده، ۶۸ کیلوگرم نیتروژن، ۱۱ کیلوگرم فسـفات می‌تواند در شـرایط حداقل هدر رفت غذا و ضریب تبدیل غذایی منا سب وارد دریا گردد. به‌طور کلی بایسـتی به این موضـوع اشـاره نمود، هرچند که میزان کدورت، کلروفیلa و مواد مغذی اندازه‌گیری شـــده در آب‌های مجاور محل اسـتقرار قفس‌ها نسـبت به آب‌های سـاحلی دورتر از محل اسـتقرار قفس ها از افزایش معنی داری برخوردار بوده اســت ولی هیچ گاه میانگین تغییرات مربوط به این عوامل در طی زمان های موردبررسی از محدوده مجاز کیفیت آب گزارش شـــده جهت حفاظت از زندگی آبزیان و پرورش ماهیان دریایی که درجدول ۴ آمده است فراتر نرفته اســت. در مورد اثرات ثانویه ناشـــی افزایش مواد مغذی حاصـــل از فعالیت‌های پرورش ماهی در قفس و اثرات آن بر تولیدات اولیه در اکوسیستم های ساحلی نظرات متفاوتی ارائه گردیده است، به طوری که برخی از مطالعات حاکی از تاثیرکم یا عدم تأثیر و گروهی دیگر نیز تأکید بر تأثیر این‌گونه از فعالیت‌ها بر افزایش تولیدات اولیه در آب‌های سـاحلی بوده اسـت [۷، ۳۵]. بررسـی نتایج حاصـل از آنالیز مؤلفه‌ها حاکی از اثرات نســبتاً بالای تغییرات مربوط به ازت معدنی کل و فسفات بر تولیدات اولیه (شاخص کلروفیلa) در محل استقرار قفس‌ها بوده اسـت. در سـیسـتم های دریایی و سـاحلی نیترات و فسفات ممکن است به میزان کافی جهت رشد در آب وجود نداشته باشـد، در این صـورت این مواد می‌توانند به‌عنوان یک عامل محدود کننده (limiting factor) برای رشد محسوب گردند [۶]. اگر فسفر به‌عنوان یک عامل محدود کننده عمل نماید در این صـورت نسـبت N:P افزایش می‌یابد [۶]. نتایج بررسـی تغییرات نسـبت‌های مولی ازت به فسفر در این تحقیق نشان داد که حداکثر میزان این نسبت در طی دوره بررســی در آب های مجاور محل اســتقرار قفس ها (۱۱/۷۹) و آب‌های ســاحلی دورتر از محل اســتقرار قفس‌ها(۶/۱۶) به‌مراتب کمتر از نسـبت Redfield [۳۹] بوده اسـت. Redfield و همکاران [۳۸] در مطالعات خود اظهار نمودند که افزایش نسبت N: P می‌تواند نشان دهنده محدودکنندگی رشد پلانکتون ها به‌وسیله فسفات باشد. در این تحقیق می‌توان اظهار نمود که نیترات می‌تواند در برخی از زمان ها نسـبت به فسـفات به‌عنوان یک عامل محدودکننده برای رشـد تولید کنندگان اولیه عمل نماید. نتایج مطالعات انجام شده در سواحل آلبوران اسپانیا نشان داد که در طی دوره موردمطالعه نسـبت N:P کمتر از ۱۶:۱ بوده که بنا به اظهارات محقق فوق نشـان‌دهنده کمبود نسـبی نیترات به فسـفات در مناطق موردبررســی بوده اســت[۸]. Bijoy-Nandan و همکاران [۶] در مطالعات خود اظهار می نماید که میزان ازت کمتر از ۱۰ و یا فسـفر بالاتر از ۱۴ می‌تواند شـــرایط محدود کنندگی برای تولید کنندگان اولیه را به همراه داشـته باشـد. بر اسـاس معیار مربوط به شـاخص ضریب کارایی و مقایسه آن با مقادیر حاصل از میزان این شاخص در مطالعه انجام شده می‌توان دریافت که قابلیت د ستر سی مواد مغذی در محدوده استقرار قفس‌ها نسبت به ایستگاه شاهد از افزایش معنی داری برخوردار بوده اسـت ($P<0.05$). Bijoy-Nandan و همکاران [۲۰] در مطالعات خود اظهار می نمایند که مقادیر پایین ضـــریب کارایی تروفی نشان‌دهنده مصرف کم و مقادیر بالای آن نشان دهنده مصـــرف بالای مواد مغذی توســط فیتوپلانکتون‌ها می‌باشـــد [۲۰]. ارزیابی شـــرایط تروفی و تعیین خطر شـــکوفایی پلانکتونی به‌عنوان یکی از مسائل مهم در مدیریت زیست محیطی در اکوسیستم های ســـاحلی مورد توجه قرار می گیرد [۵۰] به‌طوری‌که می‌تواند در پیشـــگیری و کنترل شـــکوفایی جلبکی منابع آبی بســـیار مفید واقع گردد [۳۶، ۵۲]. پدیده یوتریفیکاســـیون می‌تواند به‌طور مســـتقیم و غیر مسـتقیم باعث رشـد نامطلوب تولیدکنندگان اولیه در منابع آبی گردد[۴۲]. در این مطالعه بر اساس مقادیر مربوط به شاخص تروفی تریکس (جدول ۲) کیفیت آب ایسـتگاه‌های موردمطالعه قرار گرفت. بر اســاس این شــاخص وضــعیت تروفی و خطر اتریفیکاســیون در آب های مجاور محل اســـتقرار قفس ها در حد بالا (High risk) (مزوتروف بالا) و کیفیت آب از نظر آلودگی در ســطح بد (متوســط) بوده است، در حالی که در آب‌های ساحلی دورتر از محل فعالیت‌های پرورش ماهی در قفس (ایســـتگاه شـــاهد) وضـــعیت تروفی در حد متوسط (مزوتروف) و کیفیت آب در سطح خوب (آلودگی خیلی کم) و خطر اتریفیکاسیون در حالت عدم ریسک (NO Risk) بوده است. می‌توان اظهار نمود که در زمان موردمطالعه پتانســـیل ایجاد تروفی نا شی از فعالیت‌های پرورش ماهی در قفس هرچند که باعث افزایش سطح تروفیک و افزایش میزان ریسک شکوفایی و تولیدات اولیه در آب‌های مجاور محل اســتقرار قفس‌ها گردیده اســت ولی بر آب‌های ساحلی دورتر از محل استقرار قفس‌ها بی‌تأثیر بوده است.

جدول ۴: محدوده قابل پذیرش برخی پارامترهای کیفیت آب برای حفاظت از زندگی آبزیان و پرورش ماهیان دریایی

پارامتر	تحقیق حاضر	۱	۲	۳	۴	۵	۶
دمای آب، C°	۲۵/۵۴ ±۳/۵	-۴۰ ۲۵	۲۶ - ۳۲				۲۸-۳۲
pH	۸/۱۵ ±۰/۱	-۸/۴ ۷/۸	۷/۵-۸/۳		-۸/۳ ۷/۸	۶-۹	۷/۵-۸/۳
شوری، ppt	۳۷/۱۹ ±۰/۱۶		■۱۰-۳۱				-۳۵ ■۲۸
اکسیژن محلول، mg/l	۵/۲۶ ±۰/۴	۴>	۴-۸	۴	≥۴	۵>	۴-۸
نیترات، mg/l	۰/۰۱۵ ±۰/01			۰/۰۶			
نیتریت، mg/l	±۰/۰۰۱ ۰/۰۰۲			< ۰/۰۵۵		< ۰/۱	
آمونیاک کل[۷]، mg/l	۰/۰۱۱ ±۰/01	۱ <	< ۰/۰۲	۰/۰۷		۱ <	۰/۰۲
فسفات، mg/l	۰/۰۱ ±۰/01			۰/۰۱۵	≤۰/۱	۰/۰۵ <	
کلروفیل a، mg/l	۱/۵۱ ±۰/۹				<۱۵		
کدورت، NTU	۷/۷۲ ±۰/۱				≤۱۰		

[۱] محدوده قابل پذیرش پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب برای پرورش آبزیان دریایی و آبزی پروری[۴۳] (Sirikul, 1982) ; ۲) محدوده قابل پذیرش برای پرورش ماهی سی باس درتایلند [۴۵] (Tookwinas and Charearnrid, 1988) ; ۳) استاندارد کیفیت آب در منطقه آ. س. آن: (ASEAN) , [۲۵] (McPherson *et al.*, 1999) ; ۴) کیفیت آب جهت حفاظت از زندگی آبزیان در آب‌های ساحلی[۴۱] (Shanmugam *et al.*, 2007) ; ۵) کیفیت آب برای پرورش آبزیان دریایی در استرالیا [۳۳] (Philminaq, 2014) ; ۶) نرماتیوهای مورد نیاز برای احداث مزارع تکثیر و پرورش آبزیان (سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۲) ; ۷) مجموع ترکیبات آمونیاکی; ■: خارج از حد مجاز

جدول۵ : طبقه‌بندی کیفیت آب بر اساس شاخص تری کس در آب‌های ساحلی محل استقرار قفس‌های پرورش ماهی در منطقه ریگو جزیره قشم

ایستگاه	سطح تروفی	وضعیت تروفی	کیفیت آب	ریسک شکوفایی	ضریب کارایی تروفی
۱	مزوتروف بالا	بالا	بد(متوسط)	بالا	بالا
۲	مزوتروف بالا	بالا	بد(متوسط)	بالا	بالا
۳	مزوتروف	متوسط	خوب (خیلی کم)	عدم ریسک	پایین

منبع : Pettine و همکاران [۳۲]

نتیجه‌گیری

با توجه به کوتاه بودن طول دوره موردبررسی، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که فعالیت های پرورش ماهی در افزایش بار مواد مغذی،کدورت، سطح تغذیه گرایی، میزان خطر یوتریفیکاسیون، ضریب کارایی تروفی و کاهش کیفیت آب در محل استقرار قفس‌ها مؤثر ولی بر آب‌های ساحلی دورتر از محل استقرار قفس‌ها غیر قابل تشخیص بوده است. هوشمند سازی پرورش ماهی در قفس، بهبود فرمولاسیون غذای ماهیان و جلوگیری از هدر رفت غذا می‌تواند باعث کاهش اثرات زیست محیطی ناشی از این‌گونه فعالیت‌ها بر آب‌های ساحلی و دریایی گردد.

مشارکت نویسندگان

نگارش کلی مقاله بر عهده نویسنده نخست، شرکت در عملیات میدانی به عهده نویسنده اول و دوم، آنالیز آزمایشگاهی به عهده نویسنده سوم و چهارم و بررسی صحت نتایج داده‌ها به عهده نویسنده پنجم بوده است. میزان مشارکت به‌صورت ۵۰ درصد برای نویسنده نخست و ۵۰ درصد به عهده نویسندگان دوم تا پنجم بوده است.

تشکر و قدردانی

بر خود لازم می‌دانم از سایر همکارانم که در فاز عملیاتی پروژه زحمات زیادی کشیده‌اند، تشکر و قدردانی نمایم.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان‌نشده است.»

Reference

[1] .Akbarzadeh chomachaei GH, Darvishi M, karimzadeh R, Saraji F, Fourooghifard H, Abdolalian E, zahedi M, Aghagary SH, et al. Investigation the environmental conditions of cage culture in Hormozgan province (Qeshm Isand). Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research Education and Extension Organization. Final Report.2021 August; 169 pp (in Persian).

[2] .Akbarzadeh chomachaei GH, Jokar K, Ebrahimi E, Dehghani R, Aghagary SH, Mortazavi MS. Evaluation of physicochemical parameters and their relationship

14.https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261517710000592

[8] . Camargo JA, Alonso A, De la Puente M. Eutrophication downstream from small reservoirs in Mountain Rivers of Central Spain. Water research. 2005 Sep 1; 39(14):3376-84. https://www.researchgate.net/publication/7705208_Eutrophication_downstream_from_small_reservoirs_in_mountain_rivers_of_Central_Spain

[9] . Cardia F, Ciattaglia A, Corner RA. Guidelines and Criteria on Technical and Environmental Aspects of Cage Aquaculture Site Selection in the Kingdom of Saudi Arabia. 2017, 58p. https://repository.oceanbestpractices.org/bitstream/handle/11329/1616/i6719e.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[10] ·Cardia, F. and Lovatelli, A. 2015. Aquaculture operations in floating HDPE cages: a field handbook. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. Rome, FAO .2015; 593. 152 pp. https://www.researchgate.net/profile/Nirmala-Svsg/post/Can-anyone-provide-the-pdf

[11] · Challouf R, Hamza A, Mahfoudhi M, Ghozzi K, Bradai MN. Environmental assessment of the impact of cage fish farming on water quality and phytoplankton status in Monastir Bay (eastern coast of Tunisia). Aquaculture international. 2017 Dec; 25(6):2275-92. https://www.researchgate.net/publication/319302326_Environmental_assessment_of_the_impact_of_cage_fish_farming_on_water_quality_and_phytoplankton_status_in_Monastir_Bay_eastern_coast_of_Tunisia

[12] · Chateau PA, Huang YC, Chen CA, Chang YC. Integrated assessment of sustainable marine cage culture through system dynamics modeling. Ecological Modelling. 2015 Mar 10; 299:140-6. https://www.researchgate.net/publication/270768606_Integrated_assessment_of_sustainable_marine_cage_culture_through_system_dynamics_modeling

[13] · Ebrahimi M, Dehghani R, Akbarzadeh G., Khodadadi Jokar K., AyaghR. Monitoring of algal bloom in the coastal waters of the Persian Gulf and the Sea of Oman with chlorophyll a in coastal waters of Hormozgan Province. Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research Education and Extension Organization. Final Report. 2016 August; 108 pp (in Persian).

[3] .Alston DE, Cabarcas A, Capella J, Benetti DD, Keene-Meltzoff S, Bonilla J, Cortés R. Environmental and social impact of sustainable offshore cage culture production in Puerto Rican waters. Final Report. 2005 Apr; 4:9-12.https://www.researchgate.net/publication/228538775_Environmental_and_Social_Impact_of_Sustainable_Offshore_Cage_Culture_Production_in_Puerto_Rican_Waters

[4] .Bagheri S, and Mokarami.Changes in the biological structure of phytoplankton and nutrients around the sea cage of fish farming located in the south of the Caspian Sea (Guilan coast). Journal of Oceanography. 2018 October; 38 (9): 1–10 (in Persian).https://iranjournals.nlai.ir/bitstream/handle/123456789/560227/4176C1A003D7D0A312112304851723D1.pdf?sequence=-1

[5] .Bekcan S, Pulatsü S, Kirkagac MU, Demir N. Influence of trout cage culture on water quality, plankton and benthos anatolian dam lake. Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh. 2001 Jan 1; 53:20304. https://www.researchgate.net/publication/287793519_Influence_of_trout_cage_culture_on_water_quality_plankton_and_benthos_in_an_anatolian_dam_lake

[6] .Bijoy Nandan S, Jayachandran PR, Sreedevi OK. Spatio-temporal pattern of primary production in a tropical coastal Wetland (Kodungallur-Azhikode Estuary), South West Coast of India. J Coast Dev. 2014; 17:392. https://www.researchgate.net/profile/P-R-Jayachandran/publication/270272065

[7] .Bojanic DC. The impact of age and family life experiences on Mexican visitor shopping expenditures. Tourism Management. 2011 Apr; 32(2):406-

[20] · Jayachandran PR, Bijoy Nandan S. Assessment of trophic change and its probable impact on tropical estuarine environment (the Kodungallur-Azhikode estuary, India). Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. 2012 Oct;17(7):837-47. https://www.researchgate.net/publication/259893994_Assessment_of_trophic_change_and_its_probable_impact_on_tropical_estuarine_environment_the_Kodungallur-Azhikode_estuary_India

[21] · Jiang ZJ, Fang JG, Mao YZ, Wang W. Eutrophication assessment and bioremediation strategy in a marine fish cage culture area in Nansha Bay, China. Journal of applied phycology. 2010 Aug; 22(4):421-6. https://www.researchgate.net/publication/227316635_Eutrophication_assessment_and_bioremediation_strategy_in_a_marine_fish_cage_culture_area_in_Nansha_Bay_China/link/59e9fa9c4585151983c7de53/download

[22] · Karydis M, University of the Aegean, Lesvos I.(Greece). Department of Environmental Studies; University of the Aegean, Lesvos I.(Greece). Department of Environmental Studies. Eutrophication assessment of coastal waters based on indicators: a literature review. InProceedings of the International Conference on Environmental Science and Technology 2009 Sep (Vol. 1). University of the Aegean, Chania (Greece). https://journal.gnest.org/sites/default/files/Journal%20Papers/373-390_626_KARYDIS_11-4.pdf

[23] · Liu CW, Lin KH, Kuo YM. Application of factor analysis in the assessment of groundwater quality in a Blackfoot disease area in Taiwan. Science of the total environment. 2003 Sep 1; 313(1-3):77-89. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969702006836?casa_token=KOukZRIqankAAAAA:DTZ3n2pNuI_R_ezAcrflTFArHLTR5jgFjsJOqsEmjSTtX2Itu-Z78zV7W-bzsJ7jBgwOWfnslwBy

[24] · Loka J, Philipose KK, Vaidya NG, Sonali SM, Dube P. Variations in growth rates of cage cultured Asian seabass Lates calcarifer (Bloch, 1790) and cobia Rachycentron canadum (Linnaeus, 1766) in relation to (waters of Hormozgan province). Iranian Fisheries Science Research Institute, Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Institute.Final Report.2016, 82 pp (in Persian).

[14] · Huntington TC, Hasan MR. Fish as feed inputs for aquaculture–practices, sustainability and implications: a global synthesis. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. 2009 Jan; 518:1-61.https://www.fao.org/3/i1140e/i1140e01.pdf

[15] · Iran Environmental Protection Organization. Iranian Water Quality Standard, Deputy of Human Environment, Soil and Water Office. 2016; 14 pp (in Persian). https://www.doe.ir/portal/file/?692324/standard-mosavab-ver-1395.docx

[16] · Iran Fisheries Organization. Deputy of Aquaculture, norms required for the construction of aquaculture farms and aquaculture licenses. 2013; 45 pp (in Persian). http://banreo.org/uploads/637590859450932201.pdf

[17] · Iran Fisheries Organization. Statistical Yearbook of Iran Fisheries, Deputy of Planning and Resource Management, Planning and Budget Office, Planning and Statistics Department. 2018: 64 pp (in Persian). http://www.shilat.com/Articlefile

[18] · Islam MS. Nitrogen and phosphorus budget in coastal and marine cage aquaculture and impacts of effluent loading on ecosystem: review and analysis towards model development. Marine pollution bulletin. 2005 Jan 1; 50(1):48-61. https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.458.7639&rep=rep1&type=pdf

[19] · Jahani N, Nabavi SMB, Dehghan Madiseh S, and Seyed Mortezaie S.R. Qualitative assessment of organic pollution from aquaculture activities on benthic organisms using ABC Abundance Biomass Curves) in Ghazale creek (Persian Gulf. Iranian Scientific Fisheries Journal. 2011 February; 19 (4): 43–54 (in Persian).https://isfj.areeo.ac.ir/article_109959_05508e1bbc8e35eb142f742649003392.pdf

[30] · Olsen LM, Holmer M, Olsen Y. Perspectives of nutrient emission from fish aquaculture in coastal waters. Literature review with evaluated state of knowledge. FHF project. 2008; 542014:87.
http://www.aquacircle.org/images/pdfdokumenter/udvikling/andre/norden/fhf-nutrients_and_aquaculture.pdf

[31] · Penczak T, Galicka W, Molinski M, Kusto E, Zalewski M. The enrichment of a mesotrophic lake by carbon, phosphorus and nitrogen from the cage aquaculture of rainbow trout, Salmo gairdneri. Journal of Applied Ecology. 1982 Aug 1:371-393. https://sci-hub.se/https://doi.org/10.2307/2403474

[32] · Pettine M, Casentini B, Fazi S, Giovanardi F, Pagnotta R. A revisitation of TRIX for trophic status assessment in the light of the European Water Framework Directive: Application to Italian coastal waters. Marine Pollution Bulletin. 2007 Sep 1; 54(9):1413-26. https://www.researchgate.net/publication/6218591_A_revisitation_of_TRIX_for_trophic_status_assessment_in_the_light_of_the_European_Water_Framework_Directive_Application_to_Italian_coastal_waters

[33] · Philminaq. Water Quality Criteria and Standards for Freshwater and Marine Aquaculture Abbreviations and Acronyms. Mitigating Impact from Aquaculture in the Philippines. 2014:34.
https://sci-hub.se/https://doi.org/10.2307/2403474

[34] · Price C, Black KD, Hargrave BT, Morris Jr JA. Marine cage culture and the environment: effects on water quality and primary production. Aquaculture environment interactions. 2015 Feb 4; 6(2):151-74.
https://www.int-res.com/articles/aei2014/6/q006p151.pdf

[35] · Price CS, Morris Jr JA. Marine cage culture and the environment: Twenty-first century science informing a sustainable industry.2013. https://www.researchgate.net/profile/Yair-Suari/publication/344709447

[36] · [36] Primpas I, Karydis M, Tsirtsis G. Assessment of clustering algorithms in discriminating eutrophic levels in coastal waters. Global nest. The international journal. 2008 Nov 1; 10(3):359-65.

environmental quality of marine farm at Karwar, India. Indian Journal of Fisheries. 2016; 61(3):140-5.
http://eprints.cmfri.org.in/11221/1/21.57352.pdf

[25] · McPherson CA, Chapman PM, Vigers GA, Ong KS. ASEAN marine water quality criteria: contextual framework, principles, methodology and criteria for 18 parameters. ASEAN-Canada Cooperative Program on Marine Science–Phase II, Kuala Lumpur, Malaysia. 1999; 568.
http://aquaculture.asia/files/PMNQ%20WQ%20standard%202.pdf

[26] · Mohammad D, Akbarzadeh GH, Momeni, M, Seid Moradi SH, Daghooghi B, Mohebbi SL, Salarpori A. Assessment of diversity and density biofouling organisms on marine cage culture in south of Qeshm Island(Hormozgan Province). Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research Education and Extension Organization. Final Report. 2019 summer; 97 pp (Persian).

[27] · Moopam. Manual of oceanographic observations and pollutants analysis methods (Fourth Edition). The Regional Organisation for the Protection of the Marine Environment (ROPME), Kuwait. 2010; 321pp.

[28] · Nasrallahzadeh Saravi H, Vahedi F, Nasrollahtabar A, Makhlough A, Afraei M, Pourang N.. Feasibility study of fish farming in cages based on physicochemical parameters affecting water quality and trophic surface trend at depths less than 15 meters Goharbaran coastal areas in the southeast of the Caspian Sea. Iranian Journal of Fisheries. 2018 Mar; 26 (6): 1-11 (in Persian).
https://isfj.areeo.ac.ir/article_115671.html

[29] · Nasrollahzadeh Saravi H, , Nassertabar H, Vahedi A, Makhlogh A, Pourrang N. Investigation of nutrients (phosphorus and nitrogen) of sediments in the area of fish breeding cages located on the shores of the Caspian Sea (Kalarabad city). Journal of Marine Biology. 2018 March; 8(3): 21-34 (in Persian).
http://jmb.iauahvaz.ac.ir/article-1-479-fa.html.

[43] · Sirikul B. Aquaculture for seabass in Thailand. SCS/GEN/82/39, South China Sea Fisheries Development and Coordinating Programme.1982; 9–10. https://www.fao.org/3/ac420e/AC420e03.htm

[44] · Tacon AG, Halwart M. Cage aquaculture: a global overview. FAO Fisheries Technical Paper. 2007; 498:3. Tookwinas S, Charearnrid B. Cage culture of sea bass Lates calcarifer in Thailand. Culture of seabass Lates calcarifer in Thailand. UNDP/FAO, Bangkok. 1988 Aug 3:50-8.
https://www.researchgate.net/publication/281196709

[45] · Tookwinas S, Charearnrid B. Cage culture of sea bass Lates calcarifer in Thailand. Culture of seabass Lates calcarifer in Thailand. UNDP/FAO, Bangkok. 1988 Aug 3:50-8.
https://archimer.ifremer.fr/doc/1989/acte-1423.pdf

[46] · Varghese M, Joseph S, Imelda J, Ignatius B, Manisseri MK, Thomas VJ, Rao GS. Preliminary studies on the impact of open sea cage culture of Lates calcarifer (Bloch) on the planktonic and benthic fauna off Cochin, Kerala. Indian Journal of Fisheries. 2010; 57(3):75-7.
http://eprints.cmfri.org.in/5896/1/2._Mol.pdf

[47] · Venturoti GP, Veronez AC, Salla RV, Gomes LC. Phosphorus, total ammonia nitrogen and chlorophyll a from fish cages in a tropical lake (L ake P alminhas, E spirito S anto, Brazil). Aquaculture Research. 2016 Feb; 47(2):409-23.
https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf

[48] · Vollenweider RA, Giovanardi F, Montanari G, Rinaldi A. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. Environ metrics: The official journal of the International Environ metrics Society. 1998 May; 9(3):329-57.https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.473.7203&rep=rep1&type=pdf

[49] · Voss M, Baker A, Bange HW, Conley D, Deutsch B, Engel A, Heiskanen AS, Jickells T, Lancelot C, https://journal.gnest.org/sites/default/files/Journal%20Papers/359-365_495_Primpas_10-3.pdf

[37] · Primpas I, Karydis M. Improving statistical distinctness in assessing trophic levels: the development of simulated normal distributions. Environmental monitoring and assessment. 2010 Oct; 169(1):353-65. https://www.researchgate.net/publication/38028411_Improving_statistical_distinctness_in_assessing_trophic_levels_the_development_of_simulated_normal_distributions

[38] · Redfield AC. On the proportions of organic derivatives in sea water and their relation to the composition of plankton. Liverpool: university press of Liverpool; 1934.
https://www.researchgate.net/profile/Yair-Suari/publication/344709447

[39] · Redfield AC. The biological control of chemical factors in the environment. American scientist. 1958 Sep 1; 46(3):230A-21.
https://www.academia.edu/download/48575390/s0025-326x_2800_2900215-020160904-4583-gcbb86.pdf

[40] · Ruiz JM, Pérez M, Romero J. Effects of fish farm loadings on seagrass (Posidonia oceanica) distribution, growth and photosynthesis. Marine Pollution Bulletin. 2001 Sep 1; 42(9):749-60. http://www.sciencedirect.com/science/journal/0025326X

[41] · Shanmugam P, Neelamani S, Ahn YH, Philip L, Hong GH. Assessment of the levels of coastal marine pollution of Chennai city, Southern India. Water Resources Management. 2007 Jul; 21(7):1187-206. https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.579.8515&rep=rep1&type=pdf

[42] · Simonassi JC, Hennemann MC, Talgatti D, Marques Jr AN. Nutrient variations and coastal water quality of Santa Catarina Island, Brazil. Biotemas. 2010 Apr 26; 23(1):211-23.
https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/download/2175-7925.2010v23n1p211/17527

McQuatters-Gollop A, Middelburg J. Nitrogen processes in coastal and marine ecosystems. Cambridge University Press. 2011; 147-176. http://oceanrep.geomar.de/12181/1/ENA_c8.pdf

[50]. Yucel-Gier G, Pazi I, Kucuksezgin F, Kocak FE. The composite trophic status index (TRIX) as a potential tool for the regulation of Turkish marine aquaculture as applied to the eastern Aegean coast (Izmir Bay). Journal of Applied Ichthyology. 2011 Feb; 27(1):39-45.https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0426.2010.01576.x

[51]. Zahedi MR, Moezzi M, Abdolalian E, Seyed Mortezaei SS, Akbarzadeh GH, Karimzadeh R, Behzadi B, et al. Investigating on the factors affecting the growth parameters and production of Asian sea bass (Lates calcarifer) in cages deployed in Qeshm Island (Hormozgan province). Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research Education and Extension Organization. Final Report. 2019 August; 96 pp (in Persian).

[52]. Zoriasatein N, Jalili S, Poor F. Evaluation of ecological quality status with the trophic index (TRIX) values in coastal area of Arvand, northeastern of Persian Gulf, Iran. World J Fish Mar Sci. 2013; 5:257-62. https://www.idosi.org/wjfms/wjfms5(3)13/4.pdf

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

Akbarzadeh, G.H., M.Sc., Department of Ecology, Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, Natural Resources Engineering - Fisheries, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research Education and Extension Organization, Bandar Abbas, Hormozgan, Iran.
✉ akbarzadeh385@gmail.com .. 0000-0003-2333-0339....

Koohkan, H., Department of Ecology, Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research Education and Extension Organization, Bandar Abbas, Hormozgan, Iran.
✉ *koohkan_7001@yahoo.com*

Saraji, F., Department of Ecology, Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research Education and Extension Organization, Bandar Abbas, Hormozgan
✉sar*aji20042000F@yahoo.ac.ir*

Molaei, R., Department of Ecology, Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research Education and Extension Organization, Bandar Abbas, Hormozgan, Iran.
✉ *molaeirazei889@gmail.com*

Mohebbi Nozar, L., Department of Ecology, Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research Education and Extension Organization, Bandar Abbas, Hormozgan, Iran.
✉ l*mohebbi @yahoo.com*

این قسمت توسط نشریه تکمیل می‌گردد:

Citation (Vancouver)

dor: 1001.1.15621057.1402.14.53.1

http://doi.org/10.52547/joc.14.53.1

http://joc.inio.ac.ir/article-1-1704-fa.html

https://orcid.org/ 0000-0003-2333-0339

COPYRIGHTS

©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.