امکان سنجی پرورش ماهی در قفس بر اساس پارامترهای فیزیکوشیمیایی موثر بر کیفیت آب و روند سطح تروفیکی در اعماق کمتر از ۱۵ متر مناطق ساحلی گهرباران در جنوب شرقی دریای خزر

حسن نصراله زاده ساروی[1]*، فریبا واحدی[1]، عبداله نصراله تبار[1]، آسیه مخلوق[1]، محمد علی افرایی[1]، نیما پورنگ[2]

* hnsaravi@gmail.com

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

۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹٦ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹٦

چکیده

هدف از این پروژه امکان سنجی پرورش ماهی در قفس بر اساس پارامترهای فیزیکوشیمیایی موثر بر کیفیت آب و روند سطح تروفیکی (مقیاسی و غیرمقیاسی) در اعماق کمتر از ۱۵ متر مناطق ساحلی گهرباران در جنوب شرقی دریای خزر بوده است. مجموعاً ۱۵۴ نمونه در هشت ایستگاه در اعماق ۵، ۱۰ و ۱۵ متر طی ۱۲ ماه در سالهای ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ جمع‌آوری شدند. نتایج این تحقیق نشان داد که تغییرات دمای آب، شفافیت، pH، اکسیژن محلول، BOD5، قلیائیت تام و مواد معلق نامحلول به ترتیب برابر ۲۹/۰۰-۹/۰۰ درجه سانتیگراد، ۱۲/۰۰-۰/۵۰ متر، ۸/۷۴-۸/۰۵ و۱۲/۸۵-۵/۷۶، ۶/۷۲-۰/۵۸، ۱۹۵-۲۱ و ۰/۱۲-۰/۰۰ میلی گرم بر لیتر بوده است. همچنین محدوده غلظت یون آمونیوم، آمونیاک، یون نیتریت، یون نیترات و یون فسفات به ترتیب برابر ۰/۰۵۱-۰/۰۰۷، ۰/۰۱۰-۰/۰۰۱، ۰/۰۱۵-۰/۰۰۲، ۰/۴۷۷-۰/۰۴۳ و ۰/۰۷۷-۰/۰۱۴ میلی گرم بر لیتر ثبت گردید. تغییرات سطح تروفیکی مقیاسی و غیرمقیاسی به ترتیب برابر ۶/۹۲-۳/۴۲ و ۵/۵۱-۲/۶۱ محاسبه‌گردید. با توجه به دامنه دمایی استاندارد، در این تحقیق دمای مناسب برای پرورش گونه‌های آزادماهیان از ماه مهر شروع و در ماه فروردین به پایان می رسد. محدوده تغییرات استاندارد pH (۷/۸۰ تا۸/۵۰) و اکسیژن محلول (بیش از ۵ میلی گرم بر لیتر) برای پرورش ماهی در قفس منطبق با نتایج این تحقیق بوده است. با توجه به نتایج بدست آمده، اگرچه این منطقه از لحاظ میزان مواد مغذی در محدوده مجاز پرورش ماهی در قفس بود اما از منظر میانگین سطح تروفیکی در حالت مزوتروف (۵/۹۷±۰/۷۳) با ریسک بالای یوتریفیکاسیون (>۴) تعیین گردید.

کلمات کلیدی: پارامترهای فیزیکوشیمیایی، سطح تروفیکی، پرورش ماهی در قفس، دریای خزر، گهرباران

* نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.5.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.115671]

مقدمه

در پایش و انتخاب مکان (امکان سنجی) پرورش ماهی در قفس، در نظر گرفتن کیفیت آب پایه و پارامترهای زیستی بسیار با اهمیت می‌باشد (Perez *et al.*, 2003; Beveridge, 2004). پارامترهای محیطی از قبیل دمای آب، pH، ترکیبات نیتروژنی، اکسیژن محلول و غیره بایستی در محدوده زندگی و رشد گونه های پرورشی در قفس باشد. Lawson (1995) مطرح نمود که در صورت تعیین مکان مناسب برای استقرار قفس، آبزی پروری دریایی با حداقل اثرات نامطلوب برکیفیت آب همراه خواهد بود. بطوریکه دریانبرد و همکاران (۱۳۹۶) عنوان نمودند که جانمایی مکان‌های مناسب برای استقرار قفس‌های پرورش ماهیان در دریای خزر نقش بسیار مهمی در توسعه آبزی‌پروری و موفقیت در سرمایه‌گذاری دارد. همچنین افرایی بندپی و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند با درنظر گرفتن تغییرات بزرگ بی مهرگان کفزی و با توجه به برنامه پرورش ماهی در قفس در سواحل جنوبی دریای خزر از سوی شیلات ایران، پیشنهاد می گردد که استقرار قفس های پرورش ماهی در محدوده اعماق بیش از ۲۰ متر انجام شود تا حداقل اثرات نامطلوب بر محیط دریایی بگذارد. Perez و همکاران (2003) طی بررسی در Tenerife (Canary Islands) اعلام نمودند که در هر منطقه اهمیت نوع پارامترهای محیطی برای پرورش ماهی در قفس متفاوت می باشد. در تحقیق حاضر پارامترهای کیفیت آب پرورش ماهی در قفس دریایی که در کشورهای مختلف (استرالیا، هند، مالزی، فیلیپین، نیوزلند، نروژ، هنگ کنگ و ASEAN) مورد استفاده قرار می گیرد، در نظر گرفته شدند (FAO/WHO, 2006).

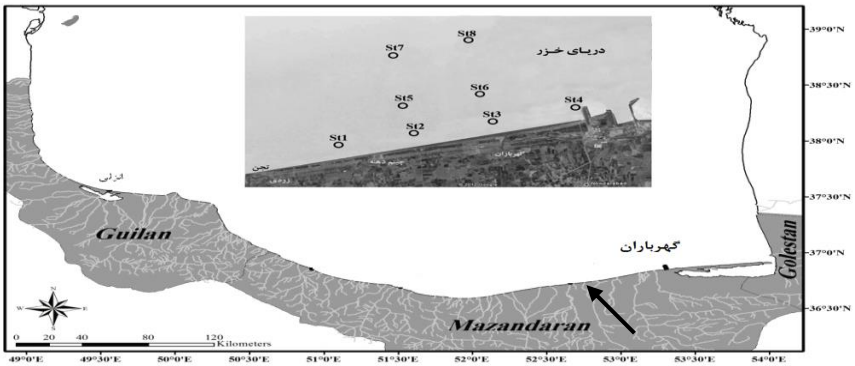
Beveridge و همکاران (1997) اظهار نمودند که در محل فعالیت پرورش ماهی در قفس، فرآیند ورود مواد مغذی (نوتریفیکاسیون) رخ می دهد که در صورت تداوم، به فرایند پرغذایی (تغذیه گرایی=یوتریفیکاسیون) ختم می شود. لذا تعیین سطح تروفیکی (تغذیه گرایی) اهمیت زیادی در بررسی کیفیت آب، پیش بینی حوادث اکولوژیک و نیز مدیریت صحیح و مناسب فعالیت های آبزی پروری دارد (Beveridge, 1984; Beveridge, 2004). انواع شاخص های تروفیکی توسط محقیقن پیشنهاد شده که در اکوسیستم های آبی گوناگون مورد استفاده قرار می گیرد. بعنوان مثال Vollenweider & Kerekes (1982)، OECD (1982) و EEA (1999) روش یک پارامتری و چند پارامتری پیشنهاد داده اند (نصراله زاده ساروی، ۱۳۹۶). بنا به اهمیت این شاخص ها اخیراً در ایتالیا تعیین سطح تروفیکی به پایش منابع آبی اضافه گردیده که TRIX (Trophic Index) نامیده شد (Vollenweider *et al.*, 1998; Penna *et al.*, 2004). شاخص TRIX توسط محققان (Moncheva *et al.*, 2001;Vascetta *et al.*, 2008; Taebi *et al.*, 2005; Vollenweider *et al.*, 2005; Nasrollahzadeh *et al.*, 2008) برای تعیین سطح تروفیکی آبهای ساحلی دریای سیاه، اژه، آدریاتیک، تیرهنین، بالتیک، سواحل پیسارو (ایتالیا)، جنوب پرتقال، ونیز، شمال شرق خلیج فارس و حوزه جنوبی دریای خزر مورد استفاده قرار گرفته است. لذا مطالعه حاضر نیز، جهت بررسی کیفیت آب بر اساس پارامترهای محیطی و تعیین سطح تروفیکی به منظور امکان پرورش ماهی در قفس شناور در اعماق کمتر از ۱۵ متر(منطقه گهرباران) انجام گردید.

مواد و روش کار

منطقه مورد مطالعه: این مطالعه در بخش شرقی حوزه جنوبی دریای خزر در مازندران-منطقه گهرباران صورت پذیرفت. تعداد چهار ایستگاه در عمق ۵ متر، دو ایستگاه در عمق ۱۰ متر و دو ایستگاه در عمق ۱۵ متر انتخاب گردیدند که مجموعاً ۱۵۴ نمونه در اعماق فوق به ترتیب

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.5.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.115671]

از لایه های (سطح)، (سطح و ۵ متر) (سطح، ۵ و ۱۰ متر) جمع‌آوری شدند. نمونه‌برداری بصورت ماهانه (اردیبهشت ۱۳۹۲ تا فروردین ۱۳۹۳) انجام پذیرفت. مشخصات ایستگاهها و موقعیت نمونه برداری درشکل ۱ آمده است.



شکل۱: نقشه موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در جنوب شرقی دریای خزر- منطقه گهرباران (سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲)

Figure 1: Map of sampling stations in the southeast of Caspian Sea- Goharbaran region (2013-2014)

پارامترهای محیطی و مواد مغذی آب: نمونه برداری آب بوسیله بطری نسکین انجام گرفت. فاکتورهای pH و EC با دستگاه پرتابل (WTW 320)، دما بوسیله ترمومتربرگردان، اکسیژن (روش وینکلر)، عمق شفافیت (SDD) بوسیله شی سی دیسک اندازه گیری شد. نمونه‌های آب در ظروف پلاستیکی یک لیتری تحت شرایط استاندارد به آزمایشگاه منتقل شدند. مواد مغذی نیتروژن (نیترات با روش ستون کاهشی و آمونیوم با روش کمپلکس آبی رنگ فنات) و فسفر (فسفرکل با روش هضم بوسیله پرسولفات و فسفات با روش مولیبدات) و BOD5 (روش وینکلر)، قلیاییت کل (تیتراسیون)، مواد جامد معلق به روش وزن سنجی و کلروفیل-آ به روش استخراج با استون با توجه به روشهای استاندارد (Sapozhnikov *et al.*, 1988; APHA, 2005) انجام شدند.

شاخص تروفیکی مقیاسی (TRIX) و غیر مقیاسی (UNTRIX): معادله شاخص تروفیکی مقیاسی (TRIX) که توسط Vollenweider و همکاران (1998) ارائه گردید (معادله ۱) به شرح ذیل می باشد؛

TRIX= (معادله ۱)

[log(Chl-a×aD%O×DIN×TP)-(k)]/m

در این معادله اجزای تشکیل دهنده آن عبارتند از: پارامترهای شاخص تولیدات در اکوسیستم آبی که شامل کلروفیل-آ (Chl-a mg/m^3) و انحراف از درصد اشباعیت (aD%O=[100-DO%]) است و پارامترهای مواد مغذی که شامل نیتروژن معدنی (µg/l) و فسفر کل (µg/l) می باشند. پارامترهای مقیاسی k و m برای حوزه جنوبی دریای خزر به ترتیب برابر ۱/۰۳- و ۰/۹۳ ($TRIX_{CS}$) محاسبه گردیده است (Nasrollahzadeh, 2008; Nasrollahzadeh *et al.*, 2013).

در این بررسی ۲<TRIX<۴ بیانگر سیستم الیگوتروف، ۴≤TRIX<۵ نشاندهنده سیستم مزوتروف، ۵≤TRIX<۶ نشاندهنده سیستم مزو- یوتروف و ۶≤TRIX<۸ بیانگر اکوسیستم یوتروف می باشد (Vollenweider *et al.*, 1998). معادله شاخص تروفیکی غیر مقیاسی (UNTRIX) که توسط Pettine و همکاران (2007) ارائه گردید (معادله ۲) به شرح ذیل می باشد؛

(معادله 2)

UNTRIX=log(Chl-a×aD%O×DIN×TP)

در این بررسی UNTRIX<4 بیانگر عدم ریسک یوترفیکاسیون، ۴≤UNTRIX≤۶ نشاندهنده ریسک بالای

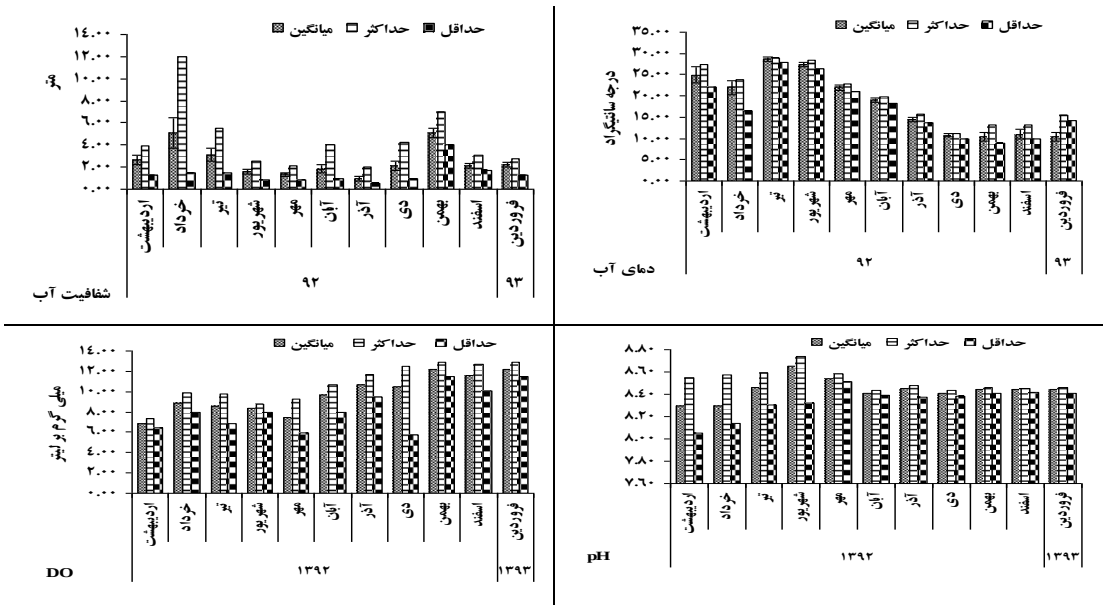
[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.5.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.115671]

یوتریفیکاسیون و ۶< UNTRIX بیانگر اکوسیستم یوتروف می باشد (MEF, 2007).

آنالیز آماری: در این مطالعه دو گروه از متغیرها یعنی متغیرهای مستقل (ایستگاهها، ماهها و فصل ها) و متغیرهای وابسته (کلیه پارامترهای فیزیکو شیمیایی و زیستی) در نظرگرفته شدند (Bluman, 1998). داده های فیزیکوشیمیایی و زیستی (کلروفیل) بر اساس یکی از فرایند لگاریتم و یا رتبه بندی انتقال داده و سپس با رسم نمودار Q-Q نرمال بودن آنها تایید گردید. سپس روش پارامتریک برای تجزیه و تحلیل آماری داده های نرمال شده استفاده گردیده است. آنالیز واریانس (ANOVA) با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۱/۵ مورد استفاده قرار گرفت. همچنین آزمون تی-تک نمونه ای (One-sample t test) جهت مقایسه با استاندارد استفاده گردید. همه آزمون ها در سطح معنی دار ۵% انجام شد. از آنجاییکه در این تحقیق براساس آزمون آنالیز واریانس بین اعماق و ایستگاهها اختلاف معنی داری وجود ندارد، شکل ها براساس زمانی که اختلاف معنی‌دار داشته اند آورده شده-اند.

نتایج

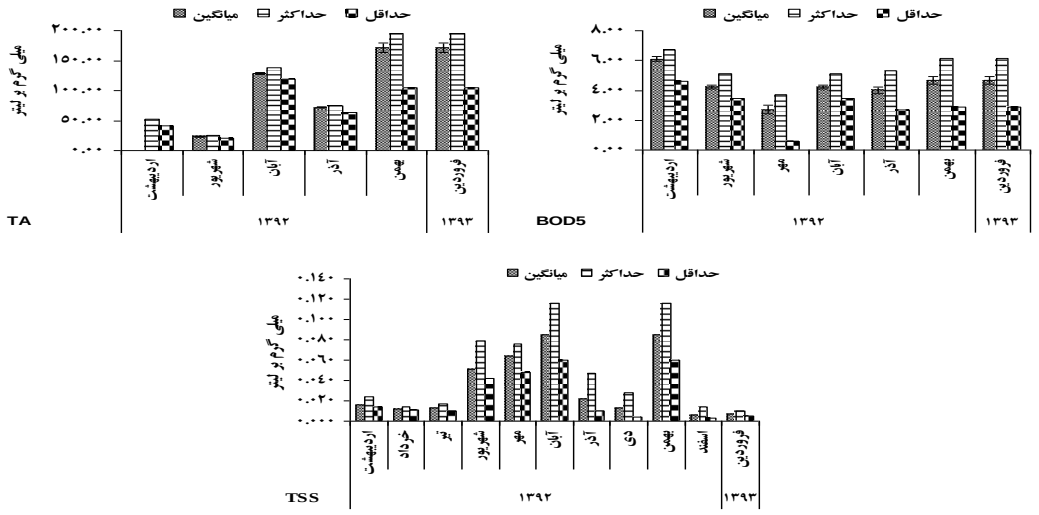
تغییرات دمای آب (°C)، شفافیت (متر)، pH، اکسیژن محلول، BOD5، قلیائیت تام و مواد معلق نامحلول (میلی گرم بر لیتر)، در ماههای مختلف در جنوب شرقی دریای خزر-منطقه گهرباران در شکلهای ۲ و ۳ آورده شده است. میانگین دمای آب، شفافیت، pH، اکسیژن محلول به ترتیب ۰/۵۳±۱۸/۵۶ درجه سانتیگراد، ۰/۲۱±۲/۵۶ متر، ۰/۰۱±۸/۴۴ و ۰/۱۶±۹/۷۱ میلی گرم بر لیتر ثبت گردید. همچنین میانگین BOD5، قلیائیت تام و مواد معلق نامحلول به ترتیب برابر ۰/۱۲±۴/۳۷، ۹/۹±۱۸۲/۳ و ۰/۰۰۳±۰/۰۳۴ میلی گرم بر لیتر بدست آمد. میانگین دمای آب شفافیت، pH، اکسیژن محلول، BOD5، قلیائیت تام و مواد معلق نامحلول بین فصل ها دارای اختلاف معنی دار بود (p<۰/۰۵).



شکل ۲: تغییرات دمای آب (°C)، شفافیت (متر)، pH، اکسیژن محلول (میلی گرم بر لیتر) در ماههای مختلف در جنوب شرقی دریای خزر-منطقه گهرباران (سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲)

Figure 2: Change in water temperature (°C), transparency (m), pH and dissolved oxygen (mg/l) during different months in the southeast of Caspian Sea- Goharbaran region (2013-2014)

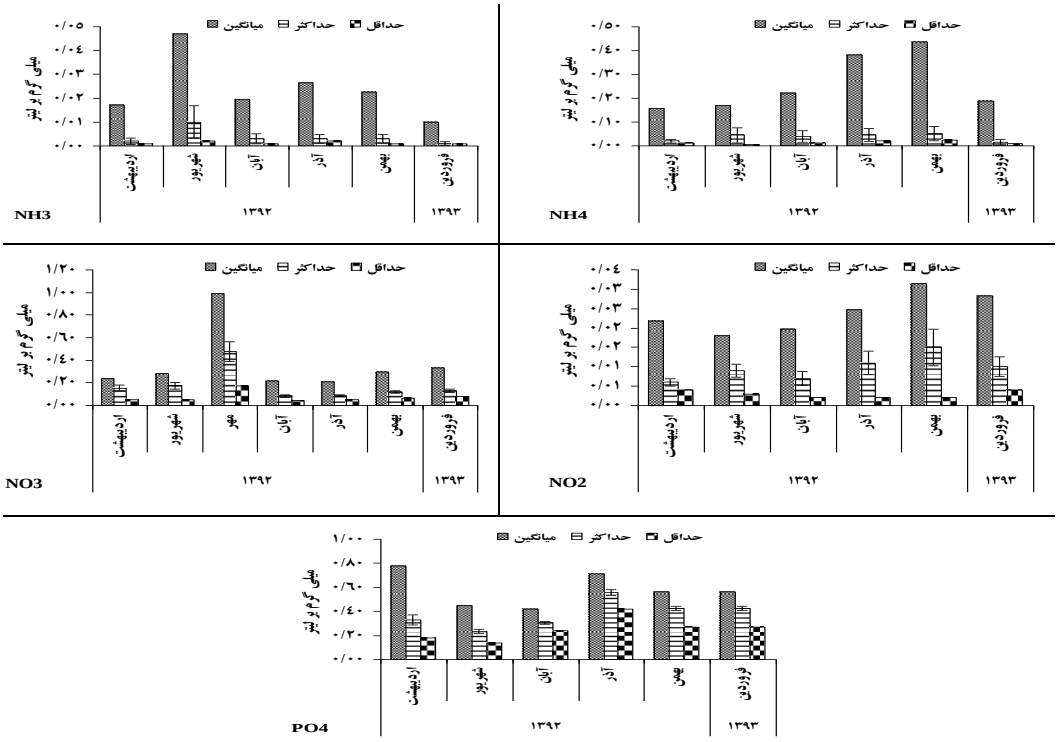
[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.5.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.115671]



شکل ۳: تغییرات BOD5، قلیائیت تام و مواد معلق نامحلول (میلی گرم بر لیتر) در ماههای مختلف در جنوب شرقی دریای خزر- منطقه گهرباران (سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲)

Figure 3: Change in BOD5 (mg/l), TA and TSS (mg/l) during different months in the southeast of Caspian Sea-Goharbaran region (2013-2014)

تغییرات حداکثر یون آمونیوم، آمونیاک، نیتریت، نیترات و فسفات (میلی گرم بر لیتر) در ماههای مختلف در منطقه گهرباران در شکل ۴ آورده شده است. حداکثر این ترکیبات در ماههای مختلف مشاهده گردید. اختلاف میانگین غلظت آمونیوم، آمونیاک، نیتریت، نیترات و فسفات در بین ماهها و فصول معنی دار بوده است ($p<۰/۰۵$).

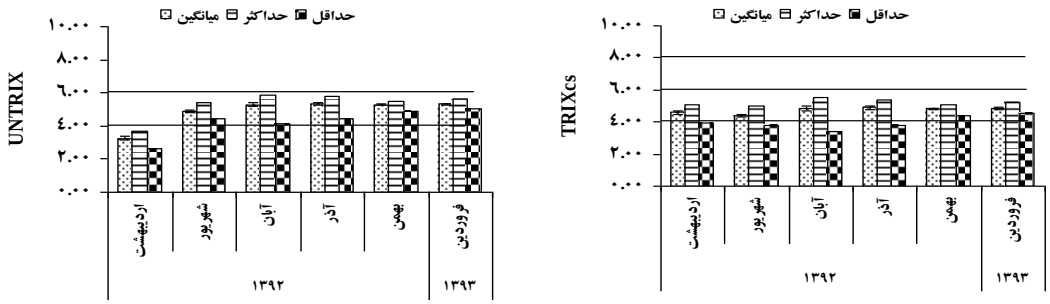


شکل ۴: تغییرات غلظت مواد مغذی (میلی گرم بر لیتر) و آمونیاک (میلی گرم بر لیتر) در ماههای مختلف در جنوب شرقی دریای خزر- منطقه گهرباران (سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲)

Figure 4: Change in nutrients (mg/l) and Ammonia (mg/l) concentrations during different months in the southeast of Caspian Sea- Goharbaran region (2013-2014)

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.5.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.115671]

تغییرات سطح تروفیکی مقیاسی و غیرمقیاسی (UNTRIX, TRIXcs) در جنوب شرقی دریای خزر- منطقه گهرباران در شکل ۵ نشان داده شد. نتایج نشان داد که سطح تروفیکی در ماههای مختلف متفاوت بوده بطوریکه در ماههای اردیبهشت و شهریور کمتر از ۶، اما ماههای دیگر بیش از ۶ بوده است بنابراین می توان دریافت که سطح تروفیکی در مرحله مزوتروف تا یوتروف در ماههای مختلف در نوسان بوده است بطوریکه در برخی ماهها به مرز یوتروف نزدیکتر مشاهده گردید.



شکل ۵: تغییرات سطح تروفیکی مقیاسی(TRIXcs) و غیرمقیاسی (UNTRIX) در دریای خزر- منطقه گهرباران (سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲). خطوط افقی بیانگر محدوده ریسک یوتریفیکاسیون می باشد (در مواد و روشها مشخص شده است)

Figure 5: Change scaled trophic index (TRIXcs) and un-scaled trophic index (UTRIX) during different months in the southeast of Caspian Sea- Goharbaran region (2013-2014). Horizontal line represented Eutrophication risk (mentioned in Materials and Methods)

بحث

در اولین بررسی پرورش ماهی در قفس با گونه قزل آلا رنگین کمان در جنوب دریای خزر (منطقه دور از ساحل کشور ترکمنستان) درسال ۱۹۸۷، مشخص شد که برای این گونه عامل دما اهمیت زیادی دارد (Bugrov, 1992). نتایج تحقیق حاضرنشان داد که در نوار ساحلی جنوب شرقی دریای خزر-منطقه گهرباران دمای مناسب برای پرورش گونه های آزادماهیان از ماه مهر شروع و در ماه فروردین به پایان می رسد. شایان به ذکر است که تغییرات دمایی ثبت شده در تحقیق حاضر (شکل ۲) برای پرورش کپور ماهیان (۳۰-۱۸ درجه سانتی گراد) طی اردیبهشت تا ماه آبان مناسب می باشد.

Beveridge (2004) گزارش کرد که اپتیمم شفافیت آب برای پرورش ماهی در قفس کمتر از ۵ متر می باشد. منطقه مورد مطالعه با توجه به نزدیکی به بندر امیرآباد و وجود رودخانه گهرباران تحت تاثیر مواد معلق قرار دارد. بنابراین، از عمق شفافیت کاسته شده است. نتایج نیز نشان داد که محدوده تغییرات و اپتیمم فقط در عمق ۱۵ متر و برخی ماهها (خرداد، تیر و بهمن) وجود داشته‌است (شکل ۲) که با استاندارد فوق منطبق می باشد.

در میان دریاهای جهان، دریای خزر pH بالایی دارد که این بدلیل نوع ترکیبات شیمیایی ورودی به دریا از طریق رودخانه‌ها و نیز بستر دریا می باشد (Kosarev & Yablonskaya, 1994). نتایج تحقیق حاضر این ادعا را تایید میکند. بطوریکه میانگین سالانه pH در حوزه جنوبی دریای خزر در نواحی و لایه های مختلف بیش از ۸/۰۰ بوده است. Matsuura (1995) گزارش کرد که محدوده تغییرات استاندارد pH برای پرورش ماهی آزاد در قفس برابر ۷/۸۰ تا۸/۵۰ می باشد. لذا با توجه به نتایج، محدوده تغییرات pH در این منطقه از دریای خزر منطبق با استاندارد فوق می باشد (شکل ۲) که با محدوده

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.5.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.115671]

استاندارد کشورهای مختلف (۹/۰۰-۶/۰۰) نیز منطبق بوده است.

اکسیژن محلول از عوامل مهم در آب دریا است و پراکنش افقی و عمودی آن موازنه ای را با اتمسفر، دمای آب، فتوسنتز و فرآیندهای بیولوژیک و دینامیک آب برقرار می‌نماید (Chester, 1990). برآورد Matsuura (1995) نشان داد که محدوده تغییرات استاندارد DO برای پرورش ماهی آزاد در قفس بیش از ۵ میلی گرم بر لیتر است. همانگونه که نتایج در شکل ۲ نشان می دهد میانگین، حداقل و حداکثر غلظت اکسیژن محلول در حدود استاندارد فوق و محدوده استاندارد کشورهای مختلف (۷/۰-۳/۰) بوده است.

مواد معلق نامحلول (TSS) آب از گل و لای، مواد حاصل از تجزیه گیاهان و جانوران، آبهای صنعتی، فاضلاب ها و پساب ها منشاء می گیرند. افزایش TSS سبب کاهش نفوذ نور، کاهش تولیدات اولیه، کاهش اکسیژن محلول، جذب گرمای خورشید و افزایش دمای آب، کاهش دید ماهی جهت دریافت غذا و تجمع در آبشش ماهیان می‌شود (FAO/WHO, 2006). حد مجاز TSS برای پرورش ماهیان دریایی در برخی کشورها (استرالیا و نیوزیلند) کمتر از ۱۰ میلی گرم بر لیتر عنوان گردید. همانگونه که نتایج در نمودار ۲ نشان می دهد حداقل و حداکثر غلظت مواد معلق نامحلول در محدوده مقادیر استاندارد می‌باشد (One-sample t test, p<۰/۰۵).

اتحادیه اروپا مقدار مناسب اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی را برای حفاظت از آزادماهیان کمتر از ۳ میلی گرم بر لیتر و برای کپورماهیان کمتر از ۶ میلی گرم بر لیتر توصیه کرد (Enderlein *et al.*, 1996). بر این اساس، میانگین سالانه BOD5 در منطقه مورد مطالعه (۴/۳۷±۰/۱۲ میلی گرم بر لیتر) در محدوده آب‌های سالم جای دارد و کیفیت آب این منطقه برای کپورماهیان مناسب‌تر بود (One-sample t test, p<۰/۰۵). همانطوریکه نمودار ۲ نشان می دهد روند تغییرات اکسیژن محلول از اردیبهشت سال ۱۳۹۲ به فروردین سال ۱۳۹۳ افزایشی بوده است اما روند تغییرات BOD5 کاهشی را نشان می‌دهد (نمودار ۳) که با مطالب بالا همخوانی دارد.

در آبزی پروری، قلیائیت بعنوان ظرفیت آب در خنثی سازی و سیستم بافری از تغییرات زیاد pH جلوگیری میکند. برای تولیدات آبزی پروری مقدار توصیه شده قلیائیت تام ۱۰۰-۸۰ < میلی گرم بر لیتر می باشد و میانگین مقدار قلیائیت تام برابر ۱۱۶ میلی گرم بر لیتر در محیط آب دریایی در نظر گرفته می شود (Lawson, 1995). همانگونه که نتایج در نمودار ۳ نشان می دهد میانگین مقدار قلیائیت تام برابر۶±۱۰۲ بود که در محدوده حد استاندارد فوق می باشد (One- P<۰/۰۵ sample t test,).

بطور کلی، حد مجاز مختلفی برای این فرم از نیتروژن ($NH4^+$) در نظر گرفته شد که در محدوده کمتر از ۰/۰۱۲ (Boyd, 1990) تا ۰/۱۰ (Meade, 1989) میلی گرم بر لیتر می باشد. میانگین میزان آمونیم ($NH4^+$) در کل دوره برابر ۰/۰۱۵±۰/۲۵۹ میلی گرم بر لیتر بود و اکثر داده‌ها در ماههای مختلف بیشتر از حد قابل قبول بوده‌است ولی نتایج بدست‌آمده در تمام دوره در محدوده مقادیر مجاز استاندارد کشورهای استرالیا و نیوزیلند (۱/۰>) بوده‌است. غلظت مجاز و بدون ضرر گاز آمونیاک برای ماهی آزاد و ماهیان دریایی به ترتیب ۰/۰۲۰> و ۰/۰۱۰> میلی گرم بر لیتر در نظر گرفته شد (Huguenin & Colt, 1989). میانگین نتایج در کل دوره ۰/۰۲±۰/۲۴ میلی گرم بر لیتر بود و اکثر داده ها در لایه های مختلف، کمتر از حداکثرغلظت مجاز و بدون ضرر بوده است. غلظت مجاز و بدون ضرر یون نیتریت برای ماهیان ۰/۱۰۰> میلی گرم بر لیتر (Pillay, 1990) و یون نیترات برای ماهیان کمتر از ۳ (Meade, 1989) و کمتر از ۱۰۰ (Pillay, 1990) میلی گرم بر لیتر در نظر

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.5.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.115671]

گرفته شد. نتایج این تحقیق نشان داد که غلظت نیتریت و نیترات در مناطق مختلف بسیار کمتر از حداکثر غلظت مجاز بوده است. غلظت حد مجاز فسفات برای ماهیان ۰/۲۰-۰/۰ میلی گرم بر لیتر در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که غلظت فسفات در مناطق مختلف کمتر از غلظت مجاز فوق بوده است. همچنین حداکثر مقادیر و میانگین غلظت فسفات در ماههای مختلف در محدوده مجاز کشورهای استرالیا و نیوزیلند (۰/۰۵> میلی گرم بر لیتر) بوده است.

تغییرات سطح تروفیکی مقیاسی (TRIXcs) و غیرمقیاسی (UNTRIX) در منطقه مورد مطالعه نشان داد (شکل ۵) که سطح تروفیکی در ماههای مختلف متفاوت بوده بطوریکه میانگین سطح تروفیکی در مرحله مزوتروف اما حداکثر سطح تروفیکی مزو-یوتروف در ماههای مختلف در نوسان بوده است. براساس آزمون آماری رگراسیون گام به گام بین شاخص تروفیکی و اجزای این شاخص مشخص گردید که متغیر کلروفیل-آ (شاخص بیوماس) و اشباعیت اکسیژن (شاخص بیولوژیکی) به همراه متغیر ازت معدنی (شاخص مواد مغذی) برتغییرات سطح تروفیکی این منطقه تاثیر بیشتری داشته اند. متغیر فسفر بر تغییرات سطح تروفیکی گهرباران تاثیر نداشته است که بدلیل بالا بودن غلظت در این منطقه و اینکه دریای خزر محدودیت فسفری نداشته است. تغییرات سطح تروفیکی غیر مقیاسی (UNTRIX) نشان داد (شکل ۵) که در تمام ماهها (به غیر از اردیبهشت)، منطقه مورد مطالعه دارای ریسک بالای یوتریفیکاسیون بود. مطالعه نصراله زاده و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد که براساس شاخص های مقیاسی (TRIXcs) و غیر مقیاسی (UNTRIX) منطقه جنوبی دریای خزر دارای سطح تروفیکی مزویوتروف و بدون ریسک-ریسک بالای یوتریفیکاسیون بود که مشابه نتایج تحقیق حاضر بود.

با توجه با تقسیم بندی FAO (1992) و گزارشات Refa (2002) مکان های مناسب برای استقرار قفس در حوزه جنوبی دریای خزر براساس پارامترهای محیطی در مناطق دور از ساحل (Offshore, Off-the coast) می باشد. نتیجه اینکه، در تحقیق حاضر با توجه به نزدیکی ایستگاهها به ساحل و وجود رودخانه ها (رودخانه های گهرباران، چینم دهنه و تجن) شرایط مناسب برای ماهیان مختلف در اعماق ساحلی مهیا نمی باشد. اگرچه این منطقه (گهرباران) از لحاظ مواد مغذی در محدوده مجاز پرورش ماهی قفس بوده است اما سطح تروفیکی اکوسیستم در حالت مزوتروف و ریسک بالای یوتریفیکاسیون تعیین گردید.

تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از پروژه تحقیقاتی با عنوان "مطالعه روند یوتریفیکاسیون آب های منطقه جنوب شرق دریای خزر (مازندران-گهرباران) بر اساس پارامترهای محیطی و زیستی با بکارگیری شاخص های مختلف یک و چند پارامتری (به منظور استقرار احتمالی پرورش ماهی در قفس)" بوده که طی سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲ در پژوهشکده اکولوژی دریای خزر انجام گردید. بدینوسیله از موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور که زمینه علمی و آزمایشگاهی و شرکت توسعه آب و نیروی ایران که پشتیبانی مالی این تحقیق را فراهم آوردند، کمال سپاسگزاری به عمل می آید. همچنین از کلیه همکاران و دست اندرکاران محترم در بخش اکولوژی و نیز نمونه-برداران پژوهشکده سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

افرایی بندپی، م.ع.، هاشمیان کفشگری، ع. و پرافکنده حقیقی، ف.، ۱۳۹۵. بررسی ساختار جمعیت بزرگ بی مهرگان کفزی در سواحل جنوبی

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.5.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.115671]

دریای خزر بمنظور استقرارقفس های پرورش ماهی. مجله علمی شیلات ایران، ۲۵(۵): ۳۹-۲۳.

دریانبرد، غ.ر.، فارابی، س.م.و.، فضلی، ح.، متین فر، ع. و کامیار، غ.، ۱۳۹۶. جانمایی مکان‌های مناسب برای استقرارقفس‌های پرورش ماهیان در آب‌های ایرانی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، ۲۶(۳): ۱۶۹-۱۵۹.

نصراله زاده ساروی، ح.، مخلوق، آ.، واحدی، ف. و پورغلام، ر.، ۱۳۹۱. بررسی روند یوتریفیکاسیون آبهای ایرانی دریای خزر براساس مدل تجربی شاخص تروفیکی مقیاسی و غیرمقیاسی. مجله علوم محیطی، ۹(۹): ۶۰-۴۹.

نصراله زاده ساروی، ح.، ۱۳۹۶. مطالعه روند یوتریفیکاسیون آب های منطقه جنوب شرق دریای خزر (مازندران-گهرباران) بر اساس پارامترهای محیطی و زیستی با بکارگیری شاخص های مختلف یک و چند پارامتری (به منظور استقرار احتمالی پرورش ماهی در قفس). پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۶۰ صفحه.

APHA (American Public Health Association), 2005. Standard method for examination of water and wastewater. 21th edition, American public health association publisher, Washington, USA. 1113P.

Beveridge, M.C.M., 1984. Cage and pen fish farming. FAO publishing. Rome. 131P.

Beveridge, M.C.M., 2004. Cage aquaculture - origins and principles, in cage aquaculture. Blackwell Publishing, Third Edition, Oxford, UK. DOI: 10.1002/9780470995761.ch1.

Beveridge, M.C.M., Phillips, M.J. and Macintosh, D.J., 1997. Aquaculture and the environment: the supply of and demand for environmental goods and services by Asian aquaculture and the implications for sustainability. Aquaculture Research, 28: 797–807. DOI: 10.1046/j.1365-2109.1997.00944.x

Bluman, A.G., 1998. Elementary statistics: a step by step approach. 3rd edition. Tom Casson publisher, USA.1885P.

Boyd, C. E., 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Agriculture Experiment Station, Auburn University, Alabama, USA. 482P.

Bugrov, L., 1992. Rainbow trout culture in submersible cages near offshore oil platforms. Aquaculture, 100(1-3): 169. DOI: 10.1016/0044-8486(92)90359-S.

Chester, R., 1990. Marine geochemistry, UNWIN HYMAN, London, UK. 698P.

EEA (European Environmental Agency), 1999. Nutrients in european ecosystems. Environmental Assessment Report no. 4. Office for official publications of the European Communities, Europe. 76p.

Enderlein, U.S., Enderlein, R.E. and Williams, W.P., 1996. Water Quality Requirements. In: Chapman D. (Ed.) 1996. Water Quality Assessments-A guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring-Second Ed., UNESCO/WHO/ UNEP. 64P.

FAO, 1992. Aquaculture Production, 1984-1990. Fisheries Circular No. 815, Rome, Italy. 206P.

FAO/WHO., 2006. Committee on Food Additives. Technical Report Series no. 776. Geneva, Italy. 134P.

Huguenin, J.E. and Colt, J., 1989. Design and operating guide for aquaculture seawater systems. Elsevier, Amsterdam, Netherlands. 336P.

Kosarev, A.N. and Yablonskaya, E.A., 1994. The Caspian Sea. The Hague, SPB Academic Publishing, Russia. 259P.

Lawson, T.B., 1995. Fundamentals of aquacultural engineering. Chapman and Hall, New York, USA. 35P.

Matsuura, R., 1995. Fax and accompanying Coho culture guidelines. Miyagi

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.5.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.115671]

Prefectural Government, Fisheries Development Division, Japan. 44P. (In Japanese)

Meade, J.W., 1989. Allowable ammonia in fish culture. The Progressive Fish-Culturist, 47:135-145. DOI.org/10.1577/1548-8640 (1985)47.

MEF, 2007. The notification to identify the closed bay and gulf qualified sensitive where fish farms are not suitable to be established in the seas. Turkish Official Gazette No. 26413, Turkey. 74P.

Moncheva, S., Gotsis-Skretasb, O., Pagoub, K. and Krastev, A., 2001. Phytoplankton blooms in Black Sea and Mediterranean coastal ecosystems subjected to anthropogenic eutrophication: similarities and differences. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 53: 281–295. DOI:10.1006/ecss.2001.0767.

Nasrollahzadeh, H.S., 2008. Ecological modeling on nutrient distribution and phytoplankton diversity in the southern of the Caspian Sea. Doctoral dissertation, University Science Malaysia.

Nasrollahzadeh, H.S., 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. Continental Shelf Research, 28: 1153–1165. DOI:org/10.1016/j.csr.2008.02.015.

Nasrollahzadeh, H.S., Din, Z.B. and Makhlough, A., 2013. The water chemistry and phytoplankton community of the Caspian Sea. Lambert Academic Publishing (LAP), Hamburg, Germany. 185P.

OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), 1982. Eutrophication of waters, monitoring, Assessment and Control. OECD Publication, Paris. 154P.

Penna, N., Capellacci, S. and Ricci, F., 2004. The influence of the Po River discharge on phytoplankton bloom dynamics along the coastline of Pesaro (Italy) in the Adriatic Sea. Marine Pollution Bulletin, 48: 321–326. DOI: org/10.1016/j.marpolbul.2003.08.007.

Perez, O.M., Ross, L.G., Telfer, T.C. and Del Campo Barquin L.M., 2003. Water quality requirements for marine fish cage site selection in Tenerife (Canary Islands): predictive modelling and analysis using GIS. Aquaculture, 224: 51-68. DOI: org/10.1016/S0044-8486 (02)00274-0.

Pettine, M., Casentini, B., Stefano Fazi, S. and Pagnotta, R., 2007. 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, 54: 1413–1426. DOI:org/10.1016/j.marpolbul.2007.05.013.

Pillay, T.V.R., 1990. Aquaculture; principles and practices, Fishing News Book, London, UK. 575P.

Refa., 2002. Main frame study for sea cage culture development in Iran. Executive Report to the Iran Fisheries Organization, Iran. 26P.

Sapozhnikov, V.N., Agativa, A.E., Arjanova, N.V., Nalitova, E.A., Mardosova, N.V., Zobarowij V.L. and Bandarikov, E.A, 1988. Methods of hydrochemical analysis of the major nutrients. VNIRO publisher: Moscow, Russia. 105P.

Taebi, S.A., Etemad-shahidi, A. and Fardi, G.A., 2005. Examination of three eutrophication indices of characterize water quality in the north east Persian Gulf. Journal of Coastal Research, 42: 405–411.

Vascetta, M., Kauppila, P. and Furman, E., 2008. Aggregate indicators in coastal policy making: Potentials of the trophic index TRIX for sustainable considerations of eutrophication. Sustainable Development, 16(4): 282–289.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.5.2]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.115671]

DOI: 10.1002/sd.379.

Vollenweider, R.A. and Kerekes, J., 1982. Eutrophication of waters: monitoring, assessment and control. Report of the OECD Cooperative Programme on Eutrophication. Organization for the Economic Development and Co-operation, Paris. 156P.

Vollenweider, R.A., Giovanardi, F., Montanari, G. and Rinaldi, A., 1998. 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. Environmetrics, 9: 329–357. DOI: 10.1002/(SICI)1099-095X(199805/06)9:3<329.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.5.2]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.115671]

Feasibility study of cage fish farming based on physico-chemical parameters effective on water quality and eutrophication trend at less than 15 meter depth in southeast region of the Caspian Sea (Goharbaran region)

Nasrollahzadeh Saravi H.[1]*; Vahedi F.[1]; Nasrollahtabar A.[1]; Makhlough A.[1]; Afraei M.[1]; Pourang N.[2]

*hnsaravi@gmail.com

1- Caspian Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Sari, Iran
2-Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran

Abstract

The aim of this project was to study the feasibility of cage fish farming based on the evaluation of physico-chemical parameters effective on water quality and the trophic status (scaled and unscaled) at various depths of water and different months in the southeast of the Caspian Sea (Goharbaran region). The total numbers of 154 samples were collected at eight stations from three depths (5, 10 and 15 m) during 12 months. Results showed that the amounts of water temperature, transparency, pH, dissolved oxygen, BOD5, total alkalinity and TSS ranged from 9.00 to 29.00˚C, 0.50 to 12.00 m, 8.05 to 8.74, 5.76 to 12.85, 21 to 195 and 0.00 to 0.12 mg/l, respectively. In addition, the values of NH_4^+, NH_3, NO_2^-, NO_3^- and PO_4^{-3} ranged from 0.007 to 0.051, 0.001 to 0.010, 0.002 to 0.015, 0.043 to 0.477 and 0.014 to 0.077 mg/l, respectively. Scaled and unscaled trophic index were 3.42-5.52 and 2.61-5.85, respectively. Therefore, the proper temperatures for cultivation of salmonids species in this area were begun in October and ended in March. In the current study, results of pH and dissolved oxygen were consistent with the standard range of pH (7.80-8.50) and dissolved oxygen (>5 mg/l) for cage fish farming. Although, Goharbaran region were appropriate for cage fish farming in terms of nutrients, but this region was evaluated as mesotrophic (5.97±0.73) with high risk of eutrophication (>4).

Keywords: Physico-chemical parameters, Trophic Status, Cage fish farming, Caspian Sea, Goharbaran

*Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1396.26.6.5.2]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.115671]