Iranian Journal of Biological Sciences.2023; 18(2):1-10

Original Article

Iranian Journal of Biological Sciences

https://zisti.iauvaramin.ac.ir

Investigating the physicochemical conditions of the Caspian Sea water in Sisangan region for setting up a Salmon breeding farm in a cage

Omidreza Touni [1], Nooshin Sajjadi[2*], F Moosakhani[3]; R Mahmoudkhani[4]

1. Ph.D Student, Environmental Pollution, Islamic Azad University, Tehran North Branch.
2. Assistant Professor, Environmental Pollution, Islamic Azad University, Tehran North Branch, Tehran, Iran
3. Assistant Professor, Veterinary department, Faculty of Veterinary Medicine, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj.Iran.
4. Assistant Professor, Environmental Pollution, University of Medical Sciences, Islamic Azad University of Tehran.

Place of research: Department of Environmental Pollution, Islamic Azad University, Tehran North Branch

Article Info

Article History:
received 09.01.2023
revised 09.20.2023
accepted 12.14.2023
online 12.14.2023

KeyWords:

Trophic status
nutrients
physicochemical parameters
cage culture

*Corresponding author:
E-mail address

o_touni@yahoo.com
nooshinsadjadi@yahoo.com
fmoosakhani@kiau.ac.ir
rmahmoudkhani@iaumu.ac.ir

Abstract

Introduction: In general, increasing the production and exploitation of aquatic animals in the aquatic ecosystem without considering its relationship and balance with other parts of the ecosystem causes a wrong assessment of the real cost and benefits of these services to the environment and society, and in the future will have negative effects. The activities carried out in the aquaculture industry lead to a decrease in the quality of water and as a result the chemical balance in water is disturbed. On the other hand, the increase in metabolic activity in aquatic animals intensifies those effects. In the aquaculture industry, attention should be paid to quality control and monitoring methods. Knowing the basic conditions of the desired water body for the construction of breeding farms and predicting the future situation of the region based on the effluents entering is very necessary.

Aim: In this study, the physicochemical conditions of Sisangan region were investigated for setting up a fish farm.

Materials and methods: In order to determine the state of sea water quality, water sample collected for one period to analyze pollution and physicochemical variables. After determining of the variables, the TRIX trophic index was calculated and the trophic conditions of the area were determined.

Results: Measuring the physical parameters of water from 5 to 15 meters depth showed that the variables of temperature, electrical conductivity, salinity, oxygen and pH do not change much along the depth. The measurement of nutrients indicated that the total nitrogen in the sea in the study area varies from less than 0.1 mg/liter to 2.5 mg/liter. The amount of total phosphorus in the study range varies from less than the measuring limit of the device 0.003 mg/liter to 0.007 mg/liter. According to the measurements made in these studies, the result of calculating the TRIX index is an average numerical value of 2.3.

Conclusion: The results of this study showed that the area is tropically oligotrophic and the water quality of the area is very good.

Cite this article: Touni O, Sajjadi N*, Moosakhani F; Mahmoudkhani F. Investigating the physicochemical conditions of the Caspian Sea water in Sisangan region for setting up a Salmon breeding farm in a cage.Iranian Journal of Biologiacal Sciences. 2023; 18(2): 1-10

10.30495/zisti.2023.1995409.1172 DOR 20.1001.1.17354226.1402.18.2.2.1
Publisher: Islamic Azad University of Varamin – Pishva branch Print ISSN: 1735-4226 Online ISSN: 1727-459X
This is an open access article under the: https://creativecommons.org/license/by-nc/4.0/

دانش زیستی ایران . سال ۱۴۰۲ . دوره ۱۸ . شماره ۲

مقاله تحقیقی

دانش زیستی ایران

https://zisti.iauvaramin.ac.ir

بررسی شرایط فیزیکوشیمیایی آب دریای خزر در منطقه سی سنگان جهت راه اندازی مزرعه پرورش ماهی قزل آلا در قفس

امید رضا تونی[۱]، نوشین سجادی*[۲]، فرهاد موسی خانی[۳]، روح الله محمود خانی[٤]

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی محیط زیست، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲.استادیار، گروه علوم و مهندسی محیط زیست، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳.استادیار، گروه دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، البرز، ایران

٤. استادیار، گروه علوم و مهندسی محیط زیست، واحد تهران پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

محل انجام تحقیق: گروه علوم و مهندسی محیط زیست، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخچه مقاله

ارسال ۱٤۰۲/۰٦/۱۰

بازنگری ۱٤۰۲/۰٦/۲۹

پذیرش ۱٤۰۲/۰۹/۲۳

نمایه ۱٤۰۲/۰۹/۲۳

کلمات کلیدی

وضعیت تروفی

مواد مغذی

پارامترهای فیزیکوشیمیایی

پرورش ماهی در قفس

* نویسنده مسؤل

o_touni@yahoo.com
nooshinsadjadi@yahoo.com
fmoosakhani@kiau.ac.ir
rmahmoudkhani@iaumu.ac.ir

مقدمه: بطور کلی افزایش تولید و بهره برداری آبزیان در اکوسیستم آبی بدون در نظر گرفتن ارتباط و تعادل آن با سایر بخش های اکوسیستم موجب ارزیابی غلط از هزینه و سود واقعی این خدمات به محیط زیست و جامعه می شود و در آینده اثرات منفی به همراه خواهد داشت. فعالیت های انجام شده در صنعت آبزی پروری منجر به کاهش کیفیت آب و در نتیجه به هم خوردن تعادل شیمیایی در آب می شود. از طرف دیگر افزایش فعالیت متابولیکی در آبزیان باعث تشدید آن اثرات می شود. در صنعت آبزی پروری توجه به روش های کنترل کیفیت و پایش آب بایستی مورد توجه قرار گیرد. آگاهی از شرایط پایه پیکره آبی مورد نظر جهت احداث مزارع پرورش و پیش بینی وضعیت آتی منطقه بر اساس پساب های ورودی به آن جهت مدیریت بهینه بسیار ضروری است.

هدف: در این مطالعه به بررسی شرایط فیزیکوشیمیایی منطقه سی سنگان جهت راه اندازی مزرعه پرورش ماهی پرداخته شد.

مواد و روش ها: به منظور تعیین وضعیت کیفیت آب دریا یک دوره نمونه‌برداري از متغیرهاي آلودگي و فیزیکوشیمیایي آب انجام گرفت. پس از مشخص شدن میزان متغیرها، شاخص تروفی TRIX محاسبه و شرایط تروفی منطقه مشخص شد.

نتایج: اندازه گیری پارامترهای فیزیکی آب از عمق ۵ تا ۱۵ متر نشان داد که متغیرهای درجه حرارت، هدایت الکتریکی، شوری، اکسیژن و pH در طول عمق تغییرات چندانی ندارند. سنجش مواد مغذی حاکی از آن بود که نیتروژن کل در دریا در منطقه مطالعاتي از کمتر از ۰/۱ میلي گرم در لیتر تا ۵/۲ میلي گرم درلیتر متغیر می باشد. مقدار فسفر کل در محدوده مطالعاتي از کمتر از حد اندازه گیری دستگاه ۰/۰۰۳ میلي گرم در لیتر تا ۰/۰۰۷ میلي گرم درلیتر متغیر است. با توجه به اندازه گیری های انجام شده در این مطالعات نتیجه محاسبه شاخص TRIX بطور میانگین مقدار عددي ۲/۳ می باشد.

نتیجه‌گیری: نتایج این بررسی نشان داد که منطقه به لحاظ تروفی الیگوتروف بوده و کیفیت آب منطقه بسیار خوب می باشد.

شیوه آدرس‌دهی این مقاله : تونی الف، سجادی ن.*، موسی خانی ف. ، محمود خانی ر.الف.بررسی شرایط فیزیکوشیمیایی آب دریای خزر در منطقه سی سنگان جهت راه اندازی مزرعه پرورش ماهی قزل آلا در قفس. مجله دانش زیستی ایران. ۱٤۰۲؛ ۱۸(۲): ۱-۱۰

DOR 20.1001.1.17354226.1402.18.2.2.1

10.30495/zisti.2023.1995409.1172

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین - پیشوا **شاپا چاپی:** ۱۷۳۵-٤۲۲٦ **شاپا الکترونیکی:** ۲۷۱۷-٤۵۹X

نویسندگان: © حق مؤلف

مقدمه:

آبزی‌پروری دریایی یکی از سریع ترین صنایع در حال رشد به منظور تولید غذاهای دریایی می باشد (۱) که با توجه به کاهش ذخایر آبزیان در برابر افزایش تقاضا، می تواند جایگزینی مناسب برای روش های سنتی نظیر صید و ماهی گیری بوده و راهی مطمئن برای حفظ امنیت غذایی و ذخایر طبیعی به شمار رود (۲).

اگرچه آبزی پروری دریایی دارای مزایا بسیار است ولی از طرف دیگر، کاهش کیفیت اکوسیستم های آبی، تخریب ذخایر طبیعی(۳)، ورود عوامل بیماری‌زا، تغییر در کیفیت آب از طریق ورود غذای خورده نشده و مدفوع ماهیان، افزایش روند یوتروفیکاسیون، تداخل روی سایر کاربری‌ها (کشتیرانی، تفرج و ...) و کاهش زیبایی منظر، از جمله پیامدهای منفی ناشی از آبزی پروری دریایی می باشند. پساب صنایع آبزیپروری با افزایش غلظت مواد جامد معلق و مواد آلی محلول، کاهش سطح اکسیژن محلول در آب و ایجاد حالت بی هوازی، افزایش غلظت فسفات و نیترات، افزایش غلظت مواد سمی مثل آمونیاک، به طور معمول موجب کاهش غنای گونه ای و تنوع جوامع زیستی و ازدیاد موجودات مقاوم به آلودگی می گردد (٤). بنابراین آبزی پروری پایدار مستلزم استفاده از روش هاي مديريتي و ارزيابي اثرات محيط‌زيستی، اقتصادي و اجتماعي آن می باشد (٥).

تا کنون مطالعات زیادی در خصوص ارزش اقتصادی ماهیان و اهمیت بوم شناسی آن ها در بهره برداری از ذخایر دریا و شناسائی ماهیان در ایران انجام شده است (٦)(٧).

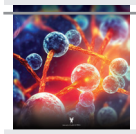
لیکن پیش از شروع احداث کارگاه ها و مزارع پرورش آبزیان داشتن دانش کافی در خصوص شرایط پایه فیزیکوشیمیایی منطقه مورد نظر لازم و ضروری می باشد. اطلاع از وضعیت اولیه محدوده مورد نظر و پیش بینی میزان مواد مغذی ورودی و اثرات مزارع پرورش بر اکوسیستم آبی کمک می کند تا ارزیابی درستی از شرایط کرده و با مدیریت صحیح مانع از بر هم خوردن تعادل اکولوژیک منطقه شد.

انواع کودها و پساب های شیمیایی موجب آلودگی بسیار شدید در منابع آب های سطحی شده است. دریای خزر یک حوضه بسته است که به دلیل راه نداشتن به آب های آزاد قدرت خود پالایی کمی داشته و به همین دلیل بسیار مستعد اثر پذیری از فعالیت های انسانی در منطقه می باشد. تغذیه گرایی فرایندی طبیعی است که در پیکره آب های سطحی رخ می دهد و معمولاً به توسعه بیش از حد فیتوپلانکتون ها و گیاهان مربوط می شود. فعالیت های انسانی از قبیل دفع فاضلاب شهری، کشاورزی و صنعتی به طور قابل ملاحظه ای به این فرایند شتاب می دهد. پیکره های آبی بر اساس مقدار ماده مغذی در گروه های مواد مغذی کم (Oligotrophic)، متوسط (Mesotrophic)، زیاد (Eutrophic) و بسیار زیاد (Hypertrophic) طبقه بندی می شوند.

شاخص های کیفی متعددی جهت بررسی وضعیت تروفی (تغذیه گرایی) در آب های ساحلی استفاده شده است. یکی از کاربرد های شاخص های تعیین احتمال وقوع یا شدت پدیده تغذیه گرایی است. به عنوان مثال در شمال غربی آدریاتیک شاخص TRIX مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس مطالعه شهربان و شهیدی در سال ۱۳۸۸ شاخص TRIX به عنوان شاخص برتر در دریای خزر در نظر گرفته شده است (۸). مطالعات دیگری نیز در خصوص بررسی این شاخص در دریای خزر (۹) صورت گرفته است. Karimian و همکاران نیز در سال ۲۰۲۰ مطالعه ای به منظور بررسی تأثیر پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان در قفس بر شاخص تغذیه ای در جنوب دریای خزر انجام دادند (۱۰).

Yucel-Gierو همکاران در سال ۲۰۱۰ وضعیت کیفیت آب خلیج ازمیر را با استفاده از شاخص TRIX به عنوان ابزاری برای تنظیم آبزی پروری باله‌ماهی دریایی ترکیه بررسی کرده اند(۱۱).

منطقه سی سنگان در استان مازندران یکی از مناطق مورد نظر جهت احداث مزرعه پرورش ماهی در قفس می باشد. به همین منظور تحقیق حاضر با هدف بررسی پارامترهای فیزیکوشیمیایی در منطقه سی سنگان و جمع آوری داده های میدانی جهت بررسی کیفیت آب و وضعیت تروفی در منطقه انجام گرفت.



مواد و روش ها

محدوده¬ی مورد مطالعه در سواحل دریاچه خزر در استان مازندران بین ۳۵ درجه و ٤٧ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۳٤ دقیقه تا ٥٦ درجه و ١٤ دقیقه طول شرقی واقع شده است. در این محدوده از ۳ ایستگاه در ۳ عمق (جمعاً ۹ ایستگاه) نمونه برداری شد. مختصات ایستگاه های نمونه برداری در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: شرح و مختصات جغرافیایي ایستگاههاي نمونه¬برداري شده در عملیات میداني

نام ایستگاه‌ها	شرح ایستگاه	N			E		
T_1S_1	ایستگاه اول از ترانسکت 1– عمق 5 متر	36	34	50.4	51	50	30.3
T_1S_2	ایستگاه دوم از ترانسکت 1– عمق 10 متر	36	35	13.5	51	50	39
T_1S_3	ایستگاه سوم از ترانسکت 1– عمق 15 متر	36	35	35.4	51	50	47.3
T_2S_1	ایستگاه اول از ترانسکت 2– عمق 5 متر	36	35	06	51	49	36
T_2S_2	ایستگاه دوم از ترانسکت 2– عمق 10 متر	36	35	22	51	49	45
T_2S_3	ایستگاه سوم از ترانسکت 2– عمق 15 متر	36	35	44	51	49	57
T_3S_1	ایستگاه اول از ترانسکت 3– عمق 5 متر	36	35	19	51	48	39
T_3S_2	ایستگاه دوم از ترانسکت 3– عمق 10 متر	36	35	38	51	48	43
T_3S_3	ایستگاه سوم از ترانسکت 3– عمق 15 متر	36	35	55	51	48	49

برای تعیین وضعیت کیفیت آب در محیط دریا یک دوره نمونه‌برداري از متغیرهاي آلودگي و فیزیکوشیمیایي آب در آبانماه ۱۳۹۹ انجام پذیرفت و نتایج به دست آمده بر اساس نتایج فصلی گزارش سازمان شیلات ایران در سال ۱٤۰۰ (جدول ۲) تدقیق شد (۱۲). در عملیات میداني پارامترهاي فیزیکوشیمیایي آب با استفاده از دستگاه CTD مدل Idronaut (شامل متغیرهاي دما، اکسیژن محلول، pH، شوري، کدورت، هدایت الکتریکي و کلروفیلa) در هر ۹ ایستگاه در ستون آب اندازه گیري شد. جهت اندازه گیري پتانسیل احیاء در نمونه آب مجاور بستر، نمونه با استفاده از بطری نمونه برداری نیسکین برداشت شده و با استفاده از مولتي متر پرتابل HQ مدل Hach سنجش شد. نمونه هاي لازم جهت اندازه¬گیري مواد مغذي آب شامل ترکیبات نیتروژني و فسفره، سیلیکات، سختي، قلیائیت و کل جامدات معلق با استفاده از نمونه بردار نیسکین برداشت شده و در دماي ٤ درجه سانتیگراد بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد. سایر نمونه هاي لازم جهت سنجش متغیرهاي آلودگي ستون آب (فلزات سنگین به روش ICP-MS، ترکیبات نفتي با GC، سموم، شوینده ها و آزمایشات میکروبي) در ظروف شیشه اي و استریل برداشت و پس از تثبیت نمونه، تاریخ و موقعیت ایستگاه ها ثبت و نمونه بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد. پس از مشخص شدن میزان متغیرها، شاخص تروفی TRIX (۱۳) مطابق با معادله زیر محاسبه و شرایط تروفی منطقه بر اساس جدول ۳ مشخص گردید.

$$TRIX = (Log [Chl\text{-}a \times aD\%O \times DIN \times TP] - [k])/m$$

.

جدول ۲: نتایج فصلی سنجش پارامترهای فیزیکوشیمیائی در منطقه سیسنگان بر اساس گزارش سازمان شیلات ایران

پارامتر	واحد	بهار	تابستان	پائیز	زمستان
فاصله قفس تا سطح دریا	m	15	15	15	15
فاصله ناحیه تخلیه پساب تا سطح دریا	m	19	19	19	19
سرعت باد	Knot	5	1	3	8/5
سرعت حرکت آب دریا	m/s	0/4	0/2	0/3	0/5
چگالی	Kg/m^3	1008	1005	1007	1008
دما	°C	11/9	22/7	16/2	11/9
Phosphate	mg/l	0/011	0/013	0/0088	0/012
Silicate	mg/l	0/38	0/39	0/31	0/36
Nitrate	mg/l	0/0057	0/0045	0/0055	0/0053
Nitrite	mg/l	0/0034	0/003	0/0026	0/0029
Ammonium	mg/l	0/0035	0/0043	0/0028	0/0032
TP	mg/l	0/003	0/0029	0/0026	0/0026
TN	mg/l	1/41	1/54	1/38	1/38

جدول ۳: طبقه¬بندی شاخص تریکس برای شرایط مختلف تروفی

مقیاس تروفی	شرایط	سطح تروفی
<2	سطح تروفی بسیار پائین	عالی (Ultra-oligotrophic)
2-4	سطح تروفی پائین	بسیار خوب (Oligotrophic)
4-5	سطح تروفی متوسط	خوب (Mesotrophic)
5-6	سطح تروفی بالا	متوسط (Mesotrophic to Eutrophic)
6-8	سطح تروفی بسیار بالا	ضعیف (Eutrophic)

منابع: (۱۴)(۱۵)

نتایج

خلاصه نتایج آزمایشات انجام شده و میانگین نتایج پارامترهاي فیزیکوشیمیایي در نمونه برداري میدانی با استفاده از CTD در ستون آب محدوده مطالعاتی در جدول ٤ ارائه شده است.

همانگونه که در جدول ٤ مشاهده مي گردد، میانگین درجه حرارت آبهاي محدوده مورد مطالعه ۲۲/۰۹ درجه سلسیوس ثبت گردید. بررسي درجه حرارت آب با عمق نشانگر تغییرات اندک دما با افزایش عمق در حد ۱ تا ۲ درجه است. میانگین هدایت الکتریکي در آبهاي منطقه مورد مطالعه ۱۷/۸٦ میلي زیمنس بر سانتیمتر ثبت گردید. میزان این متغیر تغییر اندکی در طول عمق نشان داد. میانگین شوري در آبهاي منطقه مورد مطالعه ۱۱/۲٤ قسمت در هزار ثبت

گردیـد کـه از ۱۱/۱٦ در ایسـتگاه T1S1 تـا ۱۱/۲۹ قسـمت در هـزار در ایسـتگاه هـاي T2S3 و T3S3 متفـاوت بـوده اسـت. نوسـانات نیـز در طـول عمـق انـدک بـود. میانگین مقدار اکسـیژن محلـول در آبهاي منطقـه مورد مطالعـه ۸/۲٤ میلي گـرم در لیتر ثبت گردیـد کـه از ۸/۱۰ در ایسـتگاه T3S3 تـا ۸/٤٤ میـلي گـرم در لیـتر در ایسـتگاه T3S1 متفـاوت بـوده اسـت. بـررسي تغییـرات عمـودي ایـن متغیـر افزایـش انـدك آن را در اعـماق ۲ تـا ٥ مـتري ایسـتگاههاي محـدوده مطالعـاتي نشـان مـي دهـد کـه حـاکي از مناسـب بـودن طیـف نـوري دریافتـي در ایـن عمـق بـراي فتوسـنتزکنندگان و در نتیجـه تولیـد اکسـیژن در مقادیـر حداکـثري خـود مـي باشـد. درصـد اشـباع اکسـیژن در کلیـه ایسـتگاههاي سـاحلي محـدوده مطالعـاتي بـه میزان اشـباع و بیش از حد اشـباع بوده اسـت که نشـانگر کفایت اکسـیژن موجـود جهـت تنفـس موجـودات آبـزي مـي باشـد و در خصـوص ایـن متغیـر محدودیتـي در محـدوده طـرح وجـود نخواهـد داشـت. میانگین مقـدار pH در آبهـاي منطقـه مـورد مطالعـه ۸/۳۲ ثبـت گردیـد. بـررسي تغیـرات عمودي pH نوسـان ۰/۱ تـا ۰/۲ این متغیـر را بـا افزایـش عمـق نشـان مـي دهـد کـه در مجمـوع نوسـانات ایـن متغیـر بسـیار انـدك و در حـد تحمـل آبزیـان خواهـد بـود.

جدول ٤: خلاصه نتایج پارامترهاي CTD در محدوده مطالعاتي

پارامتر ایستگاه	دما (°C)	هدایت الکتریکی (ms/cm)	شوری (p.s.u.)	O2Sat%	O2 (ppm)	pH	کلروفیل a (µg/l)	کدورت (FTU)
T1S1	21.80	17.63	11.16	102.99	8.42	8.34	2.09	27.86
T1S2	22.05	17.84	11.23	101.19	8.23	8.32	1.72	15.56
T1S3	22.24	17.98	11.28	101.06	8.19	8.32	1.22	8.88
T2S1	22.08	17.86	11.25	102.10	8.30	8.33	1.55	17.31
T2S2	22.03	17.82	11.23	101.45	8.25	8.34	1.67	18.39
T2S3	22.26	17.99	11.29	100.30	8.12	8.33	1.16	10.59
T3S1	22.00	17.75	11.19	103.63	8.44	8.28	1.37	14.56
T3S2	22.08	17.86	11.24	100.31	8.15	8.33	1.40	16.00
T3S3	22.28	18.01	11.29	100.13	8.10	8.30	1.01	6.98
میانگین T1	22.03	17.82	11.23	101.75	8.28	8.33	1.68	17.44
میانگین T2	22.12	17.89	11.25	101.28	8.22	8.33	1.46	15.43
میانگین T3	22.12	17.87	11.24	101.36	8.23	8.30	1.26	12.51
میانگین کل	**22.09**	**17.86**	**11.24**	**101.46**	**8.24**	**8.32**	**1.47**	**15.13**

میانگیـن مقـدار کـدورت در آبهـاي منطقـه مـورد مطالعـه ۱٥/۱۳ FTU ثبـت گردیـد کـه از ٦/۹۸ در ایسـتگاه T3S3 تـا ۲۷/۸٦ FTU در ایسـتگاه T1S1 متفـاوت بـوده اسـت. بررسـي تغییـرات عمـودي کـدورت در همـه ایسـتگاههاي سـاحلي افزایـش ایـن متغیـر را بـا افزایـش عمـق نشـان مـي دهـد کـه ایـن افزایـش در ۱ تـا ۲ متـر نزدیـك بسـتر داراي گرادیـان بیشـتري نسـبت بـه سـایر اعمـاق اسـت. میانگیـن مقـدار کلروفیـلa در آبهـاي منطقـه مـورد مطالعـه ۱/٤۷ µg/l ثبـت گردیـد کـه از ۱/۰۱ در ایسـتگاه T3S3 تـا ۲/۰۹ µg/l در ایسـتگاه T1S1 متفـاوت بـوده اسـت.

نتايـج انـدازه گيـری مـواد مغـذي در آب دريـا در جـدول ٥ ارائـه شـده اسـت. همانگونـه كـه در جـدول مشـاهده مـي گـردد، مقـدار آمونيـوم در بخـش سـاحلي محـدوده طـرح از كمتـر از ٠/١ ميلـي گـرم در ليتـر تـا ٠/٤ ميلـي گـرم در ليتـر ثبـت شـد. مقـدار نيتريـت انـدازه گيـري شـده نيـز كمتـر از حـد انـدازه گيـري دسـتگاه بـوده اسـت. مقـدار نيتـرات نيـز در ايـن بخـش از محـدوده مطالعاتـي از كمتـر از ٠/١ ميلـي گـرم در ليتـر تـا ٤/٧ ميلـي گـرم در ليتـر ثبـت شـد. مقاديـر نيتـروژن كل در دريـا در منطقـه مطالعاتـي از كمتـر از ٠/١ ميلـي گـرم در ليتـر تـا ٥/٢ ميلـي گـرم درليتـر متغيـر بـوده اسـت. مقدار فسفر كل در محدوده مطالعاتي از كمتر از حد اندازه گيری دستگاه ٠/٠٠٣ ميلي گرم در ليتر تا ٠/٠٠٧ ميلي گرم درليتر متغير بوده است.

جدول٥ : ميانگين نتايج اندازه گيري مقدار مواد مغذی و ساير متغيرها در محدوده مورد مطالعه

TN (mg/l)	Amonium (mg/l)	Solphat (mg/l)	No_3^- (mg/l)	TSS (mg/l)	TP (mg/l)	Total hardness (mg/l CaCo3)	Alkalinity (mg/l CaCo3)	Silica (mg/l)	Nitrite (mg/l)	Orthophosphate (mg/l)	ايستگاه
<0.1	<0.1	3570.9	<0.1	12	<0.003	4165	195	0.062	ND	<0.01	T1S1
<0.1	<0.1	4035.5	<0.1	12	<0.003	3969	190	0.082	ND	0.02	T1S2
2.104	<0.1	3925.1	2	8	<0.003	4018	200	0.12	ND	<0.01	T1S3
<0.1	<0.1	3465.2	<0.1	12	<0.003	4116	190	0.062	ND	<0.01	T2S1
1.97	0.2	3352.9	1.5	8	<0.003	3969	200	0.082	ND	<0.01	T2S2
<.1	<0.1	3142.7	<0.1	8	<0.003	3944	200	0.041	ND	<0.01	T2S3
5.2	0.4	3249.2	4.7	12	<0.003	4018	190	0.14	ND	<0.01	T3S1
<0.1	<0.1	3515.2	<0.1	10	0.007	4214	187.5	0.061	ND	0.02	T3S2
<0.1	<0.1	2968.2	<0.1	10	<0.003	4067	190	0.082	ND	<0.01	T3S3
...	...	3469.43	...	10.22	...	4053.33	193.61	0.081	ND	...	ميانگين
5.2	0.4	4035.5	4.7	12	0.007	4214	200	0.14	ND	0.02	حداكثر
<0.1	<0.1	2968.2	<0.1	8	<0.003	3944	187.5	0.041	ND	<0.01	حداقل

با توجه به اندازه گيری های انجام شده در اين مطالعات نتيجه محاسبه شاخص TRIX بطور ميانگين مقدار عددي ٢/٣ به دست آمد كه از نظر تروفي در محدوده آبهاي بسيار خوب (High) و اليگوتروف قرار مي¬گيرد (جدول٦).

جدول ٦: مقادیر حداقل، متوسط و حداکثر شاخص TRIX در محدوده مطالعاتی

پارامتر	PO_4^{3-}	TP	NO_2^-	NO_3^-	NH_4^+	TN	Chl a	O2sat	TRIX
میانگین	0.01	0.003	ND	0.98	0.14	1.1	1.47	101.5	2.3
حداکثر	0.02	0.007	ND	4.7	0.4	5.196	2.09	103.6	3.6
حداقل	<0.01	<0.003	ND	<0.1	<0.1	<0.1	1.01	100.1	0.4

بحث

همان طور که در جدول ٤ مشخص است اختلاف دماي سطح آب با عمق در حد ١ تا ٢ درجه است. این امر سبب می شود نیروي باد توانایي چرخش و برهم زدن و همگن کردن آب را داشته باشد. در نتیجه و با توجه به مهم بودن عامل درجه حرارت در توزیع متغیرها، سایر متغیرهاي این بخش از دریا با توجه به شکسته شدن لایه بندي حرارتي و همگن بودن آب، از تفاوت فاحشي برخوردار نبودند. بطور کلی شاخص تروفی شاخصی است که نمایانگر ورود و تجمع مواد مغذی و در نتیجه تولید اولیه در منابع آبی بوده و روند تغذیه گرایی آنها را نشان می دهد. از جمله شاخص های تروفی که به خصوص در آب های ساحلی مورد استفاده قرار می گیرد، شاخص وضعیت غنای آب تریکس (TRIX Index) است. این شاخص از ترکیب خطی چهار متغییر نیتروژن معدنی (DIN)، فسفرکل (TP)، کلروفیل a و درصد اشباعیت اکسیژن محاسبه می گردد (٢،١٥،١٣). که در آن کلروفیل a (Chl a) و انحراف از درصد اشباعیت (aD%O) به عنوان پارامترهای تولید در اکوسیستم و پارامترهای نیتروژن معدنی (DIN) و فسفرکل (TP) به عنوان مواد مغذی مؤثر در اکوسیستم مطرح می باشند. نتیجه این شاخص به گونه ای است که برای ارقام کمتر از ٢ تروفی بسیار پایین-شرایط عالی (Ultra-oligotrophic)، ارقام بین ٢-٤ تروفی پایین- شرایط بسیار خوب (Oligotrophic)، ارقام بین ٤-٥ تروفی متوسط-شرایط خوب (Mesotrophic)، ارقام بین ٥-٦ تروفی بالا-شرایط متوسط (Mesotrophic-Eutrophic) و ارقام بین ٦-٨ تروفی بسیار زیاد و شرایط بد (Eutrophic) را نشان می دهد. لازم به توضیح اینکه هر چه میزان شاخص تروفی کمتر باشد، وضعیت اکوسیستم از نظر تعادل گونه ای بهتر و مناسب‌تر خواهد بود. با این ترتیب، از نظر اکولوژی آب‌های یوتروف یا غنی دارای شرایط بد و آب‌های مزوتروف و اولیگوتروف دارای شرایط خوب می‌باشند. به همین لحاظ باید سعی نمود که از رسیدن یک پیکره آبی به حد یوتروف خودداری شود. بر اساس مطالعه لالوئی در سال ١٣٨٣، میانگین سالانه شاخص TRIX در سواحل جنوبی دریای خزر در ١٨ ایستگاه مورد مطالعه، بین ٠/٤ تا ٣/٦ می باشد که کاملاً با نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر منطبق است. تفاوت در مقادیر شاخص به خصوصیات زیست محیطی هر منطقه و نوع و میزان آلودگی تولیدی در آن ها مربوط می شود. استان های گیلان و مازندران به عنوان قطب های کشاورزی در ایران بشمار می آیند و مصرف انواع کودهای شیمیایی موجب آلودگی بسیار شدید در منابع آب های سطحی و زیر زمینی شده است. علاوه بر پساب های کشاورزی، همجواری اکثر روستاها و شهر های شمالی ایران با رودخانه ها و فقدان سیستم های اصولی برای تصفیه فاضلاب ها سبب گردیده که کلیه رودخانه های این استان ها نظیر سیاهرود، زرجوب، سفید رود، هراز، تجن، بابل رود، چالوس و گرگان رود به مرکز اصلی دفع فاضلاب های شهری مبدل شوند (١٦). در سال ٢٠١٠، شاخص TRIX در سواحل جنوبی دریای خزر ٥/٠٤ تا ٥/٤٧ بوده که نشان دهنده شرایط تروفی بالا در منطقه می باشد (٨). Nasrollahzadeh Saravi و همکاران از بهار ٢٠١٣ تا زمستان ٢٠١٤ سطح تروفی را در سواحل انزلی، تنکابن، نوشهر و امیر آباد بررسی کردند. این مطالعه نشان داد شاخص TRIX بین ٤/٤٣ تا ٥/٠٥ متغیر بوده و وضعیت تروفی این مناطق از مزوتروف به سمت یوتروف تغییر کرده بود در حالیکه در این مناطق مزاری پرورش ماهی وجود نداشته است (٩).

Yucel-Gier و همکاران در سال ۲۰۱۰ با مقایسه شاخص TRIX در منطقه ای از خلیج ازمیر که مزارع پرورش ماهی وجود داشت با منطقه ای که فاقد این مزارع بود بیان کردند که آبزی پروری تاثیر چندانی بر افزایش سطح تروفی منطقه نداشته است(۱۱) . رشد بهتر آبزیان به وضعیت فیزیکی محیط، و کیفیت آب و غذا بستگی دارد(۱۷) . همان طور که در جدول ٦ مشخص است وضعیت تروفی در منطقه مطالعه الیگوتروف می باشد و این به معنای کیفیت بالای آب در محدوده مورد مطالعه می باشد. لیکن بایستی این موضوع را مد نظر قرار داد که ورود مواد زائد و پسماندهای حاوی مواد مغذی و آلی ناشی از مزارع پرورش ماهی در قفس می تواند این وضعیت را بر هم زند. با افزایش بار مواد مغذی ناشی از پرورش ماهی وضعیت تروفی دریا می تواند از الیگوتروف به مزوتروف و حتی یوتروف تغییر یابد که تبعات زیستی و کیفی خاص خود را در پی خواهد داشت. با توجه به اینکه آب در منطقه لایه بندی حرارتی نداشته و همگن می باشد احتمال تجمع مواد مغذی در یک منطقه خاص کاهش می یابد لذا پس از راه اندازی مزرعه بایستی میزان غذای مورد استفاده و ضریب تبدیل غذایی به درستی محاسبه شده و از ورود پساب و پسماند به دریا با استفاده از روش هایی نظیر استقرار قیف تحتانی جمع آوری زائدات و غذای خورد نشده در قفس ها و استفاده از غذادهی اتوماتیک و کاهش پرت غذایی جلوگیری گردد تا مانع از تغییر وضعیت تروفی منطقه شود. کریمیان و همکاران نیز در سال ۱۳۹۸ تاثیر فعالیت پرورش در قفس قزل آلاي رنگين كمان را بر سطح تروفی در منطقه عباس آباد بررسی کردند. این مطالعه نشان داد که به دلیل کوچک بودن مقیاس پرورش ماهی، کوتاه بودن طول دوره پرورش و جریان هاي آبی قوي اثر قابل ملاحظه اي روي شاخص تروفی محیط اطراف قفس مشاهده نمی شود به طوریکه تغییرات مشاهده شده بیشتر با تغییرات فصلی مرتبط بود (۱۰).

نتیجه گیری

مطالعه حاضر نشان داد که منطقه مورد بررسی به لحاظ تروفی الیگوتروف بوده و کیفیت آب منطقه بسیار خوب می باشد. لیکن با توجه به اینکه پرورش ماهی در قفس می تواند با افزایش بار مواد مغذی این وضعیت را بر هم زند و وضعیت تروفی دریا را به مزوتروف و حتی یوتروف تغییر دهد، بایستی پس از راه اندازی مزرعه میزان مواد مغذی ورودی به دریا با راهکارهای از پیش تعیین شده کنترل گردد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان از همه کسانی که آنان را در انجام مطالعه یاری رسانده اند سپاسگزاری می کنند.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می کنند که تعارض منافعی در این مطالعه وجود نداشته است

References

1. Micael J, Costa AC, Aguiar P, Medeiros A, Calado H. Geographic Information System in a Multi-Criteria Tool for Mariculture Site Selection. Coast Manag. 2015;43(1).

DOI:10.1080/08920753.2014.985178.

2. Gimpel A, Stelzenmüller V, Grote B, Buck BH, Floeter J, Núñez-Riboni I, et al. A GIS modelling framework to evaluate marine spatial planning scenarios: Co-location of offshore wind farms and aquaculture in the German EEZ. Mar Policy. 2015;55.

DOI:10.1016/j.marpol.2015.01.012.

3. Dapueto G, Massa F, Costa S, Cimoli L, Olivari E, Chiantore M, et al. A spatial multi-criteria evaluation for site selection of offshore marine fish farm in the Ligurian Sea, Italy. Ocean Coast Manag [Internet]. 2015;116(April 2019):64–77. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.06.030.

DOI:10.1016/j.ocecoaman.2015.06.030.

4. Vatandoost, p. BA. Evaluation of the environmental effects of the development of aquaculture workshops on the country's water resources. In: applied geology and environment conference. 2009.

5. Mokhtari Abkenari, A., Chizari, M., Salehi J. Investigating the opinion of Iranian fisheries experts about sustainable aquaculture. Iran Agric Ext Educ Sci. 2016;87–97.

6. Mohseni, Mehrnaz; Ghasemi F. Comparison of morphometric and meristic characteristics of Rutilus kutum frisii in river estuaries of Caspian sea,. Iran J Biol Sci. 2018;13(7):63–77.

DOI: 20.1001.1.17354226.1397.13.3.5.1.

7. Sattarvand, Sahar; Yousefi Siahkalroudi S. Identification of fishes of southeastern water resources of Tehran province (Varamin region). Iran J Biol Sci. 2020;14(4):23–30.

DOI: 20.1001.1.17354226.1398.14.4.4.9.

8. Shahrban M, Etemad-Shahidi A. Classification of the Caspian Sea coastal waters based on trophic index and numerical analysis. Environ Monit Assess. 2010 May;164(1–4):349–56.

DOI:10.1007/s10661-009-0897-6.

9. Nasrollahzadeh Saravi H, Pourang N, Foong SY, Makhlough A. Eutrophication and trophic status using different indices: A study in the Iranian coastal waters of the Caspian Sea. Iran J Fish Sci. 2019;18(3):531–46.

DOI:10.22092/ijfs.2018.117717.

10. Erfan Karimian MZ, Farabi SMV, Mahsa, Haqi, Kochanian P. The impact of rainbow trout culture in floating cage on chlorophyll-a and trophic index value in the Abbas Abad area, southern basin of the Caspian Sea. J Aquac Sci. 2020;8(14).

11. Yucel-Gier G, Pazi I, Kucuksezgin F, Kocak F. 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). J Appl Ichthyol. 2010 Oct 30;27:39–45.

DOI:10.1111/j.1439-0426.2010.01576.x.

12. Iranian Fisheries Organization. Scrutiny of environmental studies of the fish breeding plan in cages and Monitoring of a sample farm in the Caspian Sea. 2021.

13. 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. Environmetrics

https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-095X(199805/06)9:3<329::AID-ENV308>3.0.CO;2-9

14. Giovanardi, F., Cicero, A.M., Ferrari, C.R., Magaletti, E., Romano, E., Rinaldi A. Interrelationships between trophic index (TRIX) and productivity indicators And, Italian marine–coastal waters: a tool for water quality evaluation management. In: Environment Problems in Coastal Regions IV.

DOI:10.4081/jlimnol.2004.199.

15. Penna N, Capellacci S, Ricci F. The influence of the Po River discharge on phytoplankton bloom dynamics along the coastline of Pesaro (Italy) in the Adriatic Sea. Mar Pollut Bull. 2004;48(3–4).

DOI:10.1016/j.marpolbul.2003.08.007.

16. Laloei F. Hydrology and hydrobiology and pollution Environmental depths of less than 10 meters in the southern basin Caspian sea. Publ Iran Fish Res Institute. 2013;

DOI: http://hdl.handle.net/1834/13239.

17. Seginer I. Growth models of gilthead sea bream (Sparus aurata L.) for aquaculture: A review. Aquac Eng. 2016 Jan 31;70:15–32.

DOI:10.1016/j.aquaeng.2015.12.001.