

## تأثیر پرورش ماهی سی باس آسیایی (*Lates calcarifer*) بر سد اختار جمعیتی فیتوپلانکتون ها، وض معیت تغذیه گرایی و خطر شکوفایی در آب های مجاور قفس های نش ناور واقع در منطقه قش م استان هرمزگان

غلامعلی اکبرزاده چماچایی<sup>۱\*</sup>، فرشته سراجی<sup>۱</sup>، هادی کوهکن<sup>۱</sup>، سیامک بهزادی<sup>۱</sup>، محمد درویشی<sup>۱</sup>، لیلی محبی نودز<sup>۱</sup>  
<sup>۱</sup> غلامعلی اکبرزاده، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

### چکیده

در این تحقیق اثرات احتمالی ناشی از فعالیت پرورش ماهی سی باس آسیایی (*Lates calcarifer*) در قفس بر ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون ها در محدوده استقرار قفس های واقع در جزیره قشم مورد بررسی قرار گرفت. نمونه برداری از آب در سه ایستگاه بصورت ماهانه طی یک دوره پرورش شش ماهه از ماه مهر لغایت اسفند سال ۱۳۹۷ صورت گرفت. نتایج نشان داد که فراوانی کل جمعیت فیتوپلانکتون ها در محل استقرار قفس ها نسبت به ایستگاه شاهد از افزایش معنی داری برخوردار بوده است ( $P < 0.05$ ). در آب های مجاور محل استقرار قفس های پرورش ماهی سطح تروفیکی در حالت مزوتروف بالا ( $> 5$ )، خطر یوتریفیکاسیون ( $> 4$ ) و ضریب کارایی تروفیک بالا بوده است. بر اساس نتایج حاصل از آزمون سیمپر از بین ۴۱ جنس شناسایی شده، جنس *Noctiluca Sp.* (در محل استقرار قفس ها) با فراوانی نسبی ۸۲/۳۷ درصد و درصد مشارکت ۲۱/۸ صدم درصد در فصل پاییز از شکوفایی بالا و سپس جنس های *Chaetoceros sp.*، *Nitzschia sp.* و *Coccolodinium sp.* بترتیب با فراوانی نسبی کمتر از ۱۰ درصد در عدم تشابه ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون ها بین ایستگاهها نقش بسزایی داشته اند. بطور کلی در این مطالعه اثرات ناشی از فعالیت های مربوط به پرورش ماهی بر ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون ها بی اثر، ولی باعث افزایش برخی از جنس ها، مواد مغذی قابل دسترس، سطح تروفی، احتمال رخداد شکوفایی مضر جلبکی در محل استقرار قفس ها گردیده است.

### نوع مقاله

#### مقاله پژوهشی اصیل

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۶/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۹/۱۰

تاریخ چاپ الکترونیکی: ۱۴۰۱/۱۲/۱۲

\*نویسنده مسئول:

**کلید واژه ها:** پرورش ماهی در قفس، فیتوپلانکتون، تغذیه گرایی، خطر شکوفایی، قشم

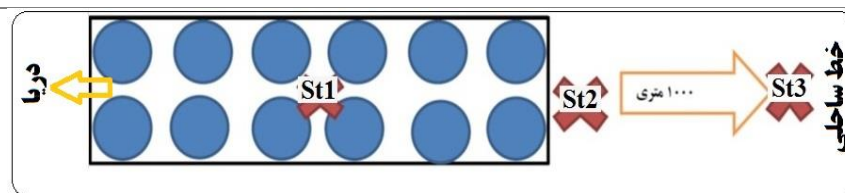
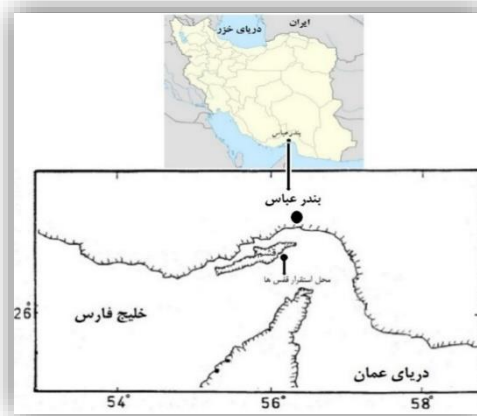
### مقدمه

ورود بیش از حد مواد مغذی به اکوسیستم های آبی می تواند باعث برهم خوردن توازن جذب مواد مغذی توسط پلانکتون های گیاهی گردد [۱]. فیتوپلانکتون ها به عنوان تولیدکنندگان اولیه بطور مستقیم و غیرمستقیم با تأثیر بر شبکه ی غذایی نقش اکولوژیکی مهمی را در منابع آبی ایفا می کنند. کوتاه بودن زمان تولید مثلی و تأثیرپذیری نسبت به تغییرات زیست محیطی، از عوامل مهم تغییر پذیری در جمعیت فیتوپلانکتونها محسوب می گردند [۲]. بررسی، توزیع و فراوانی فیتوپلانکتون ها و میزان اثر پذیری آن ها بعنوان نشانگرهای زیستی در آب های آلوده و غیرآلوده می تواند اطلاعات مفیدی را در مورد سلامت زیستگاهی ارائه دهد. مطالعات انجام شده نشان داده است که فعالیت های مربوط به پرورش ماهیان دریایی در قفس می تواند منجر به افزایش مواد مغذی و تولیدات اولیه در آب های ساحلی مجاور محل استقرار قفس ها گردد [۳]. Venturoti و همکاران [۴]، Balua [۵] و Chateau و همکاران [۶] در مطالعات خود به این نکته اشاره نمودند که کاهش جریان و افزایش ماندگاری آب در قفس ها می تواند منجر به افزایش ماندگاری میزان فسفر، نیتروژن محلول در توده آبی داخل قفس ها شده که این وضعیت می تواند بر مجموعه جوامع زیستی توده آبی داخل قفس اثر گذاشته و در افزایش تولیدات اولیه نقش بسزایی را ایفا نماید. در رابطه با اثرات پرورش ماهی در قفس بر نحوه توزیع و پراکنش جمعیت فیتوپلانکتون ها مطالعات متنوعی در دنیا صورت گرفته است که از آن جمله می توان به تحقیقات انجام شده توسط Bekcan و همکاران [۷] در رابطه با اثرات پرورش ماهی قزل آلا بر جوامع پلانکتونی و کیفیت آب در ترکیه، بررسی توزیع جامعه فیتوپلانکتون ها در رابطه با پارامترهای محیطی در محل استقرار قفس ها در خلیج Sepanggar مالزی توسط Sidik و همکاران [۸]، ارزیابی اثرات پرورش ماهی در قفس

بر ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون ها و تولیدان اولیه محل استقرار قفس های پرورش ماهی در دریای آدریاتیک توسط Skejic و همکاران<sup>[۹]</sup>، بررسی جمعیت فیتوپلانکتون ها در مناطق پرورش ماهی در قفس واقع در آب های ساحلی تایلد توسط Tanyaros و Crookall<sup>[۱۰]</sup>، اثرات پرورش ماهی جامعه فیتوپلانکتونی تحت تنش حرارتی ناشی از نیروگاه در یک خلیج نیمه محصور توسط Jiang و همکاران<sup>[۱۱]</sup>، تعیین تغییرات مکانی و زمانی فیتوپلانکتون ها در مناطق گرمسیری سواحل برزیل پس از نصب، راه اندازی و استقرار قفس های پرورش ماهی توسط Rosini و همکاران<sup>[۱۲]</sup>، ارزیابی زیست محیطی تأثیر پرورش ماهی در قفس بر کیفیت آب و وضعیت فیتوپلانکتون ها در سواحل شرقی تونس توسط Challouf و همکاران<sup>[۱۳]</sup> اشاره نمود. در ایران با توجه به نوپا بودن صنعت پرورش ماهی در قفس در رابطه با اثرات متقابل ناشی از اینگونه فعالیت ها بر محیط زیست ساحلی و دریایی مطالعات اندکی صورت گرفته است که از آن جمله می توان به تحقیقات انجام شده توسط باقری و همکاران<sup>[۱۴]</sup> با موضوع بررسی اثرات پرورش ماهی قزل آلائی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در قفس بر فراوانی فیتوپلانکتون ها در جنوب دریای خزر، Bandpei و همکاران<sup>[۱۵]</sup> تحت عنوان بررسی اثرات پرورش ماهی در قفس بر جوامع فیتوپلانکتونی و زئوپلانکتونی در سواحل جنوبی دریای خزر و مطالعه تغییرات ساختار زی شناوران گیاهی و مواد مغذی در پیرامون قفس های دریایی پرورش ماهیان واقع در جنوب دریای خزر توسط باقری و مکارمی<sup>[۱۶]</sup> را اشاره نمود. احتمال رخداد شکوفایی ریزجلبکی در محل استقرار قفس ها و آب های اطراف آن یکی از خطرات مهم در رابطه با مدیریت پرورش ماهیان در قفس محسوب می گردد. لذا بررسی ساختار جمعیت فیتوپلانکتون ها به عنوان شاخصی از وضعیت تغذیه ای می تواند بسیار سودمند باشد<sup>[۱۷]</sup>. در این مطالعه سعی گردید که اثرات ناشی از فعالیت پرورش ماهی در قفس بر ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون ها و ارتباط آن با برخی از پارامترهای محیطی و وضعیت تغذیه گرای، خطر شکوفایی در محل استقرار قفس ها واقع در آب های ساحلی منطقه ریگویی جزیره قشم طی یک دوره پرورش ۶ ماهه در سال ۱۳۹۷ مورد بررسی قرار گیرد.

## مواد و روش ها

این تحقیق در محل استقرار قفس های پرورش ماهی سی باس آسیایی واقع در آب های ساحلی منطقه ریگویی جزیره قشم استان هرمزگان با موقعیت جغرافیایی " ۵۷° ۵۰' ۲۶" عرض شمالی و " ۲۵° ۰۹' ۵۶" طول شرقی صورت گرفت (شکل ۱).



شکل ۱. شماتیک ایستگاه‌های انتخابی در آب‌های مجاور قفس‌های پرورش ماهی در جزیره قشم استان هرمزگان

فاصله قفس‌ها از ساحل حدود ۱۲۵۰ متر و عمق منطقه در محل استقرار سازه‌ها بین ۲۸ تا ۳۲ متر اندازه‌گیری شد. قفس‌ها از نوع شناور و جنس تورها از پلی‌آمید (نایلون) بوده است. نمونه برداری از آب با استفاده از بطری نمونه بردار نارسن 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) صورت گرفت. برخی از پارامترهای محیطی مانند دمای آب، شوری، اکسیژن محلول و pH در محل، با استفاده از دستگاه مولتی پارامتر CTD (Ocean seven-316) اندازه‌گیری شدند. برای بررسی فیتوپلانکتون‌ها دو لیتر آب در هر ایستگاه در دبه‌های مخصوص پلی‌اتیلنی ذخیره و پس از تثبیت نمونه‌ها با محلول لوگل جهت آنالیز به آزمایشگاه انتقال یافتند<sup>[۱۷]</sup>. شناسایی و شمارش نمونه‌ها با استفاده از میکروسکوپ اینورت، با بزرگنمایی ۲۰X و ۴۰X بر اساس کلیدهای شناسایی موجود در آزمایشگاه صورت گرفت و در نهایت تراکم نمونه‌ها بر حسب سلول در لیتر محاسبه گردید<sup>[۱۸،۱۹،۲۰]</sup>. برای تعیین وضعیت تروفی و میزان خطر یوتریفیکاسیون<sup>[۲۱]</sup> از شاخص‌های تروفیک مقیاسی Trix<sup>[۲۲]</sup> و غیر مقیاسی<sup>[۲۱]</sup> استفاده گردید. پارامترهای مداخله‌گر در محاسبه این شاخص‌ها شامل چهار متغیر کلروفیل a (برحسب میلی‌گرم بر مترمکعب)، اکسیژن محلول (بر حسب درصد اکسیژن اشباع)، ازت معدنی کل (شامل نیترات، نیتريت، آمونیاک کل) و فسفات محلول بر حسب میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. در شاخص تروفیک مقیاسی تریکس کیفیت آب بر اساس وضعیت تروفی (سطح تروفی) به چهار طبقه تقسیم بندی می‌گردد. مقدار  $4 \leq \text{TRIX} < 5$  مربوط به این شاخص نشان دهنده وضعیت تروفی پایین (اولیگوتروف)،  $4 < \text{TRIX} \leq 5$  وضعیت تروفی متوسط (مزوتروف)،  $5 < \text{TRIX} \leq 6$  وضعیت تروفی بالا (مزوتروف بالا) و  $6 < \text{TRIX} \leq 8$  وضعیت تروفی خیلی بالا (سیستم یوتروف) می‌باشد. در شاخص تروفیک غیر مقیاسی<sup>[۲۲]</sup> میزان خطر شکوفایی ناشی از پرغذایی (یوتریفیکاسیون) به سه طبقه تقسیم بندی می‌گردد. مقدار  $\text{Untrix} < 4$  در این شاخص بیانگر عدم خطر یوتریفیکاسیون،  $4 \leq \text{Untrix} \leq 6$  نشان‌دهنده خطر بالای یوتریفیکاسیون و  $\text{Untrix} > 6$  بیانگر سیستم یوتروف (پرغذا) می‌باشد. بری محاسبه شاخص تنوع شانون (Shannon diversity index (H)) از نرم افزار پریمر نسخه ۵ و انتخاب معادله بر مبنای لگاریتم دو (the log base 2) صورت گرفت<sup>[۲۴]</sup>. جهت بررسی توزیع داده‌ها از آزمون آماری شفیرو-ویلک استفاده گردید. انتقال داده‌ها در صورت نیاز بر اساس فرآیند لگاریتم‌گیری بر مبنای ده ( $\text{Log}_{10} X$ ) صورت گرفت. در این مطالعه در صورت مناسب بودن توزیع داده‌ها از آزمون پارامتریک آنالیز واریانس یک طرفه و توزیع نامناسب داده‌ها از آزمون ناپارامتریک کروسکال والیس استفاده گردید. جهت مقایسه ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون‌ها در بین ایستگاه‌ها از آزمون‌های خوشه بندی داده‌ها و آزمون آنوسیم<sup>۱</sup> (در این آزمون هر چقدر مقدار R به یک نزدیکتر، میزان شباهت بین دو جامعه کمتر است)، آزمون ناپارامتریک سیمپر<sup>۲</sup>، جهت تعیین گروه‌های مسئول در ایجاد عدم تشابه و اثرات پارامترهای محیطی بر فراوانی کل و جنس‌های غالب شناسایی شده از تحلیل عاملی به روش مولفه‌های اصلی مورد استفاده قرار گرفت<sup>[۲۵، ۸]</sup>.

$$\text{Trix} = [\text{Log}(\text{Chl-a} \times \text{aDO} \times \text{TN} \times \text{TP}) - (-k)] / m \quad (\text{معادله ۱})$$

$$\text{UnTRIX} = \text{LG}_{10} (\text{Chl-a} \times \text{aDO} \times \text{DIN} \times \text{PO4}) \quad (\text{معادله ۲})$$

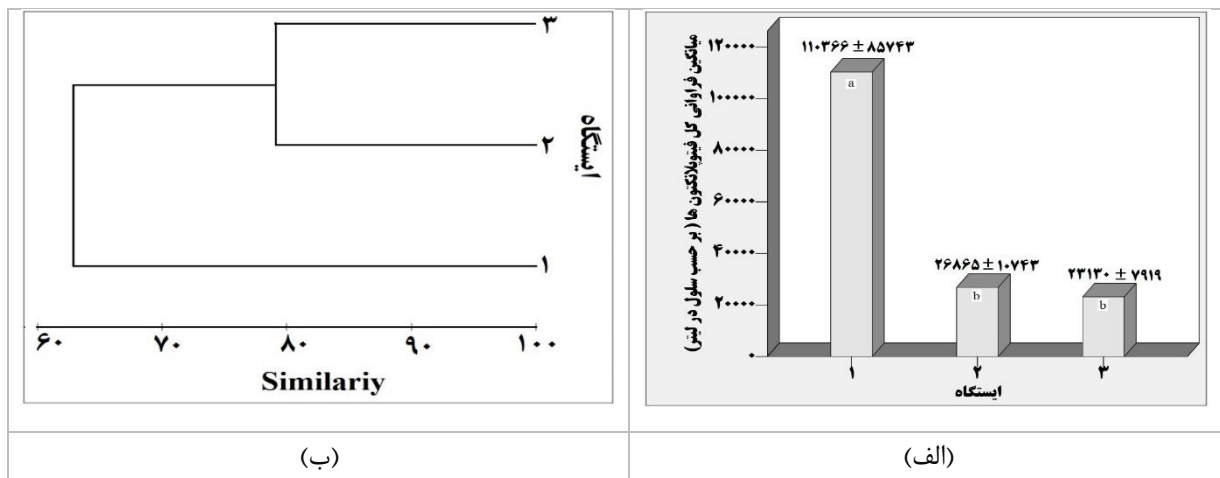
## نتایج

مقایسه میانگین تغییرات مربوط به فراوانی کل جمعیت فیتوپلانکتون‌ها (شکل ۲ الف) بر اساس آزمون کروسکال والیس نشان داد که ما بین ایستگاه اول واقع در مرکز استقرار قفس‌ها (ایستگاه اول) و ایستگاه‌های دوم (واقع در بخش انتهایی محل استقرار قفس‌ها) و سوم (شاهد) تفاوت معنی داری وجود داشته است ( $P < 0.05$ ). فراوانی‌های نسبی محاسبه شده به ترتیب در هریایستگاه برابر با  $۶۸/۸۴$ ،  $۱۶/۷۳$  و  $۱۴/۴۲$  صدم درصد بوده است. در مطالعه انجام شده بیشترین میانگین فراوانی کل محاسبه شده (میانگین  $\pm$  خطای استاندارد) مربوط به جمعیت فیتوپلانکتون‌ها در ایستگاه اول، دوم و سوم، به ترتیب در ماه‌های آذر ( $۴۴۰۸۸۰ \pm ۴۳۹۳۴۰$  سلول در لیتر)، آبان ( $۷۳۵۷۰ \pm ۲۹۷۹۰$  سلول در لیتر) و مهر ( $۵۳۸۰۸ \pm ۲۹۹۳$  سلول در لیتر) به ثبت رسید (جدول ۲). نتایج آزمون کروسکال والیس نشان داد که اثرات زمان (ماه‌های نمونه برداری)

1 ANOSIM: One-way analysis of similarity

2 SIMPER: Similarity percentages analyses

بر فراوانی کل جمعیت پلانکتون های گیاهی در طی دوره بررسی معنی دار بوده است ( $P < 0.05$ ). نتایج حاصل از آزمون آنوسیم نشان داد که از نظر ساختار جمعیتی هیچ تفاوت معنی داری ما بین ایستگاه های اول ( $P = 0.13$ ،  $Global R = 0.28$ )، دوم ( $P = 0.38$ ،  $Global R = 0.26$ ) و سوم ( $P = 0.44$ ،  $Global R = 0.3$ ) در طی دوره پرورش وجود نداشته است. براساس آماره R حاصل از این آزمون، میزان تفاوت ما بین ایستگاه اول واقع در مرکز استقرار قفس ها با ایستگاه شاهد ( $R = 0.25$ ) اندکی بیشتر از ایستگاه دوم با ایستگاه شاهد ( $R = 0.08$ ) بوده است (جدول ۱). بررسی ضرایب تشابه و نمودار درختی حاصل از آزمون خوشه بندی داده ها (شکل ۲ ب) نشان داد که میزان تشابه بین ایستگاه اول واقع در مرکز استقرار قفس ها از نظر ساختار جمعیت فیتوپلانکتونی با ایستگاه شاهد (۶۵/۲ درصد) نسبت به ایستگاه دوم با ایستگاه شاهد (۷۹/۲ درصد) بمراتب کمتر بوده است. چک لیست پلانکتون های گیاهی شناسایی شده به تفکیک هرایستگاه در محل استقرار قفس های پرورش ماهی براساس میزان حضور (+) یا عدم حضور (-) جنس های شناسایی شده در جدول ۲ آمده است.



شکل ۲. مقایسه تغییرات (میانگین  $\pm$  خطای استاندارد)\* و نمودار درختی حاصل از آزمون خوشه بندی براساس فراوانی کل جمعیت فیتوپلانکتون ها به تفکیک هر ایستگاه در محل استقرار قفس های پرورش ماهی  
\* آزمون کروسکال والیس: حروف نامتشابه نشانه معنی دار بودن است ( $P < 0.05$ ).

جدول ۱: نتایج آزمون آنوسیم، جهت مقایسه معنی دار بودن عدم تشابه ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون ها در آب های مجاور قفس های پرورش ماهی

ایستگاه	R Statistic	Significance Level %	Number Observed
۲ - ۱	۰/۰۶	۶۵/۹	۸۳
۳ - ۱	۰/۲۵	۷۴/۶	۹۴
۳ - ۲	۰/۰۸	۶۶/۲	۹۶

جدول ۲. چک لیست وضعیت حضور (+) یا عدم حضور (-) پلانکتون های گیاهی شناسایی شده به تفکیک هرایستگاه در محل استقرار قفس های پرورش ماهی

ایستگاه	جنس / گروه			ایستگاه	جنس / گروه		
	۱	۲	۳		۱	۲	۳
	Bacillariophyceae (Diatoms)		Dinoflagellata (Dinophyceae)				
	<i>Amphora Sp.</i>	+	<i>Akoshiwo Sp.</i>		-	-	+

<i>Bacetriastrum Sp.</i>	+	-	-	<i>Alexandrium Sp.</i>	+	+	-
<i>Bellerochea Sp.</i>	+	+	+	<i>Amylax Sp.</i>	-	+	-
<i>Biddulphia Sp.</i>	-	+	+	<i>Ceratium sp.</i>	+	+	+
<i>Chaetoceros Sp.</i>	+	+	+	<i>Cochlodinium</i>	+	+	+
<i>Coscinodiscus Sp.</i>	+	+	+	<i>Diplopsalis Sp.</i>	+	+	+
<i>Guinardia Sp.</i>	+	+	+	<i>Gymnodinium</i>	+	+	+
<i>Cymbella Sp.</i>	+	-	-	<i>Gyrodinium Sp.</i>	+	+	+
<i>Hemiaulus Sp.</i>	+	+	-	<i>Noctiluca Sp.</i>	+	+	+
<i>Lauderia Sp.</i>	+	+	+	<i>Ornithocecus Sp.</i>	-	+	-
<i>Eucampia Sp.</i>	+	-	-	<i>Peridinium Sp.</i>	+	+	+
<i>Leptocylindrus Sp.</i>	+	+	+	<i>Procentrum Sp.</i>	+	+	+
<i>Melosira Sp.</i>	-	+	-	<i>Pyrodinium Sp.</i>	+	+	+
<i>Davicula Sp.</i>	+	+	+	<i>Pyrophacus Sp.</i>	+	+	+
<i>Nitzschia Sp.</i>	+	+	+	<i>Pyrocystis Sp.</i>	-	+	-
<i>Planktoniella Sp.</i>	+	-	-	<i>Scripssiella Sp.</i>	+	+	+
<i>Pleurosigma Sp.</i>	+	+	+	Cyanophyceae			
<i>Rhizosolenia Sp.</i>	+	+	+	<i>Oscillatoria Sp.</i>	+	+	+
<i>Skeletonema Sp.</i>	+	+	+	<i>Phormidium Sp.</i>	+	-	-
<i>Stephinodiscus sp.</i>	+	+	-				
<i>Stephinopyxis Sp.</i>	-	+	-				
<i>Shalassionema Sp.</i>	+	+	+				
<i>Shalassiothrix Sp.</i>	-	+	+				

در بررسی های انجام شده سه راسته از جمعیت فیتوپلانکتون ها، شامل داینوفلاژله ها ( $32871 \pm 29219$ )، دیاتومه ها ( $21053 \pm 3900$ ) سلول در لیتر) و سیانوفیسه ها ( $1091 \pm 298$ ) سلول در لیتر) به ترتیب با فراوانی های نسبی  $61/5$  درصد،  $38/1$  درصد و  $0/41$  درصد و ۴۱ جنس مورد شناسایی و شمارش قرار گرفتند. از بین جنس شناسایی شده در ایستگاه اول، جنس های *Noctiluca Sp.* با میانگین فراوانی  $220256$  سلول در لیتر ( $85/53$  صدم درصد) با بیشترین تعداد ( $880000$  سلول در لیتر) شمارش شده در ماه آذر (ایستگاه اول). *Chaetoceros Sp.* با میانگین فراوانی  $19563$  سلول در لیتر ( $36/81$  صدم درصد) با بیشترین تعداد ( $56925$  سلول در لیتر) و *Chaetoceros Sp.* با میانگین فراوانی  $12715$  سلول در لیتر ( $30/23$  صدم درصد) با بیشترین تعداد ( $35858$  سلول در لیتر) در ماه آبان بترتیب در ایستگاههای دوم و سوم نسبت به سایر جنس ها از غالبیت بیشتری برخوردار بوده اند. *Cochloium Sp.* با میانگین فراوانی  $6607$  سلول در لیتر ( $11/87$  صدم درصد) با بیشترین تعداد شمارش شده در ماه چهارم پرورش ( $9350$  سلول در لیتر) در محل استقرار قفس ها و *Nitzschia Sp.* با میانگین فراوانی  $7151$  عدد ( $17$  صدم درصد) در ایستگاه شاهد نیز از فراوانی قابل توجهی نسبت به سایر جنس ها برخوردار بوده اند. نتایج آزمون سیمپر در رابطه با جمعیت فیتوپلانکتون ها نشان داد که جنس های *Noctiluca Sp.* و *Chaetoceros Sp.* مشترک در عدم تشابه بین ایستگاه ها نسبت به سایر جنس ها نقش بسزایی داشته اند (شکل ۲، جدول ۳).

*Noctiluca Sp.**Chaetoceros Sp.**Nitzschia Sp.**Cochloinium Sp.*

شکل ۲. جنس های غالب شناسایی شده از جمعیت فیتوپلانکتون ها در آب های مجاور محل استقرار قفس های پرورش ماهی

جدول ۳: آزمون سیمپر (Simper) جهت تعیین جنس های مسئول از جمعیت فیتوپلانکتونی در ایجاد عدم تشابه بین آب های مجاور محل استقرار قفس های پرورش ماهی با ایستگاه شاهد

SIMPER = Similarity Percentages - species contributions									
ایستگاه ۲ و ۳			ایستگاه ۱ و ۳			ایستگاه ۱ و ۲			
فرآوانی تجمعی	فرآوانی نسبی	جنس	فرآوانی تجمعی	فرآوانی نسبی	جنس	فرآوانی تجمعی	فرآوانی نسبی	جنس	
۱۵/۳۷	۱۵/۳۷	۱	۱۳/۶۳	۱۳/۶۳	۱	۱۳/۰۷	۱۳/۰۷	۱	
۲۴/۵۰	۹/۱۳	۲	۲۵/۹۳	۱۲/۳۰	۲	۲۴/۹۲	۱۱/۸۵	۲	
۳۱/۷۴	۷/۲۴	۴	۳۶/۷۷	۱۰/۸۴	۳	۳۳/۸۴	۸/۹۱	۳	
۷۴/۳۰			۷۱/۹۴			۷۳/۲۲			*

۱: کتوسروس، ۲: نوکتیلوکا، ۳: نیتزشیا، ۴: ککلودینیوم

\* میانگین میزان عدم تشابه = Average dissimilarity %

بررسی و مقایسه تغییرات (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) مربوط به پارامترهای مداخله کننده در شاخص های مورد مطالعه در جدول های ۴ و ۵ ارایه گردیده است. نتایج حاصل نشان داد که میزان کلروفیل a بعنوان شاخص تولید کنندگان اولیه (فیتوپلانکتون ها) همزمان با سطح تغییرات غلظت نیترات، آمونیاک کل و فسفات اندازه گیری شده در محل استقرار قفس ها بمراتب بیشتر از آب های دورتر از محل استقرار قفس ها در منطقه مورد مطالعه بوده است. مقایسه میانگین ها با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه نشان داد که در ایستگاههای مربوط به محل استقرار قفس ها (۱ و ۲) مقادیر مربوط به هریک از شاخص های محاسبه شده از افزایش معنی داری نسبت به ایستگاه شاهد (در فاصله ۱۰۰۰ متری از محل استقرار قفس ها) برخوردار بوده است ( $P < 0.05$ ). بطور کلی در این مطالعه تغییرات مربوط به شاخص های تروفیکی مقیاسی و غیرمقیاسی و ضریب کارایی تروفی به ترتیب برابر  $3/75-5/23$ ،  $3-4/78$  و  $3-4/78$  بوده است. مقدار شاخص تنوع شانون در ایستگاه دوم ( $H' = 1/48$ ) بمراتب بیشتر از ایستگاههای اول ( $H' = 1/32$ ) و سوم ( $H' = 1/38$ ) بوده ولی از نظر آماری اختلاف معنی داری بین ایستگاهها وجود نداشته است ( $P < 0.05$ ).

جدول ۴. مقایسه تغییرات متغیرهای مداخله گر (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) در شاخص تریکس با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه

ایستگاه	ازت معدنی کل	اکسیژن اشباح	فسفات	کلروفیل a
۱	$0.049 \pm 0.012^a$	$66 \pm 12/9^a$	$0.014 \pm 0.011^a$	$1/47 \pm 0/74^b$
۲	$0.033 \pm 0.019^a$	$64/8 \pm 8/8^b$	$0.008 \pm 0.003^{ab}$	$1/31 \pm 0/73^{ab}$
۳	$0.019 \pm 0.007^b$	$65/1 \pm 15/4^a$	$0.007 \pm 0.003^b$	$1/22 \pm 0/75^b$

۱ و ۲: آب های ساحلی در محل استقرار قفس ها، ۳: آب های ساحلی دورتر از محل استقرار قفس ها

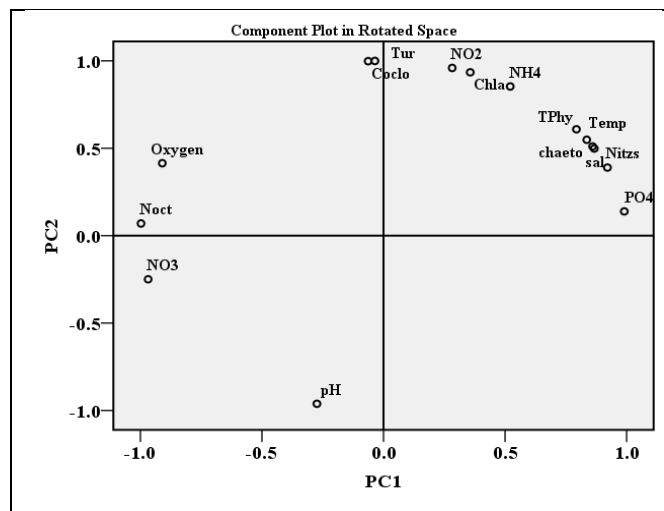
\* حروف نامتشابه در هر ستون نشانه معنی دار بودن است ( $P < 0.05$ ).

جدول ۵. مقایسه تغییرات شاخص ها (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) در ایستگاههای مورد مطالعه با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه

ایستگاه	شاخص تریکس	شاخص خطر بوتریفیکاسیون	ضریب کارایی تروفی	شاخص شانون
۱	$5/4 \pm 0/38^a$	$4/3 \pm 0/35^a$	$0/26 \pm 0/07^a$	$1/42 \pm 0/45^a$
۲	$5/2 \pm 0/29^a$	$4/28 \pm 0/26^a$	$0/21 \pm 0/11^a$	$1/70 \pm 0/54^a$
۳	$4/3 \pm 0/2^b$	$3/37 \pm 0/29^b$	$0/09 \pm 0/06^b$	$1/81 \pm 0/57^a$

\* حروف نامتشابه در هر ستون نشانه معنی دار بودن است ( $P < 0.05$ ).

نتایج مربوط به آزمون مولفه های اصلی بصورت نمودار در شکل ۳ ارایه گردیده است. در این آزمون، شاخص KMO برابر با  $0/634$  و آزمون بارلت معنی دار بوده است ( $P < 0.05$ ). دو مولفه با مقادیر ویژه بزرگتر از واحد جهت بررسی ارتباط پارامترهای فیزیکی شیمیایی اثر گذار بر تغییرات مربوط به فراوانی کل و جنس های غالب شناسایی شده انتخاب گردید. مقادیر واریانس های مربوط به دو مولفه در محل استقرار قفس ها به ترتیب برابر با  $42/84$ ،  $31/16$  صدم درصد بوده است. نتایج حاصل نشان داد که در مولفه اول ما بین تغییرات مربوط به فراوانی کل ( $+0/79$ ) و جنس های غلب *Chaetoceros Sp.* ( $+0/84$ )، *Nitzschia Sp.* ( $+0/92$ )، *Noctiluca Sp.* ( $-0/98$ ) یا دمای آب ( $+0/86$ )، شوری ( $+0/87$ )، فسفات ( $+0/99$ )، نیترات ( $-0/97$ )، اکسیژن محلول ( $-0/92$ ) ارتباط نسبتا بالایی با نمره های عاملی قوی ( $>0/75$ ) وجود داشته است. ارتباط بین جنس *Cochloinium Sp.* ( $+0/91$ ) با تغییرات مربوط به میزان کدورت ( $+0/98$ )، کلروفیل a ( $+0/93$ )، نیتريت ( $+0/96$ ) و آمونیوم ( $+0/93$ ) نیز در مولفه دوم نیز قوی ( $>0/75$ ) و از نوع همگرایی مثبت بوده است.



شکل ۳: نمودار حاصل از تحلیل مولفه های اصلی (PCA) جهت بررسی اثرات برخی از پارامترهای فیزیوشیمیایی مورد مطالعه بر فراوانی کل (Tphy) و جنس های غالب شناسایی شده (کتوسروس = *Chaeto*، نیتزشیا = *Nitzs*، نوکتیلوکا = *Noct*، ککلودینیوم = *Coclo*)

## بحث

یکی از معضلاتی که محیط زیست اکوسیستم های آبی را به شدت تهدید می کند پدیده یوتروفیکاسیون می باشد که در واقع می تواند از طریق افزایش بارگیری مواد مغذی به ویژه فسفات و نیترات و آمونیوم ناشی از فعالیت های مختلف انسانی در اکوسیستم های آبی بوجود آید. این پدیده می تواند با ایجاد اثرات اکولوژیکی بطور مستقیم و غیر مستقیم سبب رشد نامطلوب تولید کنندگان اولیه (شکوفایی جلبکی) در منابع آبی گردد [۲۸]. براساس مقادیر حاصل از شاخص ها تروفیک مقیاسی و غیر مقیاسی طبقه بندی وضعیت تروفی و میزان خطر یوتروفیکاسیون [۲۲،۲۱،۲۳] مورد مطالعه در جدول ۶ ارائه گردیده است. براین اساس وضعیت تروفی در آب های ساحلی مربوط به محل استقرار قفس ها بالا (در سطح مزوتروف بالا) و میزان خطر شکوفایی نیز در سطحی بالا و همچنین میزان قابلیت دسترسی جذب مواد مغذی توسط تولید کنندگان اولیه (فیتوپلانکتون ها) براساس ضریب کارایی تروفی [۲۶] نیز بالا بوده است. در صورتیکه در آب های دورتر از محل استقرار قفس ها (ایستگاه شاهد) وضعیت تروفی در حالت متوسط (در سطح مزوتروف) و میزان خطر شکوفایی و میزان قابلیت دسترسی جذب مواد مغذی در سطحی پایین بوده است (جدول ۶). در مطالعه ای که توسط نصرالله زاده ساروری و همکاران [۲۷] در رابطه با امکان سنجی پرورش ماهی در قفس بر اساس پارامترهای فیزیوشیمیایی موثر بر کیفیت آب نشان داد که تغییرات سطح تروفیکی مقیاسی و غیرمقیاسی به ترتیب برابر ۶/۹۲-۳/۴۲ و ۵/۵۱-۲/۶۱ بوده است. این محققین اعلام نمودند که در منطقه مورد مطالعه سطح تروفیکی در حالت مزوتروف (۷۳/۰±۵/۹۷) با ریسک بالای یوتروفیکاسیون (>۴) قرار گرفته است. بایستی اذعان نمود که در زمان مطالعه اثرات ناشی از فعالیت های مربوط به پرورش ماهی در قفس از لحاظ افزایش سطح تغییرات مواد مغذی، میزان تغذیه گرایی و وضعیت شکوفایی ریز جلبکی بر محیط زیست آب های ساحلی دورتر از محل استقرار قفس ها غیر قابل تشخیص ولی در محل استقرار قفس ها توانسته است باعث افزایش نسبی بار مواد مغذی، سطح تروفی و افزایش احتمال رخداد شکوفایی ریزجلبکی در محل استقرار قفس ها گردد.

جدول ۷. شرایط تروفیک و خطر یوتروفیکاسیون (خطر شکوفایی) در آب های ساحلی محل استقرار قفس ها

ایستگاه	سطح تروفی	وضعیت تروفی	خطر یوتروفیکاسیون
۱	مزوتروف بالا	بالا	بالا
۲	مزوتروف بالا	بالا	بالا
۳	مزوتروف	متوسط	عدم ریسک

منبع: [۲۲، ۲۳]



بررسی شاخص تنوع شانون حاکی از عدم تاثیر فعاليت های مربوط به پرورش ماهی بر تنوع جمعيت فیتوپلانکتون ها در منطقه مورد مطالعه بوده است بطوریکه نتایج آماری نشان داد که هیچ اختلاف معنی داری مابین ایستگاه های مورد مطالعه در طی دوره بررسی وجود نداشته است ( $P < 0.05$ ). با بررسی فراوانی نسبی جنس های شناسایی شده می توان اظهار نمود که افزایش معنی دار فراوانی کل جمعیت فیتوپلانکتون ها ( $P < 0.05$ ) در محل استقرار قفس ها نسبت به ایستگاه شاهد بیشتر تحت تاثیر شکوفایی بسیار بالای جنس *Noctiluca Sp.* (۵۵/۱۳) صدم درصد) در ماه سوم پرورش (۸۸۰۰۰ سلول در لیتر) قرار گرفته است. بررسی فراوانی مربوط به جنس های شناسایی شده نشان داد که علاوه بر جنس نوکتیلوکا در ایستگاه مربوط به بخش مرکزی استقرار قفس ها، *Chaetoceros Sp.* در ایستگاه دوم و شاهد نسبت به سایر جنس ها از غالبیت و شکوفایی بسیار بالاتری نسبت به ایستگاه شاهد برخوردار بوده است. علاوه بر جنس های نامبرده جنس های *Cochloinium Sp.* و *Nitzschia Sp.* نیز در محل استقرار قفس ها و ایستگاه شاهد از فراوانی قابل توجهی برخوردار بوده و در تمایز ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون ها در محل استقرار قفس ها با ایستگاه شاهد نقش بسزایی داشته اند. هرچند که نتایج آزمون آنوسیم نشان داد که ساختار جمعیتی جمعیت فیتوپلانکتون ها در ایستگاه های واقع در محل استقرار قفس ها نسبت به ایستگاه شاهد در سطح معنی داری وجود نداشته است. *Tanyaros* و *Crookall* [۱۰] و *Aktan* و همکاران [۲۹] در مطالعات خود اعلام نمودند که افزایش قابلیت دسترسی مواد مغذی با منشاء موادآلی ارگانیک و غیر ارگانیک (غذای خورده نشده، مدفوع ماهیان، ضایعات مربوط به متابولیک ماهی) حاصل از فعاليت های پرورش ماهی و تغییرات مربوط به برخی از پارامترهای محیطی می توانند سبب تشدید فرآیند های فتوسنتزی، افزایش تولیدات فیتوپلانکتونی و غالبیت برخی از گروه ها و محدودیت رشد گروه هایی دیگر را در محل استقرار قفس ها به همراه داشته باشد. که این موضوع با نتایج این تحقیق بسیار همخوانی داشته است. *Barg* [۳۰] در گزارش خود اعلام نمود که انتشار مواد مغذی معدنی محلول (نیترژن و فسفر) حاصل از فعاليت های آبی پروری می تواند بطور بالقوه باعث رشد و شکوفایی فیتوپلانکتون ها در آب های ساحلی گردد. آزاد سازی مواد مغذی محلول (ازت و فسفات محلول) در آب های مجاور قفس ها بطور بالقوه می تواند رشد جمعیت فیتوپلانکتون ها و شکوفایی جلبکی را به همراه داشته باشد [۲۹]. در این تحقیق نتایج حاصل از تحلیل مولفه ها نشان داد که در محل استقرار قفس ها ما بین فراوانی و شکوفایی برخی از جنس ها با مواد مغذی ارتباط بسیار بالایی با نمره های عاملی بسیار قوی ( $> 0.75$ ) وجود داشته است که خود می تواند نقش این عوامل را بر وفور و حضور تعداد محدودی از جنس های غالب شناسایی شده را تاحدی توجیح نماید. بطور کلی نتایج مطالعات برخی از محققین [۸۱۰، ۱۲، ۱۳، ۳۳] نشان داد که فعاليت های مربوط به پرورش ماهی در قفس می تواند در محل استقرار قفس ها منجر به افزایش تراکم فیتوپلانکتونی و تولیدات اولیه گردد. بررسی نتایج حاصل از آزمون مولفه ها حاکی از واکنش پذیری بسیار بالای جنس های غالب شناسایی شده نسبت به مواد مغذی و برخی دیگر از پارامترهای فیزیکیوشیمیایی بوده است. هرچند که در غالبیت و وفور جنس های نامبرده عوامل مختلفی از جمله چرای زئوپلانکتون ها از فیتوپلانکتون ها و ... می تواند بسیار مهم باشد. برخی از محققین در مطالعات خود اظهار نمودند که نحوه چرای فیتوپلانکتون توسط زئوپلانکتون ها یکی از عوامل مهم بر تراکم و تنوع جمعیت فیتوپلانکتون ها محسوب می گردد که می تواند باعث تغییرات نسبی ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون ها در محل استقرار قفس ها گردد [۳۱ و ۳۲]. اکبرزاده و همکاران [۳۱] در مطالعات خود اظهار نمودند که کاهش جریان آب ورودی به محدوده استقرار قفس های شناور در اثر بسته شدن چشمه های توری توسط موجودات بیوفولینگ و ایجاد ایستایی و ماندگاری بیشتر آب در قفس ها می تواند منجر به افزایش زمان قابلیت دسترسی مواد مغذی حاصل از فعاليت های پرورش ماهی و مصرف آن توسط فیتوپلانکتون ها گردد. بررسی نتایج حاصل نشان داد که اثرات مربوط به فعاليت های پرورش ماهی در قفس بر ساختار جمعیتی فیتوپلانکتون ها در ایستگاه دوم واقع در انتهای محدوده استقرار قفس ها خیلی کم و در واقع تغییرات تنوع و تراکم جمعیت فیتوپلانکتونی در این ایستگاه بیشتر تحت تاثیر شرایط بوم شناختی آب های ساحلی قرار گرفته است. فعاليت های مربوط به پرورش ماهیان دریایی در قفس می تواند با غنی سازی آب دریا، منجر به ایجاد شکوفایی های ریزجلبکی توسط برخی از گونه های مضر فیتوپلانکتونی در سطح وسیع گردد [۳۳]. طبق گزارشات مختلف برخی از گونه های وابسته به جنس های شناسایی شده در این تحقیق می توانند موجب رخداد شکوفایی ریزجلبکی (بلوم جلبکی) در آب های ساحلی و دریایی گردند. بعنوان مثال *Al-Kandari* و همکاران [۳۴] در مطالعات خود گزارش نمودند که برخی از گونه های مربوط به جنس های کتوسروس، نوکتیلوکا و ککلودینیوم قادر به ایجاد شکوفایی های خطرناک هستند. مطلبی و همکارانش [۳۵] نیز در گزارش خود اعلام نمود که گونه ای از جنس ککلودینیوم تحت عنوان *C. polykrikoides*، در سال ۱۳۸۷ شکوفایی های بسیار وسیعی را در نقاط مختلف خلیج فارس ایجاد نموده است. در رابطه با جنس نوکتیلوکا، عطاران و فریمان [۳۶] نیز در مطالعات خود اعلام نمودند که گونه هایی از این جنس نیز (*N. scintillans*) می توانند در اغلب نقاط دنیا و همچنین در خلیج و فارس و دریای عمان بصورت متوالی باعث کشند سرخ گردند. *Baytut* و همکاران [۳۷] در مطالعات خود اظهار نمودند که برخی از گونه های مربوط به

*Nitzschia Sp.* و *Chaetoceros Sp.* می توانند در صورت مهیا شدن شرایط محیطی منجر به ایجاد شکوفایی ریزجلبکی در محیط هایی دریایی و ساحلی گردند. مطالعات انجام شده توسط Bandpei و همکاران<sup>[۱۵]</sup> در جنوب غربی دریای خزر حاکی از اثرات ناشی فعالیت های پرورش ماهی برافزایش تراکم جمعیت فیتوپلانکتونها و احتمال رخداد شکوفایی ریزجلبکی در محل استقرار قفس ها بوده است که این مطالعه با نتایج این تحقیق همخوانی کامل داشته است. احتمال رخداد شکوفایی جلبکی مضر در محل استقرار قفس ها و آب های اطراف آن یکی از خطرات مهم در رابطه با مدیریت پرورش ماهیان در قفس محسوب می گردد که بایستی چاره اندیشی ها لازم در جهت رفع آن اتخاذ گردد. بهبود فرمولاسیون غذای ماهیان، هوشمند سازی مدیریت کیفیت آب و استفاده از تکنولوژی های بروز شده برای پرورش آبزیان دریایی در قفس های شناور، استفاده از خاک رس، مبارزه بیولوژیک (استفاده از چراکننده ها، پاتوژن ها و ماکروجلبکها) و کنترل شیمیایی (برای حذف سلول های جلبکی مضر) با توجه به شرایط محیط و نوع گونه در آب های ساحلی یا محیط های محصور در زمان های احتمال وقوع شکوفایی ریز جلبکی می تواند جهت کاهش اثرات مرگ و میر آبزیان و خسارات وارده به محیط زیست آبی و صنعت آبی پروری سودمند واقع گردد.

### نتیجه گیری

بررسی های انجام شده در این تحقیق نشان داد که اثرات ناشی از فعالیت های مربوط به پرورش ماهی بر ساختار جمعیت فیتوپلانکتون ها در آب های ساحلی دورتر از محل استقرار قفس ها غیر قابل تشخیص ولی در محل استقرار قفس ها باعث افزایش میزان مواد مغذی قابل دسترس جهت مصرف فیتوپلانکتون ها، وفور برخی از جنس ها، افزایش سطح تغذیه گرایی (تروفی) و افزایش احتمال رخداد شکوفایی مضر ریزجلبکی در محل استقرار قفس ها گردد.

### منابع

1. Linh VT, Kiem DT, Ngoc PH, Phu LH, Tam PH, Vinh LT. Coastal sea water quality of Nha Trang bay, Khanh Hoa, Viet Nam. *Journal of Shipping and Ocean Engineering*. 2015;5(3):123-30.
2. Fathi AA, Flower RJ. Water quality and phytoplankton communities in Lake Qarun (Egypt). *Aquatic Sciences*. 2005 Sep; 67(3):350-62.
3. Hallegraeff GM, Blackburn SI, Doblin MA, Bolch CJ. Global toxicology, ecophysiology and population relationships of the chainforming PST dinoflagellate *Gymnodinium catenatum*. *Harmful Algae*. 2012 Feb 1; 14:130-43.
4. Venturoti GP, Veronez AC, Salla RV, Gomes LC. Phosphorus, total ammonia nitrogen and chlorophyll a from fish cages in a tropical lake (Lake Palminhas, Espírito Santo, Brazil). *Aquaculture Research*. 2016 Feb; 47(2):409-23.
5. Baula IU, Azanza RV, Fukuyo Y, Siringan FP. Dinoflagellate cyst composition, abundance and horizontal distribution in Bolinao, Pangasinan, Northern Philippines. *Harmful Algae*. 2011 Nov 1; 11:33-44.
6. 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.
7. 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.
8. Sidik MJ, Rashed-Un-Nabi M, Hoque MA. Distribution of phytoplankton community in relation to environmental parameters in cage culture area of Sepanggar Bay, Sabah, Malaysia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2008 Nov 10; 80(2):251-60.
9. Skejic S, Marasovic I, Vidjak O, Kuspilic G, Nincevic Gladan Z, Sestanovic S, Bojanic N. Effects of cage fish farming on phytoplankton community structure, biomass and primary production in an aquaculture area in the middle Adriatic Sea. *Aquaculture Research*. 2011 Aug; 42(9):1393-405.
10. Tanyaros S, Crookall D. Phytoplankton Community in Cage Culture Farm Areas in the Andaman Coast of Thailand. *Applied Environmental Research*. 2012; 34(1):37-49.
11. Jiang Z, Liao Y, Liu J, Shou L, Chen Q, Yan X, Zhu G, Zeng J. Effects of fish farming on phytoplankton community under the thermal stress caused by a power plant in a eutrophic, semi-enclosed bay:

- Induce toxic dinoflagellate (*Prorocentrum minimum*) blooms in cold seasons. *Marine Pollution Bulletin*. 2013 Nov 15; 76(1-2):315-24.
12. Rosini EF, Tucci A, do Carmo CF, Rojas NE, de Barros HP, Mallasen M. Changes in phytoplankton spatial and temporal dynamics in a Brazilian tropical oligotrophic reservoir after net cage installation. *Brazilian Journal of Botany*. 2016 Jun; 39(2):569-81.
  13. Challouf R, Hamza A, Mahfoudhi M, Ghazzi 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.
  14. Bagheri S, Makaremi M, Mirzajani A, Khodaparast H. The impact of fish cage culture rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on phytoplankton abundance in the southern Caspian Sea. In *Proceeding of national conference on the marine fish culture and Sustainable development fish cage culture*, Research Centre of Aquaculture, Ahvaz-Iran. P 2016 (Vol. 696) , (In Persian).
  15. Bandpei A, Nasrolahzadeh H, Rahmati R, Khodaparast N, Keihansani A. Examining the effects of fish cage culture on phytoplankton and zooplankton communities in the southern coast of the Caspian Sea (Mazandaran Waters-Kelardad). *American Journal of Life Science Researches*. 2016 Jun 14; 4(2).
  16. Bagheri, S., Mokaremi, M. Changes in the structure of Zooplankton and nutrients around the fish cage culture in the south of the Caspian Sea - Guilan coast. *Journal of Oceanography*. 2018 Number; 9 (35): 1-10, (In Persian).
  17. Parsons TR, Maita Y, Lalli CM. Determination of chlorophylls and total carotenoids: spectrophotometric method. Parsons, TR, Y. Maita and CM Lalli. *A manual of chemical and biological methods for seawater analysis*. Pergamon Press, Oxford. 1984:101-12.
  18. Newell, G. E., R. C. Newell. *Marine plankton*. Hutchinson & Co (publisher) Ltd. London, 1997: 224p.
  19. Hasle GR, Syvertsen EE, Steidinger KA, Tangen K, Tomas CR. *Identifying marine diatoms and dinoflagellates*. Elsevier; 1996 Jan 25.
  20. Al-Yamani F, Saburova MA. *Illustrated Guide on the Flagellate*. Kuwait: Kuwait Institute for Scientific Research. 2010; 197.
  21. Pettine M, Casentini B, Fazi S, Giovanardi F, Pagnotta R. A revisit 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.
  22. Karydis M, University of the Aegean, Lesbos I. (Greece). Department of Environmental Studies; University of the Aegean, Lesbos I. (Greece). Department of Environmental Studies. Eutrophication assessment of coastal waters based on indicators: a literature review. In *Proceedings of the International Conference on Environmental Science and Technology 2009 Sep* (Vol. 1). University of the Aegean, Chania (Greece).
  23. 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: The official journal of the International Environmetrics Society*. 1998 May; 9(3):329-57.
  4. Clarke K.R. and Gorley R.N. *PRIMER v5: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E, Plymouth, UK, 2001.
  25. Clarke KR, Gorley RN, Somerfield PJ, Warwick RM. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*, 2014.
  26. 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.
  27. Nasrallahzadeh Saravi, H., Vahedi, F., Nasrallah Tabar, A., Makhloogh, A., Afraei, M. H., Pourang, N. Feasibility study of fish farming in cages based on physicochemical parameters affecting water quality, and trophic status at depths less than 15 meters Goharbaran coastal areas in the southeast of the Caspian Sea. *Iranian Journal of Fisheries*. 2017 Number 6; 1 to 11, (In Persian).

28. 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.
29. Aktan Y, Tüfekçi V, Tüfekçi H, Aykulu G. Distribution patterns, biomass estimates and diversity of phytoplankton in Izmit Bay (Turkey). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2005 Aug 1; 64(2-3):372-84.
30. Barg UC. Guidelines for the promotion of environmental management of coastal aquaculture development. Food & Agriculture Org.; 1992.
31. Akbarzadeh Chomachaei GH, karimzadeh R, Saraji F, Aghagary khazaei SH, Behzadi S. Final report to Investigation the environmental conditions of cage culture in Hormozgan province (Qeshm Island). Iranian Fisheries Science Research Institute, Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center. 2021 July 8:170pp, (In Persian).
32. Karimiyan, A., Zakeri, M., Farabi, S.M., Haghi, M., Kochnin, P. The effect of rainbow trout breeding (*Oncorhynchus mykiss*) in floating cages on chlorophyll-a and trophic index around the Abbasabad region, southern Caspian basin, *Journal of Aquaculture*, 1398; 8 (14): 19-31, (In Persian).
33. 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.
34. Al-Kandari M, Al-Yamani F, Al-Rifaie K. Marine phytoplankton atlas of Kuwait's waters. Kuwait institute for scientific research. 2009; 351.
35. Moatllabi, A. Saraji, F., Dehghan, S., Mohsenizadeh, F., and Mousavi, S. Red tide monitoring in the Persian Gulf and the Sea of Oman. National Fisheries Science Research Institute. 2013. 252p, (In Persian).
36. Attaran Fariman, G., and Sharifian, S. Abundance and distribution of phytoplankton species with the potential to form harmful algal blooms on the southeastern coast of Iran. *Journal of Oceanography*. 2014 Number 15; 5:1-10, (In Persian).
37. Baytut O, Gonulol A, KORAY2V T. Temporal variations of phytoplankton in relation to eutrophication in Samsun Bay, Southern Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2010 Sep 1; 10(3).

## The impact of Asian sea bass (*Lates calcarifer*) cages culture on the population structure of phytoplankton, eutrophication status and risk of eutrophication in the coastal waters of Qeshm Island, Hormozgan province

Gholam Ali Akbarzadeh Chomachaei<sup>1\*</sup>, Fereshteh Saraji<sup>1</sup>, Hadi koohkan<sup>1</sup>, Siamak Behzadi<sup>1</sup>, Mohammad Darvishy<sup>1</sup>, Leili Mohebbi Nozar<sup>1</sup>

1- Persian Gulf and Oman Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran

### ABSTRACT

In this study, the possible impact Asian sea bass fish (*Lates calcarifer*) cages culture on the population structure of phytoplankton in the coastal waters of Qeshm Island. Water sampling was done monthly for a period of six months in three stations from October 2018 to March 2019. The results showed that the mean Variations of total abundance of phytoplankton at the location of fish cages culture compared to the Reference station had a significant increase ( $P < 0.05$ ). At the location of cages culture, the Trophic status level was high ( $< 5$ ), the risk of eutrophication status ( $< 4$ ) and the value of trophic efficiency coefficient were high. According to the analysis of Simper test, Among the Forty-one genera identified, *Noctiluca sp.* with a relative abundance of % 82.37, contribution rate of 21.8% with high algal bloom at the location of cages in autumn season and then the genera *Chaetoceros sp.*, *Nitzschia sp.* and *Coccolodinium sp.* with a relative abundance of less than 10 percent in differentiating the population structure of phytoplankton have played a significant role in the dissimilarity of the population structure of phytoplankton between stations. In general, in this study, the effects of fish farming activities on the population structure of phytoplankton are ineffective, but it causes the abundance of some species, available nutrients, increases the trophic level, and the probability of harmful algal blooms in the location of the cages culture.

**KEYWORDS:** Cages culture, Phytoplankton, Eutrophication, Eutrophication risk, Qeshm

### ARTICLE TYPE

Original Research

### ARTICLE HISTORY

Received: 3 Oct. 2022

Accepted: 22 Nov. 2022

ePublished: 3 Mar. 2023

\* Corresponding Author:

Email address:

© Published by Tarbiat Modares University

ISSN: 2322-5513