View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Aquatic Commons

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور – پژوهشکده اکولوژی دریای خزر

عنوان :

# بررسی پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب به منظور انتخاب مکان مناسب جهت پرورش ماهی در قفس در منطقه جنوبی دریای خزر

مجری:
حسن نصراله زاده ساروی

شماره ثبت
۵۰۵۷۶

**وزارت جهاد کشاورزی**
**سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی**
**موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر**

---

**عنوان پروژه : بررسی پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب به منظور انتخاب مکان مناسب جهت پرورش ماهی در قفس در منطقه جنوبی دریای خزر**
**شماره مصوب پروژه : ۹۲۰۰۲-۹۲۵۶-۱۲-۷۶-۱۴**
**نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : حسن نصراله زاده ساروی**
**نام و نام خانوادگی مجری مسئول ( اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد ) :**
**نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : حسن نصراله زاده ساروی**
**نام و نام خانوادگی همکار(ان) : محمدصدیق مرتضوی، محمود رامین ،حسین عبدالحی، عباس متین‌فر، رضا پورغلام، محمد علی افرایی، سیدمحمدوحید فارابی، فریبا واحدی، عبداله نصراله تبار، یوسف علوی، حوریه یونسی‌پور،آسیه مخلوق، علی مکرمی، محمدرضا حسن‌نیا، فریدون عوفی، کامیار غرا، محمد کاردررستمی، همت معصومی، غلامرضا رازقیان، عبداله سلیمان‌رودی**
**نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : حسین نگارستان**
**نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : -**
**محل اجرا : استان مازندران**
**تاریخ شروع : ۹۲/۱۰/۱**
**مدت اجرا : ۲ سال**
**ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور**
**تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۵**
**حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .**

**«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»**

**پروژه : بررسی پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب به منظور انتخاب مکان مناسب جهت پرورش ماهی در قفس در منطقه جنوبی دریای خزر**

**کد مصوب : ۹۲۰۰۲-۹۲۵۶-۱۲-۷۶-۱۴**

**شماره ثبت (فروست) : ۵۰۵۷۶ تاریخ : ۹۵/۸/۱۲**

**با مسئولیت اجرایی جناب آقای حسن نصراله زاده ساروی دارای مدرک تحصیلی دکتری در رشته علوم زیستی (گرایش محیط زیست) می‌باشد.**

**پروژه توسط داوران منتخب بخش اکولوژی منابع آبی در تاریخ ۹۵/۶/۱۶ مورد ارزیابی و با رتبه خوب تأیید گردید.**

**در زمان اجرای پروژه، مجری در :**

**ستاد □ پژوهشکده ■ مرکز □ ایستگاه □**

**با سمت مدیر گروه آلاینده‌ها در پژوهشکده اکولوژی دریای خزر مشغول بوده است.**

| عنوان | « فهرست مندرجات » | صفحه |
|---|---|---|


چکیده ..... ۱
۱-مقدمه ..... ۳
۱-۱-کلیات ..... ۳
۱-۲- مروری بر منابع ..... ۴
۲- مواد و روشها ..... ۷
۲-۱- نمونه برداری ..... ۷
۲-۲-پارامترهای محیطی و مواد مغذی آب ..... ۷
۳- نتایج ..... ۱۰
۳-۱- پارامترهای محیطی ..... ۱۰
۳-۱-۱- دمای آب ..... ۱۰
۳-۱-۲- شفافیت آب ..... ۱۳
۳-۱-۳- pH آب ..... ۱۴
۳-۱-۴- اکسیژن محلول آب ..... ۱۶
۳-۲- مواد مغذی ..... ۱۸
۳-۲-۱- یون آمونیم (+NH4) ..... ۱۸
۳-۲-۲- یون نیتریت ($NO2^-$) ..... ۲۱
۳-۲-۳- یون نیترات (-NO3) ..... ۲۳
۳-۲-۴- فسفات (-PO43) ..... ۲۵
۳-۲-۵- ازت معدنی (DIN/N) ..... ۲۷
۳-۲-۶- فسفر کل (TP/P) ..... ۲۸
۳-۲-۷- فسفر معدنی (DIP/P) ..... ۲۹
۳-۳- سطح تروفیکی ..... ۳۱
۴- بحث ..... ۳۲
۵- نتیجه گیری نهایی ..... ۳۹
پیشنهادها ..... ۴۰
منابع ..... ۴۱
پیوست ..... ۴۵
چکیده انگلیسی ..... ۴۸

## چکیده

افزایش رشد صنعت آبزی پروری دریایی نیازمند آب با کیفیت مناسب است تا منجر به بهره وری بالا و کم کردن ریسک سلامت انسانی شود. به بیان دیگر، کیفیت آب یک فاکتور مهم و اساسی در موفقیت و عدم موفقیت صنعت آبزی پروری بشمار می آید. بنابراین هدف از این پروژه بررسی کیفیت آب و سطح تروفی در اعماق و لایه های مختلف حوزه جنوبی دریای خزر براساس پارامترهای محیطی ومواد مغذی طی سه دوره (۱۳۸۸،۱۳۸۷ و ۱۳۸۹) در محل های احتمالی استقرار قفس دریایی بوده است.

نتایج این تحقیق نشان داد که تغییرات دمای آب، شفافیت، pH و اکسیژن محلول در لایه ها و اعماق مختلف به ترتیب برابر ۳۲/۶۰-۵/۵۰ درجه سانتیگراد، ۱۰/۰۰-۳/۵۰ متر، ۸/۸۰-۷/۱۵ و ۱۲/۰۰-۳/۱۸ میلی گرم بر لیتر بوده است. همچنین محدوده ی غلظت یون آمونیم، آمونیاک، یون نیتریت، یون نیترات و یون فسفات به ترتیب برابر ۰/۱۴۰-۰/۰۰۱ میلی گرم برلیتر، ۲۲/۶۳-۰/۰۱ میکروگرم بر لیتر، ۲۱/۲-۰/۱ میکروگرم بر لیتر، ۰/۴۲۳-۰/۰۰۱ میلی گرم بر لیتر و ۰/۰۷۱-۰/۰۰۸ میلی گرم بر لیتر ثبت گردید. تغییرات ازت معدنی، فسفر معدنی و فسفر کل نیز به ترتیب برابر ۱۴/۷۵-۰/۶۸، ۰/۶۸-۰/۰۷ و ۲/۶۷-۰/۰۱ میکرومولار بوده است. شکست دمایی برای بسیاری از ماهیان پرورشی اهمیت دارد. در حوزه جنوبی دریای خزر شکست دمایی از عمق بیش از ۲۰ متر در اواخر بهار تا اوایل پاییز اتفاق می افتد. اپتیمم شفافیت آب برای پرورش ماهی در قفس کمتر از ۵ متر می باشد که این محدوده تغییرات در اعماق بین ۲۰ تا ۵۰ متر ثبت گردید. محدوده ی تغییرات استاندارد pH و اکسیژن محلول برای پرورش ماهی در قفس به ترتیب برابر ۷/۸۰ تا۸/۵۰ و بیش از ۵ میلی گرم بر لیترمی باشد که نتایج این تحقیقات با محدوده تغییرات pH و اکسیژن محلول و استاندارد منطبق بوده است. فرمهای مختلف ازت (آمونیم، نیتریت و نیترات) در غالب موارد در لایه های مختلف، قابل قبول و کمتر از حد مجاز کشورهای استرالیا و نیوزیلند بوده است. اما در خصوص یون فسفات در سالهای ۱۳۸۸و ۱۳۸۹ در برخی لایه ها بیش ازحد مجاز کشورهای استرالیا و نیوزیلند بوده است. مقایسه نتایج بدست آمده از مواد مغذی در این مطالعه با داده های سال مرجع (سال ۱۳۷۵) در دریای خزر نشان می دهدکه این منطقه از دریای خزر از حالت الیگوتروف خارج شده و به مرحله مزو و یا یوتروف سوق پیدا کرده است. همچنین با مقایسه با شرایط یوتروف سال ۱۳۸۴ مشخص می شود که تغییرات سه متغیر ازت آمونیمی، ازت نیتراتی و فسفر معدنی از مرز یوتروف نگذشته است و اکوسیستم در حالت مزوتروف باقی مانده است.

بطورکلی با توجه به نتایج بدست آمده، بنظر می رسدکه در مناطق بین نزدیک به ساحل (۲۰ متر) تا دور از ساحل (۵۰ متر) حوزه جنوبی دریای خزر (اعماق بین ۲۰ تا ۵۰ متر) خصوصیات لازم برای ماهیان مختلف تقریبا مهیا می باشد. اما از آنجاییکه دریای خزر در دهه هشتاد ۴ بار شکوفایی جلبکی (گونه های سمی و مضر) را تجربه کرده است و در سالهای اخیر در تعدادی از سایر گونه ها نیز تراکم به مرز شکوفایی رسیده است و

همچنین وجود شرایط مزوتروف در اکوسیستم خزر جنوبی، شایسته است که استقرار قفس های پرورش ماهی با رویکرد احتیاطی بیشتر و ابتدا بصورت پایلوت صورت پذیرد تا به فاجعه زیست محیطی منجر نشود.

**کلمات کلیدی:** خصوصیات فیزیکوشیمیایی، آب، پرورش ماهی در قفس، دریای خزر، ایران

## ۱-مقدمه

### ۱-۱-کلیات

پرورش ماهی در قفس در محیط های دریایی در سالهای اخیر با شدت زیادی روبه گسترش می باشد. در کشورهای اروپای غربی، اسکاندیناوی و شمال آمریکا اغلب گونه آزاد ماهیان مورد پرورش قرار گرفتند. اما در آبهای آسیایی (از قبیل ژاپن، کره، هنگ کنگ، تایلند، مالزی و سنگاپور) گونه های غیر از آزاد ماهیان ( sea breams, seabass ,...) را پرورش داده اند(FAO, 1992). در این کشورها پرورش ماهی در قفس دریایی در نوار ساحلی انجام گردید اما ازآنجایی که آبهای ساحلی از یک طرف از طریق خشکی و از طرف دیگر از مناطق دریایی تحت تاثیر قرار دارند، دارای تغییرات دینامیکی بالایی بوده و مشکلات عظیمی را برای پرورش دهندگان ایجاد نمودند (Miki *et al*., 1992). این امر کشورهای مختلف از قبیل زلاندنو، دانمارک، نروژ، کانادا و هنگ کنگ و همچنین اسکاتلند را بر آن داشت که مقررات سخت گیرانه ای را اتخاذ کنند تا به فاجعه زیست محیطی مبدل نگردد (Duff, 1987). بطور مثال در کشور اسکاتلند پرورش دهندگان را به مناطق دور از ساحل سوق دادند تا اثرات نامطلوب پرورش ماهی در قفس دریایی را به حداقل برسانند (Aldridge, 1988) (جدول ۱-۱).

**جدول ۱-۱- مشخصات مناطق مختلف استقرار قفس دریایی**

| | **ساحل (Coastal)** | **نزدیک به ساحل (Off-the coast)** | **دور از ساحل (Offshore)** |
|---|---|---|---|
| مکان/هیدروگرافی (Location/ hydrography) | فاصله از ساحل: کمتر ۵۰۰ متر<br>عمق: ۱۰ متر و کمتر | فاصله از ساحل: بین ۵۰۰ متر تا ۳ کیلومتر<br>عمق: بیشتر از ۱۰ متر و کمتر از ۵۰ متر | فاصله از ساحل: بیش از ۲ کیلومتر<br>عمق: بیشتر از ۵۰ متر |
| محیط (Environment) | ارتفاع موج: کمتر از ۱ متر | ارتفاع موج: کمتر از ۳ تا ۴ متر | ارتفاع موج: ۵ متر و بیشتر |
| دسترسی (Access) | در تمام زمانها ۱۰۰ درصد با محیط خشکی مرتبط می باشد | در ۹۰ درصد زمان با محیط خشکی مرتبط می باشد | در ۸۰ درصد زمان با محیط خشکی مرتبط می باشد (هر ۳ تا ۱۰ روز) |
| عملیات (Operation) | معمولی (Regular) (غذادهی، مانتیورکردن و .....) | برخی فرایند اتوماتیک (Some automated Oper.) (غذادهی، مانتیورکردن و .....) | عملیات از دور، کاملا اتوماتیک (Automated) (غذادهی، مانتیورکردن و.....) |

در کشور ایران پرورش ماهیان آب شیرین (با سابقه ۵۰ ساله) در استخرهای خاکی متداول بوده ولی پرورش ماهیان در دریا در قفس سابقه چندانی ندارد (Refa, 2002). نوار ساحلی حوزه جنوبی دریای خزر فاقد خور، خلیج و دماغه بوده و در واقع پناهگاهی برای استقرار قفس های پرورش ماهیان دریایی وجود ندارد در نتیجه قفس ها باید در فضای باز و آزاد دریا و دور از ساحل (Offshore) قرار گیرند (Refa, 2002).

White (2009) گزارش کرد که جهت انجام پرورش ماهی در قفس دریایی (Cage culture) نیاز است که جهت بیان وضعیت اثرات زیست محیطی (Envirnmental Impact Statements) به دو نکته مهم ۱-مطالعه پایه زیست محیطی ۲- ظرفیت برد آن مناطقی که اثرات را دریافت می کنند،توجه گردد. بنابراین در فاز اول اجرای طرح مطالعه جامع اکوسیستم منطقه جنوبی دریای خزر با هدف استقرار قفس و توسعه آبزی پروری دریائی سعی گردید براساس داده های موجود (اعم از زیستی و غیر زیستی)، بررسی کیفیت اولیه آب های جنوبی دریای خزر انجام شده و مناطق مناسب برای پرورش ماهی در قفس تعیین گردد. این پروژه به بررسی کیفیت آب بر اساس پارامترهای محیطی و تغییرات آنها در بازه های زمانی مختلف برای انتخاب مکان مناسب برای استقرار قفس دریائی خواهد پرداخت. بنابراین هدف از اجرای این پروژه به شرح ذیل می باشد:

۱-تعیین روند تغییرات پارامترهای فیزیکوشیمیایی در لایه های مختلف در منطقه پرورش ماهیان در محل های احتمالی استقرار قفس دریایی

۲-تعیین نحوه توزیع مواد مغذی در لایه های مختلف در منطقه پرورش ماهیان در محل های احتمالی استقرار قفس دریایی

۳-مقایسه پارامترهای مختلف محیطی و مواد مغذی در محل های احتمالی استقرار قفس دریایی

۴- تعیین سطح تروفیکی در منطقه پرورش ماهیان در محل های احتمالی استقرار قفس دریایی

## ۲-۱- مروری بر منابع

در پایش سایت های پرورش ماهی در قفس در دریا در نظر گرفتن کیفیت آب پایه (baseline)، اجزای رسوب و پارامترهای زیستی بسیار با اهمیت می باشد (Beveridge, 1984 ; Beveridge, 2004). همچنین در جاهایی که فعالیت پرورش ماهی در قفس ادامه دارد فرایند نوتریفیکاسیون اتفاق می افتد و اگر ادامه یابد به فرایند یوتریفیکاسیون تبدیل می شود (Beveridge *et al.*, 1997). چرا که Persson (1991) عنوان نمود که مقادیر زیادی از مواد مغذی رهاسازی شده در پرورش ماهی در قفس با درصد بالایی (۸۰٪) قابل دسترس بیولوژیکی نیز می باشند و همانگونه که در زیر اشاره شده است به ازای هر تن ماهی مقادیر قابل توجهی به محیط اطراف وارد می شوند.

-طبق تحقیقات Holby و Hall (1991) در پرورش ماهی آزاد، سالانه ۵۴٪-۴۷٪ فسفر و ۲۳٪ نیتروژن (Hall et al., 1992) بصورت مواد معلق به رسوبات آزاد می‌شوند.

– Wu (1995) دریافت که ۲۱٪ نیتروژن و ۵۳٪ فسفر موجود در غذا در پرورش ماهی در قفس در رسوبات ته نشین می شود.

–Penczak و همکاران (1982) گزارش کردندکه به ازای هر تن تولید ماهی ۳۰۰–۲۵۰ کیلوگرم مواد معلق حاصل از مدفوع ماهیان و غذای باقیمانده به محیط آزاد می‌گردد. همچنین عنوان نمودند که به ازای هر کیلو ماهی آزاد در قفس ۰/۰۲۳ کیلوگرم فسفر و ۰/۱۰ کیلوگرم نیتروژن به محیط آبی اطراف اضافه می شود.

– Axler و همکاران (1994) گزارش کردند که در رسوبات سیاه رنگی که در زیر قفسهای آبزی پروری قرار دارند، میزان کربن و سطوح نیتروژن و فسفر آنها افزایش یافته و سمی هستند. میزان فسفر، نیتروژن و کربن موجود در رسوبات ته‌نشین شده حاصل از مواد دفعی و ضایعات غذایی می باشد.

با توجه به حجم بالای مواد مغذی ورودی به دریا، کشورهایی از قبیل شیلی و نروژ به استقرار قفس در منطقه دور از ساحل (Offshore) مبادرت ورزیدند. زیرا در این منطقه بر خلاف نوار ساحلی بدلیل کاهش فعالیت های بیولوژیکی، بیوماس بنتیک و مواد آلی بستر کاهش می‌یابد(Holmer, 2013).

با توجه به اینکه در آبزی پروری دریایی همراه با تولید بالا، حداقل رساندن اثرات زیست محیطی نیز مورد نظر می‌باشد، بایستی در انتخاب مکان مناسب دقت بیشتری صورت پذیرد. استقرار قفس بایستی در عمق مناسب صورت پذیرد تا تعویض آب بخوبی انجام گیرد. استقرار قفس در شیب مناسب از تجمع مواد آلی بستر و کاهش اکسیژن محلول و ایجاد مواد سمی جلوگیری می‌نماید. در ضمن استقرار قفس ها در مکان هایی صورت گیرد که سابقه شکوفایی جلبکی در آن مکان ثبت نشده باشد و یا احتمال شکوفایی جلبکی حداقل باشد. علاوه بر موارد فوق، لازم است قفس در مکانی قرار گیرد که پارامترهای کیفیت آب ازقبیل دما، pH، اکسیژن محلول، ترکیبات نیتروژنی و فسفری در محدوده ی اپتیمم برای گونه های پرورشی مربوطه باشد (Prema, 2009; Jayasree Loka *et al*., 2012; Rao *et al*., 2013).

–Handy و Poxton (1993) گزارش کردند که در پرورش ماهی در قفس دریایی برای حفاظت از ماهی نیازاست که میزان اشباعیت اکسیژن آب بیش از ۸۰٪، غلظت ازت کل (TN/N) و ازت آمونیاکی (NH3/N) به ترتیب برابر ۳۰۰ و ۲۱ میکروگرم برلیتر باشد. ماهیان دریایی در مقادیر بالای شوری و اکسیژن محلول در برابر سمیت آمونیاک مصون می مانند. همچنین حد آستانه ای میزان ازت نیتریتی (NO2/N) برای ماهیان دریایی برابر ۱–۲ میلی گرم بر لیتر در نظر گرفته میشود. در ضمن در شرایط بی هوازی، میزان (۱۲ میلی گرم بر لیتر) از ازت نیتریتی نیز بدلیل تشکیل مت هموگلوبین برای ماهیان مشکل ساز خواهد شد.

–Williams و Eddy (1986) گزارش کردند که با توجه به عدم اطلاعات دقیق در ارتباط با غلظت سمیت ازت نیتریتی برای ماهیان دریایی در قفس یک دهم از غلظت شناخته شده برای ایجاد بیماری مت هموگلوبین که برابر ۰/۳۰–۰/۷۷ میلی گرم بر لیتر می باشد، در نظر گرفته می شود.

– Poxton (1990) در تحقیقاتش مطرح نمود که تغییرات pH و مواد معلق محلول آب برای پرورش ماهیان دریایی در قفس به ترتیب برابر ۹/۰–۶/۰ (وابسته به نوع گونه) و کمتر از۱۵ میلی گرم بر لیتر باشد. همچنین عنوان نمود که جریانات دریایی (حجم بر لیتر) بایستی مناسب و کافی باشد تا با جابجایی آب از کاهش میزان اکسیژن محلول و افزایش دی اکسید کربن و آمونیاک جلوگیری نماید.

– غلظت سمیت حاد ازت آمونیاکی (NH3/N) برای ماهیان دریایی در قفس در محدوده ی ۰/۰۹ تا ۳/۳۵ میلی گرم بر لیتر گزارش شده است. همچنین شوری، دما و pH بر سمیت آن موثر خواهد بود (Miller *et al*., 1990; Wajsbrot *et al*., 1991).

–Fletcher و همکاران (2004) گزارش کرد میزان درصد اشباعت اکسیژن در ستون آب منطقه استقرار قفس دریایی نبایستی کمتر از ۶۰٪ باشد.

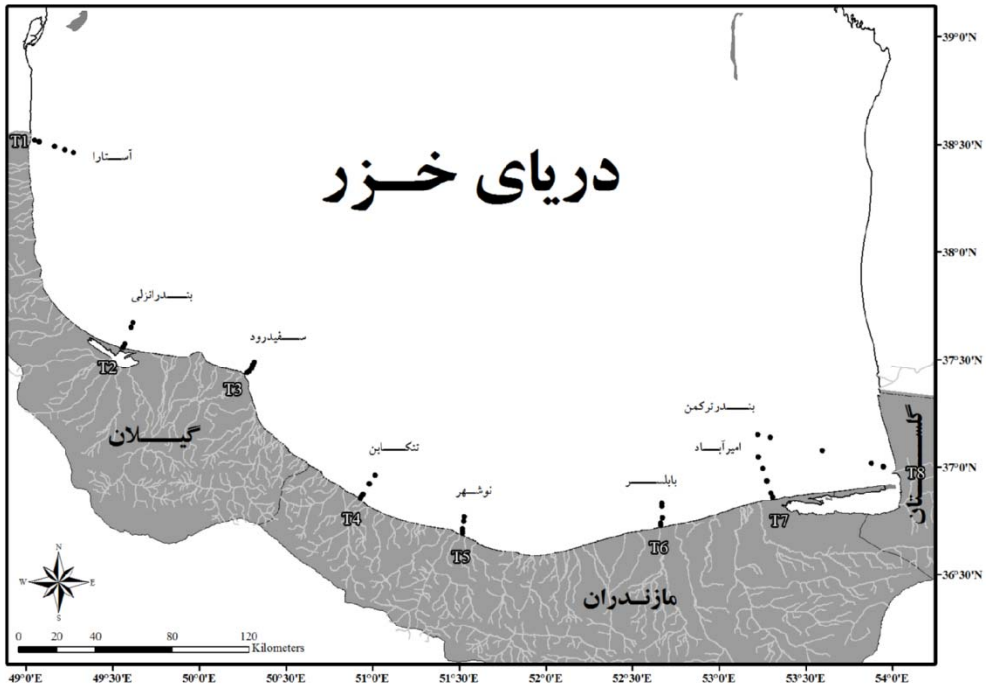
–Poxton و Allouse (1982) عنوان نمودند که اگر غلظت اکسیژن محلول آب در منطقه استقرار قفس دریایی کمتر از ۴/۵ میلی گرم بر لیتر گردد سبب استرس در ماهیان می گردد. در ضمن حد مجاز، حد ضرر و کشندگی غلظت ازت آمونیاکی (NH3/N) برای پرورش ماهیان آزاد در قفس دریایی به ترتیب برابر ۲۵، ۱۰۰ و ۳۷۵ میکروگرم بر لیتر می باشد.

–Price و همکاران (2015) گزارش کردند که با توجه به حجم بالای خروجی پرورش ماهی در قفس دریایی و جلوگیری از شکوفایی محتمل، بهتر است مقادیر مواد مغذی منطقه استقرار پایش گردد تا نقش مسایل اکولوژیکی حاصل از مزارع و قفس های پرورش ماهی مشخص گردد.

## ۲- مواد و روشها

### ۲-۱- نمونه برداری

در این مطالعات بررسی پارامترهای غیر زیستی سواحل ایرانی منطقه جنوبی دریای خزر طی چهار فصل (بهار، تابستان، پاییز و زمستان) در هشت نیم خط عمود بر ساحل (آستارا، بندر انزلی،سفید رود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، بندر امیرآباد و بندرترکمن) در اعماق ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر انجام گردید. مشخصات ایستگاهها ، موقعیت و اعماق نمونه برداری در شکل ۲-۱ آمده است. داده های گزارش حاضر برگرفته از نتایج سه پروژه تحقیقاتی تحت نام مشترک " بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب در منطقه جنوبی دریای خزر" طی سالهای ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ است که در پژوهشکده اکولوژی دریای خزر به ترتیب توسط واحدی و همکاران(۱۳۹۰)، نصراله زاده و همکاران(۱۳۹۱) و نجف پور و همکاران(۱۳۹۴) اجراشد.




**شکل۲-۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌ها و اعماق مختلف نمونه برداری در سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر (سال ۱۳۹۲)**

### ۲-۲-پارامترهای محیطی و مواد مغذی آب

تجهیزات دستگاهی و روش نمونه برداری و بررسی پارامتر های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر در این پروژه بشرح جدول ۲-۱ می باشد.

**جدول ۲-۱- تجهیزات، روش نمونه برداری و بررسی پارامتر های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر**

| پارامترهای محیطی و مواد مغذی آب | تجهیزات دستگاهی | روش بررسی (منبع) |
|---|---|---|
| دمای آب | ترمومتر برگردان | APHA, 2005 |
| شفافیت | صفحه شی سی دیسک | دیسک با قطر ۵۰ سانتی متر با رنگ سیاه و سفید. |
| pH | pH متر پرتابل (WTW 320)با دقت ۰.۰۱ | - |
| اکسیژن محلول (DO) | بطری وینکلر | اکسیژن محلول (DO) با روش وینکلر(Winkler) اندازه گیری شد (APHA, 2005). |
| ازت آمونیومی (NH4+/N) | اسپکتروفتومتر (مدل سیسیل ۱۰۱۰) | روش رنگ سنجی ایندو فنل (indophenol) (Sapozhnikov *et al*., 1988;APHA, 2005). |
| ازت نیتریتی (NO2-/N) | اسپکتروفتومتر (مدل سیسیل ۱۰۱۰) | روش سولفانیل و نفتیل آمین(APHA, 2005) |
| ازت نیتراتی (NO3-/N) | اسپکتروفتومتر (مدل سیسیل ۱۰۱۰) | روش ستون کاهشی کادمیم (APHA, 2005) |
| ازت معدنی (DIN/N) | - | DIN = (NH4+) + (NO2-) + (NO3 -) |
| فسفر معدنی (DIP/P) | اسپکتروفتومتر (مدل سیسیل ۱۰۱۰) | روش آمونیم مولیبدات و اسید اسکوربیک ( APHA, 2005) |
| فسفر کل (TP/P) | اسپکتروفتومتر (مدل سیسیل ۱۰۱۰) | روش هضم پرسولفات (APHA, 2005) |

شایان ذکر است که بدلیل استفاده از استانداردها مختلف و نیز تعیین سطح تروفیکی، پارامترها در موارد مختلف با واحدهای مختلف آورده شده است. میانگین داده ها نیز به همراه خطای استاندارد (Standard Error) می باشد.

تعیین سطح تروفیکی در این مطالعه به دو روش انجام گردید. ۱- متغیرهای مورد نظر با مقادیر مرجع (داده های سال ۱۳۷۵) مقایسه گردید (Nasrollahzadeh, *et al*., 2013). در ضمن جهت اطمینان بیشتر، از میانه نیز جهت مقایسه سال مرجع و تحقیقات حاضر استفاده شده است (Karydis, 2009). ۲- با استفاده از جدول ضمیمه ۲ ، بررسی تکمیلی سطح تروفیکی انجام شد.

در این مطالعه دو گروه از متغیرها یعنی متغیر های مستقل ( فصل ها، سالها) و متغیرهای وابسته ( کلیه پارامترهای فیزیکو شیمیایی) در نظر گرفته شدند (Bluman، 1998). داده های فیزیکوشیمیایی بر اساس یکی از فرایند لگاریتم و یا رتبه بندی انتقال داده و سپس با رسم نمودار Q-Q نرمال بودن آن تایید گردید (Siapatis *et al*., 2008). سپس روش پارامتریک برای تجزیه و تحلیل آماری داده های نرمال شده استفاده گردیده است. آنالیز واریانس (ANOVA) و تست تی (T-Test) با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۱/۵ مورد استفاده قرار گرفت. همه آزمون ها در سطح معنی دار ۵ ٪ انجام شد. ضریب همبستگی پیرسون برای یافتن ارتباط بین پارامترهای شیمیایی، فیزیکی استفاده شد.

در ضمن علائم اختصاری مورد استفاده در متن گزارش بشرح جدول ۲-۲ آمده است.

**جدول۲-۲ -علائم اختصاری مورد استفاده در گزارش، نمودار ها و جداول**

| شرح | علامت اختصاری | شرح | علامت اختصاری |
|---|---|---|---|
| دما (درجه سانتی گراد) | Temp ($^{O}C$) | ازت نیتراتی (میکرومولار) | $NO_3^-/N$ ( µM) |
| شفافیت (متر) | SD (m) | ازت معدنی (میکرومولار) | DIN/N (µM) |
| اکسیژن محلول (میلی گرم بر لیتر) | DO (mg/l) | فسفر معدنی (میکرومولار) | DIP/P (µM) |
| پی اچ | pH | ازت کل (میکرومولار) | TN/N (µM) |
| ازت آمونیومی (میکرومولار) | $NH_4^+/N$ (µM) | فسفر کل (میکرومولار) | TP/P (µM) |
| ازت نیتریتی (میکرومولار) | $NO_2^-/N$ ( µM) | سیلیس محلول (میکرومولار) | DSi (µM) |

## ۳- نتایج

### ۳-۱- پارامترهای محیطی

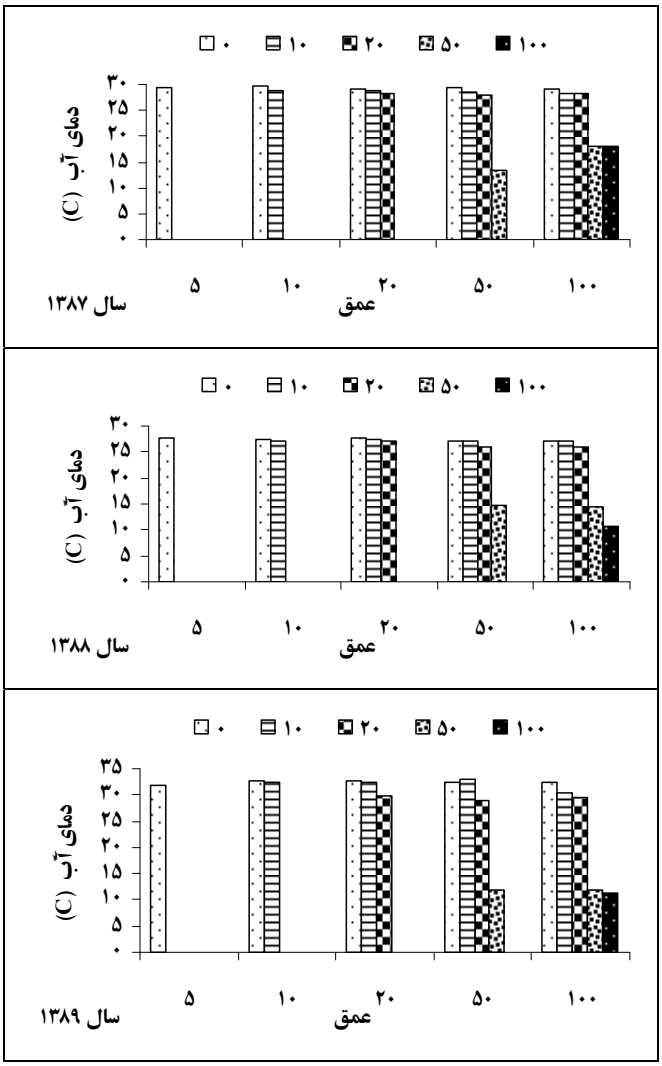
#### ۳-۱-۱- دمای آب

تغییرات دمای آب ( C ◦) طی سه دوره ، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر در جدول ۳-۱ آورده شده است. تغییرات دمای آب در سالهای ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ برابر ۳۲/۶۰-۵/۵۰ (C ◦) بوده است. حداکثرمقادیر دمای آب در سالهای مختلف در لایه سطحی اعماق ۵ و ۱۰ متر ثبت گردید. اختلاف میانگین دمای آب در بین سه دوره بررسی معنی دار نبوده است ($p > ۰/۰۵$ ).اما میانگین دمای آب بین فصول مختلف دارای اختلاف معنی دار بوده است ($p < ۰/۰۵$ ) بطوریکه در آزمون دانکن فصول بر اساس تغییرات دمای آب به سه گروه تابستان، بهار- پاییز و زمستان تفکیک شدند (جدول ۳-۱۳).

**جدول ۳-۱- تغییرات دمای آب ($^{\circ}C$ ) طی سه دوره (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹) در اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر**

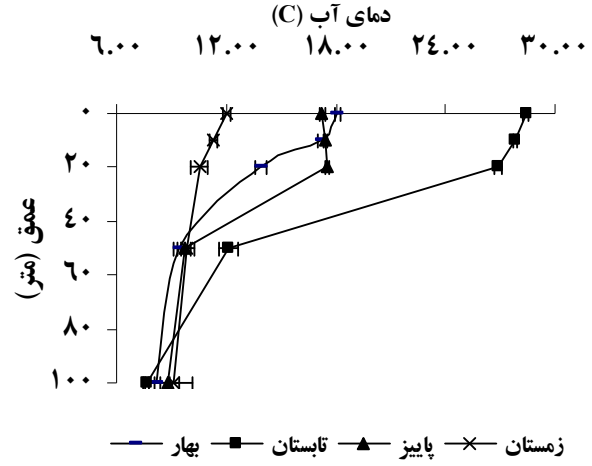
| اعماق / لایه ها | ۱۳۸۷ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۹/۶۰-۲۹/۴۰ | - | - | - | - |
| ۱۰ | ۹/۴۰-۲۹/۸۰ | ۸/۸۰-۲۸/۹۰ | - | - | - |
| ۲۰ | ۱۰/۰۰-۲۹/۰۶ | ۹/۲۰-۲۸/۸۷ | ۹/۱۰-۲۸/۳۲ | - | - |
| ۵۰ | ۱۰/۰۰-۲۹/۳۳ | ۹/۲۰-۲۸/۴۳ | ۹/۲۰-۲۸/۰۸ | ۸/۰۰-۱۳/۲۵ | - |
| ۱۰۰ | ۱۰/۵۰-۲۹/۰۶ | ۱۰/۰۰-۲۸/۳۲ | ۹/۰۰-۲۸/۱۹ | ۸/۶۰-۱۲/۶۰ | ۷/۲۰-۱۰/۲۰ |
| | ۱۳۸۸ | | | | |
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۶/۵۰-۲۷/۶۰ | - | - | - | - |
| ۱۰ | ۷/۰۰-۲۷/۵۰ | ۷/۷۰-۲۷/۱۰ | - | - | - |
| ۲۰ | ۷/۰۰-۲۷/۶۰ | ۷/۷۰-۲۷/۴۰ | ۸/۰۰-۲۷/۱۰ | - | - |
| ۵۰ | ۸/۰۰-۲۷/۰۰ | ۸/۰۰-۲۷/۰۰ | ۷/۹۰-۲۶/۰۰ | ۶/۸۰-۱۵/۴۰ | - |
| ۱۰۰ | ۶/۴۰-۲۷/۱۰ | ۶/۲۰-۲۷/۱۰ | ۶/۴۰-۲۶/۱۰ | ۶/۵۰-۱۴/۸۰ | ۵/۵۰-۱۰/۸۰ |
| | ۱۳۸۹ | | | | |
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۷/۲۰-۳۱/۷۰ | - | - | - | - |
| ۱۰ | ۴/۹۰-۳۲/۶۰ | ۷/۰۰-۳۲/۳۰ | - | - | - |
| ۲۰ | ۷/۰۰-۳۲/۶۰ | ۷/۵۰-۳۲/۴۰ | ۸/۰۰-۲۹/۸۰ | - | - |
| ۵۰ | ۷/۹۰-۳۲/۵۰ | ۷/۶۰-۳۳/۰۰ | ۷/۴۰-۲۹/۰۰ | ۸/۰۰-۱۲/۰۰ | - |
| ۱۰۰ | ۷/۸۰-۳۲/۴۰ | ۸/۰۰-۳۰/۵۰ | ۸/۵۰-۲۹/۵۰ | ۸/۵۰-۱۲/۰۰ | ۷/۸۰-۱۱/۲۰ |

تغییرات حداکثر دمای آب (°C) طی سه دوره ، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر در نمودار ۳-۱ آورده شده است. دمای سطحی تا عمق ۲۰ متر بیش از ۲۵ درجه سانتیگراد و اعماق پایین تر کمتر از ۱۸ در جه سانتیگراد ثبت گردید.

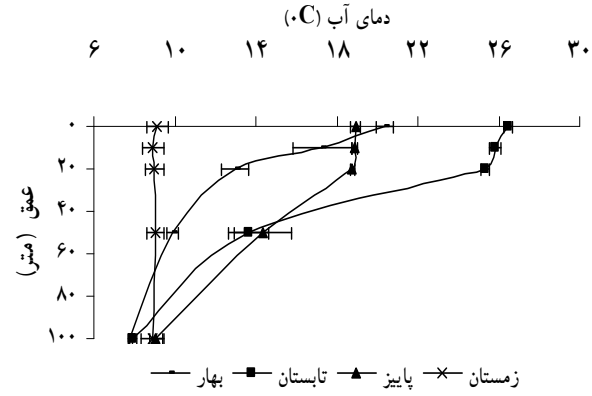



**نمودار ۳-۱- تغییرات حداکثر دمای آب در اعماق و لایه های مختلف سه دوره (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹) حوزه جنوبی دریای خزر**

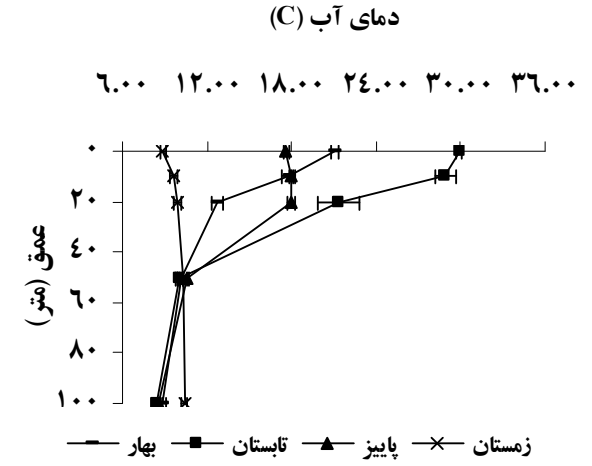
نمودار۳-۲ تغییرات دمای آب (میانگین±انحراف معیار) از سطح به عمق و شکست دمایی را در سه دوره نشان می دهد. داده ها بدست آمده نشان داد که شکست دمایی در ایستگاههای اعماق ۵۰ و ۱۰۰ متر (دور از ساحل) از اواخر فصل بهار تا اوایل فصل پاییز صورت می پذیرد. بر اساس این نمودار شیب تند شکست دمایی بعد از عمق ۲۰ متر شروع و تا ۵۰ متر ادامه دارد.




سال ۱۳۸۷




سال ۱۳۸۸




سال ۱۳۸۹

**نمودار ۳-۲- تغییرات عمودی میانگین (±انحراف معیار) دمای آب (°C) در ناحیه شکست دمایی در فصول مختلف سه دوره (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹) در سواحل ایرانی منطقه جنوبی دریای خزر**

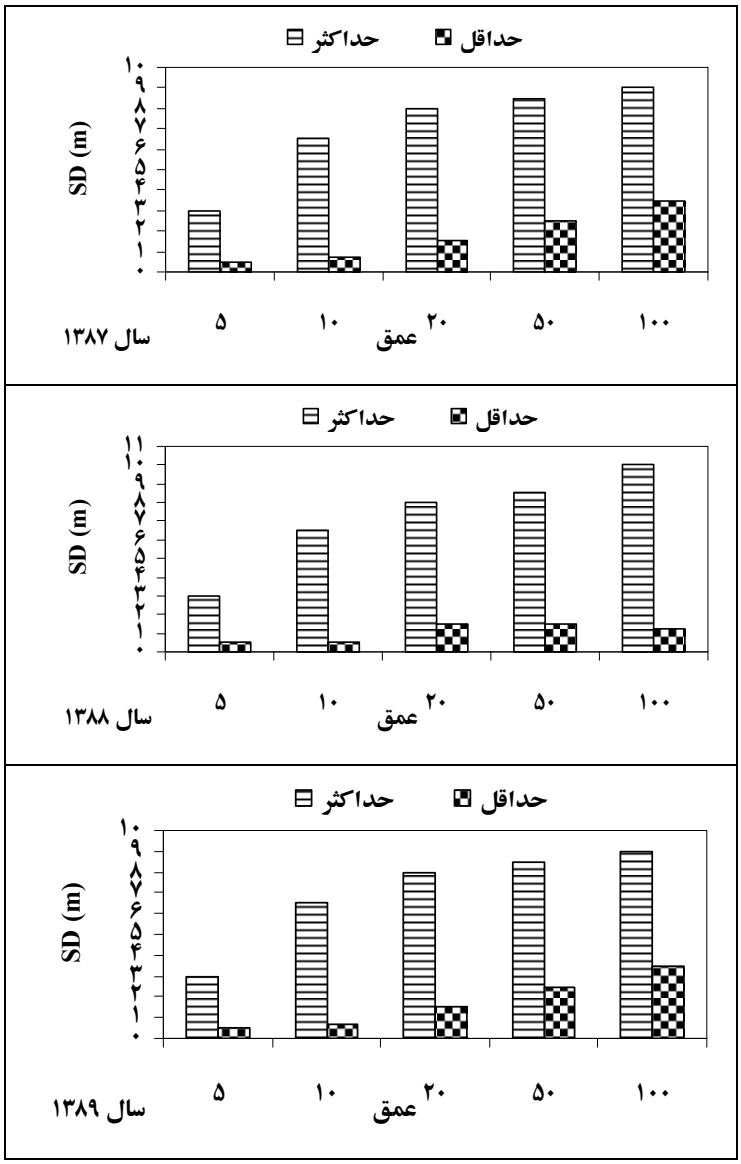
### ۲-۱-۳- شفافیت آب

تغییرات شفافیت آب (m) طی سه دوره ، اعماق و فصول مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر در جدول ۳-۲ آورده شده است. تغییرات شفافیت آب در سالهای ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ برابر ۱۰/۰۰-۳/۵۰ متر بوده است. حداقل میزان شفافیت آب در سالهای مختلف در اعماق ۵ و ۱۰ متر ثبت گردید. اختلاف میانگین شفافیت آب در بین سه دوره بررسی معنی دار بوده است ($p <$ ۰/۰۵). آزمون دانکن سه دوره را به دو گروه ۱۳۸۸ و ۱۳۸۷-۱۳۸۹ تفکیک کرده است. همچنین میانگین شفافیت آب بین فصول مختلف دارای اختلاف معنی دار بوده است ($p <$ ۰/۰۵) و آزمون دانکن فصول را به سه گروه تابستان، بهار- پاییز و زمستان تفکیک کرده است (جدول ۳-۱۳).

**جدول ۳-۲- تغییرات شفافیت آب (متر) طی سه دوره (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹)، اعماق و فصول مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر**

| فصل / لایه ها | ۱۳۸۷ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | بهار | تابستان | پاییز | زمستان |
| ۵ | ۱/۰۰-۳/۰۰ | ۰/۶۰-۲/۵۰ | ۱/۰۰-۳/۵۰ | ۰/۸۰-۲/۵۰ |
| ۱۰ | ۱/۰۰-۴/۰۰ | ۰/۷۰-۲/۸۰ | ۱/۰۰-۴/۰۰ | ۱/۰۰-۵/۰۰ |
| ۲۰ | ۳/۰۰-۹/۰۰ | ۲/۰۰-۴/۵۰ | ۲/۵۰-۶/۵۰ | ۲/۵۰-۶/۰۰ |
| ۵۰ | ۶/۰۰-۱۲/۰۰ | ۳/۰۰-۴/۸۰ | ۵/۰۰-۸/۰۰ | ۴/۰۰-۷/۵۰ |
| ۱۰۰ | ۹/۰۰-۱۳/۰۰ | ۳/۵۰-۵/۵۰ | ۵/۵۰-۸/۰۰ | ۵/۵۰-۹/۰۰ |
| | ۱۳۸۸ | | | |
| | بهار | تابستان | پاییز | زمستان |
| ۵ | ۰/۵۰-۳/۰۰ | ۱/۰۰-۳/۰۰ | ۰/۵۰-۱/۰۰ | ۰/۷۰-۲/۰۰ |
| ۱۰ | ۲/۰۰-۶/۵۰ | ۱/۵۰-۳/۵۰ | ۰/۷۰-۱/۷۰ | ۰/۵۰-۳/۵۰ |
| ۲۰ | ۵/۰۰-۸/۰۰ | ۲/۵۰-۶/۵۰ | ۱/۵۰-۴/۵۰ | ۱/۵۰-۷/۰۰ |
| ۵۰ | ۶/۰۰-۸/۵۰ | ۴/۰۰-۸/۰۰ | ۳/۰۰-۶/۵۰ | ۳/۵۰-۷/۸۰ |
| ۱۰۰ | ۷/۰۰-۹/۰۰ | ۴/۵۰-۸/۰۰ | ۳/۵۰-۹/۰۰ | ۴/۵۰-۱۰/۰۰ |
| | ۱۳۸۹ | | | |
| | بهار | تابستان | پاییز | زمستان |
| ۵ | ۰/۵۰-۳/۰۰ | ۰/۵۰-۳/۰۰ | ۰/۵۰-۲/۰۰ | ۰/۵۰-۳/۰۰ |
| ۱۰ | ۲/۰۰-۶/۵۰ | ۱/۰۰-۶/۵۰ | ۲/۸۰-۴/۵۰ | ۰/۷۰-۳/۵۰ |
| ۲۰ | ۵/۰۰-۸/۰۰ | ۳/۰۰-۷/۵۰ | ۴/۰۰-۷/۵۰ | ۳/۵۰-۶/۲۰ |
| ۵۰ | ۶/۰۰-۸/۵۰ | ۴/۰۰-۷/۰۰ | ۵/۵۰-۷/۸۰ | ۴/۸۰-۷/۰۰ |
| ۱۰۰ | ۷/۰۰-۹/۰۰ | ۵/۵۰-۸/۰۰ | ۷/۰۰-۸/۲۰ | ۶/۵۰-۷/۰۰ |

تغییرات حداکثر/حداقل شفافیت آب (m) طی سه دوره ، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر در نمودار ۳-۳ آورده شده است. حداکثر و حداقل شفافیت آب از ساحل به سمت اعماق در هر سه دوره افزایش نشان داد.




**نمودار ۳-۳- تغییرات حداکثر/حداقل شفافیت (SD) آب در اعماق و لایه های مختلف سه دوره (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹) حوزه جنوبی دریای خزر**

### ۳-۱-۳- pH آب

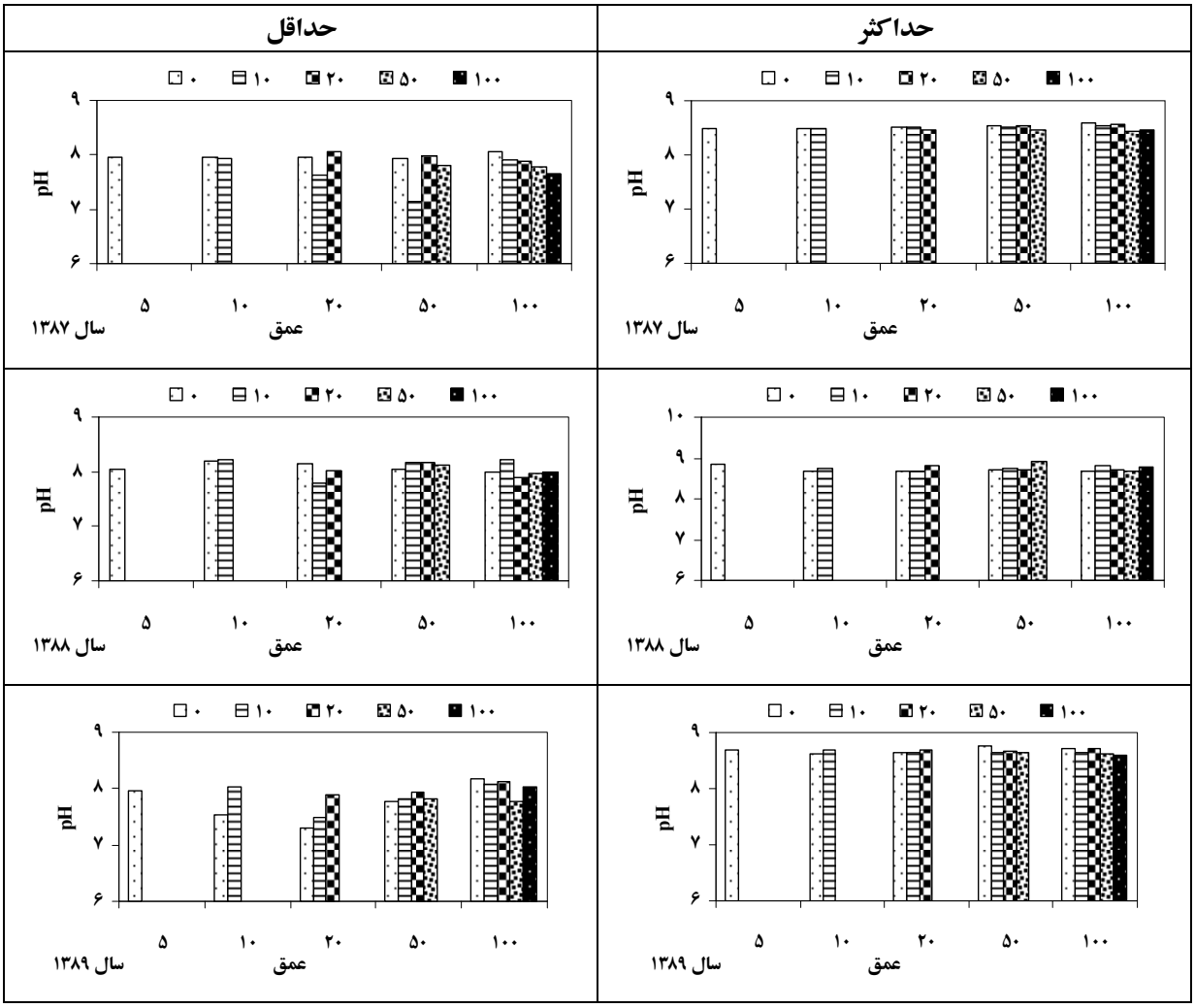
تغییرات pH آب طی سه دوره ، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر در جدول ۳-۳ آورده شده است. تغییرات pH آب در سالهای ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ برابر ۸/۸۰-۷/۱۵ بوده است. حداکثرمقادیر pH آب در سالهای مختلف درعمق ۲۰ متر ثبت گردید. میانگین pH آب در بین سه دوره بررسی دارای اختلاف معنی دار بوده است ($p < ۰/۰۵$) بطوریکه آزمون دانکن سه دوره را به دو گروه ۱۳۸۸ و ۱۳۸۷-۱۳۸۹ تفکیک کرده

است. همچنین میانگین pH آب بین فصول مختلف اختلاف معنی دار نشان داد ($p < ۰/۰۵$) بطوریکه آزمون دانکن فصول را به سه گروه بهار ، تابستان-زمستان و پاییز تفکیک نمود (جدول ۳-۱۳).

**جدول ۳-۳- تغییرات pH آب طی سه دوره (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹)، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر**

| اعماق / لایه ها | ۱۳۸۷ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۷/۹۵-۸/۴۸ | - | - | - | - |
| ۱۰ | ۷/۹۷-۸/۴۹ | ۷/۹۳-۸/۴۹ | - | - | - |
| ۲۰ | ۷/۹۶-۸/۵۱ | ۷/۶۳-۸/۵۲ | ۸/۰۸-۸/۴۷ | - | - |
| ۵۰ | ۷/۹۳-۸/۵۳ | ۷/۱۵-۸/۵۲ | ۷/۹۹-۸/۵۳ | ۷/۸۱-۸/۴۷ | - |
| ۱۰۰ | ۸/۰۶-۸/۵۸ | ۷/۹۱-۸/۵۵ | ۷/۸۷-۸/۵۶ | ۷/۷۸-۸/۴۴ | ۷/۶۵-۸/۴۶ |
| ۱۳۸۸ | | | | | |
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۸/۰۳-۸/۸۵ | - | - | - | - |
| ۱۰ | ۸/۱۹-۸/۶۸ | ۸/۲۳-۸/۷۳ | - | - | - |
| ۲۰ | ۸/۱۵-۸/۶۹ | ۷/۷۹-۸/۶۹ | ۸/۰۱-۸/۸۰ | - | - |
| ۵۰ | ۸/۰۴-۸/۷۰ | ۸/۱۷-۸/۷۳ | ۸/۱۶-۸/۷۰ | ۸/۱۲-۸/۹۰ | - |
| ۱۰۰ | ۷/۹۹-۸/۶۸ | ۸/۲۲-۸/۸۲ | ۷/۸۸-۸/۷۰ | ۷/۹۷-۸/۶۷ | ۸/۰۰-۸/۷۸ |
| ۱۳۸۹ | | | | | |
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۷/۹۷-۸/۶۸ | - | - | - | - |
| ۱۰ | ۷/۵۴-۸/۶۲ | ۸/۰۳-۸/۶۸ | - | - | - |
| ۲۰ | ۷/۲۹-۸/۶۴ | ۷/۴۹-۸/۶۴ | ۷/۹۰-۸/۷۰ | - | - |
| ۵۰ | ۷/۷۷-۸/۷۷ | ۷/۸۲-۸/۶۴ | ۷/۹۴-۸/۶۶ | ۷/۸۳-۸/۶۵ | - |
| ۱۰۰ | ۸/۱۸-۸/۷۱ | ۸/۰۸-۸/۶۵ | ۸/۱۳-۸/۷۱ | ۷/۷۶-۸/۶۳ | ۸/۰۴-۸/۵۹ |

تغییرات حداکثر/حداقل pH آب طی سه دوره ، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر در نمودار ۳-۴ آورده شده است. حداکثر و حداقل pH آب در هر سه دوره بیش از ۷/۰۰ کمتر از ۹/۰۰ نشان داد.




**نمودار ۳-۴- تغییرات حداکثر/حداقل pH آب در اعماق و لایه های مختلف سه دوره (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹) حوزه جنوبی دریای خزر**

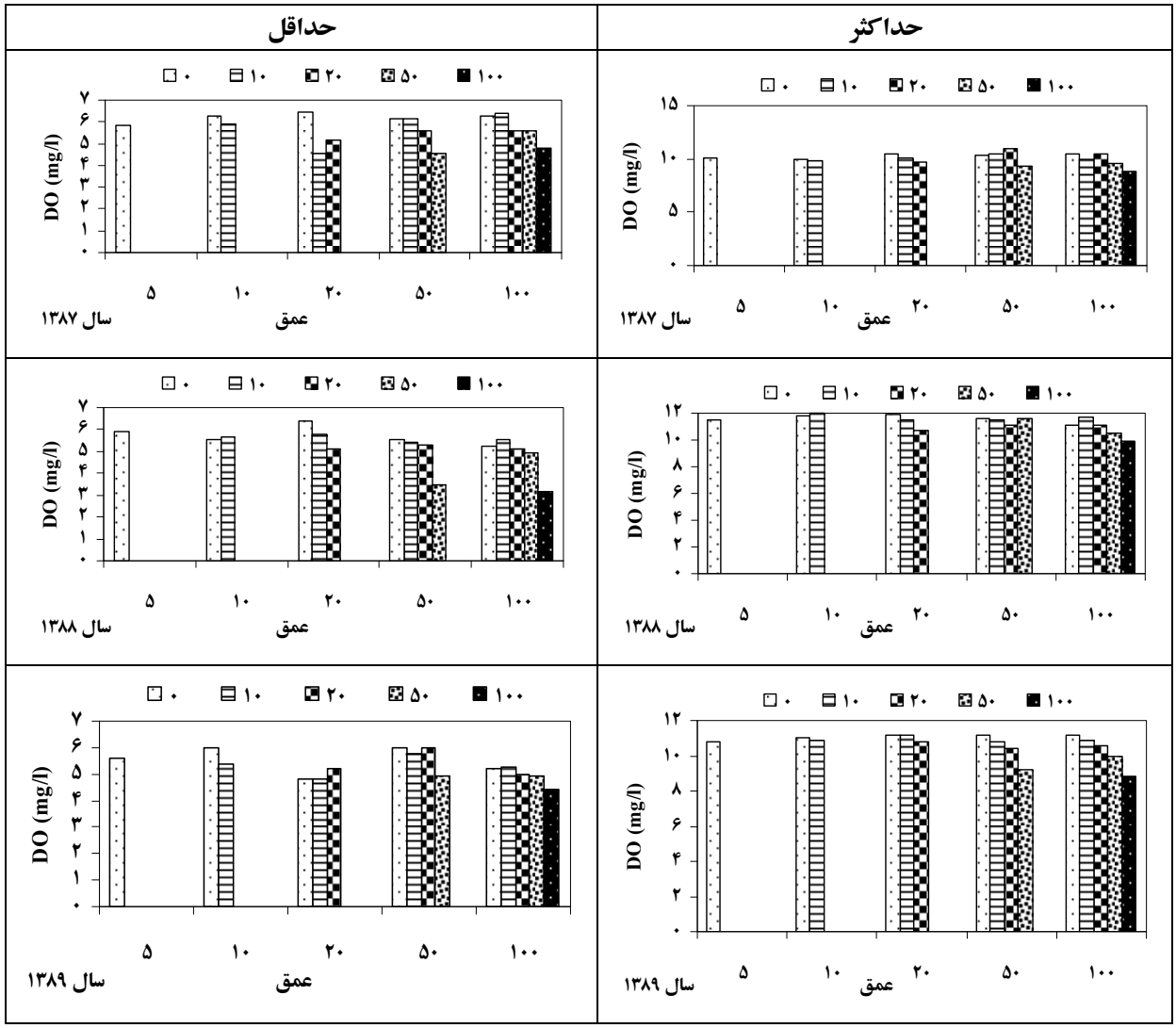
## ۴-۱-۳- اکسیژن محلول آب

تغییرات اکسیژن محلول آب (mg/l) طی سه دوره ، اعماق و فصول مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر در جدول ۳-۴ آورده شده است. تغییرات اکسیژن محلول آب در سالهای ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ برابر ۱۲/۰۰-۳/۱۸ میلی گرم بر لیتربوده است. حداکثرمقادیر اکسیژن محلول آب در سالهای مختلف در لایه های سطحی اعماق ۵ و ۱۰ متر ثبت گردید. میانگین اکسیژن محلول آب در بین سه دوره بررسی اختلاف معنی دار داشت ($p <$ ۰/۰۵) بطوریکه آزمون دانکن سه دوره را به دو گروه ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸-۱۳۸۹ تفکیک کرده است. همچنین میانگین اکسیژن محلول آب بین فصول مختلف دارای اختلاف معنی دار بود ($p <$ ۰/۰۵) و بر اساس این پارامتر،آزمون دانکن فصول به سه گروه بهار- تابستان، پاییز و زمستان تفکیک شدند(جدول ۳-۱۳).

**جدول ۳-۴- تغییرات اکسیژن محلول آب (mg/l) طی سه دوره (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹)، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر**

| اعماق / لایه ها | ۱۳۸۷ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۵/۸۱–۱۰/۱۳ | – | – | – | – |
| ۱۰ | ۶/۲۹–۹/۹۲ | ۵/۸۹–۹/۸۰ | – | – | – |
| ۲۰ | ۶/۴۵–۱۰/۴۵ | ۴/۵۳–۱۰/۱۳ | ۵/۱۷–۹/۶۹ | – | – |
| ۵۰ | ۶/۱۳–۱۰/۲۹ | ۶/۱۶–۱۰/۴۵ | ۵/۶۰–۱۰/۹۳ | ۴/۵۳–۹/۳۶ | – |
| ۱۰۰ | ۶/۲۹–۱۰/۴۵ | ۶/۴۰–۹/۹۷ | ۵/۶۰–۱۰/۴۵ | ۵/۶۰–۹/۶۰ | ۴/۸۰–۸/۸۰ |
| **۱۳۸۸** | | | | | |
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۵/۸۸–۱۱/۵۳ | – | – | – | – |
| ۱۰ | ۵/۵۶–۱۱/۷۷ | ۵/۶۴–۱۲/۰۰ | – | – | – |
| ۲۰ | ۵/۵۶–۱۱/۹۲ | ۵/۸۰–۱۱/۵۳ | ۵/۰۹–۱۰/۷۳ | – | – |
| ۵۰ | ۵/۵۶–۱۱/۶۱ | ۵/۴۱–۱۱/۵۳ | ۵/۳۳–۱۱/۱۳ | ۳/۴۸–۱۱/۶۱ | – |
| ۱۰۰ | ۵/۲۵–۱۱/۱۳ | ۵/۵۶–۱۱/۶۹ | ۵/۰۹–۱۱/۱۳ | ۴/۹۳–۱۰/۴۹ | ۳/۱۸–۹/۹۴ |
| **۱۳۸۹** | | | | | |
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۵/۵۹–۱۰/۸۱ | – | – | – | – |
| ۱۰ | ۶/۰۱—۱۱/۰۳ | ۵/۳۵–۱۰/۸۸ | – | – | – |
| ۲۰ | ۴/۸۰–۱۱/۲۰ | ۴/۶۰–۱۱/۲۰ | ۵/۲۰–۱۰/۸۱ | – | – |
| ۵۰ | ۶/۰۱–۱۱/۲۰ | ۵/۷۷–۱۰/۸۱ | ۶/۰۱–۱۰/۳۹ | ۴/۹۶–۹/۲۰ | – |
| ۱۰۰ | ۵/۲۰–۱۱/۲۰ | ۵/۲۸–۱۰/۸۸ | ۵/۰۰–۵۶/۱۰ | ۴/۹۶–۹/۹۳ | ۴/۴۰–۸/۸۰ |

تغییرات حداکثر/حداقل اکسیژن محلول (DO) آب طی سه دوره ، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر در نمودار ۳-۵ آورده شده است. حداکثر و حداقل اکسیژن محلول آب در هر سه دوره بیش از ۳/۰۰ کمتر از ۱۲/۰۰ میلی گرم بر لیتر ثبت گردید.




**نمودار ۳-۵- تغییرات حداکثر/حداقل اکسیژن محلول (DO) آب در اعماق و لایه های مختلف سه دوره (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹) حوزه جنوبی دریای خزر**

## ۲-۳-مواد مغذی

### ۱-۲-۳- یون آمونیم (+NH4)

تغییرات یون آمونیم (mg/l) و آمونیاک طی سه دوره ، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر در جدول های ۳-۵و ۳-۶ آورده شده است. تغییرات آمونیم در سالهای ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ برابر ۰/۱۴۰-۰/۰۰۱ (mg/l) بوده است. حداکثر غلظت آمونیم در سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ در عمق ۱۰۰ متر و در سال ۱۳۸۹ در عمق ۵ متر ثبت گردید. تغییرات درصد آمونیاک به ترتیب برابر ۱۸/۴-۰/۳، ۳۰/۶-۰/۳ و ۳۷/۲-۰/۳ بدست آمده است. حداکثردرصد آمونیاک در سالهای ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ به ترتیب در عمق های ۱۰۰ ، ۱۰ و ۵۰ متر

ثبت گردید. اختلاف میانگین غلظت آمونیم و آمونیاک در بین سه دوره بررسی معنی دار بوده است ($p < ۰/۰۵$) و براساس آزمون دانکن سال ۱۳۸۸ در یک گروه و دوسال ۱۳۸۷ و ۱۳۸۹ در گروه دیگر قرار گرفتند.

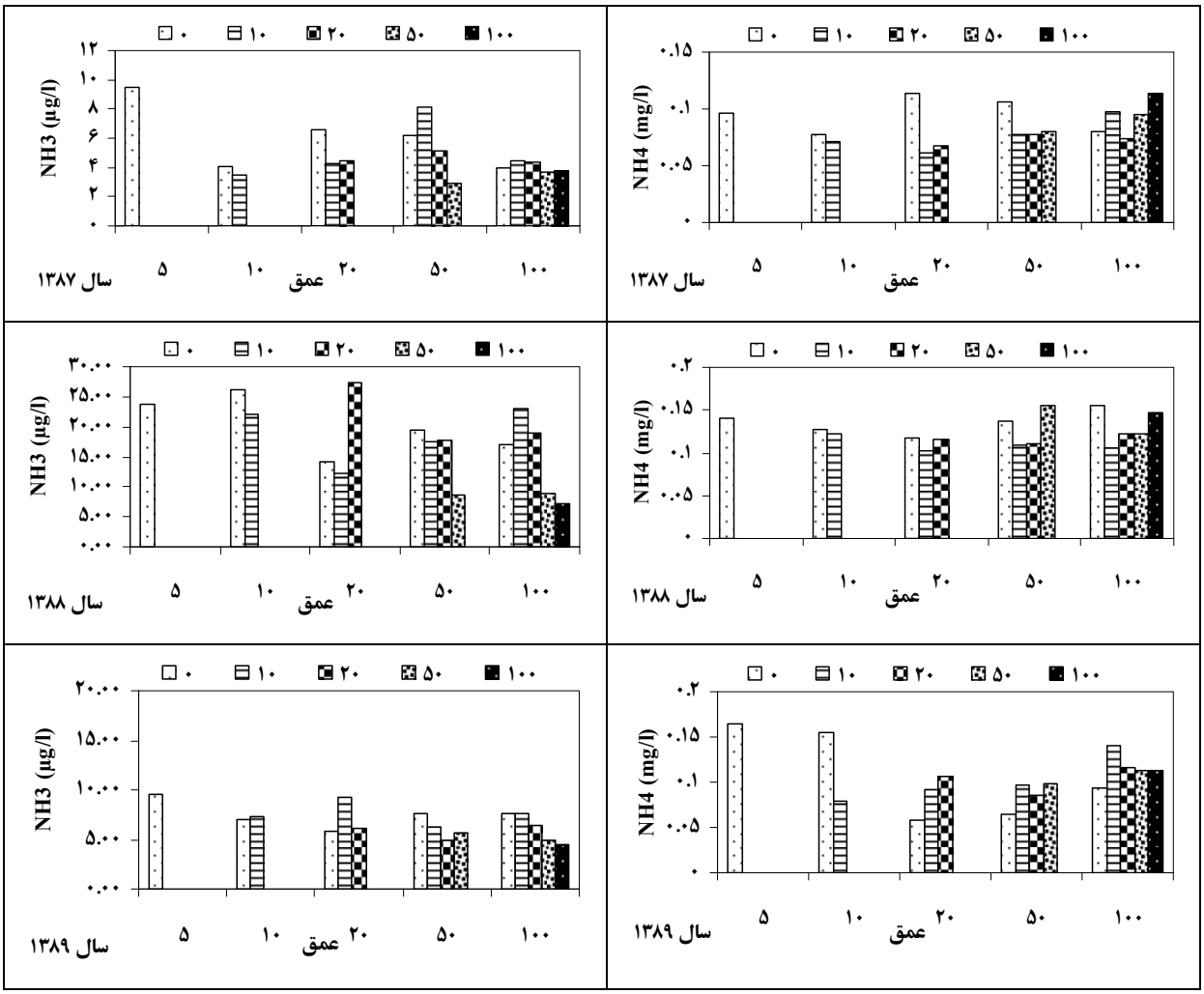
**جدول ۳-۵- تغییرات یون آمونیم (mg/l) طی سه دوره (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹)، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر**

| اعماق / لایه ها | ۱۳۸۷ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۰/۰۱۰–۰/۱۰۰ | – | – | – | – |
| ۱۰ | ۰/۰۲۰–۰/۰۹۰ | ۰/۰۲۰–۰/۰۸۰ | – | – | – |
| ۲۰ | ۰/۰۱۰–۰/۱۲۰ | ۰/۰۲۰–۰/۰۸۰ | ۰/۰۲۰–۰/۰۸۰ | – | – |
| ۵۰ | ۰/۰۱۰–۰/۱۰۰ | ۰/۰۱۰–۰/۰۹۰ | ۰/۰۱۰–۰/۰۹۰ | ۰/۰۱۰–۰/۰۸۰ | – |
| ۱۰۰ | ۰/۰۲۰–۰/۰۹۰ | ۰/۰۲۰–۰/۱۰۰ | ۰/۰۰۱–۰/۰۸۰ | ۰/۰۲۰–۰/۱۲۰ | ۰/۰۲۰–۰/۱۴۰ |
| | ۱۳۸۸ | | | | |
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۰/۰۱۰–۰/۱۳۰ | – | – | – | – |
| ۱۰ | ۰/۰۰۱–۰/۱۱۰ | ۰/۰۱۰–۰/۱۱۰ | – | – | – |
| ۲۰ | ۰/۰۰۱–۰/۱۱۰ | ۰/۰۱۰–۰/۰۹۰ | ۰/۰۱۰–۰/۱۱۰ | – | – |
| ۵۰ | ۰/۰۱۰–۰/۱۳۰ | ۰/۰۰۱–۰/۱۰۰ | ۰/۰۱۰–۰/۱۰۰ | ۰/۰۰۱–۰/۱۳۰ | – |
| ۱۰۰ | ۰/۰۱۰–۰/۱۴۰ | ۰/۰۱۰–۰/۱۱۰ | ۰/۰۱۰–۰/۱۱۰ | ۰/۰۱۰–۰/۱۱۰ | ۰/۰۰۱–۰/۱۳۰ |
| | ۱۳۸۹ | | | | |
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۰/۰۱۰–۰/۱۴۰ | – | – | – | – |
| ۱۰ | ۰/۰۰۱–۰/۱۳۰ | ۰/۰۱۰–۰/۰۷۰ | – | – | – |
| ۲۰ | ۰/۰۰۱–۰/۰۵۰ | ۰/۰۰۱–۰/۰۸۰ | ۰/۰۰۱–۰/۰۹۰ | – | – |
| ۵۰ | ۰/۰۰۱–۰/۰۶۰ | ۰/۰۰۱–۰/۰۸۰ | ۰/۰۰۱–۰/۰۷۰ | ۰/۰۱۰–۰/۰۸۰ | – |
| ۱۰۰ | ۰/۰۰۱–۰/۰۸۰ | ۰/۰۰۱–۰/۱۲۰ | ۰/۰۰۱–۰/۱۰۰ | ۰/۰۰۱–۰/۱۰۰ | ۰/۰۰۱–۰/۱۰۰ |

**جدول ۳-۶- تغییرات غلظت آمونیاک (µg/l) طی سه دوره (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹)، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر**

| اعماق / لایه ها | ۱۳۸۷ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۰/۱۰–۷/۸۰ | – | – | – | – |
| ۱۰ | ۰/۲۰–۳/۴۰ | ۰/۲۰–۲/۹۰ | – | – | – |
| ۲۰ | ۰/۱۰–۵/۴۰ | ۰/۰۱–۳/۵۰ | ۰/۱۰–۳/۷۰ | – | – |
| ۵۰ | ۰/۲۰–۵/۱۰ | ۰/۱۰–۶/۷۰ | ۰/۱۰–۴/۲۰ | ۰/۰۱–۲/۴۰ | – |
| ۱۰۰ | ۰/۲۰–۳/۲۰ | ۰/۴۰–۳/۷۰ | ۰/۰۱–۳/۶۰ | ۰/۱۰–۳/۰۰ | ۰/۰۱–۳/۱۰ |
| **۱۳۸۸** | | | | | |
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۰/۳۷–۱۹/۵۱ | – | – | – | – |
| ۱۰ | ۰/۱۷–۲۱/۶۲ | ۰/۰۱–۱۸/۱۶ | – | – | – |
| ۲۰ | ۰/۰۹–۱۱/۷۵ | ۰/۱۸–۱۰/۱۵ | ۰/۱۹–۲۲/۶۳ | – | – |
| ۵۰ | ۰/۱۸–۱۶/۰۷ | ۰/۱۶–۱۴/۴۵ | ۰/۳۱–۱۴/۵۴ | ۰/۱۸–۷/۱۸ | – |
| ۱۰۰ | ۰/۳۲–۱۳/۹۵ | ۰/۴۷–۱۹/۰۶ | ۰/۲۱–۱۵/۶۰ | ۰/۲۴–۷/۳۵ | ۰/۱۳–۵/۹۵ |
| **۱۳۸۹** | | | | | |
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۰/۲۴–۷/۸۵ | – | – | – | – |
| ۱۰ | ۰/۱۸–۵/۷۶ | ۰/۲۲–۶/۰۷ | – | – | – |
| ۲۰ | ۰/۰۷–۴/۷۵ | ۰/۱۰–۷/۵۸ | ۰/۱۳–۰/۰۵ | – | – |
| ۵۰ | ۰/۱۴–۶/۲۴ | ۰/۱۲–۵/۱۲ | ۰/۱۲–۴/۰۲ | ۰/۱۱–۴/۷۱ | – |
| ۱۰۰ | ۰/۳۶–۶/۲۱ | ۰/۳۵–۶/۲۸ | ۰/۱۴–۵/۳۳ | ۰/۱۰–۴/۰۸ | ۰/۰۸–۳/۷۳ |

تغییرات حداکثر غلظت آمونیم (NH4) و آمونیاک (NH3) طی سه دوره ، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر در نمودار ۳-۶ آورده شده است. حداکثر غلظت آمونیم (NH4) و آمونیاک (NH3) در هر سه دوره به ترتیب بیش از ۰/۰۵ میلی گرم بر لیتر و ۴ میکروگرم بر لیتر ثبت گردید.




**نمودار ۳- ۶- تغییرات حداکثر غلظت آمونیم (NH4) و آمونیاک (NH3) در اعماق و لایه های مختلف سه دوره (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹) حوزه جنوبی دریای خزر**

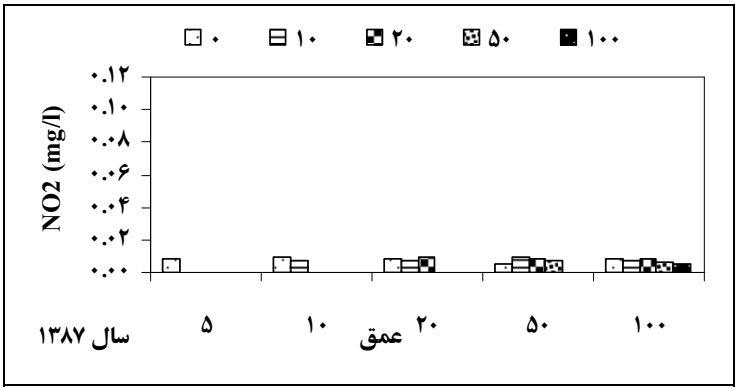
### ۲-۲-۳- یون نیتریت ($NO2^-$)

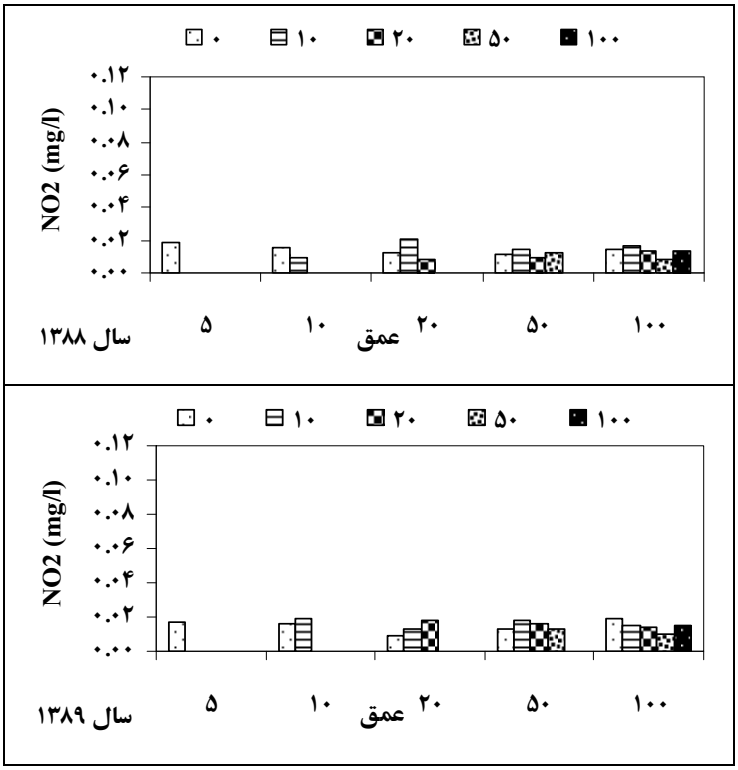
تغییرات یون نیتریت (µg/l) طی سه دوره ، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر در جدول ۳-۷ آورده شده است. تغییرات یون نیتریت در سالهای ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ برابر ۲۱/۲-۰/۱ (µg/l) بوده است. حداکثر غلظت یون نیتریت در سالهای ۱۳۸۷ در عمق ۱۰۰ متر، درسال ۱۳۸۸ در عمق ۲۰ مترو در سال ۱۳۸۹ در عمق ۱۰ متر ثبت گردید. میانگین غلظت نیتریت در بین سه دوره بررسی دارای اختلاف معنی دار بوده است ($p < ۰/۰۵$) و براساس آزمون دانکن سال ۱۳۸۸ در یک گروه و دوسال ۱۳۸۷ و ۱۳۸۹ در گروه دیگر قرار گرفتند.

**جدول ۳-۷- تغییرات یون نیتریت (µg/l) طی سه دوره (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹)، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر**

| اعماق / لایه ها | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
|---|---|---|---|---|---|
| **۱۳۸۷** | | | | | |
| ۵ | ۱/۳–۸/۰ | – | – | – | – |
| ۱۰ | ۱/۳–۹/۲ | ۰/۶–۷/۸ | – | – | – |
| ۲۰ | ۰/۶–۸/۷ | ۰/۱–۷/۵ | ۰/۶–۹/۴ | – | – |
| ۵۰ | ۰/۸–۵/۵ | ۰/۱۱–۹/۴ | ۰/۶–۸/۰ | ۱/۱–۶/۸ | – |
| ۱۰۰ | ۱/۱–۸/۲ | ۰/۸–۷/۸ | ۰/۸–۸/۲ | ۰/۴–۶/۴ | ۰/۱–۵/۰ |
| **۱۳۸۸** | | | | | |
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۰/۵–۱۸/۴ | – | – | – | – |
| ۱۰ | ۰/۸–۱۵/۶ | ۱/۱–۹/۴ | – | – | – |
| ۲۰ | ۰/۸–۱۱/۹ | ۱/۱–۲۱/۲ | ۰/۶–۷/۸ | – | – |
| ۵۰ | ۰/۶–۱۱/۲ | ۰/۶–۱۴/۲ | ۰/۶–۹/۸ | ۰/۸–۱۲/۲ | – |
| ۱۰۰ | ۰/۶–۱۴/۹ | ۰/۶–۱۶/۱ | ۰/۶–۱۳/۳ | ۰/۸–۸/۶ | ۰/۸–۱۳/۱ |
| **۱۳۸۹** | | | | | |
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۱/۰–۱۷/۰ | – | – | – | – |
| ۱۰ | ۱/۰–۱۷/۰ | ۱/۰–۱۹/۰ | – | – | – |
| ۲۰ | ۱/۰–۹/۰ | ۱/۰–۱۳/۰ | ۱/۰–۱۸/۰ | – | – |
| ۵۰ | ۱/۰–۱۳/۰ | ۰/۱–۱۸/۰ | ۱/۰–۱۶/۰ | ۱/۰–۱۳/۰ | – |
| ۱۰۰ | ۱/۰–۱۹/۰ | ۱/۰–۱۵/۰ | ۰/۱–۱۴/۰ | ۰/۱–۱۰/۰ | ۰/۱–۱۵/۰ |

تغییرات حداکثر غلظت نیتریت (NO2) طی سه دوره ، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر در نمودار ۳-۷ آورده شده است. حداکثر غلظت نیتریت (NO2) در هر سه دوره به ترتیب کمتر از ۰/۰۲ میلی گرم بر لیتر ثبت گردید.






**نمودار ۳-۷- تغییرات حداکثر غلظت نیتریت (NO2) در اعماق و لایه های مختلف سه دوره (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹) حوزه جنوبی دریای خزر**

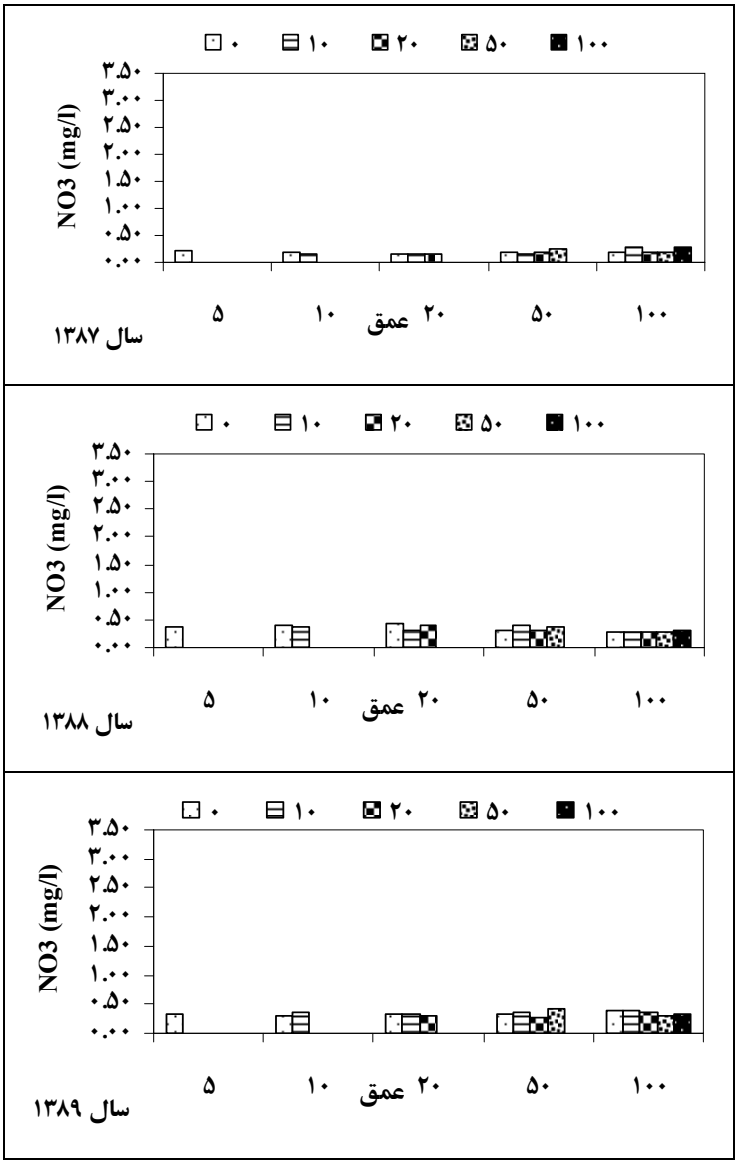
### ۳-۲-۳- یون نیترات (NO3-)

تغییرات یون نیترات (mg/l) طی سه دوره ، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر در جدول ۳-۸ آورده شده است. تغییرات نیترات در سالهای ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ برابر ۰/۴۲۳-۰/۰۰۱ میلی گرم بر لیتر بوده است. حداکثر غلظت نیترات در سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۸۹در عمق ۱۰۰ متر و درسال ۱۳۸۸ در عمق ۲۰ ثبت گردید. میانگین غلظت نیترات در بین سه دوره بررسی دارای اختلاف معنی دار بوده است ($p< ۰/۰۵$) و براساس آزمون دانکن سال ۱۳۸۸ در یک گروه و سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۸۹ در گروه دیگر قرار گرفتند.

**جدول ۳-۸- تغییرات یون نیترات (mg/l) طی سه دوره (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹)، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر**

| اعماق / لایه ها | ۱۳۸۷ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۰/۰۳۵-۰/۲۲۳ | - | - | - | - |
| ۱۰ | ۰/۰۴۳-۰/۱۹۲ | ۰/۰۲۹-۰/۱۶۷ | - | - | - |
| ۲۰ | ۰/۰۴۰-۰/۱۴۱ | ۰/۰۱۵-۰/۱۵۱ | ۰/۰۰۱-۰/۱۶۵ | - | - |
| ۵۰ | ۰/۰۴۰-۰/۱۷۶ | ۰/۰۳۲-۰/۱۶۳ | ۰/۰۲۵-۰/۱۸۴ | ۰/۰۳۷-۰/۲۶۱ | - |
| ۱۰۰ | ۰/۰۲۳-۰/۱۹۴ | ۰/۰۲۳-۰/۲۶۸ | ۰/۰۰۱-۰/۱۹۵ | ۰/۰۴۳-۰/۱۹۰ | ۰/۰۴۶-۰/۲۸۸ |
| | ۱۳۸۸ | | | | |
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۰/۰۲۱-۰/۳۶۰ | - | - | - | - |
| ۱۰ | ۰/۰۱۹-۰/۳۹۲ | ۰/۰۰۱-۰/۳۶۳ | - | - | - |
| ۲۰ | ۰/۰۲۱-۰/۴۲۳ | ۰/۰۱۶-۰/۳۰۲ | ۰/۰۰۷-۰/۳۸۸ | - | - |
| ۵۰ | ۰/۰۱۲-۰/۳۱۱ | ۰/۰۱۶-۰/۳۹۲ | ۰/۰۲۱-۰/۳۰۷ | ۰/۰۱۸-۰/۳۶۴ | - |
| ۱۰۰ | ۰/۰۰۸-۰/۲۷۷ | ۰/۰۰۱-۰/۲۸۲ | ۰/۰۰۱-۰/۲۸۹ | ۰/۰۲۰-۰/۲۷۹ | ۰/۰۱۷-۰/۳۰۳ |
| | ۱۳۸۹ | | | | |
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۰/۰۳۳-۰/۳۳۴ | - | - | - | - |
| ۱۰ | ۰/۰۳۵-۰/۲۹۲ | ۰/۰۲۰-۰/۳۴۵ | - | - | - |
| ۲۰ | ۰/۰۱۷-۰/۳۲۴ | ۰/۰۳۴-۰/۳۲۵ | ۰/۰۰۸-۰/۲۸۵ | - | - |
| ۵۰ | ۰/۰۱۲-۰/۳۳۳ | ۰/۰۰۹-۰/۳۶۰ | ۰/۰۱۸-۰/۲۸۳ | ۰/۰۲۲-۰/۴۰۹ | - |
| ۱۰۰ | ۰/۰۱۶-۰/۴۰۰ | ۰/۰۱۷-۰/۳۷۸ | ۰/۰۲۳-۰/۳۶۷ | ۰/۰۱۲-۰/۲۹۸ | ۰/۰۲۸-۰/۳۲۲ |

تغییرات حداکثر غلظت نیترات ($NO_3$) طی سه دوره ، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر در نمودار ۳-۸ آورده شده است. حداکثر غلظت نیترات ($NO_3$) در هر سه دوره به ترتیب کمتر از ۰/۵۰ میلی گرم بر لیتر ثبت گردید.




**نمودار ۳-۸- تغییرات حداکثر غلظت نیترات (NO3) در اعماق و لایه های مختلف سه دوره (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹) حوزه جنوبی دریای خزر**

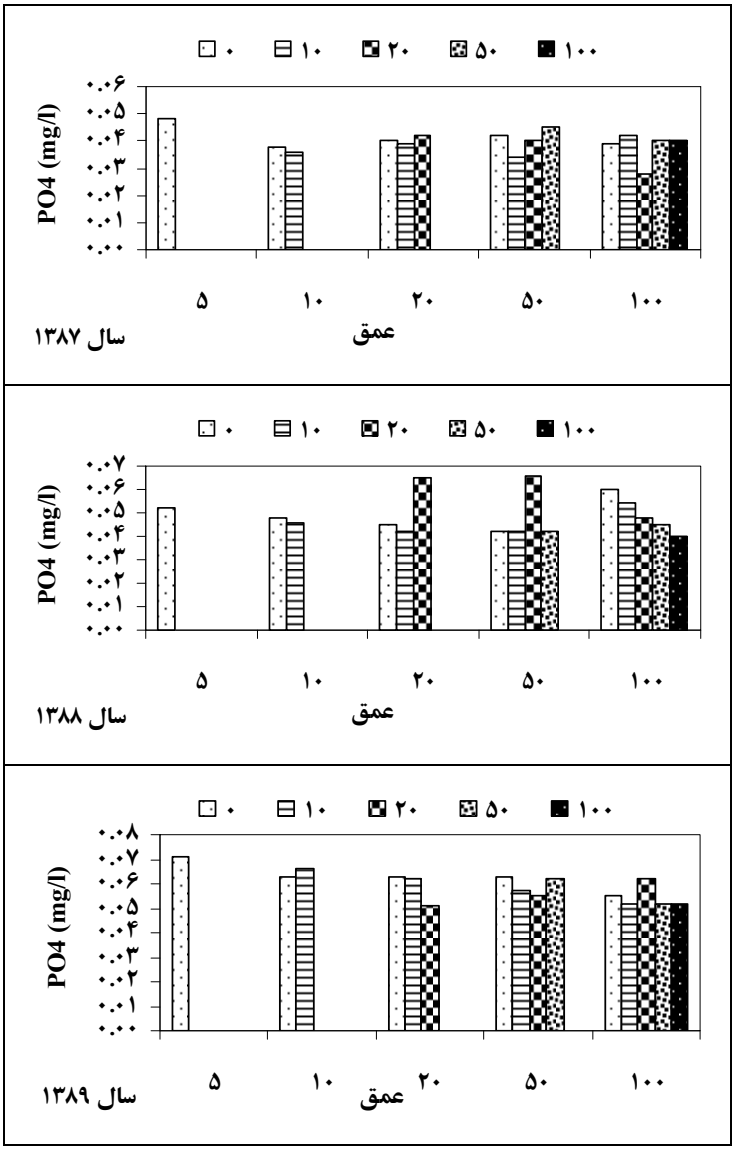
### ۳-۲-۴- فسفات (PO43-)

تغییرات یون فسفات (mg/l) طی سه دوره ، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر در جدول ۳-۹ آورده شده است. تغییرات فسفات در سالهای ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ برابر ۰/۰۷۱-۰/۰۰۸ میلی گرم بر لیتر بوده است. حداکثر غلظت فسفات در سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۸۹در عمق ۵ متر و درسال ۱۳۸۸ در عمق ۲۰ ثبت گردید. میانگین غلظت فسفات در بین سه دوره بررسی اختلاف معنی دار داشت ($p< ۰/۰۵$) و بر این اساس در آزمون دانکن سال ۱۳۸۸ در یک گروه و سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۸۹ در گروه دیگر قرار گرفتند.

**جدول ۳-۹- تغییرات یون فسفات (mg/l) طی سه دوره (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹)، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر**

| اعماق / لایه ها | ۱۳۸۷ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۰/۰۱۰–۰/۰۴۸ | – | – | – | – |
| ۱۰ | ۰/۰۰۸–۰/۰۳۸ | ۰/۰۱۱–۰/۰۳۶ | – | – | – |
| ۲۰ | ۰/۰۰۸–۰/۰۴۰ | ۰/۰۰۶–۰/۰۳۹ | ۰/۰۰۶–۰/۰۴۲ | – | – |
| ۵۰ | ۰/۰۰۶–۰/۰۴۲ | ۰/۰۰۶–۰/۰۳۴ | ۰/۰۰۶–۰/۰۴۰ | ۰/۰۰۶–۰/۰۴۵ | – |
| ۱۰۰ | ۰/۰۰۸–۰/۰۳۹ | ۰/۰۰۵–۰/۰۴۲ | ۰/۰۰۶–۰/۰۲۸ | ۰/۰۰۵–۰/۰۴۰ | –۰/۰۴۰ ۰/۰۰۶ |
| | ۱۳۸۸ | | | | |
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۰/۰۱۰–۰/۰۵۲ | – | – | – | – |
| ۱۰ | ۰/۰۱۳–۰/۰۴۸ | ۰/۰۰۷–۰/۰۴۶ | – | – | – |
| ۲۰ | ۰/۰۰۸–۰/۰۴۵ | ۰/۰۰۷–۰/۰۴۲ | ۰/۰۰۵–۰/۰۶۵ | – | – |
| ۵۰ | ۰/۰۰۷–۰/۰۴۲ | ۰/۰۰۵–۰/۰۴۲ | ۰/۰۰۷–۰/۰۶۶ | ۰/۰۰۱–۰/۰۴۲ | – |
| ۱۰۰ | ۰/۰۰۷–۰/۰۶۰ | ۰/۰۰۸–۰/۰۵۴ | ۰/۰۰۸–۰/۰۴۸ | ۰/۰۱۰–۰/۰۴۵ | –۰/۰۴۰ ۰/۰۰۸ |
| | ۱۳۸۹ | | | | |
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۰/۰۱۷–۰/۰۷۱ | – | – | – | – |
| ۱۰ | ۰/۰۱۱–۰/۰۶۳ | ۰/۰۱۷–۰/۰۶۶ | – | – | – |
| ۲۰ | ۰/۰۱۱–۰/۰۶۳ | ۰/۰۱۴–۰/۰۶۲ | ۰/۰۱۱–۰/۰۵۱ | – | – |
| ۵۰ | ۰/۰۰۸–۰/۰۶۳ | ۰/۰۱۳–۰/۰۵۷ | ۰/۰۱۶–۰/۰۵۵ | ۰/۰۰۸–۰/۰۶۲ | – |
| ۱۰۰ | ۰/۰۱۰–۰/۰۵۵ | ۰/۰۱۴–۰/۰۵۲ | ۰/۰۱۴–۰/۰۶۲ | ۰/۰۱۱–۰/۰۵۲ | –۰/۰۵۲ ۰/۰۱۴ |

تغییرات حداکثر غلظت فسفات (PO4) طی سه دوره ، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر در نمودار ۳-۹ آورده شده است. حداکثر غلظت فسفات (PO4) در هر سه دوره به ترتیب کمتر از ۰/۰۷ میلی گرم بر لیتر ثبت گردید.




**۳-۹- تغییرات حداکثر غلظت فسفات (PO4) در اعماق و لایه های مختلف سه دوره (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹) حوزه جنوبی دریای خزر**

### ۳-۲-۵- ازت معدنی (DIN/N)

تغییرات ازت معدنی (µM) طی سه دوره ، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر در جدول های ۳-۱۰ آورده شده است. تغییرات ازت معدنی در سالهای ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ برابر ۱۴/۷۵-۰/۶۸ بوده است. حداکثر مقادیر ازت معدنی در سالهای مخنلف در لایه سطحی اعماق مختلف ثبت گردید. میانگین غلظت ازت معدنی دارای اختلاف معنی‌دار در بین سه دوره بررسی بوده است ($p< ۰/۰۵$) بطوریکه در آزمون دانکن سال ۱۳۸۸ در یک گروه و سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۹ در گروه دیگر قرار گرفتند.

**جدول ۳-۱۰- تغییرات ازت معدنی (µM) طی سه دوره (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹)، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر**

| اعماق / لایه ها | ۱۳۸۷ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۱/۰۳-۷/۲۷ | - | - | - | - |
| ۱۰ | ۱/۱۱-۶/۷۷ | ۱/۱۱-۵/۵۵ | - | - | - |
| ۲۰ | ۰/۸۳-۸/۴۷ | ۱/۲۲-۵/۴۵ | ۱/۲۴-۵/۴۴ | - | - |
| ۵۰ | ۱/۰۳-۷/۳۹ | ۰/۷۶-۶/۵۸ | ۱/۰۱-۶/۱۰ | ۱/۰۱-۶/۰۰ | - |
| ۱۰۰ | ۱/۲۶-۶/۴۵ | ۱/۲۹-۷/۴۵ | ۰/۳۰-۵/۵۴ | ۱/۱۷-۸/۳۲ | ۱/۱۱-۹/۸۸ |
| | **۱۳۸۸** | | | | |
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۱/۶۰-۱۱/۶۷ | - | - | - | - |
| ۱۰ | ۱/۰۵-۱۳/۷۷ | ۱/۲۹-۹/۷۷ | - | - | - |
| ۲۰ | ۱/۲۶-۱۲/۷۴ | ۱/۰۴-۹/۸۱ | ۱/۰۶-۱۰/۵۵ | - | - |
| ۵۰ | ۱/۶۲-۱۰/۸۱ | ۰/۹۷-۱۲/۵۶ | ۱/۲۷-۱۲/۳۴ | ۱/۳۳-۱۱/۱۴ | - |
| ۱۰۰ | ۱/۵۰-۱۱/۳۱ | ۰/۶۸-۹/۸۵ | ۱/۱۲-۸/۷۸ | ۱/۳۲-۸/۸۰ | ۰/۸۸-۹/۷۹ |
| | **۱۳۸۹** | | | | |
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۱/۴۹-۱۴/۷۵ | - | - | - | - |
| ۱۰ | ۱/۱۵-۱۲/۴۷ | ۰/۷۸-۸/۱۶ | - | - | - |
| ۲۰ | ۱/۱۰-۶/۹۸ | ۱/۰۴-۸/۰۳ | ۱/۰۸-۹/۰۳ | - | - |
| ۵۰ | ۰/۹۳-۹/۵۸ | ۱/۴۲-۱۲/۰۲ | ۱/۰۴-۸/۴۰ | ۱/۲۰-۹/۹۸ | - |
| ۱۰۰ | ۱/۰۸-۱۲/۳۸ | ۱/۱۳-۱۵/۳۰ | ۰/۹۶-۱۳/۲۲ | ۱/۱۴-۱۱/۸۷ | ۱/۰۱-۸/۶۰ |

### ۶-۲-۳- فسفر کل (TP/P)

تغییرات فسفرکل (µM) طی سه دوره ، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر در جدول ۳-۱۱ آورده شده است. تغییرات فسفرکل در سالهای ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ برابر ۲/۶۷-۰/۰۱ بوده است. حداکثر فسفرکل در سالهای مختلف در عمق ۱۰۰ متر ثبت گردید. میانگین غلظت فسفرکل در بین سه دوره بررسی دارای اختلاف معنی دار بوده است ($p< ۰/۰۵$) و براساس آزمون دانکن سال ۱۳۸۸ در یک گروه و دوسال ۱۳۸۷ و ۱۳۸۹ در گروه دیگر قرار گرفتند.

**جدول ۳-۱۱- تغییرات فسفر کل (µM) طی سه دوره (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹)، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر**

| اعماق / لایه ها | ۱۳۸۷ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۰/۴۶-۱/۲۴ | - | - | - | - |
| ۱۰ | ۰/۰۱-۱/۲۷ | ۰/۴۴-۱/۱۳ | - | - | - |
| ۲۰ | ۰/۶۰-۱/۳۰ | ۰/۴۵-۱/۰۳ | ۰/۴۲-۱/۴۳ | - | - |
| ۵۰ | ۰/۴۶-۲/۰۶ | ۰/۳۹-۱/۰۶ | ۰/۴۲-۱/۱۰ | ۰/۳۹-۱/۱۷ | - |
| ۱۰۰ | ۰/۴۴-۱/۳۴ | ۰/۰۱-۱/۱۱ | ۰/۴۷-۱/۵۱ | ۰/۰۱-۱/۵۴ | ۰/۵۴-۱/۹۸ |
| | ۱۳۸۸ | | | | |
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۰/۵۴-۱/۹۵ | - | - | - | - |
| ۱۰ | ۰/۴۱-۱/۵۸ | ۰/۵۰-۱/۵۸ | - | - | - |
| ۲۰ | ۰/۴۴-۱/۱۹ | ۰/۴۶-۲/۴۱ | ۰/۳۹-۲/۴۶ | - | - |
| ۵۰ | ۰/۴۶-۲/۳۵ | ۰/۴۷-۲/۳۲ | ۰/۴۷-۲/۶۵ | ۰/۶۰-۲/۵۷ | - |
| ۱۰۰ | ۰/۴۲-۲/۵۹ | ۰/۴۷-۲/۶۷ | ۰/۵۴-۱/۵۸ | ۰/۴۴-۲/۵۴ | ۰/۴۷-۲/۵۲ |
| | ۱۳۸۹ | | | | |
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۰/۴۹-۱/۹۵ | - | - | - | - |
| ۱۰ | ۰/۴۲-۱/۶۶ | ۰/۴۶-۱/۶۴ | - | - | - |
| ۲۰ | ۰/۴۴-۱/۷۷ | ۰/۴۲-۱/۷۵ | ۰/۴۹-۱/۷۹ | - | - |
| ۵۰ | ۰/۴۴-۱/۷۷ | ۰/۴۶-۱/۸۲ | ۰/۴۲-۱/۶۳ | ۰/۵۴-۱/۵۶ | - |
| ۱۰۰ | ۰/۴۶-۱/۸۲ | ۰/۵۰-۱/۷۷ | ۰/۴۹-۱/۷۱ | ۰/۴۷-۱/۵۶ | ۰/۴۹-۲/۲۲ |

### ۳-۲-۷- فسفر معدنی (DIP/P)

تغییرات فسفرمعدنی (µM) طی سه دوره ، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر در جدول های ۳-۱۲ آورده شده است. تغییرات فسفرمعدنی در سالهای ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ برابر ۰/۶۸-۰/۰۷ بوده است. حداکثر فسفرمعدنی در سالهای مختلف در اعماق متفاوت متر ثبت گردید. میانگین غلظت فسفرمعدنی در بین سه دوره بررسی دارای اختلاف معنی دار بوده است ($p< ۰/۰۵$) و براساس آزمون دانکن سال ۱۳۸۸ در یک گروه و سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۹ در گروه دیگر قرار گرفتند.

**جدول ۳-۱۲- تغییرات فسفر معدنی (µM) طی سه دوره (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹)، اعماق و لایه های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر**

| اعماق / لایه ها | ۱۳۸۷ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۰/۱۰-۰/۵۰ | - | - | - | - |
| ۱۰ | ۰/۰۸-۰/۴۱ | ۰/۱۲-۰/۳۷ | - | - | - |
| ۲۰ | ۰/۰۸-۰/۴۲ | ۰/۰۷-۰/۴۱ | ۰/۰۷-۰/۴۴ | - | - |
| ۵۰ | ۰/۰۷-۰/۴۴ | ۰/۰۷-۰/۳۶ | ۰/۰۷-۰/۴۲ | ۰/۰۷-۰/۴۷ | - |
| ۱۰۰ | ۰/۰۸-۰/۴۱ | ۰/۰۵-۰/۴۴ | ۰/۰۷-۰/۲۹ | ۰/۰۵-۰/۴۲ | ۰/۰۷-۰/۴۲ |
| | ۱۳۸۸ | | | | |
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۰/۱۰-۰/۵۵ | - | - | - | - |
| ۱۰ | ۰/۱۳-۰/۵۰ | ۰/۰۷-۰/۴۹ | - | - | - |
| ۲۰ | ۰/۰۹-۰/۴۷ | ۰/۰۷-۰/۴۴ | ۰/۰۵-۰/۶۸ | - | - |
| ۵۰ | ۰/۰۷-۰/۴۴ | ۰/۰۵-۰/۴۴ | ۰/۰۷-۰/۷۰ | ۰/۰۹-۰/۴۴ | - |
| ۱۰۰ | ۰/۰۷-۰/۶۳ | ۰/۰۹-۰/۵۷ | ۰/۰۹-۰/۵۰ | ۰/۱۰-۰/۴۷ | ۰/۰۹-۰/۴۲ |
| | ۱۳۸۹ | | | | |
| | ۰ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ | ۱۰۰ |
| ۵ | ۰/۱۸-۰/۷۴ | - | - | - | - |
| ۱۰ | ۰/۱۲-۰/۶۶ | ۰/۱۸-۰/۷۰ | - | - | - |
| ۲۰ | ۰/۱۲-۰/۶۶ | ۰/۱۵-۰/۶۵ | ۰/۱۲-۰/۵۴ | - | - |
| ۵۰ | ۰/۰۹-۰/۶۶ | ۰/۱۳-۰/۶۰ | ۰/۱۷-۰/۵۸ | ۰/۰۹-۰/۶۵ | - |
| ۱۰۰ | ۰/۱۰-۰/۵۸ | ۰/۱۵-۰/۵۵ | ۰/۱۵-۰/۶۵ | ۰/۱۲-۰/۵۵ | ۰/۱۵-۰/۵۵ |

**جدول ۳-۱۳- میانگین تغییرات پارامترهای محیطی طی سه دوره (۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹)، فصول مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر**

| | | سال ۱۳۸۷ | | | | سال ۱۳۸۸ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | واحد | بهار | تابستان | پاییز | زمستان | بهار | تابستان | پاییز | زمستان |
| دمای آب | °C | ۱۶/۷۴±۰/۲۱ | ۲۷/۸۲±۰/۱۰ | ۱۷/۷۴±۰/۳۸ | ۱۱/۴۲±۰/۱۶ | ۱۷/۷۶±۰/۴۴ | ۲۱/۰۱±۰/۰۹ | ۱۸/۳۲±۰/۱۱ | ۹/۴۴±۰/۱۹ |
| SD | m | ۶/۶۸±۰/۶۷ | ۳/۰۲±۰/۲۱ | ۴/۶۹±۰/۳۸ | ۴/۵۷±۰/۴۰ | ۵/۲۰±۰/۴۱ | ۳/۵۶±۰/۲۶ | ۳/۱۷±۰/۳۸ | ۳/۱۰±۰/۳۹ |
| pH | | ۸/۳۷±۰/۰۱ | ۸/۲۲±۰/۰۲ | ۸/۴۳±۰/۰۱ | ۸/۲۶±۰/۰۲ | ۸/۳۹±۰/۰۱ | ۸/۴۰±۰/۰۱ | ۸/۵۷±۰/۰۱ | ۸/۳۸±۰/۰۲ |
| DO | mg/l | ۸/۱۲±۰/۰۷ | ۷/۱۷±۰/۰۸ | ۸/۵۸±۰/۰۸ | ۸/۵۹±۰/۱۵ | ۶/۶۸±۰/۰۸ | ۷/۰۰±۰/۰۹ | ۸/۶۰±۰/۰۷ | ۱۰/۴۱±۰/۰۹ |
| NH4+/N | mg/l | ۰/۰۱۸±۰/۰۰۱ | ۰/۰۱۶±۰/۰۰۱ | ۰/۰۱۳±۰/۰۰۱ | ۰/۰۴۶±۰/۰۰۳ | ۰/۰۳۶±۰/۰۰۲ | ۰/۰۵۵±۰/۰۰۳ | ۰/۰۶۲±۰/۰۰۳ | ۰/۰۴۳±۰/۰۰۳ |
| NO2-/N | mg/l | ۰/۰۰۳±۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۳±۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۴±۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۳±۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۳۱±۰/۰۰۰۳ | ۰/۰۰۳۲±۰/۰۰۰۳ | ۰/۰۰۳۱±۰/۰۰۰۳ | ۰/۰۰۵۴±۰/۰۰۰۳ |
| NO3-/N | mg/l | ۰/۱۰۶±۰/۰۰۴ | ۰/۰۶۸±۰/۰۰۳ | ۰/۰۸۳±۰/۰۰۴ | ۰/۰۸۱±۰/۰۰۴ | ۰/۰۹۰±۰/۰۰۶ | ۰/۰۶۳±۰/۰۰۴ | ۰/۱۰۳±۰/۰۱۰ | ۰/۱۲۸±۰/۰۰۹ |
| PO43-/P | mg/l | ۰/۰۲۴±۰/۰۰۱ | ۰/۰۲۲±۰/۰۰۱ | ۰/۰۱۵±۰/۰۰۱ | ۰/۰۲۳±۰/۰۰۱ | ۰/۰۱۸±۰/۰۰۱ | ۰/۰۲۷±۰/۰۰۱ | ۰/۰۲۴±۰/۰۰۱ | ۰/۰۲۱±۰/۰۰۱ |
| DIN/N | µM | ۲/۹۱±۰/۰۹ | ۲/۲۱±۰/۰۸ | ۲/۲۶±۰/۱۰ | ۴/۱۸±۰/۱۸ | ۳/۷۲±۰/۲۰ | ۴/۸۳±۰/۲۲ | ۵/۸۳±۰/۳۱ | ۴/۸۴±۰/۲۶ |
| DIP/P | µM | ۰/۲۵±۰/۰۱ | ۰/۲۳±۰/۰۱ | ۰/۱۶±۰/۰۱ | ۰/۲۴±۰/۰۱ | ۰/۱۹±۰/۰۱ | ۰/۲۹±۰/۰۱ | ۰/۲۵±۰/۰۱ | ۰/۲۲±۰/۰۱ |
| TP/P | µM | ۰/۷۴±۰/۰۲ | ۰/۷۸±۰/۰۲ | ۰/۸۳±۰/۰۲ | ۰/۷۴±۰/۰۲ | ۱/۰۵±۰/۰۵ | ۰/۸۳±۰/۰۲ | ۰/۸۳±۰/۰۲ | ۰/۷۱±۰/۰۲ |
| | | سال ۱۳۸۹ | | | | | | | |
| | | بهار | تابستان | پاییز | زمستان | | | | |
| دمای آب | °C | ۱۷/۸۹±۰/۴۰ | ۲۷/۴۶±۰/۵۷ | ۱۷/۸۴±۰/۱۲ | ۹/۴۰±۰/۱۵ | | | | |
| SD | m | ۵/۳۰±۰/۴۱ | ۴/۵۹±۰/۳۶ | ۴/۹۹±۰/۴۰ | ۳/۳۷±۰/۳۴ | | | | |
| pH | | ۸/۳۱±۰/۰۲ | ۸/۴۱±۰/۰۱ | ۸/۴۴±۰/۰۱ | ۸/۳۹±۰/۰۳ | | | | |
| DO | mg/l | ۷/۵۳±۰/۱۱ | ۷/۲۱±۰/۱۰ | ۷/۷۳±۰/۰۹ | ۱۰/۰۸±۰/۰۹ | | | | |
| NH4+/N | mg/l | ۰/۰۲۲±۰/۰۰۲ | ۰/۰۱۹±۰/۰۰۱ | ۰/۰۱۸±۰/۰۰۲ | ۰/۰۳۸±۰/۰۰۴ | | | | |
| NO2-/N | mg/l | ۰/۰۰۴±۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۳±۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۶±۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۵±۰/۰۰۰۱ | | | | |
| NO3-/N | mg/l | ۰/۱۰۱±۰/۰۰۹ | ۰/۰۷۶±۰/۰۰۵ | ۰/۰۹۹±۰/۰۰۶ | ۰/۱۷۲±۰/۰۱۱ | | | | |
| PO43-/P | mg/l | ۰/۰۳۷±۰/۰۰۲ | ۰/۰۲۸±۰/۰۰۱ | ۰/۰۲۹±۰/۰۰۱ | ۰/۰۲۸±۰/۰۰۱ | | | | |
| DIN/N | µM | ۳/۱۰±۰/۱۹ | ۲/۶۱±۰/۱۱ | ۲/۸۷±۰/۱۵ | ۵/۲۲±۰/۳۴ | | | | |
| DIP/P | µM | ۰/۳۹±۰/۰۲ | ۰/۲۹±۰/۰۱ | ۰/۳۰±۰/۰۱ | ۰/۳۰±۰/۰۱ | | | | |
| TP/P | µM | ۰/۹۴±۰/۰۴ | ۰/۷۸±۰/۰۳ | ۰/۷۵±۰/۰۲ | ۰/۸۶±۰/۰۳ | | | | |

## ۳-۳- سطح تروفیکی

با مقایسه نتایج داده ها مندرج در ۳-۲، ۳-۹، ۳-۱۰، ۳-۱۱ و حد آستانه ای پارامترها در جدول ۲ ضمیمه می توان دریافت که براساس پارامتر ازت معدنی وضعیت اکوسیستم در سال های ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ به ترتیب مزوتروف، مزو-یوتروف و مزو-یوتروف بوده است. اما براساس فسفر معدنی به ترتیب الیگوتروف، الیگوتروف-مزوتروف و مزوترف متغیر بوده است. اما وضعیت حوزه جنوبی دریای خزر براساس فسفر کل در این سه سال از مزوتروف در سال ۱۳۸۷ به حالت یوتروف در سالهای ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ تغییر کرده است. در خصوص شفافیت آب وضعیت در سالهای مختلف متغیر بوده بطوریکه در اعماق ساحلی (۵، ۱۰ و ۲۰ متر) وضعیت یوتروف و دور از ساحل (≥۵۰m) وضعیت الیگوتروف تا مزوتروف بوده است.

## ۴- بحث

Kishindye و همکاران (2013) گزارش کردند مهمترین عوامل محیطی در بررسی پرورش ماهی در قفس ( Shirati bay, Lake Victoria) را می توان به دمای آب، شفافیت، pH و اکسیژن محلول برشمرد. در خصوص مواد مغذی نیاز است که علاوه بر بررسی تغییرات غلظتی به سطح تروفیکی مناطق و اعماق مختلف توجه گردد. زیرا مکان مناسب استقرار قفس بایستی براساس سطح تروفیکی آن منطقه صورت پذیرد و مکانهایی که دارای سطح تروفیکی بالایی می باشند امکان شکوفایی جلبکی را پس از فعالیت آبزی پروری بالا خواهند برد ( Beveridge, 1984). بر این اساس در تحقیق حاضر موارد فوق مورد توجه قرار گرفتند. ضمناً بر اساس گزارشات مختلف از شیلات ایران، در حال حاضر در حوزه جنوبی دریای خزر خانواده آزاد ماهیان ( Salmonids=*Salmo trutta caspius*) ،ماهیان خاویاری (Sturgeon) و ماهی سفید (*Rutilus kutum*)گونه های مناسب برای پرورش ماهی در قفس می باشد (Refa, 2002). بنابراین شرایط مناسب خواص فیزیکی در مورد این گروه‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

Bugrov (1992) در اولین گزارش پرورش ماهی در قفس با گونه قزل آلا رنگین کمان در جنوب دریای خزر (منطقه دور از ساحل کشور ترکمنستان) طی سال ۱۹۸۷عنوان نمود که برای این گونه دو عامل دما و شکست دمایی اهمیت زیادی دارد. در تحقیق ایشان عمق قرار گیری قفس غوطه ور ۳۰ متر بوده است. جمع بندی سه دوره در طی تحقیق حاضرنشان داد که در حوزه جنوبی دریای خزر–سواحل ایران دما بین لایه های ۲۰ تا ۵۰ متر درعمق تا۵۰ متر کمتر ۱۸ درجه سانتیگراد بوده است. بنابراین عمق مناسب برای پرورش ماهی آزاد دریای خزر بیش از۲۰ متر و کمتر ۵۰ متر می باشد که با نتایج Bugrov (1992) مطابقت داشته است. شایان ذکر است تغییرات دمایی در عمق ۱۰۰ متر نیز مشابه عمق ۵۰ متر مناسب می‌باشد.

پدیده طبقه بندی ستون آب (startification) در دریا سبب می گردد که مواد محلول در لایه های بالایی و پایینی محبوس گردد و تجمع یابد (Simpson and Hunter, 1974). طبقه بندی عمودی آب بر اساس شوری در دریای خزر بسیار ضعیف می باشد. بر این اساس اختلاط بین ستون آبی به خوبی صورت می گیرد ( Fedorov, 1983; Dumont, 1998;Tuzhilkin and Kosarev, 2004). نصراله زاده ساروی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که اختلاف شوری بین سطح و کف فقط به ۰/۵۰ گرم بر لیتر رسیده است، بنابراین در حوزه جنوبی دریای خزر عامل اصلی اختلاط و عدم اختلاط عمودی آب را می توان گرادیان دمای آب دانست. بطوریکه شکست دمایی در اواسط فصل بهار بواسطه سرد شدن هوا تشکیل و سپس با شروع فصل تابستان این فرآیند بطور قوی تر شکل می گیرد. لذا با شکست دمایی قوی، پایداری دریا بیشتر شده و جهت مخلوط شدن گرما در مناطق عمیق تر انرژی بیشتری لازم می‌باشد (مروتی، ۱۳۸۴). در فصل پائیز، گرمای دریافتی در لایه های آبی کمتر از گرمای از دست رفته است، لذا فرآیند شکست دمایی بطور ضعیف تری شکل گرفته و به لایه پایین تر نقل مکان نموده و

سپس در فصل سرما از بین می رود (مروتی، ۱۳۸۴ ;Tuzhiklin and Kosarev, 2004 and Zaker *et al*., 2007 .2005a;

لایه‌بندی حرارتی چه بعنوان عامل اولیه (برای گونه های ماهی آزاد) و چه بصورت ثانویه و اثر بر تجمع مواد مغذی (برای ماهیان دیگر) از نکات مهم در آبزی پروری دریایی محسوب می‌شود ( Bugrov, 1992, 1999). وی با نصب قفس در عمق ۳۰ متری بر این پدیده فایق آمد. همانگونه که جدول ۴-۱ نشان می دهد شکست دمایی در دریای خزر نیز در لایه های بین ۲۰ تا ۵۰ متر طی سالهای مختلف رخ داد، بنابراین با انتخاب عمق بین ۲۰ تا ۵۰ متر برای استقرار قفس می توان در فصول مختلفی ( از اواخر بهار تا اوایل پاییز)که منطقه دارای شکست دمایی می باشد از بروز مشکل برای گونه های مختلف خصوصا ماهی آزاد جلوگیری نمود (نمودار ۳-۲) که با نتایج مطالعات Bugrov (1992,1999) مطابقت دارد.

**جدول ۴-۱- لایه، اعماق، دامنه دمایی و شکست دمایی در دوره های مختلف در منطقه جنوبی دریای خزر**

| سال | لایه(متر) | اعماق (متر) | دامنه دمایی °C | اختلاف دمایی به ازای هر متر | مراجع |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱۳۷۵ | ۲۰-۵۰ | ۵ -۱۰۰ | ۱۴-۲۰ | ۰/۴۷ – ۰/۶۷ | Nasrollahzadeh, 2008 |
| ۱۳۸۷ | ۲۰-۵۰ | ۵ -۱۰۰ | ۱۳-۱۸ | ۰/۴۳ – ۰/۶۰ | واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ |
| ۱۳۸۸ | ۲۰-۵۰ | ۵ -۱۰۰ | ۱۲-۱۵ | ۰/۴۰ – ۰/۵۰ | نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۰ |
| ۱۳۸۹ | ۲۰-۵۰ | ۵ -۱۰۰ | ۱۶– ۲۰ | ۰/۵۳ -۰/۶۷ | نجف پور و همکاران، ۱۳۹۴ |

شفافیت آب به مقدار مواد معلق و محلول، جامدات معلق معدنی، پلانکتون‌ها، مواد غنی شده از مواد آلی و رنگی تشکیل شده بستگی دارد (Sanden and Hakasson, 1996; Aarup, 2002). میزان شفافیت در منطقه جنوبی خزر با تاثیر پذیری از باد، جریانات آب و مواد مغذی در لایه های سطحی و با حرکت آن از مناطق ساحلی بسمت مناطق عمیق تر افزایش می یابد (کاتونین و همکاران، ۱۳۷۴، واحدی و همکاران، ۱۳۸۹، نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۰ و نجف پور و همکاران، ۱۳۹۴). روند تغییرات شفافیت با افزایش تولیدات بیولوژیکی رابطه دارد. تغییرات شفافیت دریای خزر قبل از ورود شانه دار غالباً وابسته به تولیدات فیتوپلانکتونی بوده است اما بعد از حضور شانه دار عوامل اثر گذار برکاهش شفافیت آب بیشتر شده است. Beveridge (2004) گزارش کرد که اپتیمم شفافیت آب برای پرورش ماهی در قفس کمتر از ۵ متر می باشد. براساس نتایج تحقیقات مختلف در حوزه جنوبی دریای خزر این محدوده تغییرات و اپتیمم در عمق بیش از ۱۰ متر وجود داشته است (جدول ۳-۲ و نمودار ۳-۳).

در میان دریاهای جهان، دریای خزر pH بالایی دارد که این بدلیل نوع ترکیبات شیمیایی ورودی به دریا از طریق رودخانه ها و نیز بستر دریا می باشد (Kosarev and Yablonskaya, 1994). نتایج این تحقیقات 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. همچنین نتایج نشان داد که مقدار pH از سطح به عمق کاهش می یابد زیرا در سطح و لایه نوری انجام فرایندهای فتوسنتز و مصرف $CO_2$ آب سبب افزایش pH می‌گردند. Matsuura (1995) گزارش کرد که محدوده تغییرات استاندارد pH برای پرورش ماهی آزاد در قفس برابر ۷/۸۰ تا ۸/۵۰ می باشد. براساس نتایج تحقیقات مختلف در حوزه جنوبی دریای خزر محدوده تغییرات pH منطبق با استاندارد فوق می باشد (جدول ۳-۳ و نمودار ۳-۴). در ضمن همانطوری که Anderson (2006) بیان کرد با افزایش شوری آب خاصیت بافری آب فزونی می یابد که به تبع آن تغییرات pH کاهش می‌یابد. بنابراین در حوزه جنوبی خزر که شوری بالاتری نسبت به سایر مناطق دارد سیستم قوی بافری آب از تغییرات زیاد pH آب جلوگیری کرده 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 می نماید (Chester, 1990). پراکنش اکسیژن محلول در عمق دریا نشان داد، میزان آن از سطح تا عمق دارای روند نزولی است (Millero, 2006، Chester, 1990). برآورد Matsuura (1995) نشان داد که محدوده تغییرات استاندارد DO برای پرورش ماهی آزاد در قفس بیش از ۵ میلی گرم برلیتر است. همانگونه که نتایج در جدول ۳-۴ و نمودار ۳-۵ نشان می دهد در اعماق مختلف بخصوص عمق کمتر از ۵۰ متر اکسیژن محلول در حدود استاندارد فوق می باشد.

در مناطق مختلف دنیا، پرورش ماهیان مختلف بخصوص ماهی آزاد در قفس بطور معنی داری باعث افزایش مواد مغذی آب، ماکروبنتوزها و جلبک ها (Axler *et al.* 1994, Kelly 1995) و همچنین غنی شدن رسوبات منطقه (Cornell and Whoriskey 1993) شده است. در کشورهای دارای صنعت آبزی پروری یکی از موارد مهم در خصوص مجوز پرورش ماهی در قفس بررسی مواد مغذی و سطح تروفیکی دریاچه/خلیج می باشد (NCC, 1990). چنانکه درکشور اسکاتلند برای تعیین مناطق استقرار قفس، بررسی های جامعی از این جهت برای تعیین کیفیت آب صورت می‌گیرد (SEPA, 1997). بنابراین ضروری است که در دریای خزر نیز مواد مغذی در لایه های مختلف و سطح تروفیکی نواحی مختلف مورد ارزیابی قرار گیرد.

فرمهای مختلف نیتروژن در محیط آبی بوسیله فرایندهای معدنی شدن مجدد (Remineralization)، آمونوفیکاسیون (Ammonification)، نیتریفیکاسیون (Nitrification)، دنیتریفیکاسیون (Denitrification) و تثبیت ازت (Fixation) به هم تبدیل می شوند. اولین فرم تبدیل ترکیبات آلی نیتروژن دار به فرم معدنی آن آمونیم می باشد (Lawson, 1995). آمونیوم منبع مهم نیتروژنی برای باکتری ها، جلبک ها و گیاهان بزرگتر در آب شیرین و اکوسیستم دریایی است. غلظت آن بسیار متغیر است ولی معمولا کم است. زیرا همانطوریکه Ren (2002) عنوان کرد حجم مبادلات (turnover) ازت آمونیمی نسبت به ازت نیتراتی در اکوسیستم آبی بسیار سریع صورت می گیرد. همچنین آمونیوم منبع ازت ترجیح داده برای بیشتر جلبک ها می‌باشد در حالی که اشکال دیگر ازتی مانند ازت نیترتی و ازت نیتراتی باید از طریق فرایند آنزیمی تبدیل به $NH_4^+$ شده و سپس مورد استفاده قرار گیرد، که این

فرایند انرژی بالایی را نیاز دارد. لذا بدلیل اولویت $NH_4^+$ به ازت نیتراتی، غلظت آمونیوم معمولا زیر۰/۰۱۴میلی گرم بر لیترمی باشد زیرا آمونیوم تولید شده توسط باکتری ها و فیتوپلانکتون مصرف می گردد. در تحقیقات حاضر نیز آمونیوم در اکثر اعماق کمتر از مقدار فوق بوده است (جدول ۳-۵).

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 نتایج در سالهای ۱۳۸۷ (۰/۰۰۱±۰/۰۲۰)، ۱۳۸۸ (۰/۰۰۱±۰/۰۴۰) و ۱۳۸۹ (۰/۰۰۱±۰/۰۲۰) میلی گرم بر لیتر و همچنین نتایج تغییرات در جدول ۳-۵ نشان داد که اکثر داده ها در لایه های مختلف سه دوره کمتر از حد مقابل قبول بوده است. البته در سال ۱۳۸۸ در برخی نواحی بیش از این غلظت بوده است. شایان ذکر است که غلظت های بیش حد مجاز ماهیان (۰/۱۰> میلی گرم بر لیتر) در سال ۱۳۸۸ (۲/۵ درصد از کل داده ها) بیشتر در فصول پاییز و زمستان در نواحی و لایه های مختلف مشاهده گردید (نمودار ۳-۶). همچنین در تمام سه دوره میزان آمونیم ($NH4^+$) از استاندارد کشورهای استرالیا و نیوزیلند کمتر بوده است (جدول ضمیمه ۱).

یون آمونیم براساس تغییرات pH و دمای آب به ترکیب آمونیاک که سمی نیز است تبدیل می گردد. بطوریکه غلظت مجاز و بدون ضرر برای ماهی آزاد و ماهیان دریایی به ترتیب ۲۰> و ۱۰>میکروگرم بر لیتر در نظر گرفته شد (Huguenin, 1989). میانگین نتایج در سالهای ۱۳۸۷(۱/۱±۰/۰۴)، ۱۳۸۸ (۳/۷۹±۰/۱۷) و ۱۳۸۹ (۱/۵۳±۰/۰۶) میکروگرم بر لیتر و همچنین نتایج تغییرات در جدول ۳-۶ و نمودار ۳-۶ نشان داد که اکثر داده ها در لایه های مختلف سه سال کمتر از حداکثرغلظت مجاز و بدون ضرر بوده است البته در سال ۱۳۸۸ در برخی نواحی بیش از این غلظت بوده است. شایان ذکر است که غلظت های بیش حد مجاز ماهیان دریایی (۱۰< میکروگرم بر لیتر) در سال ۱۳۸۸ (۶/۹ درصد از کل داده ها) بیشتر در فصول تابستان و پاییز نیز در لایه بالای ۲۰ متر مشاهده گردید. اما غلظت های بیش از حد مجاز ماهی آزاد (۲۰> میکروگرم بر لیتر) در سال ۱۳۸۸ (کمتر از نیم درصد از کل داده ها) فقط در ناحیه غربی در نیم خط آستارا و در اعماق ۱۰ و ۲۰ متر ثبت گردید. همچنین میانگین غلظت آمونیاک در هر سه دوره حتی از حداکثر حد مجاز کشورهای استرالیا و نیوزیلند کمتر بوده است (جدول ضمیمه ۱). در ضمن در تمام سه دوره میزان آمونیم کل (TAN=NH4+NH3) از استاندارد کشور مالزی کمتر بوده است اما از حد مجاز مناسب برای تولید ماهی بیشتر برآورد شده است (جدول ضمیمه ۱).

نیتریت محصول اکسیداسیون آمونیم و آمونیاک در محیط طی فرایند نیتریفیکاسیون و در شرایط کاملاً هوازی توسط باکتریها می باشد. این ترکیب سمی می باشد و با غیر فعال کردن هموگلوبین خون ماهی سبب بیماری خون قهوه ای (Brown Blood Disease) می گردد (Lawson, 1995). غلظت مجاز و بدون ضرر برای ماهیان ۱۰۰< میکروگرم بر لیتر در نظر گرفته شد (Pillay, 1990). نتایج تحقیقات سه دوره نشان داد که غلظت نیتریت در مناطق مختلف بسیار کمتر ازغلظت حد مجاز بوده است (نمودار ۳-۷). همچنین مقادیرحداکثر و میانگین غلظت نیتریت

از حداکثر حد مجاز کشورهای استرالیا، نیوزیلند و بسیار کمتر ASEAN ( Association of Southeast Asian Nations) بوده است (جدول ضمیمه ۱).

نیترات محصول اکسیداسیون نیتریت در محیط طی فرایند نیتریفیکاسیون و در شرایط کاملا هوازی توسط باکتریها می باشد. این ترکیب سمی نیست و پایدارترین فرم نیتروژن نیز محسوب می گردد و همچین افزایش غلظت آن اثرات اسمزی، انتقال اکسیژن ، یوتریفیکاسیون و پدیده شکوفایی جلبکی خواهد شد (Lawson, 1995). غلظت مجاز و بدون ضرر برای ماهیان ۳> (Meade, 1989) و ۱۰۰> (Pillay, 1990) میلی گرم بر لیتر در نظر گرفته شد. نتایج تحقیقات سه دوره نشان داد که غلظت نیترات در مناطق مختلف بسیار کمتر از غلظت مجاز بوده است (نمودار ۳-۸). همچنین حداکثرمقادیر و میانگین غلظت نیترات بسیارکمتر از حد مجاز کشورهای استرالیا و نیوزیلند بوده است (جدول ضمیمه ۱).

در میان ماکرونوترینت، فسفر معمولا کمترین فراوانی در غلظت (کمتر از۱۵/۵ میکروگرم بر لیتر) را دارد. از آنجاییکه نیاز ارگانیزمها به نیتروژن بسیار بیشتر از فسفر می باشد، بنابراین فسفر معمولا جزو مواد مغذی محدود کننده در اقیانوس ها نیست. چرخه فسفر پیچیده است، و بیشتر فسفر در سیستم پلاژیک دریایی در فاز ذرات (موجودات زنده، ریزه) وجود دارد. ارتو فسفات به سرعت توسط موجودات جذب می‌شود (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۰). در کشورهای مختلف حد مجاز فسفر در آب دریا بیش از آب شیرین در نظر گرفت میشود ، که علت آن احتمالاً بدلیل بیشتر بودن وقوع شکوفایی جلبکی و کشند قرمز در آب های دریایی می باشد ( Muller and Helsel, 1999). غلظت حد مجاز فسفات برای ماهیان ۰/۲۰-۰/۰ میلی گرم بر لیتر در نظر گرفته شد. نتایج تحقیقات سه دوره نشان داد که غلظت فسفات در مناطق مختلف کمتر از غلظت مجاز فوق بوده است. همچنین حداکثر مقادیر و میانگین غلظت فسفات در سال ۱۳۸۷کمتر از حد مجاز کشورهای استرالیا و نیوزیلند (۰/۰۵>) بوده است اما در سالهای ۱۳۸۸، ۱/۵ درصد و در سال ۱۳۸۹، ۷ درصد از داده ها بیش ازحد مجاز کشورهای استرالیا و نیوزیلند بوده است (جدول ضمیمه ۱ و نمودار ۳-۹). مقادیر فسفات از سال ۱۳۸۷ به سال ۱۳۸۹ روند افزایشی نشان داد.

با توجه به هدف استقرار قفس نیاز است که نواحی مختلف حوزه جنوبی دریای خزر از منظر یوتریفیکاسیون مورد ارزیابی قرار گیرد. در سالهای اخیر موضوع فرایند یوتریفیکاسیون سواحل بعنوان یک خطر علیه سلامت اکوسیستم دریایی مطرح شده است (Andersen *et al*., 2004; Yang *et al*., 2008). روشهای مختلفی برای ارزیابی کمی یوتریفیکاسیون از قبیل تکنیک های آماری، مدلسازی و شاخص های کیفیت آب گسترش یافته است. تمام این روشها بدنبال هدف واحد ارزیابی اثرات افزایش مواد مغذی و بیوماس فیتوپلانکتون بر اکوسیستم به همراه طبقه بندی آب به الیگوترف، مزوترف و یوتروف می باشند. کلاسه بندی آب ابزار مناسب و مفید برای ارزیابی کیفیت اکوسیستم بوده و کمک به مدیریت سواحل و تصمیم گیری برای مدیران خواهد بود ( Karydis, 2009).

برای بررسی سطح تروفی یک اکوسیستم دو راه مورد نظرمی باشد. نخست تعیین مقادیر مرجع و مقایسه نتایج بدست برای مقایسه و دوم تعیین مقادیر حد آستانه ای (Threshold) برای فاز های مختلف تروفی باید انجام گیرد (Karydis, 2009). در خصوص دریای خزر و مطالعات انجام شده می توان مقادیر مرجع را به سال ۱۳۷۵ (Reference value) که بعنوان سال عدم اغتشاش و ثبات و در سطح الیگوتروف در نظر گرفت (نصراله زاده ساروی و همکاران، ۱۳۹۴) و با سالهای تحقیقات حاضر مقایسه نمود. در ارتباط با مورد دوم می توان از مراجع مختلف در جدول ضمیمه ۲ جهت ارزیابی سطح تروفی حوزه جنوبی دریای خزر بهره جست.

نتایج جداول میانگین و میانه سال مرجع و تحقیقات حاضر نشان می دهد که دو متغیر نیتریت و فسفات تغییرات بطئی داشته اند اما سه متغیر دیگر دارای تغییرات قابل توجهی بوده است. بطوریکه ازت آمونیمی و ازت نیتراتی تا سه برابر افزایش نشان دادند و همینطور شفافیت آب ۱/۵ تا ۲/۵ متر کاهش نسبت به سال مرجع داشته است (جدول ۴-۲). براساس این نتایج می توان بیان نمود که این منطقه از دریای خزر از حالت الیگوتروف خارج شده و به مرحله مزو و یا یوتروف سوق پیدا کرده است. Nasrollahzadeh (2008) گزارش کرد که در تابستان سال ۱۳۸۴ که با شکوفایی جلبکی همراه بوده است میانگین متغیرهای ازت آمونیومی، ازت نیتراتی و فسفر معدنی به ترتیب برابر ۱/۷۲، ۱/۷۹ و ۰/۷۲ میکرومولار و میانه آنها برابر ۱/۳۶، ۱/۷۱ و ۰/۶۴ میکرومولار بوده است. بنابراین اگر نتایج فوق را یوتروف برای حوزه جنوبی در نظر بگیریم با مقایسه سالهای ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ به این نتیجه دست می یابیم که وضعیت این حوزه مزوتروف می باشد زیرا مقادیر این سه متغیر (به غیر از ازت آمونیمی سال ۱۳۸۸) بین مقادیر سال مرجع (الیگوتروف) و سال ۱۳۸۴ (یوتروف) قرار گرفته است.

**جدول ۴-۲- مقایسه میانگین های مقادیر مرجع (سال ۱۳۷۵) برخی متغیرهای وابسته به ارزیابی یوتریفیکاسیون در آبهای الیگوتروف حوزه جنوبی دریای خزر با تحقیقات حاضر (سالهای ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹)**

| | NH4/N (µM) | NO2/N (µM) | NO3/N (µM) | DIP/P (µM) | SD (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| سال مرجع (۱۳۷۵) | ۰/۶۴ (N=576) | ۰/۰۹ (N=576) | ۰/۴۳ (N=475) | ۰/۳۳ (N=576) | ۶/۱۳ (N=۱۵۴ ) |
| واحدی و همکاران (۱۳۸۹) سال تحقیق ۱۳۸۷ | ۰/۸۹ (N= ۳۸۰) | ۰/۰۶ (N=۳۸۹) | ۱/۳۱ (N=۴۸۰) | ۰/۲۱ (N=۴۷۴ ) | ۴/۶۱ (N=۱۵۴ ) |
| نصراله زاده و همکاران (۱۳۹۰) سال تحقیق ۱۳۸۸ | ۲/۸۹ (N= ۴۶۴) | ۰/۰۶ (N=۴۲۰) | ۱/۰۸ (N=۴۰۰) | ۰/۲۳ (N=۴۴۶ ) | ۳/۸۲ (N=۱۵۰ ) |
| نجف پور و همکاران (۱۳۹۴) سال تحقیق ۱۳۸۹ | ۱/۰۸ (N=۴۰۷) | ۰/۰۷ (N=۴۱۸) | ۱/۲۶ (N=۳۸۲) | ۰/۳۰ (N=۴۳۷ ) | ۴/۶۱ (N=۱۵۴ ) |

N = تعداد داده ها

**جدول ۴-۳- مقایسه میانه های مقادیر مرجع (سال ۱۳۷۵) برخی متغیرهای وابسته به ارزیابی یوتریفیکاسیون در آبهای الیگوتروف حوزه جنوبی دریای خزر با تحقیقات حاضر (سالهای ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹)**

| | NH4/N (µM) | NO2/N (µM) | NO3/N (µM) | DIP/P (µM) | SD (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| سال مرجع (۱۳۷۵) | ۰/۷۰ (N=576) | ۰/۰۹ (N=576) | ۰/۴۶ (N=475) | ۰/۳۰ (N=576) | ۶/۵۰ (N=۱۵۴ ) |
| واحدی و همکاران (۱۳۸۹) سال تحقیق ۱۳۸۷ | ۱/۰۵ (N= ۴۸۰) | ۰/۰۶ (N=۴۸۰) | ۱/۲۷ (N=۴۸۰) | ۰/۲۱ (N=۴۸۰ ) | ۵/۰۰ (N=۱۵۴ ) |
| نصراله زاده و همکاران (۱۳۹۰) سال تحقیق ۱۳۸۸ | ۲/۶۰ (N=۴۸۰) | ۰/۰۵ (N=۴۸۰) | ۱/۰۹ (N=۴۸۰) | ۰/۲۱ (N=۴۸۰ ) | ۳/۰۰ (N=۱۵۰ ) |
| نجف پور و همکاران (۱۳۹۴) سال تحقیق ۱۳۸۹ | ۱/۱۷ (N=۴۶۵) | ۰/۰۷ (N=۴۶۵) | ۱/۲۷ (N=۴۶۵) | ۰/۳۱ (N=۴۶۵ ) | ۵/۰۰ (N=۱۵۴ ) |

N= تعداد داده ها

از آنجاییکه براساس پارامترهای محیطی اعماق بین ۲۰ تا ۵۰ متر مناسب برای استقرار قفس می باشد لذا به بررسی اجمالی این دو عمق طی سه دوره می پردازیم. نتایج این دو عمق در هر سه سال نشان داد که اکوسیستم حوزه جنوبی دریای خزر از مرز شرایط الیگوتروف گذشته است و با مقایسه با شرایط یوتروف سال ۱۳۸۴ در می‌یابیم که تغییرات سه متغیر ازت آمونیمی، ازت نیتراتی و فسفر معدنی از مرز یوتروف نگذشته است و اکوسیستم در حالت مزوتروف باقی مانده است. همچنین Nasrollahzadeh و همکاران (2008) گزارش کردند که سطح تروفی دریای خزر در دهه هشتاد غالبا مزوتروف بوده است که با نتیجه فوق مطابقت دارد.

با توصیه Karydis (2009)، برای بررسی حالت تروفی دریای خزر می توان براساس حد آستانه ای متغیرهای فسفرکل، فسفروازت معدنی و همچنین شفافیت دست یافت (جدول ضمیمه ۲ ). براساس نتایج بدست آمده وضعیت تروفی براساس ازت معدنی مزوتروف تا یوتروف، فسفر معدنی الیگوتروف تا مزوتروف و همچنین براساس فسفرکل مزوتروف تا یوتروف بدست آمد. براساس شفافیت آب در اعماق ساحلی (۵، ۱۰ و ۲۰ متر) وضعیت یوتروف و دور از ساحل (≥۵۰) وضعیت الیگوتروف تا مزوتروف بوده است. به نظر میرسد که براساس پارامترهای مجزا وضعیت تروفی مختلفی بدست می آید اما براساس مقادیر مرجع محدوده وضعیت تروفی مشخص می باشد. در هر صورت با توجه به بسته بودن اکوسیستم دریای خزر و حساسیت آن میتوان اظهار نمود که وضعیت تروفی آن از حالت الیگوتروف گذشته و در مرحله مزوتروف قرار دارد که با افزایش مواد مغذی از طریق پرورش ماهی در قفس پتانسیل و توانایی انتقال به وضعیت یوتروف افزایش می‌یابد.

## ۵- نتیجه‌گیری نهایی

با توجه با تقسیم بندی FAO مکان های مناسب برای استقرار قفس در حوزه جنوبی دریای خزر براساس پارامترهای محیطی در مناطق دور از ساحل (Offshore) می باشد. از ویژگی‌های این منطقه می توان به کمتر بودن فعالیت های بیولوژیکی، کم بودن زی‌توده موجودات بنتیک و همچنین کمتر بودن تجمع مواد آلی اشاره نمود. در کشورهای دارای صنعت آبزی پروری دریایی توجه بیشتری به مناطق دور از ساحل شده است. در حوزه جنوبی دریای خزر مناطق دور از ساحل (اعماق بین ۲۰ تا ۵۰ متر) بیشتر شرایط مناسب برای ماهیان مختلف مهیا می باشد. همچنین بایستی در نظر داشت دریاچه هایی که شکوفایی جلبکی در آنها رخ داده است استقرار قفس حساسیت های مدیریتی بیشتری را طلب می‌کند. از آنجاییکه در دریای خزر در دهه هشتاد ۴ بار شکوفایی جلبکی (گونه های سمی و مضر) به وقوع پیوسته است (Nasrollahzadeh, *et al.*, 2011)، شایسته و بایسته است که استقرار قفس های با رویکرد احتیاطی بیشتری صورت پذیرد تا به فاجعه زیست محیطی تبدیل نگردد. بنابراین پیشنهاد می گردد که سازمان شیلات ایران با مشارکت بخش خصوصی، تجربه کشور های دیگر (از جمله روسیه) را در امر پرورش ماهیان مختلف در قفس بکار گمارد تا پس از تعیین آثار مثبت و منفی زیست محیطی (اجرای طرح پایلوت) آن، میزان برداشت قابل قبول و مجوزهای لازم تعیین گردد.

## پیشنهادها

۱-اندازه گیری جریانات (Current) و چرخش های (Circulation) دریایی بعنوان عامل فیزیکی مهم جهت تعیین مکان مناسب استقرار قفس صورت پذیرد

۲-اجرای طرح پایلوت انواع قفس های شناور و غوطه ور (Lifting cage) جهت ارزیابی مکان مناسب پیش بینی شده براساس پارامترهای مختلف انجام گردد

۳-اندازه گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی در سال جدید جهت تکمیل داده های حاضر صورت پذیرد

۴-بررسی پارامترهای مختلف (فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی) در اعماق ۲۵ تا ۳۵ متر (اعماق ترجیحی برای استقرار قفس) انجام گردد

۵-اندازه گیری کلروفیل آ جهت بررسی مکان های مناسب استقرار قفس در این منطقه صورت پذیرد

۶-در نظر گرفتن تواماً نگرشهای اکولوژیک و آبزی پروری در پرورش ماهی در قفس انجام گردد

۷-تعیین مواد مغذی ورودی از طریق رودخانه ها به حوزه مورد مطالعه جهت بررسی دینامیک این مواد (Nutrient dynamics) صورت پذیرد

۸-تعیین میزان نرخ رسوبگذاری بستر دریا صورت پذیرد

۹-اندازه گیری فرمهای مختلف نیتروژن و فسفر در رسوبات جهت تعیین بار این مواد در بستر انجام گردد

## منابع


- کاتونین، د.ن. پورغلام، ر. نجف‌پور، ش. نصراله زاده، ح. روشن طبری، م. سلیمانی رودی، ع. مخلوق، آ. تکمیلیان، ک. روحی، ا. رستمیان، م.ت. گنجیان، ع. واردی، ا. کیهان ثانی، ع.ر. واحدی، ف. هاشمیان، ع. تهامی، ف.س. لالوئی، .ف. غلامی‌پور، س. سالاروند، غ.ر. ۱۳۷۴. پروژه هیدرولوژی وهیدروبیولوژی سواحل ایرانی منطقه جنوبی دریا ی خزر با همکاری انسیتو تحقیقات کاسپنریخ (روسیه) و مرکز تحقیقات شیلات گیلان و مازندران،۷۴-۱۳۷۳. :انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران و موسسه تحقیقاتی کاسپرنیخ روسیه ( آستاراخان ).
- مروتی، ح. ۱۳۸۴. فیزیک دریا ها و اقیانوس ها. نوشته: جی. آ. ناوس. انتشارات آبزیان. ۴۰۰ صفحه.
- نجف پور، ش. نصراله زاده، ح.س.، پورغام، ر.، یونسی پور، ح.، واحدی، ف.، نصراله تبار، ن.، علومی، ی.، الیاسی، ف.، مخلوق، آ.، مکرمی، ع.، یوسفیان، م.، نوروزیان، م.، کاردر، م.، ابراهیم زاده، م.، رودباریان، م.، ابراهیمی، م. ۱۳۹۴. بررسی خصوصیات فیزیکو شیمیایی آب در منطقه جنوبی دریای خزر(۱۳۸۹ سال). موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۸۰ صفحه.
- نصراله زاده، ح.س. نجف‌پور. ش. یونسی پور، ح. علومی، ی.، واحدی، ف. نصراله تبار، ع. الیاسی، ف. پ. نوروزیان، م. دلیناد، غ.ح. مکرمی، ع. مخلوق، آ. گل‌آقایی، م. کاردر، م.ر. ۱۳۹۰. بررسی خصوصیات فیزیکو شیمیایی آب در منطقه جنوبی دریای خزر(۱۳۸۸ سال). موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۱۲ صفحه.
- نصراله زاده ساروی، ح.، نجف پور، ش.، روشن طبری، م.، تهامی، آ. و هاشمیان، ع. ۱۳۹۴. طرح هیدرولوژی، هیدروبیولوژی و آلاینده‌های زیست محیطی در منطقه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۹. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۱۷۹ صفحه.
- واحدی، ف.، نصراله تبار، ع.، علومی، ی. یونسی پور، ح.، الیاسی، ف.، نوروزیان، م.، دلیناد، غ.ح. ۱۳۸۹. پروژه بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب در کرانه های جنوبی دریای خزر (سال ۱۳۸۷): موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۹۵ صفحه.

- Aarup, T. 2002. Transparency of the North Sea and Baltic Sea – a Secchi depth data mining study. *Oceanologia*, 44: 323-337.
- Aldridge, C.H. 1988. Atlantic salmon pen strateigics in Scottland.Aquaculture International Congress, Vancouver, Canada, BC, 28pp.
- Andersen, J.H., Conley, D.J. and Hedal, S. 2004. Palaeoecology, reference conditions and classification of ecological status: the EU Water Framework Directive in practice. Marine Pollution Bulletin, 49, 283-290.
- APHA. 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. American Public Health Association.Centennial edition, Washington, USA. 1113p.
- Axler, R., Owen, C., Ameel, J., Ruzycki, E. and Henneck, J. 1994. Water quality issues associated with aquaculture: A case study in Minnesota Mine pit lakes. Lake Reservoir Management 9, 53.
- Beveridge, M.C.M. 1984. *Cage and Pen fish farming*. FAO publishing, 130p.
- Beveridge, M.C.M. 2004. Cage Aquaculture. Blackwell Publishing. Third Edition. pp.111-158.
- 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.
- Bluman, A.G., 1998. Elementary statistics: a step by step approach. 3rd edition. Tom Casson publisher, USA.

- Boyd, C. E. 1990. Water Quality in ponds for aquaculture. Agriculture Experiment Station, Auburn Univ., Alabama, U.S.A: 482.
- 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.
- Bugrov, L. 1999.Marine culture of Caspian beluga in underwater cages: Off-shore prospects. Journal of Applied Ichthyology, 15(4-5):324-325.
- Chester, R. 1990. Marine Geochemistry, London, UNWIN HYMAN. 698P.
- Cornell, G.E. and Whoriskey, F.G. 1993. The effects of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) cage culture on the water quality, zooplankton, benthos and sediment of Lac du Passage, Quebec. Aquaculture 109, 101 – 117.
- Duff, A. 1987. Scottish fish farm pollution. Marine Pollution Bulletin, 18:261-270.
- Dumont, H.J. 1998. The Caspian Lake: history, biota, structure, and function. Limnology and Oceanography, 43: 44–52.
- EEA (European Environmental Agency). 1999. Nutrients in European ecosystems. Environmental Assessment Report no. 4. Europe: Office for official publications of the European Communities.
- FAO.1992. Aquaculture Production, 1984-1990. Fisheries Circular No. 815, 206 pp. Rome.
- FAO/WHO. 2006. Committee on Food Additives. Technical Report Series no. 776. Geneva.
- Fedorov, P.V. 1983. Some issues of the Caspian and Aral Paleogeography in the late Pliocene and pleistpcene. II, The Paleogeography of the Caspian and Seas in the caniosonic Era. Part I.
- Fletcher, W.J., Chesson, J., Fisher M., Sainsbury, K.J., and Hundloe, T.J. 2004. National ESD Reporting Framework: The 'How To' Guide for Aquaculture. Version 1.1 FRDC, Canberra, Australia 88 pp.
- Hall, P. O. J., Holby, O., Kollberg, S. and Samuelsson, M.O. 1992. Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. IV. Nitrogen. Marine Ecology Progress Series, 89:81–91.
- Hany, R.D. and Poxton, R.G. 1993. Nitrogen pollution in mariculture: toxicity and excretion of nitrogenous compounds by marine fish. Reviews in fish and Fisheries, 3: 205-241.
- Holby, O. and Hall, P.O.J. 1991. Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. II. Phosphorus. Marine Ecology Progress Series, 70: 263–272.
- Holmer, M. 2013. Sustainable development of marine aquaculture off-the-coast and offshore – a review of environmental and ecosystem issues and future needs intemperate zones. In A. Lovatelli, J. Aguilar-Manjarrez & D. Soto, eds. Expandingmariculture farther offshore: technical, environmental, spatial and governance challenges. FAO Technical Workshop, 22–25 March 2010, Orbetello, Italy. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings No. 24. Rome, FAO. pp. 135–171.
- Huguenin, J.E. and Colt, J. 1989. Design and Operating Guide for Aquaculture Seawater Systems. Elsevier, Amsterdam.
- Jayasree Loka, N.Vaidya,G. and Philipose, K.K. 2012. Site and Species Selection Criteria for Cage Culture. In handbook on open sea cage culture. K.K. Philipose, Jayasree Loka, S.R.Krupesha Sharma and Divu Damodaran, (eds.) CMFRI & NICRA, Kochi, pp. 27-36.
- Karydis, M. 2009. Eutrophication Assessment of Coastal Waters Based on Indicators: A Literature Review.Global NEST Journal, 11(4): 373-390.
- Kashindye, B.B., Nsinda, P., Kayanda, R., Ngupula, G.W., Mashafi, C.A. and Ezekiel, C.N. 2015. Environmental impacts of cage culture in Lake Victoria: the case of Shirati Bay-Sota, Tanzania. SpringerPlus, 4:475, DOI 10.1186/s40064-015-1241-y.
- Kelly, L.A. 1995. Predicting the effect of cages on nutrient status of freshwater lochs using mass-balance models. Aquaculture Research 26, 469 – 477.
- Kosarev, A. N. and E. A. Yablonskaya. 1994. The Caspian Sea. The Hague, SPB Academic Publishing, Russia.
- Lawson, T. B. 1995. Fundamentals of Aquacultural Engineering. New York: Chapman and Hall.
- Matsuura, R. 1995. Fax and accompanying Coho Culture Guidelines. Miyagi Prefectural
- Government, Fisheries Development Division ( in Japanese).
- Meade, J.W. 1989. Allowable ammonia in fish culture. Progress Fish Culture, 47:135-145.
- Miki, K., Sano, M. and Bailly, D. 1992.The role and problems of coastal fish culture in Japan. Oceanography, 18:385-395.
- Miller, D.C., McDonald, D.G. and Prior, T. 1991. Branchial acid and ammonia flux in response to alkalosis in two marine teleosts. Physiology and Zoology, 64: 169-192.
- Millero, F. J. 2006. Chemical Oceanography. 3rd ed. CRC press. 496p.

- Mueller, D.K. and Helsel, D.R. 1999. Nutrients in the Nation's Waters--Too Muchof a Good Thing? U.S. Geological Survey Circular 1136. National Water-Quality Assessment Program. http://water.usgs.gov/nawqa/circ-1136.html
- Nasrollahzadeh, H.S. 2008. Ecological modeling on nutrient distribution and phytoplankton diversity in the southern of the Caspian Sea. Doctroal dissertaion, University Science Malaysia.
- Nasrollahzadeh, H.S., Din, Z.B., Foong, S.Y., Makhlough, A.2008. Trophic status of the Iranian Caspian Sea based on water quality parameters and phytoplankton diversity. Continental Shelf Research, 28,1153– 1165.
- Nasrollahzadeh, H.S., Makhlough, A., Pourgholam, R., Vahedi, F., Qanqermeh, A., Foong, S.Y. 2011. The study of *Nodularia spumigena* bloom event in the Southern Caspian Sea. Applied Ecology and Environmental Research, 9,141-155.
- Nasrollahzadeh, H.S., Din, Z.B., Makhlough, A. 2013. The water chemistry and phytoplankton community of the Caspian Sea. Lambert Academic Publishing (LAP), 185p.
- NCC 1990. Fish Farming and the Scottish Freshwater Environment. A report to the Nature Conservancy Council. Institute of Aquaculture, Institute of Freshwater Ecology, Institute of Terrestrial Ecology. 285 pp.
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development). 1982. Eutrophication of Waters, Monitoring, Assessment and Control. Paris: OECD Publication.
- Penczak, T., Galicka, W., Molinski, M., Kusto, E. and Zalewski, M. 1982. The enrichment of a mesotrophic lake by carbon, phosphorus and nitrogen from the cage aquaculture of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Journal of Applied Ecology, 19:371–93.
- Persson, G. 1991. Eutrophication resulting from salmonid fish culture in fresh and salt waters: Scandinavian experiences. In Cowey CB, Cho CY (eds). Nutritional Strategies and Aquaculture Waste: 163–185.
- Pillay, T.V.R. 1990. Aquaculture; principles and practices, Fishing News Book, London, UK. 575P.
- Poxton, M.G. and Allouse, S.B. 1982. Water quality criteria for marine fisheries. Aquacuture Engeneering, 1:153-191.
- Poxton, R.G. 1990. A review of water quality for intensive fish culture. Aquaculture Society, 16:121-143.
- Prema, D .2009. Importance of water quality in marine life cage culture. In: Course manual: National training on cage culture of seabass. Imelda, Joseph and Joseph, V Edwin and Susmitha, V, (eds.) CMFRI & NFDB, Kochi, pp. 81-86.
- Price, C., Black, K.D., Hargrave, B.T, James, A. and Morris, Jr. 2015. Marine cage culture and the environment: effects on water quality and primary production. Aquaculture Environment Interactions, 6: 151–174.
- Rao, G., Syda, I.J, Philipose, K.K. and Suresh Kumar M. 2013.Eds. Cage Aquaculture in India.Central Marine Fisheries Research Institute, Kochi, pp.77-90.
- Refa Holding AS. 2002. Main Frame Study for Sea Cage Culture Development in Iran. Executive Report to the Iran Fisheries Organization.
- Ren, L. 2002. Biogeochemical Conversion of Nitrogen in Enclosed Pelagic Coastal Ecosystems of the German Bight: Mesocosm and Modelling Studies. PhD Thesis, pp 161.
- Sandén, P. and B. Håkansson. 1996. Long-term trends in Secchi depth in the Baltic Sea. *Limnolog and Oceanogrphy*, 41: 346-351.
- 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.
- SEPA 1997. Total phosphorus water quality standards for Scottish freshwater lochs. Scottish environmental Protection Agency, Policy 16. Dingwall Scotland.
- Siapatis A., M. Giannoulaki, V. D. Valavanis, A. Palialexis, E. Schismenou, A. Machias and S. Somarakis. 2008. Modelling potential habitat of the invasive ctenophore Mnemiopsis leidyi in Aegean Sea. Hydrobiologia, 612:281–295.
- Simpson, J.H., Hunter, J.R., 1974. Fronts in the Irish sea. Nature 250, 404–406.
- Tuzhilkin, V. S. and A. N. Kosarev. 2004. Long-term variations in the vertical thermohaline structure in deep-water zones of the Caspian Sea, *Journal of Water Resources*, 31:376–383.
- Tuzhilkin, V. S. and A. N. Kosarev. 2005a. Thermo–haline structure and general circulation of the Caspian Sea waters, in: The Caspian Sea Environment, edited by: Kostianoy, A. G. and Kosarev, A. N., Springer, Berlin/Heidelberg.
- Vollenweider, R.A. and Kerekes, J. 1982. Eutrophication of Waters: Monitoring, Assessment and Control. Report of the OECD Cooperative Programme on Eutrophication. Paris: Organisation for the Economic Development and Co-operation.

- Wajsbrot, N., Gasith, A., Krom, M.D. and Popper, D.M. 1991. Acute toxicity of ammonia to juvenile gilthead seabream Sparus aurata reduce oxygen level. Aquaculture, 92: 277-288.
- White ,P.G. 2009. EIA and monitoring for clusters of small-scale cage farms in Bolinao Bay, FAO fisheries and aquaculture technical reports, No. 527. Rome, pp.537-552.
- Williams, E.M. and Eddy, F.B. 1986. Chloride uptake in freshwater teleosts and its relationship to nitrite uptake and toxicity. Journal of compound Physiology,156B: 867–72.
- Wu, R.S.S. 1995. The environmental impact of marine fish culture: Towards a sustainable future. Marine pollution Butittein, 31(4-42): 159-166.
- Yang, X., Wu, X., Hao, H. and He, Z. 2008. Mechanisms and assessment of water eutrophication. Journal of Zhejiang University Science B, 9(3): 197-209.
- Zaker, N.H., P. Ghaffari and S. Jamshidi, 2007. Physical Study of the Southern Coastal Waters of the Caspian Sea, off Babolsar, Mazandaran in Iran, Journal of Coastal Research, Special Issue 50:564–569.

# پیوست

**جدول ضمیمه ۱: خلاصه استاندارد/محدوده پارامترهای کیفیت آب پرورش ماهی در قفس در محیط های دریایی(FAO/WHO, 2006)**

| پارامتر | واحد | استرالیا | ASEAN | هنگ کونگ | هند | مالزی | نیوزیلند | نروژه | فیلیپین | مناسب برای تولید |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | | ۹/۰– ۶/۰ | – | – | ۸/۵– ۶/۵ | ۹/۰– ۶/۵ | ۹/۰– ۶/۰ | – | ۸/۵– ۶/۵ | ۶/۵–۹/۰ |
| DO | mg/l | >۵/۰ | ۴/۰ | ≥۴/۰ | ۵/۰ | ۷/۰– ۳/۰ | >۵/۰ | – | ۵/۰ | ۶/۰ – >۵/۰ |
| TAN | mg/l | – | – | – | – | ۰/۳ | – | – | – | <۰/۰۱ |
| NH4 | mg/l | <۱/۰ | – | – | – | – | <۱/۰ | – | – | – |
| NH3 | mg/l | <۰/۰۱ | ۰/۰۷ | ≤۰/۰۲۱ | – | – | <۰/۰۱ | – | – | – |
| NO2 | mg/l | <۰/۱ | ۰/۰۵۵ | – | – | – | <۰/۱ | – | – | – |
| NO3 | mg/l | <۱۰۰ | – | – | – | – | <۱۰۰ | – | – | – |
| P | mg/l | – | ۰/۰۱۵ | – | – | – | – | <۰/۰۲۵ | – | – |
| PO4 | mg/l | <۰/۰۵ | – | – | – | – | <۰/۰۵ | – | – | – |

**جدول ضمیمه ۲: حدود آستانه ای چند شاخص تروفیکی بر اساس فاکتورهای فیزیکوشیمیایی**

| Variables | | Threshold/ Indicator | Units | Existing conditions |
|---|---|---|---|---|
| **OECD (1982)** | | | | |
| | TP | <۰/۰۲۵ | µM | Oligotrophic |
| | | ۰/۰۲۶ – ۰/۳۶۷ | µM | Oligo-mesotrophic |
| | | ۰/۳۸۷ – ۰/۸۷۱ | µM | Mesotrophic |
| | | ۰/۸۷۲ – ۱/۲۵۸ | µM | Meso-eutrophic |
| | | >۱/۲۹۰ | µM | Eutrophic |
| | SD | >۴/۵ | m | Oligotrophic |
| | | ۳/۸ – ۴/۵ | m | Oligo-mesotrophic |
| | | ۲/۴ - ۳/۷ | m | Mesotrophic |
| | | ۱/۸ - ۲/۳ | m | Meso-eutrophic |
| | | <۱/۷ | m | Eutrophic |
| **Vollenweider and Kerekes (1982)** | | | | |
| | TP | <۰/۳۲۳ | µM | Oligotrophic |
| | | ۰/۳۲۳–۱/۱۲۹ | µM | Mesotrophic |
| | | ۱/۱۳۰ –۳/۲۲۶ | µM | Eutrophic |
| **EEA (1999)** | | | | |
| | DIN | <۶/۵۰ | µM | Good (Oligotrophic) |
| | | ۶/۵۱ – ۹/۰۰ | µM | Fair (Mesotrophic) |
| | | ۹/۰۱ – ۱۴/۰۰ | µM | Poor ( Meso-eutrophic) |
| | | >۱۴/۰۱ | µM | Bad (Eutrophic) |
| | DIP | <۰/۵۰۰ | µM | Good (Oligotrophic) |
| | | ۰/۵۱۰ – ۰/۷۰۰ | µM | Fair (Mesotrophic) |
| | | ۰/۷۱۰ –۱/۱۰۰ | µM | Poor ( Meso-eutrophic) |
| | | >۱/۱۱۰ | µM | Bad (Eutrophic) |

**Abstract:**
Marine aquacultures growth require good quality water is leading to high efficiency and low risk to human health. In other words, the water quality is a critical factor to success and failure of the aquaculture industry. The aim of this project is to study water quality and the trophic status at the different depths and layers in the southern Caspian Sea based on environmental parameters and nutrients during three periods (2008, 2009 and 2010-2011) in order the feasibility of fish cage.
Results showed that water temperature, transparency, pH, dissolved oxygen were varied 5.50-32.60°C, 3.50-10.00 m, 7.15-8.80 and 3.18-12.00 mg/l at the different depths and layers, respectively. In addition, The values of NH4+, NH3, NO2-, NO3- and PO4-3 were 0.001-0.140 mg/l, 0.01-22.63 µg/l, 0.1-21.2 µg/l, 0.001-0.423 mg/l and 0.008-0.071 mg/l, respectively. Inorganic nitrogen (DIN/N), inorganic phosphorous (DIP/P) and total phosphorous (TP) were registerd 0.68-14.75, 0.07-0.68 and 0.01-2.67 µM, respectively. Thermal startification are more important for fish-breeding. Thermal stratification was occurred from depths greater than 20 m in late spring to early fall in the Caspian Sea. Optimum transparency for fish farming cage was considered less than 5 meter which in this study were recorded from 20 to 50 meter depths. The range of the standard of pH and dissolved oxygen for fish farming cage were 7.80-8.50 and >5 mg /l that in current study results of pH and dissolved oxygen were consistent.Various forms of nitrogen (ammonium, nitrite and nitrate ) at the different layers were acceptable and less than the threshold limit of Australia and New Zealand. But, phosphate value was more than threshold limit of Australia and New Zealand at some layers depth during years of 2009 and 2010-2011. The results of the nutrients compared with data from the reference year (1996-1996 ) in the Caspian Sea was shown that this ecosystem passed oligotrophic status and shifted to mezotrophic and eutrophic condition. In addition, the values of NH4/N, NO3/N and DIP/P compared with eutrophic condition of reference year (2005) showed that Caspian ecosystem was not passed euotrophic condition and it still under mezotrophic status.
As a conclusion, it seems that offshore of the Caspian Sea (depths between 20 to 50 meter) were suitable for different species of fish for cage culture. But, since 2000 decayds the Caspian Sea has experienced four times algal bloom (toxic and harmful species) and in recent years a number of other species also has reached to bloom potential and also mezotrophic condition of this ecosystem, it is appropriate that the establishment of fish farming cages carried out as a pilot to more precautionary approach which not lead to environmental disaster.

**Keyword:** Physico-chemical parameters, Water, Fish cage culture, Caspian Sea, Iran

**Ministry of Jihad – e – Agriculture**
**AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION**
**Iranian Fisheries Science Research Institute –Caspian Sea Ecology Research Center**

---

**Project Title : Study on physic-chemical parameters of waters for fish cage culture site selection in the southern of Caspian Sea**
**Approved Number: 14-76-12-9256-92002**
**Author: Hassan Nasrollahzadeh Saravi**
**Project Researcher : Hassan Nasrollahzadeh Saravi**
**Collaborator(s) : M.S. Mortazavi, Ramin, M., Abdolhei H., Matinfar, A., Pourgholam, R., Afraei Banpei, M.A., Farabi, S.M.V., Vahedi, F., Nasrollahtabar, A., Alavi, Y., Yonesipour, H., Makhlough, A., Mokarami, A., Hassanniya, M.R., Owfi, F., Gharra, K., Kardar, M., Masomi, H., Razeghiyan, Gh.R., A. Soleymanrodi**
**Advisor(s): Negarestan, H.**
**Supervisor:-**
**Location of execution :Mazadaran province**
**Date of Beginning :2014**
**Period of execution :2 Years**
***Publisher : Iranian Fisheries Science Research Institute***
***Date of publishing : 2016***

**All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference**

**MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE**
**AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION**
**Iranian Fisheries Science Research Institute - Caspian Sea Ecology Research Center**

**Project Title :**

# Study on physic-chemical parameters of waters for fish cage culture site selection in the southern of Caspian Sea

**Project Researcher :**

***Hassan Nasrollahzadeh Saravi***

**Register NO.**

***50576***