

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات شیلات ایران - پژوهشکده اکولوژی دریای خزر

عنوان:

**بررسی خصوصیات فیزیکو شیمیایی
آب در حوزه جنوبی دریای خزر**

مجری:

فریبا واحدی

شماره ثبت

۳۹۲۶۶

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات شیلات ایران - پژوهشکده اکولوژی دریای خزر

عنوان پروژه: بررسی خصوصیات فیزیکی شیمیایی آب در حوزه جنوبی دریای خزر
شماره مصوب: ۸۶۰۸۷-۸۶۰۵-۱۲-۷۶-۲

نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان: فریبا واحدی
نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد):
نام و نام خانوادگی مجری / مجربان: فریبا واحدی

نام و نام خانوادگی همکاران: تحوریه یونسی پور- یوسف علومی - عبدالله نصراله تبار - فرزاد الیاسی - محسن نوروزیان -
غلامحسین دلیناد

نام و نام خانوادگی مشاوران: سید محمد فارابی - شعبان نجف پور
نام و نام خانوادگی ناظر: -
محل اجرا: استان مازندران
تاریخ شروع: ۸۶/۱۰/۱
مدت اجرا: ۱ سال و ۶ ماه

ناشر: مؤسسه تحقیقات شیلات ایران
شمارگان (تیراژ): ۲۰ نسخه
تاریخ انتشار: سال ۱۳۹۰
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»

پروژه: بررسی خصوصیات فیزیکی شیمیایی آب در حوزه جنوبی دریای خزر

کد مصوب: ۸۶۰۸۷-۸۶۰۵-۱۲-۷۶-۲

شماره ثبت (فروست): ۳۹۲۶۶ تاریخ: ۹۰/۶/۲۳

با مسئولیت اجرایی سرکار خانم فریبا واحدی دارای مدرک تحصیلی

کارشناسی در رشته شیمی می باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش اکولوژی منابع آبی در تاریخ

۸۹/۸/۱۰ مورد ارزیابی و با نمره ۱۸ و رتبه عالی تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در:

ستاد پژوهشکده مرکز ایستگاه

با سمت کارشناس آزمایشگاه پژوهشکده اکولوژی دریای خزر مشغول بوده

است.

صفحه	عنوان	«فهرست مندرجات»
۱	چکیده	۱
۲	۱- مقدمه	۲
۲	۱-۱ محیط فیزیکی دریای خزر	۲
۲	۱-۲ سطح آب دریای خزر	۲
۳	۱-۳ رودخانه های منتهی به دریای خزر	۳
۳	۱-۴ عوامل فیزیکی و شیمیائی آب دریای خزر	۳
۶	۱-۵ - سوابق تحقیق	۶
۷	۱-۶- فرضیات و اهداف تحقیق	۷
۸	۲- مواد و روش ها	۸
۸	۲-۱- محل نمونه برداری	۸
۱۰	۲-۲- زمان و روش نمونه برداری	۱۰
۱۰	۲-۳- روش بررسی نمونه ها	۱۰
۱۲	۲-۴- تجزیه و تحلیل آماری	۱۲
۱۴	۳- نتایج	۱۴
۱۴	۳-۱- دمای آب کرانه جنوبی دریای خزر	۱۴
۱۸	۳-۳- شفافیت در کرانه جنوبی دریای خزر	۱۸
۲۱	۳-۳- شوری آب کرانه جنوبی دریای خزر	۲۱
۲۳	۳-۴- تغییرات pH آب کرانه جنوبی دریای خزر	۲۳
۲۵	۳-۵- هدایت الکتریکی و کل مواد جامد محلول آب کرانه جنوبی دریای خزر	۲۵
۲۹	۳-۶- اکسیژن محلول آب کرانه جنوبی دریای خزر	۲۹
۳۱	۳-۷- آمونیم در آب کرانه جنوبی دریای خزر	۳۱
۳۳	۳-۸- نیتريت محلول در آب کرانه جنوبی دریای خزر	۳۳
۳۵	۳-۹- نترات محلول در آب کرانه جنوبی دریای خزر	۳۵
۳۷	۳-۱۰- ازت کل محلول در آب کرانه جنوبی دریای خزر	۳۷
۳۹	۳-۱۱- فسفر معدنی محلول در آب کرانه جنوبی دریای خزر	۳۹
۴۱	۳-۱۲- فسفر آلی محلول در آب کرانه جنوبی دریای خزر	۴۱
۴۳	۳-۱۳- فسفر کل محلول در آب کرانه جنوبی دریای خزر	۴۳
۴۵	۳-۱۴- سیلیس محلول در آب کرانه جنوبی دریای خزر	۴۵

صفحه	عنوان	«فهرست مندرجات»
۴۸	۴- بحث	۴۸
۴۸	۴-۱- دمای آب	۴۸
۵۰	۴-۲- شفافیت آب	۵۰
۵۱	۴-۳- شوری، هدایت الکتریکی و کل مواد جامد محلول آب	۵۱
۵۳	۴-۴- pH	۵۳
۵۴	۴-۵- اکسیژن محلول	۵۴
۵۶	۴-۶- نوترینت ها	۵۶
۶۸	نتیجه گیری و پیشنهاد	۶۸
۶۹	منابع	۶۹
۷۲	چکیده انگلیسی	۷۲

چکیده

در این بررسی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب منطقه جنوبی دریای خزر در چهار فصل و در هشت نیم خط عمود بر ساحل در مناطق آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیر آباد و بندر ترکمن مورد بررسی قرار گرفت. در مجموع ۴۸۰ نمونه در لایه های مختلف آب تهیه و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آن با روش استاندارد اندازه گیری گردید. طبق بررسی های بعمل آمده، دمای آب سطحی در این منطقه از ۷٫۲ در زمستان تا ۲۹٫۸ درجه سانتی گراد در تابستان در نوسان بوده است. کمترین دامنه تغییرات دمای آب مربوط به عمق ۱۰۰ متر (۳٫۳-۶٫۸ درجه سانتی گراد) بوده است. متوسط سالانه شفافیت آب برابر $۴,۹۱ \pm ۰,۲۴$ متر برآورد گردیده است. دامنه نوسان کمینه و بیشینه شفافیت در فصول مختلف نشان می دهد که این میزان از منطقه ساحلی بسمت مناطق عمیق تر روند افزایشی داشته است. دامنه تغییرات pH به میزان (۷٫۱۵-۸٫۷۳) ۱٫۵۸ واحد بوده است. بیشترین میزان اکسیژن محلول در طول سال در لایه سطحی به میزان $۸,۴۱ \pm ۰,۰۷۶$ میلی گرم در لیتر با اشباعیت ۱۳۷ ± ۱۸ درصد و کمترین آن مربوط به عمق ۱۰۰ متر به میزان $۶,۴۶ \pm ۰,۱۸$ میلی گرم در لیتر و اشباعیت $۸۶,۱۳ \pm ۲,۸$ درصد بوده است. غلظت فرم معدنی نیتروژن شامل نیتريت، نترات و آمونیوم به میزان $۰,۰۲۲ - ۰,۰۴۶$ و $۷,۱۲ - ۰,۰۵$ میکرومول بوده است. روند غلظت ازت کل در طی تحقیقات حاضر مقادیر ماکزیمم را در نوار ساحلی و حداقل رادر نواحی دور از ساحل (عمق ۱۰۰ متر) نشان می دهد. همچنین غلظت نیتريت علاوه بر روند کاهشی از منطقه ساحلی به مناطق دور از ساحل، دارای روند صعودی از لایه های سطحی به لایه های عمقی تا عمق ۱۰۰ متر دارا بوده است. غلظت فسفر معدنی از منطقه ساحلی به دور از ساحل در آب های سطحی و همچنین در اعماق تا ۱۰۰ عمق متر روند صعودی داشته و توزیع فسفر معدنی و کل شبیه هم بوده است. غلظت ماکزیمم فسفر در نواحی کم عمق مشاهده گردید. نسبت وزنی N:P از $۵,۴۸ \pm ۰,۳۸$ در تابستان تا $۹,۱۳ \pm ۰,۴۶$ در زمستان در نوسان بوده است و نشان می دهد فاکتور محدود کننده جلبک ها در منطقه جنوبی دریای خزر نیتروژن میباشد. در بررسی فصلی غلظت سیلیس مشخص گردید که بترتیب فصل بهار دارای بیشترین مقادیر ($۲۳۰ \pm ۶,۶۵$ میکروگرم در لیتر) و بترتیب تابستان، پائیز و زمستان در رتبه های بعدی قرار دارند.

کلمات کلیدی: پارامترهای فیزیکی شیمیایی، آب، منطقه جنوبی دریای خزر

۱- مقدمه

دریای خزر با توجه به موقعیت جغرافیایی، وسعت، وجود ذخایر زیستی (گیاهی، جانوری و شیلاتی) و غیر زیستی (وجود منابع نفت و گاز، شن، ماسه، نمک) وجود زیستگاههای پرندگان، تالابها، خلیجها، خورها و دلتاها، تجارت، ترانزیت دریایی، صنایع شیلاتی، تامین مواد پروتئینی، مهاجرت پرندگان مهاجر، صید ماهی استروژن و استحصال خاویار یکی از مهمترین دریاهاى بسته جهان است.

دریای خزر تنها دریاچه یا دریای منحصر به فردی است که به اقیانوس ارتباط ندارد. این حوضه آبی هم مشخصات دریا و هم خصوصیات دریاچه را دارا می‌باشد. مناطق کم عمق دریای خزر به لحاظ شرایط اکولوژیکی از توان تولیدات بالایی برخوردار است. بدین جهت محل مناسبی برای زیست بچه ماهیان و ماهیان بالغ می باشد. با توجه به اینکه این مناطق دائماً تحت تاثیر عوامل محیطی نظیر، نوسانات سطح آب دریا، آلودگی ها، امواج، آبهای شیرین رودخانه ها و عوامل متعدد دیگر ناشی از فعالیت های طبیعی و انسانی قرار دارند (کاتونین، ۱۳۷۴). لذا بررسی و اندازه گیری فاکتورهای مختلف فیزیکی و شیمیایی از اهمیت خاصی برخوردار است.

۱-۱- محیط فیزیکی دریای خزر

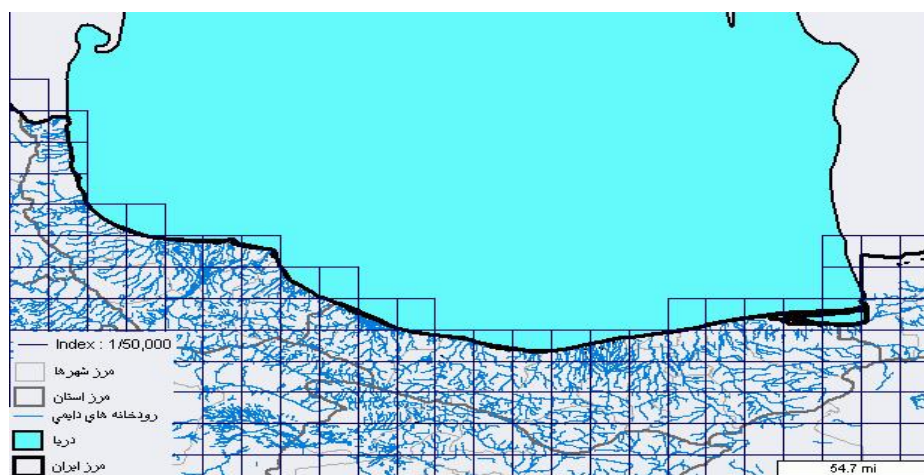
دریای خزر به تنهایی نزدیک به ۴۰ درصد مجموع مساحت دریاچه های دنیا را شامل می گردد. سواحل دریای خزر را پنج کشور: ایران، آذربایجان، ترکمنستان، قزاقستان و روسیه احاطه کرده است. طول خط ساحلی دریای خزر ۵۵۸۰ کیلومتر است و متوسط پهنای آن ۳۳۰ کیلومتر است. سطح دریای خزر ۴۳۶۰۰۰ کیلو متر مربع و حجم آن نزدیک به ۷۷۰۰۰ کیلومتر مکعب است. ماکزیمم عمق آن ۱۰۲۵ متر و متوسط عمق آن ۱۸۴ متر است (Aladin & Plotnikov, 2004).

۱-۲- سطح آب دریای خزر

سطح آب دریای خزر نسبت به اقیانوس ها و آب های آزاد پایین تر است. در سال ۱۸۹۶ اختلاف سطح دریای خزر و آب های آزاد ۲۵ متر ثبت گردید. (Aladin & Plotnikov, 2004).

۳-۱ - رودخانه های منتهی به دریای خزر

رودخانه ولگا تقریباً ۸۰ درصد آب دریای خزر را تامین می کند. جریان آبی ۱۳۰ رودخانه به دریای خزر منتهی می شود. از این تعداد ۸ رودخانه مهم شامل: ولگا (Volga)، ترک (Terek)، سولاک (Sulak)، سامور (Samur)، کورا (Kura)، اورال (Ural)، اترک (Atrak) و سفید رود (Sefidrud) دارای اهمیت است (Aladin & Plotnikov, 2004). مهمترین رودخانه های سواحل جنوبی دریای خزر شامل: سفید رود، تجن، هراز، بابل رود، گرگانرود، پلرود، تالار، نکا و چالوس است (قانقرمه و همکاران، ۱۳۸۸). کرانه جنوبی دریای خزر تا عمق ۱۰۰ متر تنها ۲۳ درصد از کل منطقه جنوبی را پوشش می دهد (حسینی، ۱۳۷۷).



شکل ۱-۱- حوضه آبریز سواحل جنوبی دریای خزر (۱:۵۰۰۰۰)

۴-۱ - عوامل فیزیکی و شیمیایی آب دریای خزر

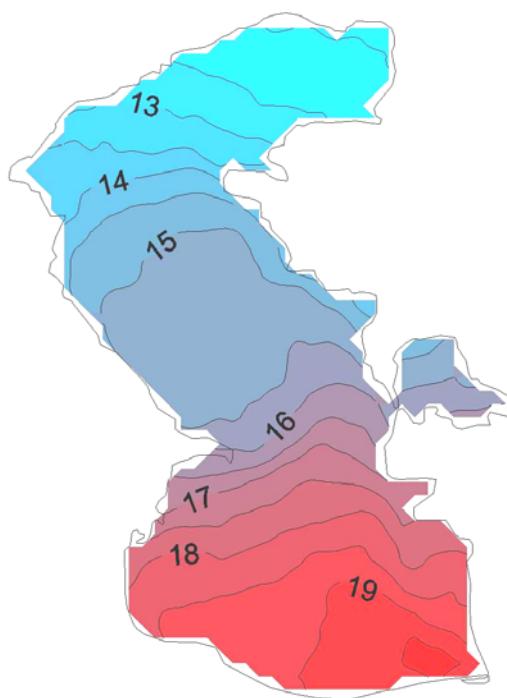
۴-۱-۱ - شوری آب دریای خزر

مهمترین پارامتر غیر زیستی دریای خزر، شوری است و متوسط شوری آن ۱۲/۸۵ گرم در لیتر است. میزان شوری در خلیج قره بوغاز ۳۰۰-۳۵۰ گرم در لیتر است. بدین علت که میزان تبخیر در این خلیج ۱۵۰۰ میلی متر در سال و میزان بارندگی در این منطقه متجاوز از ۷۰ میلی متر نمی باشد. به همین دلیل به آن منطقه نمکی (Saltpan) می گویند و یا به عبارتی این خلیج یک آب شیرین کن طبیعی (Natural desalter) دریای خزر است.

بنابراین دریای خزر داری ۳ نوع شوری است در منطقه شمالی Oligo-mesohaline، منطقه میانی و جنوبی Meso-polyhaline و منطقه خلیج قره بوغاز Hyperhaline است (Kosrev & Tuzhilkin, 1994). علاوه بر میزان شوری، ترکیبات نمک یا شوری دریای خزر متفاوت از آب اقیانوس ها می باشد (Aladin & Plotnikov, 2004). تغییرات شوری آب از سطح به عمق در خزر میانی و جنوبی ناچیز است. (The sea project..., 1992)

۲-۴-۱-۵ و رژیم حرارتی دریای خزر

یکی از عوامل فیزیکی می باشد که نقش تعیین کننده ای در میزان تولیدات اولیه و چرخه جریانات بیولوژیک دارد. رژیم حرارتی دریای خزر غیر عادی است. در زمان زمستان اختلاف این پارامتر در شمال و جنوب دریا برجسته است. در نواحی از قسمت شمالی در زمستان سطح آب دریا یخ می زند.



شکل ۲-۱- میانگین دمای سطحی آب دریای خزر در دوره ۲۰۰۷ - ۱۹۹۵ (قانقرمه و همکاران، ۱۳۸۸)

۳-۴-۱- شفافیت آب دریای خزر

دریای خزر یک دریای توفانی است و در نواحی مختلف دارای جریان ثابت آبی مختلف می‌باشد. میزان شفافیت آب دریای خزر زیاد است و شفافیت در قسمت میانی به حداکثر میزان خود می‌رسد. در قسمت شمالی شفافیت به کمتر از یک متر و با فاصله از دلتای ولگا این شفافیت به بیش از ۷-۸ متر می‌رسد (Aladin & Plotnikov, 2004).

۴-۴-۱- نوترینت های دریای خزر

سطوح غذایی (Trophic) و تولیدات اولیه در دریای خزر (کم) پایین است. در اواخر فصل بهار و ابتدای تابستان، مواد غذایی (Nutrients) از طریق رودخانه ها وارد دریا می شود. بنابراین دریای خزر به لحاظ تولیدات اولیه یک دریاچه فقیر (Oligotroph) است و تنها قسمت شمالی آن نسبتاً غنی تر است (Aladin & Plotnikov, 2004). تولیدات اولیه در دریای خزر متأثر از حضور مواد مغذی و نوع ترکیبات آن در آب دریا می باشد.

۵-۴-۱- اکسیژن محلول در آب دریای خزر

مقدار اکسیژن محلول در آب از مهمترین ویژگی کیفیت آب است که شدیداً تحت تاثیر غنی شدن و لایه بندی حرارتی قرار دارد. میزان اکسیژن محلول در آب دریای خزر متأثر از دمای آب، ورود آب رودخانه ای، فتوسنتز و تراز آب دریا است.

۶-۴-۱- pH

pH آب دریای خزر در مقایسه با حوضه های دریای دیگر بیشتر است که عمدتاً مرتبط به ذخایر بالای مواد قلیایی ورودی از رودخانه ها و ترکیبات آب دریا می باشد.

۷-۴-۱- جریان آب و چرخه آب در دریای خزر

جریان آب در دریای خزر منشاء مختلفی دارد. جریان ناشی از ورود آب رودخانه ای، جریان ناشی از وزش باد و جریان ناشی از اختلاف چگالی بخشهای مختلف آب از مهمترین جریان های دریای خزر هستند. جریان رودخانه ای در لایه سطحی اثر گذار است. (The sea project...,1992)

چرخه آب دریای خزر ناشی از اختلاف شرایط دما و شوری آب می باشد. افزایش شوری و کاهش دما سبب افزایش چگالی آب و کاهش شوری به همراه افزایش دما سبب کاهش چگالی آب می شوند.

جدول ۲-۱- مشخصات دما، شوری و اکسیژن محلول در توده آب خزر

توده آب	دما (°C)	شوری (ppt)	O ₂ ppm(
خزر شمالی	زمستان	۰	۸-۱۰
	تابستان	۲۵	۵-۷
خزر سطحی	زمستان	۴-۱۰	۷-۸
	تابستان	۲۶-۶	۵-۶
عمق خزر میانی	۴/۵-۵/۵	۱۲/۸-۱۳	۳/۵-۵/۵
عمق خزر جنوبی	۵/۸-۶/۵	۱۲/۸-۱۳/۱	۲-۴

۵-۱ - سوابق تحقیق

مطالعات هیدروشیمی دریای خزر از سال ۱۸۹۷ میلادی با نمونه برداری از دریا و جداسازی نمک توسط تبخیر آب آغاز شد. این مطالعات در نیمه دوم سده بیستم شدت بیشتری یافت (علیزاده، ۱۳۸۳). از آن پس مطالعات گوناگونی در دریای خزر توسط اتحاد جماهیر شوروی صورت گرفته است (Aladin and Plotnikov, 2004). اما مطالعاتی برای اولین بار بر روی کرانه جنوبی دریای خزر در ایران در طی دهه ۶۰ بصورت پراکنده توسط تحقیقات شیلات گیلان (انزلی) و درسالهای ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۸ باگشت های مشترک دریایی (ایران و روسیه) در اعماق مختلف به منظور اندازه گیری فاکتورهای فیزیکی، شیمیایی، هیدرولوژی و هیدروبیولوژی با انسجام بیشتری انجام شده است (پورغلام و کاتونین، ۱۳۷۴). سپس این مطالعات در سنوات بعدی توسط ایران (موسسه تحقیقات شیلات) ادامه یافته است (حسینی و همکاران، ۱۳۷۷: لالوئی و همکاران، ۱۳۷۹، واحدی و همکاران، ۱۳۸۰: هاشمیان و همکاران، ۱۳۸۶). همچنین در پروژه ها بررسی تراکم و پراکنش شانه دار در حوزه جنوبی

دریای خزر، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب کرانه های جنوبی به ثبت رسیده است (روحی و همکاران ، ۱۳۸۳ و ۱۳۸۱). مقالات متعددی نیز در این ارتباط به تجزیه و تحلیل خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب کرانه های جنوبی دریای خزر پرداخته است که جهت مقایسه با نتایج تحقیق حاضر در فصل چهارم به آن می پردازیم.

۶-۱- فرضیات و اهداف تحقیق

فرضیات تحقیق در بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب در کرانه های جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۷ به شرح زیر آمده است.

آیا تفاوتی بین فاکتور های فیزیکی و شیمیایی کرانه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۷ با سنوات گذشته مشاهده می شود؟

آیا تفاوتی بین فاکتور های فیزیکی و شیمیایی در بین ایستگاه های مختلف مورد مطالعه در کرانه جنوبی دریای خزر وجود دارد؟

آیا نوسانات عوامل هیدروشیمی می تواند تابع تغییرات فصلی و توزیع عمودی یا افقی باشد؟

آنچه از بیان این فرضیات بعنوان اهداف تحقیق متصور است به شرح زیر می باشد:

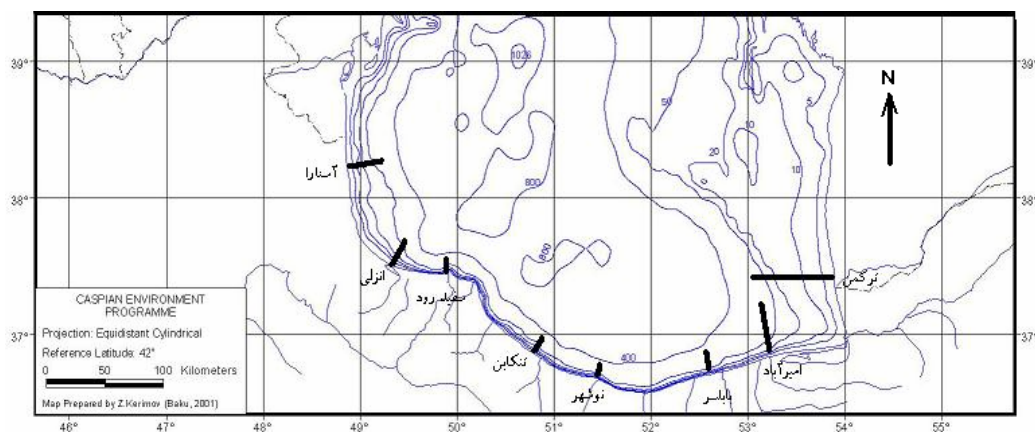
تعیین روند تغییرات افقی و عمودی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی در لایه های عمقی مورد نظر با تاکید بر نوسانات زمانی و مکانی در کرانه جنوبی دریای خزر

بررسی نحوه توزیع نوترینت ها در کرانه جنوبی دریای خزر

۲- مواد و روش ها

۲-۱- محل نمونه برداری

تحقیق حاضر در کرانه جنوبی دریای خزر و بین ۳۶ تا ۳۸ درجه شمالی و ۴۸ تا ۵۳ درجه شرقی صورت گرفت. نمونه برداری در هشت ترانسکت (نیم خط عمود بر ساحل) در طول منطقه به انجام رسید (شکل ۲-۱). نمونه برداری در ایستگاه های آستارا، انزلی، سفید رود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و ترکمن بر اساس موقعیت مکانی، وضعیت شیب و نقاط حساس (نزدیک بودن به بنادر و رودخانه های مهم) و همچنین با توجه به نتایج حاصل از انجام پروژه های تحقیقاتی و امکانات دریانوردی انتخاب شده است. نمونه برداری از آب در ۴۰ ایستگاه در کرانه جنوبی دریای خزر صورت گرفت. طول و عرض جغرافیائی ایستگاه های نمونه برداری به شرح جدول ۲-۱ می باشد.



شکل ۲-۱- ترانسکت های نمونه برداری در کرانه جنوبی دریای خزر
تا عمق ۱۰۰ متر (۱۳۸۷)، (برگرفته از CEP, 2001)

جدول ۱-۲- طول و عرض جغرافیائی ایستگاه های نمونه برداری در کرانه جنوبی دریای خزر

ترانسکت	عمق	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
آستارا	۵ متر	۴۸° ۵۵' ۸۲۲"	۳۸° ۰۹' ۲۳۴"
	۱۰ متر	۴۸° ۵۸' ۹۰۳"	۳۸° ۱۰' ۷۱۶"
	۲۰ متر	۴۹° ۰۲' ۱۱۹"	۳۸° ۱۱' ۷۱۰"
	۵۰ متر	۴۹° ۰۸' ۴۰۰"	۳۸° ۱۱' ۲۴۰"
	۱۰۰ متر	۴۹° ۱۴' ۹۱۴"	۳۸° ۱۲' ۴۸۷"
انزلی	۵ متر	۴۹° ۲۹' ۳۷۴"	۳۷° ۲۹' ۰۴۰"
	۱۰ متر	۴۹° ۲۸' ۹۸۴"	۳۷° ۲۹' ۵۰۸"
	۲۰ متر	۴۹° ۳۰' ۲۴۰"	۳۷° ۳۰' ۹۴۷"
	۵۰ متر	۴۹° ۳۰' ۱۹۹"	۳۷° ۳۵' ۰۹۰"
	۱۰۰ متر	۴۹° ۳۰' ۱۸۶"	۳۷° ۳۹' ۹۵۷"
سفیدرود	۵ متر	۴۹° ۵۶' ۹۱۶"	۳۷° ۲۸' ۵۴۰"
	۱۰ متر	۴۹° ۵۵' ۸۹۸"	۳۷° ۲۹' ۳۷۳"
	۲۰ متر	۴۹° ۵۵' ۴۱۷"	۳۷° ۳۰' ۵۴۵"
	۵۰ متر	۴۹° ۵۵' ۰۶۷"	۳۷° ۳۱' ۳۷۴"
	۱۰۰ متر	۴۹° ۵۵' ۶۵۰"	۳۷° ۳۱' ۵۱۵"
تنکابن	۵ متر	۵۰° ۵۳' ۴۷۶"	۳۶° ۴۹' ۳۲۱"
	۱۰ متر	۵۰° ۵۳' ۵۹۶"	۳۶° ۴۹' ۶۱۰"
	۲۰ متر	۵۰° ۵۳' ۶۷۳"	۳۶° ۵۰' ۷۹۱"
	۵۰ متر	۵۰° ۵۵' ۸۹۸"	۳۶° ۵۳' ۷۱۸"
	۱۰۰ متر	۵۰° ۵۷' ۸۴۸"	۳۶° ۵۶' ۱۳۳"
نوشهر	۵ متر	۵۱° ۳۰' ۶۵۰"	۳۶° ۴۰' ۱۰۸"
	۱۰ متر	۵۱° ۳۱' ۲۴۹"	۳۶° ۴۰' ۲۵۵"
	۲۰ متر	۵۱° ۳۲' ۲۹۷"	۳۶° ۴۰' ۸۱۲"
	۵۰ متر	۵۱° ۳۱' ۱۰۱"	۳۶° ۴۳' ۲۴۹"
	۱۰۰ متر	۵۱° ۳۲' ۶۹۵"	۳۶° ۴۵' ۰۷۱"
بابلسر	۵ متر	۵۲° ۳۹' ۰۹۲"	۳۶° ۴۳' ۳۲۲"
	۱۰ متر	۵۲° ۳۸' ۹۶۱"	۳۶° ۴۳' ۵۶۷"
	۲۰ متر	۵۲° ۳۸' ۵۶۲"	۳۶° ۴۵' ۲۱۶"
	۵۰ متر	۵۲° ۳۶' ۹۴۰"	۳۶° ۴۸' ۱۵۹"
	۱۰۰ متر	۵۲° ۳۶' ۸۷۲"	۳۶° ۴۸' ۸۴۵"
امیرآباد	۵ متر	۵۳° ۲۲' ۴۶۵"	۳۶° ۵۲' ۳۴۱"
	۱۰ متر	۵۳° ۲۲' ۷۲۱"	۳۶° ۵۳' ۷۸۸"
	۲۰ متر	۵۳° ۲۰' ۴۸۵"	۳۶° ۵۷' ۲۸۷"
	۵۰ متر	۵۳° ۱۵' ۶۸۶"	۳۷° ۰۰' ۶۸۰"
	۱۰۰ متر	۵۳° ۱۳' ۰۵۸"	۳۷° ۰۳' ۲۶۹"
ترکمن	۵ متر	۵۳° ۴۹' ۰۳۳"	۳۷° ۱۱' ۳۷۱"
	۱۰ متر	۵۳° ۴۳' ۲۰۹"	۳۷° ۱۱' ۵۹۳"
	۲۰ متر	۵۳° ۲۴' ۵۲۴"	۳۶° ۱۶' ۲۰۰"
	۵۰ متر	۵۳° ۱۱' ۶۴۵"	۳۷° ۱۸' ۴۶۳"
	۱۰۰ متر	۵۳° ۰۸' ۴۴۲"	۳۷° ۱۹' ۱۵۲"

جدول ۲-۲- لایه های نمونه برداری آب در اعماق مختلف در کرانه های جنوبی دریای خزر (۱۳۸۷)

۱۰۰ متر					۵۰ متر				۲۰ متر			۱۰ متر		۵ متر	عمق
۱۰۰	۵۰	۲۰	۱۰	سطحی	۵۰	۲۰	۱۰	سطحی	۲۰	۱۰	سطحی	۱۰	سطحی	سطحی	سطوح
D100100	D10050	D10020	D10010	S100	D5050	D5020	D5010	S50	D2020	D2010	S20	D10	S10	S5	اختصار

۲-۲- زمان و روش نمونه برداری

نمونه برداری با استفاده از کشتی تحقیقاتی گیلان در سال ۱۳۸۷ و بصورت فصلی (بهار: اردیبهشت، تابستان: مرداد، پائیز: آبان، زمستان: اسفند) و در اعماق ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر از ساحل صورت گرفت (جدول ۲-۲). برای جمع آوری نمونه های آب از دستگاه روزت^۱ و روتنر استفاده گردید. نمونه های آب با توجه به پارامتر های اندازه گیری در ظروف یک لیتری، به آزمایشگاه منتقل گردید. برخی از پارامتر ها (مانند: دما، اکسیژن) بلافاصله در محل نمونه برداری اندازه گیری شد.

۲-۳- روش بررسی نمونه ها

کلیه فرآیند آنالیز پارامتر های اندازه گیری شده منطبق بر روشهای استاندارد ۲۰۰۷ آب و فاضلاب^۲ صورت گرفته است (Eaton et al., 2007).

• دما^۳

دمای آب در محل نمونه برداری و با استفاده از دماسنج برگردان مستقر بر روی روتنر (دقت ۰٫۱ سانتی گراد) اندازه گیری شد. دمای هوا نیز با استفاده از دماسنج جیوه ای با دقت ۰٫۱ سانتی گراد ثبت گردید.

• شفافیت^۴

با استفاده از سکشی دیسک^۵ و میانگین دو عدد قابل رویت (هنگام پائین و بالا آمدن صفحه سیاه و سفید) بر حسب سانتی متر اندازه گیری شد.

^۱ Rosset

^۲ STANDARD METHOD WATER AND WAST WATER, 2007

^۳ Temperature

^۴ Transparency or clarity

^۵ Secchi Disk

• شوری

با استفاده از دستگاه شوری سنج الکتروسولیمتر^۶ (FM_65M) روسی با دقت ۰,۰۱ گرم در هزار اندازه گیری شد.

• pH^۷

pH توسط دستگاه پرتابل مدل WTW320 با دقت ۰,۰۱ اندازه گیری شد.

• هدایت الکتریکی^۸ (EC) و مجموع جامدات محلول^۹ (TDS)

هدایت الکتریکی و مجموع جامدات محلول با استفاده از دستگاه هدایت سنج الکتریکی Hatch با دقت ۰,۰۱ بترتیب بر حسب ms/cm و گرم بر لیتر اندازه گیری شد.

• اکسیژن محلول^{۱۰}

نمونه آب با استفاده از روتنر در محل نمونه برداری، داخل شیشه های وینکلر جمع آوری و بلافاصله مقدار اکسیژن محلول در آب اندازه گیری شد. بدین ترتیب که به هر نمونه یدورقلیائی (۲cc) و کلرومنگان (۲cc) جهت تثبیت نمودن اکسیژن به شیشه های وینکلر اضافه گردید. رسوب حاصل از تثبیت با اسید سولفوریک (۲cc) محلول شده و محلول حاصل با EDTA - دی سدیک در مجاورت چسب نشاسته تیترا شد. میزان اکسیژن محلول بر حسب میلی گرم در لیتر با دقت ۰,۰۱ اندازه گیری شد.

• یون آمونیم^{۱۱}

از روش فنات استفاده گردید. در این روش یون NH_4^+ موجود با اضافه نمودن محلول های فنل و هیپوکلریت کلسیم ایجاد کمپلکس پایداری برنگ آبی می نماید که جذب آن در طول موج ۶۳۰ نانومتر قرائت می گردد. آمونیاک بر حسب میکروگرم بر لیتر و با دقت ۰,۰۱ اندازه گیری شد.

• مواد مغذی^{۱۲}

اندازه گیری مواد مغذی (ازت، فسفر و سیلیس) بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتر Cecil به عمل آمده که منطبق بر روشهای ذیل می باشد (ساپوژنیکف، ۱۹۸۸).

^۶ (ЭЛЕКТРОСОЛИМЕР, FM-65M: Russia)

^۷ Power of Hydrogen

^۸ Electrical conductivity

^۹ Total dissolved solids

^{۱۰} Dissolved Oxygen

^{۱۱} Amonia

^{۱۲} Nutrients

برداشت نمونه از ایستگاه های تعیین شده طبق اصول نمونه برداری در ظروف پلاستیکی یک لیتری انجام گرفته و سپس نمونه ها تحت شرایط ویژه به آزمایشگاه منتقل شدند.

نیتريت به روش برن اشنايدر و رابینسون اندازه گیری شد. که در این روش با اضافه نمودن محلول های سولفانيل آميد و N-(۱- فنيل) اتيلن دی آمین دی هیدروکلراید، یون نیتريت موجود ایجاد کمپلکس رنگی نموده که میزان جذب آن در طول موج ۵۴۳ نانومتر قرائت گردید.

نیترات به روش ستون کاهشی کادمیوم اندازه گیری شد (آرسترونگو_ریچادمو، ۱۹۶۸). ابتدا با عبور نمونه از ستون کاهشی کادمیوم، یون نیترات به نیتريت تبدیل گردیده و سپس طبق روش اندازه گیری یون نیتريت، عمل می گردد. در انتها میزان بدست آمده از غلظت NO_2^- اولیه کم می شود.

فسفات به روش اصلاحی سوگوارا (۱۹۸۱) اندازه گیری شد. میزان PO_4^{3-} موجود با اضافه نمودن پتاسیم آنتیموان تارترات و اسید اسکوربیک ایجاد کمپلکس رنگی می نماید که آن را در طول موج ۸۸۵ نانومتر قرائت می نماییم. سیلیس (SiO_2^{-2}) به روش مولبیدات (کمپلکس زرد) اندازه گیری شد. با اضافه نمودن آمونیوم مولبیدات و اسید سولفوریک ۵۰٪ یون Si موجود در نمونه ایجاد کمپلکس رنگی می نماید که آن را در طول موج ۳۸۰ نانومتر قرائت می گردد.

فسفر و نیتروژن کل به روش والدرما ، ۱۹۸۱ اندازه گیری شد. در این روش ابتدا کلیه اشکال P و N با اضافه نمودن پتاسیم پرسولفات در مجاورت محیط اسیدی در فشار و گرمای بالا اکسید شده و سپس طبق روشهای اندازه گیری فسفات و نیترات آزمایش ادامه می یابد.

فسفر و نیتروژن آلی از تفاضل فسفر و نیتروژن معدنی از فسفر و نیتروژن کل بدست آمد.

۴-۲- تجزیه و تحلیل آماری

پس از انجام آزمایشات، داده ها در لیست های مربوطه ثبت گردید. سپس داده های حاصله در برنامه آماری اکسل^{۱۳} وارد و محاسبات مربوطه، انجام و نمودار ها ترسیم شد. میانگین، دامنه و انحراف خطا در برنامه آماری SPSS.13 محاسبه گردید. در این گزارش میانگین با خطای استاندارد ($\pm SE$)^{۱۴} آمده است.

¹³ Excel

¹⁴ Standard error

در ابتدا برای بررسی نرمال بودن توزیع داده ها ($N > 50$) از آزمون کولموگروف-اسمیرونوف (Kolmogrov-Smirnov) استفاده شد. اما استفاده از آزمون فوق الذکر در مورد نمونه های با حجم بالا، ممکن است به اشتباه، نرمال بودن یک توزیع را رد کند، در حالی که آن نمونه ها دارای توزیع نرمال باشد. لذا در این بررسی علاوه بر آزمون فوق الذکر، با رسم نمودار هیستوگرام نیز، نرمال بودن توزیع داده ها تأیید گردید. همچنین جهت مقایسه داده ها در فصل ها، ترانسکت ها، ایستگاه و اعماق مختلف به روش آنالیز واریانس ANOVA و مقایسه میانگین ها به روش آزمون دانکن^{۱۵} در سطح پنج درصد انجام شد.

۳- نتایج

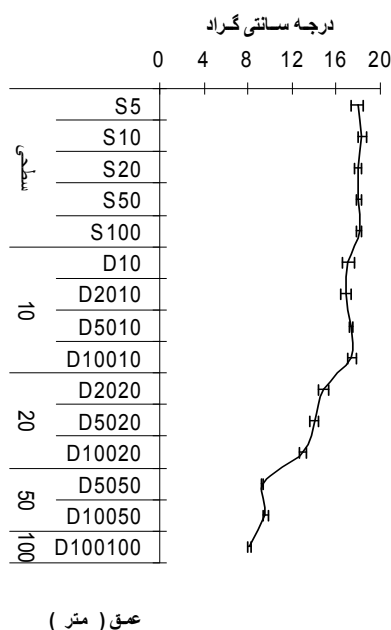
اندازه گیری فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی نمونه های آب کرانه های جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۷ شامل: دمای آب و هوا، شفافیت، شوری، pH، هدایت الکتریکی، مجموع جامدات محلول، اکسیژن محلول، یون آمونیوم، نیتريت، نترات، نیتروژن کل، فسفات معدنی، فسفات آلی، فسفر کل و سیلیس بوده است که با روش استاندارد صورت پذیرفت (Eaton et al., 2007).

۳-۱- دمای آب کرانه جنوبی دریای خزر

تغییرات دمائی آب و هوا در کرانه های جنوبی دریای خزر در فصول مختلف طی مدت نمونه برداری، اندازه گیری شد. نتایج بتفکیک فصول و تاثیر موقعیت ایستگاه و عمق مورد بررسی قرار گرفت.

۳-۱-۱- دمای آب در فصل بهار

در فصل بهار ۱۲۰ مورد دمای آب در ۸ نیم خط عمود بر ساحل از قسمت سطحی تا لایه های عمقی ۱۰۰ متر به شرح شکل ۳-۱ ثبت شد.



شکل ۳-۱- تغییرات دمای آب در اعماق کرانه جنوبی دریای خزر در فصل بهار ۱۳۸۷ (میانگین به همراه خطای استاندارد)

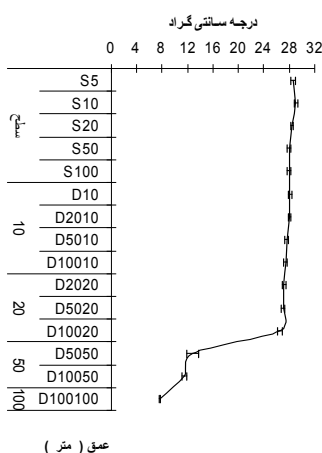
در فصل بهار دمای هوا هنگام نمونه برداری با دامنه (۱۷-۲۲) ۵ درجه سانتی گراد و با میانگین 19.0 ± 0.1 درجه سانتی گراد بوده است. دامنه دمای آب (۷,۲-۲۰,۶) 13.4 درجه سانتی گراد و با میانگین 15.2 ± 0.3 در لایه های مختلف ثبت گردید. دمای آب با افزایش عمق کاهش می یابد (شکل ۱-۳) بطوریکه در بررسی دمائی، حداقل دما مربوط به عمق ۱۰۰ متر (D100100) در ایستگاه انزلی برابر ۷,۲ درجه سانتی گراد و حداکثر آن مربوط به لایه سطحی (S10) تنکابن برابر ۲۰,۶ درجه سانتی گراد ثبت گردید. بدین ترتیب میانگین دمای آب در ایستگاه های مختلف با توجه به عمق نمونه برداری بشرح جدول ۱-۳ می باشد.

جدول ۱-۳- مقایسه میانگین دمای آب در اعماق مختلف در بهار ۱۳۸۷

عمق (متر)	میانگین	خطای استاندارد	دامنه	کمینه	بیشینه
سطحی	18.1	0.1466	5.6	15.0	20.6
10	17.1	0.2076	5.2	15.0	20.2
20	13.9	0.2684	5.4	11.4	16.8
50	9.4	0.1144	2.0	8.9	10.9
100	8.2	0.1592	1.3	7.2	8.5

۲-۱-۳- دمای آب در فصل تابستان

در فصل تابستان ۱۲۰ مورد دمای آب در ۸ نیم خط عمود بر ساحل از قسمت سطحی تا لایه های عمقی ۱۰۰ متر به شرح شکل ۲-۳ ثبت گردید.



شکل ۲-۳- تغییرات دمای آب در اعماق کرانه جنوبی دریای خزر در فصل تابستان ۱۳۸۷ (میانگین به همراه خطای استاندارد)

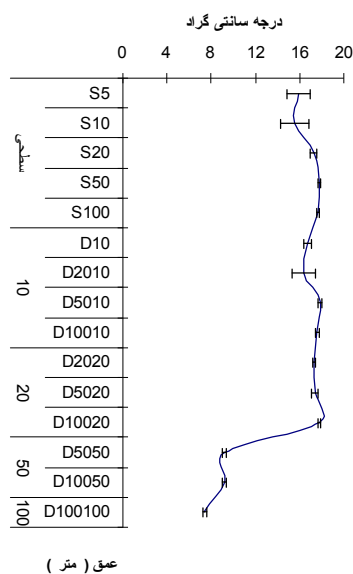
در فصل تابستان دمای هوا هنگام نمونه برداری با دامنه (۲۶-۳۴) ۹ درجه سانتی گراد و با میانگین $۲۹,۹۸ \pm ۰,۱۸۹$ درجه سانتی گراد ثبت گردید. دامنه دمای آب (۷,۴-۲۹,۸) ۲۲,۴ درجه سانتی گراد و با میانگین $۲۴,۴ \pm ۰,۶$ درجه سانتی گراد در لایه های مختلف ثبت گردید. دمای آب با افزایش عمق کاهش می یابد (شکل ۲-۳) بطوریکه در بررسی دمائی، حداقل دما مربوط به عمق ۱۰۰ متر (D100100) در ایستگاه انزلی برابر ۷,۴ درجه سانتی گراد و حداکثر آن مربوط به لایه سطحی (S10) امیرآباد برابر ۲۹,۸ درجه سانتی گراد ثبت گردید. بدین ترتیب میانگین دمای آب در ایستگاه های مختلف با توجه به عمق نمونه برداری بشرح جدول ۲-۳ می باشد.

جدول ۲-۳- مقایسه میانگین دمای آب در اعماق مختلف در تابستان ۱۳۸۷

عمق (متر)	میانگین	خطای استاندارد	دامنه	کمینه	بیشینه
سطحی	28.4	0.1325	3.0	26.8	29.8
10	27.8	0.1268	2.6	26.3	28.9
20	26.8	0.1745	3.3	25.0	28.3
50	12.1	0.5302	8.0	9.2	17.2
100	7.6	0.1209	0.8	7.4	8.2

۳-۱-۳- دمای آب در فصل پائیز

در فصل پائیز ۱۲۰ مورد دمای آب در ۸ نیم خط عمود بر ساحل از قسمت سطحی تا لایه های عمقی ۱۰۰ متر به شرح شکل ۲-۳ ثبت گردید.



شکل ۳-۳- تغییرات دمای آب در اعماق کرانه جنوبی دریای خزر در فصل پائیز ۱۳۸۷ (میانگین به همراه خطای استاندارد)

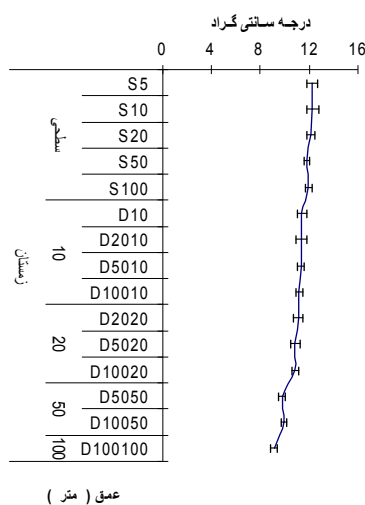
در فصل پائیز دمای هوا هنگام نمونه برداری با دامنه (۲۰-۱۳) ۷ درجه سانتی گراد و با میانگین $17,2 \pm 0,1$ درجه سانتی گراد ثبت گردید. دامنه دمای آب (۹,۱۸-۶,۸) ۱۲,۱ درجه سانتی گراد و با میانگین $15,4 \pm 0,3$ درجه سانتی گراد در لایه های مختلف ثبت گردید. دمای آب با افزایش عمق کاهش می یابد (شکل ۳-۲) بطوریکه در بررسی دمائی، حداقل دما مربوط به عمق ۱۰۰ متر (D100100) در ایستگاه انزلی برابر ۶,۸ درجه سانتی گراد و حد اکثر آن مربوط به عمق ۱۰ متر (D10) در ایستگاه آستارا برابر ۱۸,۹ درجه سانتی گراد ثبت گردید. بدین ترتیب میانگین دمای آب در ایستگاه های مختلف با توجه به عمق نمونه برداری بشرح جدول ۳-۳ می باشد.

جدول ۳-۳- مقایسه میانگین دمای آب در اعماق مختلف در پائیز ۱۳۸۷

عمق (متر)	میانگین	خطای استاندارد	دامنه	کمینه	بیشینه
سطحی	16.8	0.3542	11	7.2	18.2
10	17.1	0.2894	9.8	9.1	18.9
20	17.5	0.1207	2.0	16.2	18.2
50	9.1	0.1047	1.6	8.6	10.2
100	7.4	0.1436	1.3	6.8	8.1

۴-۱-۳- دمای آب در فصل زمستان

در فصل زمستان ۱۲۰ مورد دمای آب در ۸ نیم خط عمود بر ساحل از قسمت سطحی تا لایه های عمقی ۱۰۰ متر به شرح شکل ۳-۴ ثبت گردید.



شکل ۴-۳- تغییرات دمای آب در اعماق کرانه جنوبی دریای خزر در فصل زمستان ۱۳۸۷ (میانگین به همراه خطای استاندارد)

در فصل زمستان دمای هوا هنگام نمونه برداری با دامنه (۹-۱۵) ۶ درجه سانتی گراد و با میانگین 12.1 ± 0.1 درجه سانتی گراد ثبت گردید. دامنه دمای آب (۸-۱۴) ۶ درجه سانتی گراد و با میانگین 11.1 ± 0.1 درجه سانتی گراد در لایه های مختلف ثبت گردید. دمای آب با افزایش عمق کاهش می یابد (شکل ۴-۳) بطوریکه در بررسی دمائی، حداقل دما مربوط به عمق ۵۰ متر (D5050) در ایستگاه آستارا برابر ۸ درجه سانتی گراد و حد اکثر آن مربوط به لایه سطحی (S10) در ایستگاه بندر ترکمن برابر ۱۴ درجه سانتی گراد ثبت گردید. بدین ترتیب میانگین دمای آب در ایستگاه های مختلف با توجه به عمق نمونه برداری بشرح جدول ۴-۳ می باشد.

جدول ۴-۳- مقایسه میانگین دمای آب در اعماق مختلف در زمستان ۱۳۸۷

عمق (متر)	میانگین	خطای استاندارد	دامنه	کمینه	بیشینه
سطحی	12.0	0.167	4.0	10.0	14.0
10	11.3	0.162	3.6	9.2	12.8
20	10.9	0.203	3.1	9.1	12.2
50	9.8	0.162	2.8	8.0	10.8
100	9.1	0.258	2.0	8.3	10.3

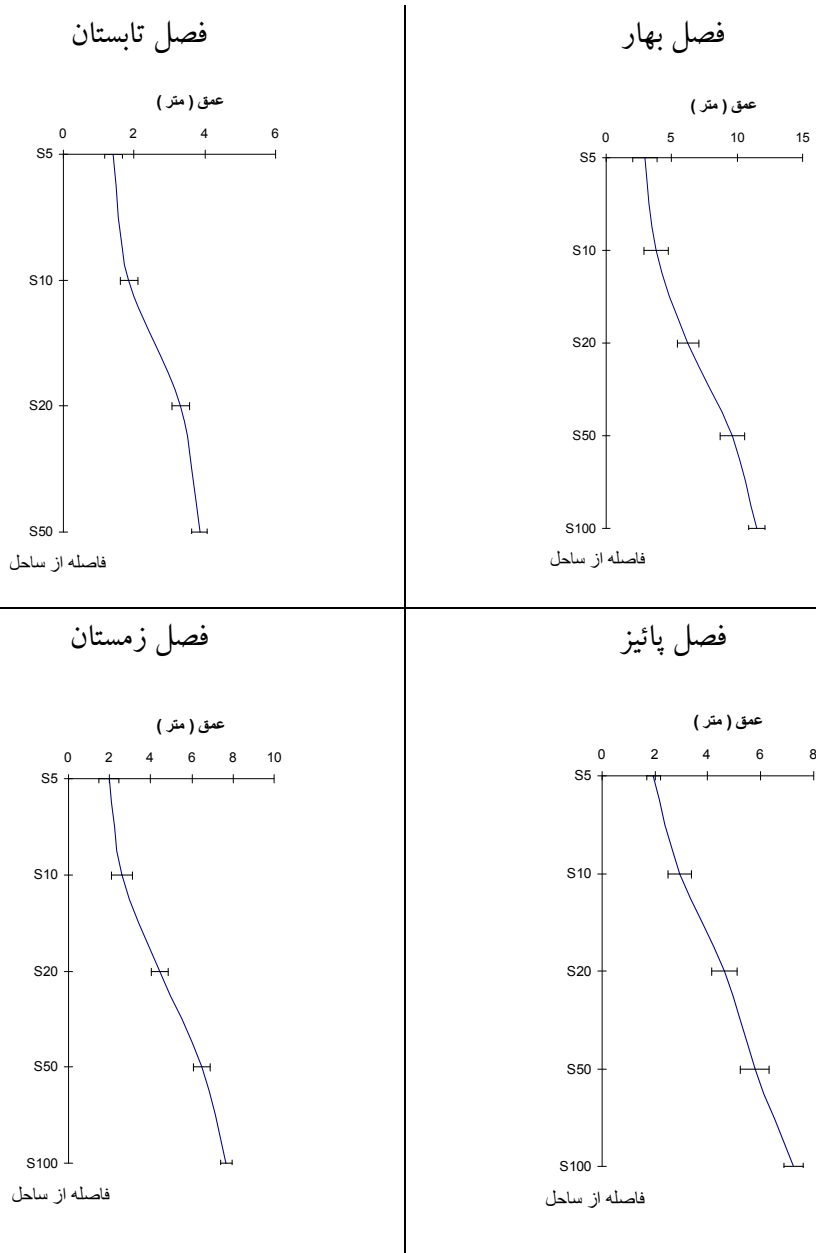
در نگاه کلی، تغییرات دمای آب در فصول مختلف دارای اختلاف معنی دار آماری می باشد ($p < 0.05$). بطوری که زمستان دارای کمترین دمای آب و تابستان دارای بیشترین دمای آب است و بین پائیز و بهار اختلاف معنی دار آماری وجود ندارد ($p > 0.05$). همچنین میانگین دمای آب به لحاظ ایستگاه های مختلف نیز اختلاف معنی داری مشاهده نگردید ($p > 0.05$) اما روند صعودی دما از کرانه غربی به کرانه شرقی در جنوب دریای خزر، بخصوص در مناطق کم عمق (S5، S10 و D10) مشهود است. اما در اعماق مختلف بین عمق ۵۰ و ۱۰۰ متر اختلاف معنی دار آماری با اعماق سطحی، ۱۰ و ۲۰ متر وجود دارد ($p < 0.05$).

۲-۳- شفافیت در کرانه جنوبی دریای خزر

در بررسی شفافیت. بیشترین آن مربوط به فصل بهار با ۱۳ متر در ایستگاه S100: تنکابن، نوشهر، امیرآباد و بندر ترکمن و همچنین S50 ایستگاه امیرآباد و کمترین میزان در عمق ۱ متر در فصول مختلف (S5 و S10) مشاهده گردید (شکل ۵-۳).

در بررسی شفافیت (شکل ۵-۳) مشاهده گردید که حد اقل شفافیت مربوط به آب های ساحلی و نواحی کم عمق و حد اکثر آن مربوط به نواحی عمیق است. بدین ترتیب میزان آن بیشتر تحت تاثیر آب ورودی رودخانه ها، باد و امواج می باشد.

در بررسی آماری شفافیت در فصول مختلف، مشخص گردید که با دور شدن از ساحل میزان شفافیت افزایش می یابد (شکل ۵-۳). در تمام فصول منطقه S5 و S10 دارای کمترین و منطقه S100 دارای بیشترین میزان شفافیت می باشد ($p < 0.05$). منطقه S20 و S50 مناطق بینابینی هستند و فقط در فصل زمستان S50 و S100 اختلاف معنی دار آماری نداشته است ($p > 0.05$).



شکل ۵-۳- شفافیت آب کرانه جنوبی دریای خزر در فصول مختلف (۱۳۸۷)
(میانگین به همراه خطای استاندارد)

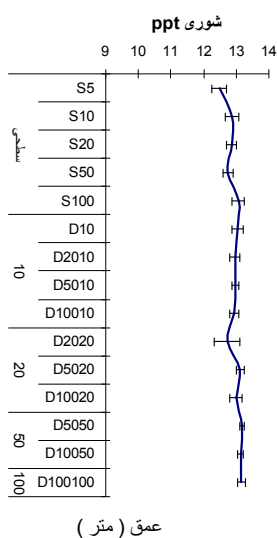
در مقایسه فصلی، بیشترین میزان شفافیت مربوط به فصل بهار (6.83 ± 0.64 متر) و کمترین آن مربوط به فصل تابستان به (3.2 ± 0.23 متر) بوده است و بین فصل پائیز (4.69 ± 0.36 متر) و زمستان (4.78 ± 0.38 متر) اختلاف معنی داری مشاهده نگردید ($p < 0.05$).

۳-۳- شوری آب کرانه جنوبی دریای خزر

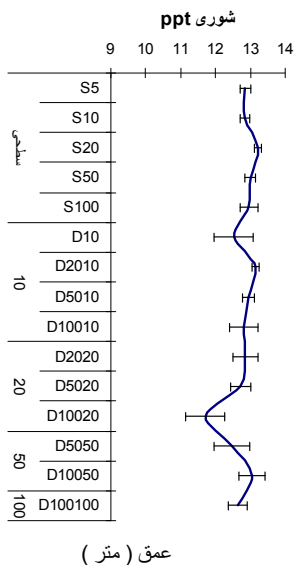
در بررسی شوری تعداد ۴۸۰ نمونه برداری در سال ۱۳۸۷ بعمل آمد. نتایج نشان می دهد که کمترین شوری مربوط به فصل زمستان با میانگین^{۱۶} ppt ۱۳,۴۰±۰,۱۰ است که با فصول دیگر دارای اختلاف معنی دار آماری می باشد ($p < 0.05$) اما بیشترین تغییرات شوری در سطوح مختلف در فصل زمستان مشاهده شد (شکل ۳-۶). کمترین شوری در ایستگاه انزلی (S10) در فصل پائیز (۶,۷ppt) و بیشترین شوری در ایستگاه بابلسر (D10050) در فصل تابستان (۱۴,۸۴ppt) ثبت گردید. دامنه تغییرات شوری در فصل بهار (۳,۷۲ppt) تعیین گردید که به مراتب کمتر از فصول دیگر (۶,۱۴-۷,۴۶ ppt) می باشد. شایان ذکر است که دامنه تغییرات شوری در اعماق ۵۰ و ۱۰۰ متر فصول بهار مشابه با فصل پائیز بوده و بمراتب کمتر از فصول تابستان و زمستان می باشد (شکل ۳-۶). شوری آب در اعماق مختلف در فصل پائیز و بهار از یکنواختی بیشتری برخوردار است. کاهش شوری در فصل تابستان در عمق D10020 بیشتر مربوط به ایستگاه های آستارا، بابلسر و سفیدرود می باشد و در سفیدرود به کمترین مقدار خود ۸,۹۷ppt رسیده است (شکل ۳-۳).

¹⁶ ppt: part per thousand

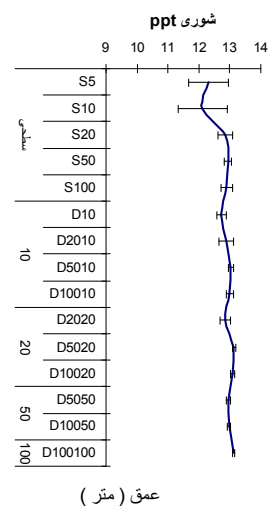
فصل بهار



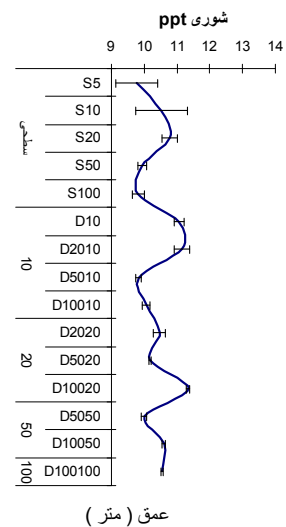
فصل تابستان



فصل پاییز



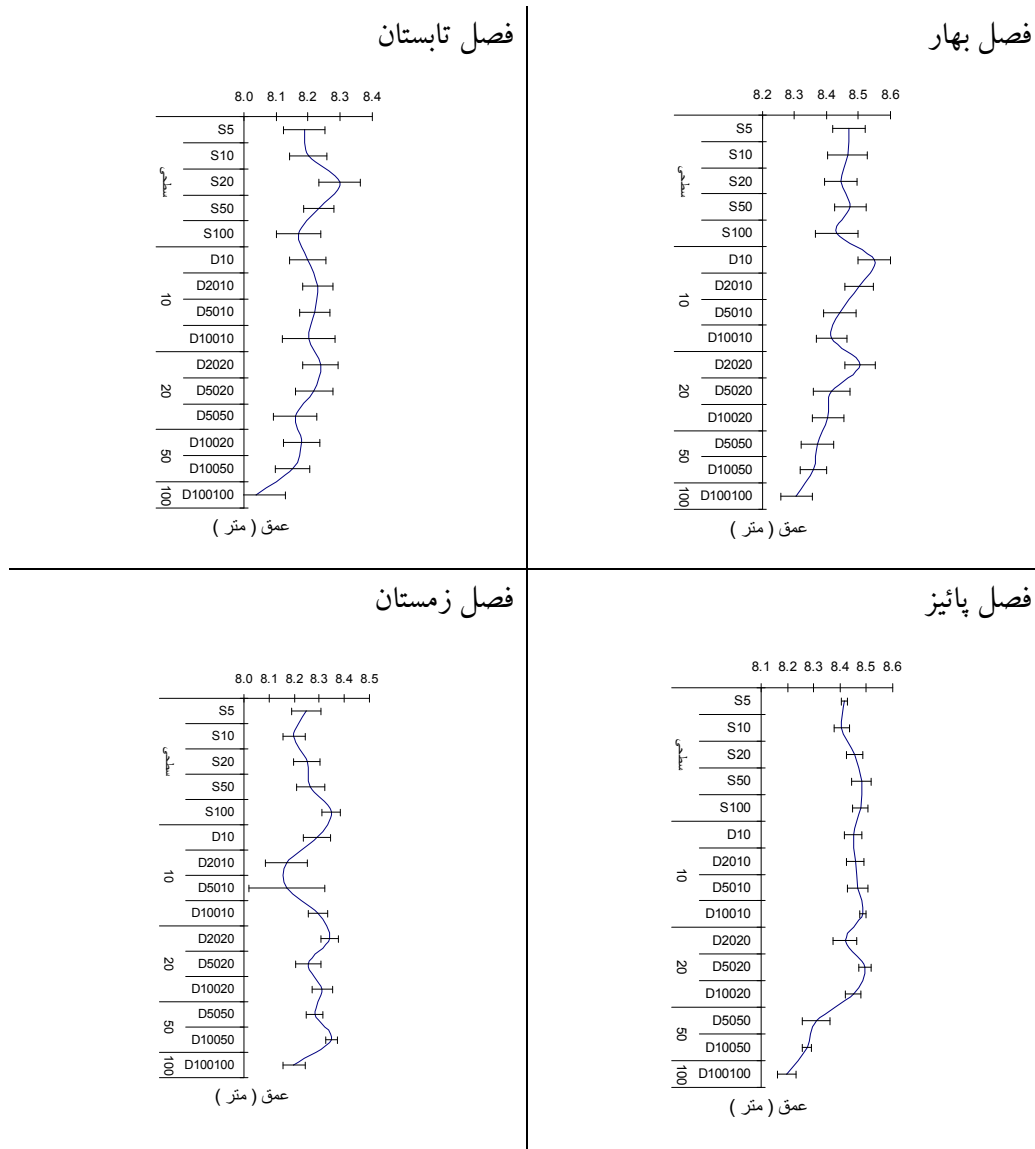
فصل زمستان



شکل ۶-۳- تغییرات شوری آب کرانه جنوبی دریای خزر در فصول مختلف (۱۳۸۷) (میانگین به همراه خطای استاندارد)

۳-۴- تغییرات pH آب کرانه جنوبی دریای خزر

در بررسی pH، تعداد ۴۸۰ نمونه برداری از آب در سال ۱۳۸۷ بعمل آمد. نتایج نشان می دهد دامنه تغییرات pH در طول سال (۷,۱۵-۸,۷۳) ۱,۵۸ واحد بوده است. کمترین میزان pH مربوط به فصل زمستان و ایستگاه سفیدرود (D5010:۷,۱۵) و بیشترین میزان pH مربوط به فصل بهار و ایستگاه تنکابن (S100:۸,۷۳) بوده است.



شکل ۳-۷- تغییرات pH آب کرانه جنوبی دریای خزر در فصول مختلف (۱۳۸۷) (میانگین به همراه خطای استاندارد)

در بررسی فصول مختلف مشخص گردید که pH آب در فصول بهار و پاییز بیشتر از تابستان و زمستان می باشد (جدول ۳-۵) ($p < 0.05$).

جدول ۵-۳- میانگین pH آب در فصول مختلف، کرانه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۷)

فصول	میانگین	خطای استاندارد میانگین	کمینه	بیشینه	دامنه
بهار	8.43 _a	0.013	8.1	8.73	0.63
تابستان	8.19 _c	0.016	7.65	8.59	0.94
پائیز	8.41 _a	0.011	8.08	8.63	0.55
زمستان	8.26 _b	0.016	7.15	8.52	1.37
کل	8.32	0.008	7.15	8.73	1.58

* حروف (a, b, ...) مربوط به اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵ درصد (آزمون دانکن)

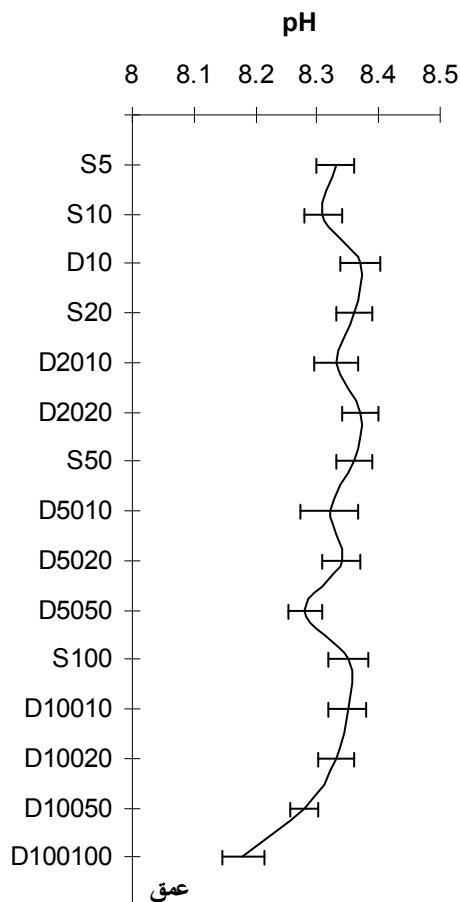
در بررسی ایستگاه های مختلف مشخص گردید که کمترین pH آب مربوط به سفید رود و نوشهر و بیشترین آن مربوط به تنکابن و بابلسر می باشد. ($p < 0.05$) (جدول ۶-۳).

جدول ۶-۳- میانگین pH آب در ایستگاه های مختلف، کرانه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۷)

ایستگاه	میانگین	خطای استاندارد	کمینه	بیشینه	دامنه
آستارا	8.33 _{abc}	0.0098	8.10	8.45	0.35
انزلی	8.36 _{ab}	0.0266	7.63	8.69	1.06
سفیدرود	8.26 _c	0.0302	7.15	8.62	1.47
تنکابن	8.40 _a	0.0248	7.71	8.73	1.02
نوشهر	8.28 _c	0.0222	7.93	8.65	0.72
بابلسر	8.39 _a	0.0166	8.03	8.6	0.57
امیرآباد	8.27 _c	0.0259	7.65	8.67	1.02
ترکمن	8.31 _{bc}	0.0246	7.93	8.61	0.68
کل	8.32	0.0085	7.15	8.73	1.58

* حروف (a, b, ...) مربوط به اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵ درصد (آزمون دانکن)

در بررسی عمق های مختلف مشخص گردید که تنها عمق D100100 کمترین مقدار pH آب را دارا است ($p < 0.05$) و بقیه عمق های دارای اختلاف معنی دار آماری نمی باشند ($p > 0.05$). با افزایش عمق نیز میزان آن کاهش می یابد (شکل ۸-۳).



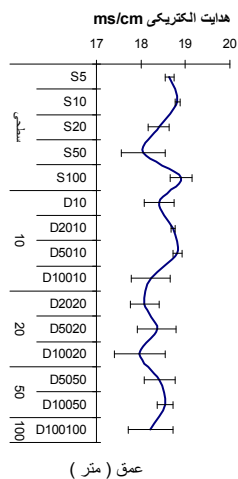
شکل ۸-۳- میانگین pH آب در عمق های مختلف، کرانه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۲) (میانگین به همراه خطای استاندارد)

۳-۵- هدایت الکتریکی و کل مواد جامد محلول آب کرانه جنوبی دریای خزر

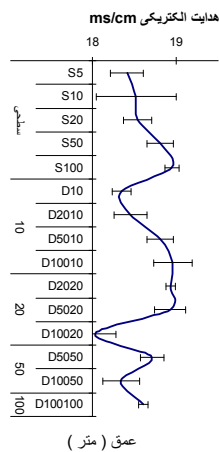
بررسی ها نشان می دهد که دامنه تغییرات هدایت الکتریکی و کل مواد جامد محلول آب، در طول سال و در اعماق مختلف بترتیب (۱۱,۷۶-۱۹,۹۸) میلی زیمنس بر سانتی متر و (۵,۸۸-۹,۹۹) گرم بر لیتر بوده است. روند تغییرات صعودی و نزولی این دو فاکتور کاملاً متناسب می باشد ($R^2=0.99$). کمترین میانگین آنها در کرانه جنوبی دریای خزر در عمق S20 و ایستگاه نوشهر و در فصل زمستان (بترتیب ۱۱,۷۶ میلی زیمنس بر سانتی متر و ۵,۸۸ گرم بر لیتر) و بیشترین آن مربوط به S100 و ایستگاه امیر آباد و در فصل تابستان (بترتیب ۱۹,۹۸ میلی زیمنس بر سانتی متر و ۹,۹۹ گرم بر لیتر) مشاهده گردید. کمترین میانگین هدایت الکتریکی و کل مواد جامد

محلول آب، در طول سال مربوط به عمق D10020، بترتیب با میانگین $۱۶,۹۱ \pm ۰,۳۷$ میلی زمینس بر سانتی متر و $۸,۴۳ \pm ۰,۱۸$ گرم بر لیتر بوده است ($P < ۰,۰۵$)، (شکل ۳-۹ و ۳-۱۰).

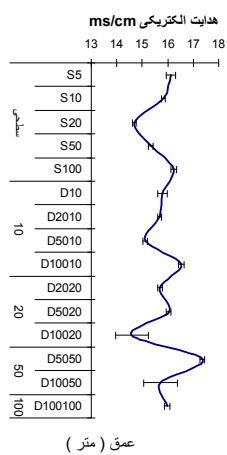
فصل تابستان



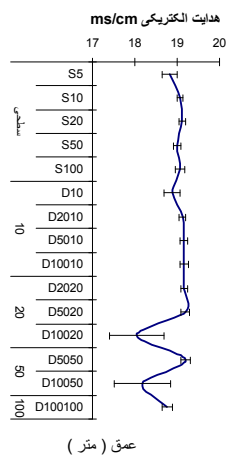
فصل بهار



فصل زمستان

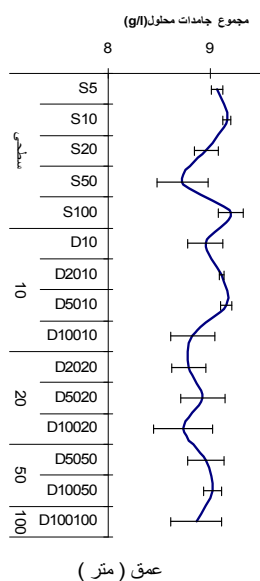


فصل پاییز

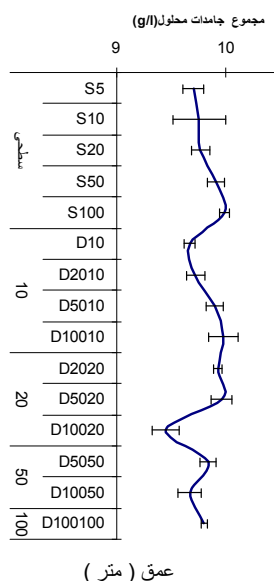


شکل ۳-۹- تغییرات هدایت الکتریکی (ms/cm) آب کرانه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۲) (میانگین به همراه خطای استاندارد)

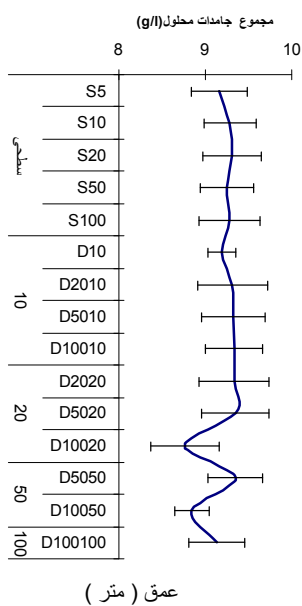
فصل تابستان



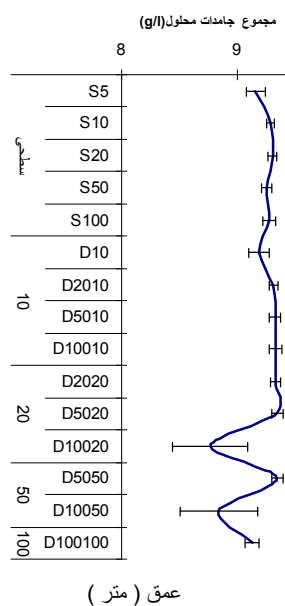
فصل بهار



فصل زمستان



فصل پاییز



شکل ۱۰-۳- تغییرات کل مواد جامد محلول (g/l) آب کرانه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۷) (میانگین به همراه خطای استاندارد)

اما بالاترین میزان میانگین دو فاکتور مذکور مربوط به فصول بهار و پائیز و کمترین آن مربوط به فصل زمستان می باشد ($P < 0.05$). مقایسه هدایت الکتریکی و کل مواد جامد محلول آب کرانه جنوبی دریای خزر در فصول مختلف بر اساس ایستگاه های مورد مطالعه بشرح جدول ۷-۳ و ۸-۳ می باشد.

جدول ۷-۳- مقایسه آماری هدایت الکتریکی (ms/cm) در منطقه کرانه جنوبی دریای خزر در فصول و ایستگاه های مختلف ۱۳۸۷ (میانگین به همراه خطای استاندارد)

فصول ایستگاه	بهار	تابستان	پائیز	زمستان
آستارا	18.84±0.19 ab	17.94±0.28 a	18.26±0.03 abc	17.34±0.54 a
انزلی	18.86±0.18 a	17.86±0.29 a	17.87±0.49 c	14.48±0.42 d
سفیدرود	18.35±0.27 b	17.67±0.37 a	18.19±0.20 bc	16.36±0.40 ab
تنکابن	18.51±0.05 ab	18.00±0.14 a	18.51±0.06 ab	15.90±0.50 bc
نوشهر	18.74±0.05 ab	17.86±0.18 a	18.87±0.08 a	15.47±0.48 bcd
بابلسر	18.56±0.04 ab	18.23±0.05 a	18.46±0.02 ab	16.03±0.45 abc
امیر آباد	18.68±0.07 ab	17.68±0.36 a	18.66±0.02 ab	14.69±0.38 bc
ترکمن	18.43±0.19 ab	18.26±0.05 a	18.60±0.05 ab	15.88±0.42 cd

* حروف (a, b, ...) مربوط به اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵ درصد (آزمون دانکن)

جدول ۸-۳- مقایسه آماری کل مواد جامد محلول آب (g/l) در منطقه کرانه جنوبی دریای خزر در فصول و ایستگاه های مختلف ۱۳۸۷ (میانگین به همراه خطای استاندارد)

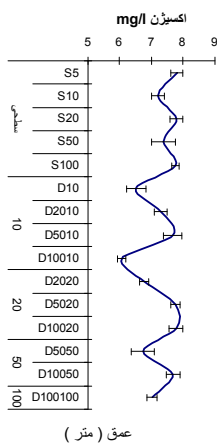
فصول ایستگاه	بهار	تابستان	پائیز	زمستان
آستارا	9.42±0.10 a	8.97±0.14 a	9.13±0.02 abc	8.67±0.27 a
انزلی	9.40±0.11 ab	8.93±0.14 a	8.93±0.25 c	7.24±0.21 d
سفیدرود	9.15±0.13 b	8.83±0.18 a	9.09±0.10 c	8.18±0.20 ab
تنکابن	9.25±0.03 ab	8.98±0.07 a	9.26±0.03 ab	7.95±0.25 bc
نوشهر	9.36±0.02 ab	8.93±0.09 a	9.43±0.04 a	7.73±0.24 bcd
بابلسر	9.28±0.02 ab	9.12±0.02 a	9.23±0.01 ab	8.01±0.23 abc
امیر آباد	9.34±0.03 ab	8.84±0.18 a	9.33±0.01 ab	7.35±0.19 bc
ترکمن	9.21±0.10 a	9.10±0.05 a	9.30±0.02 ab	7.94±0.21 cd

* حروف (a, b, ...) مربوط به اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵ درصد (آزمون دانکن)

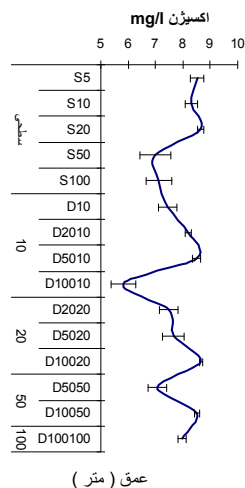
۶-۳- اکسیژن محلول آب کرانه جنوبی دریای خزر

در بررسی اکسیژن محلول در آب، نتایج نشان می دهد که دامنه تغییرات آن در طول سال و در اعماق مختلف (۴,۵۳-۱۰,۹۳) میلی گرم بر لیتر بوده است. کمترین میانگین اکسیژن محلول کرانه جنوبی دریای خزر در اعماق ۵-۱۰۰ متر مربوط به فصل تابستان ($7,27 \pm 0,82$ میلی گرم بر لیتر با 133 ± 21 درصد) با کمترین دامنه نوسان (۵,۱۲-۸,۸) $3,68$ و بیشترین آن مربوط به فصل زمستان ($8,43 \pm 1,45$) میلی گرم بر لیتر با 116 ± 21 درصد) با بیشترین دامنه تغییرات (۴,۵۳-۱۰,۹۳) $6,41$ مشاهده گردید ($p < 0,05$). مقایسه نسبی اکسیژن در اعماق مختلف در طول سال نشان داده است که عمق D100100 دارای کمترین میزان اکسیژن محلول ($6,46 \pm 1,05$ میلی گرم بر لیتر با 86 ± 15 درصد) بوده است ($p < 0,05$)، (شکل ۱۱-۳). کمترین میانگین سالانه میزان اکسیژن محلول در ایستگاه امیر آباد به میزان $7,60 \pm 1,08$ با 122 ± 26 درصد و بیشترین آن در ایستگاه ترکمن به میزان $8,20 \pm 1,2$ میلی گرم بر لیتر با 127 ± 21 درصد ثبت گردید ($p < 0,05$).

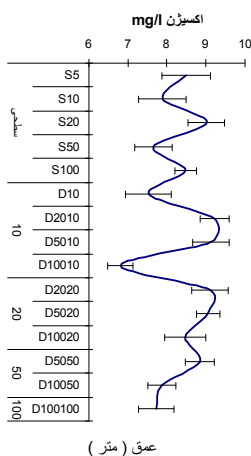
فصل تابستان



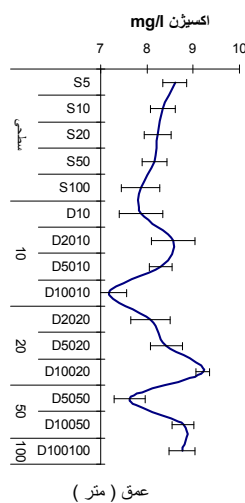
فصل بهار



فصل زمستان



فصل پاییز



شکل ۱۱-۳- تغییرات اکسیژن محلول (mg/l) کرانه جنوبی دریای خزر در فصول مختلف (۱۳۸۲) (میانگین به همراه خطای استاندارد)

شایان ذکر است که در عمق D10010 نسبت به سطوح بالاتر دارای کاهش میزان اکسیژنی در تمام فصول است (شکل ۱۱-۳). اما در بررسی میزان اکسیژن محلول آب در منطقه کرانه جنوبی دریای خزر در فصول و ایستگاه های مختلف، بشرح جدول ۹-۳ می باشد.

جدول ۹-۳- مقایسه آماری اکسیژن محلول آب (mg/l) در منطقه کرانه جنوبی دریای خزر در فصول و ایستگاه‌های مختلف (میانگین به همراه خطای استاندارد)

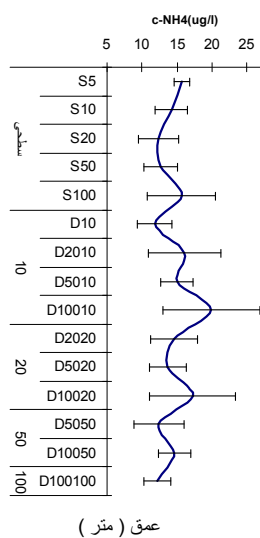
فصول ایستگاه	بهار	تابستان	پائیز	زمستان
آستارا	8.42±0.40 a	7.67±0.26 a	7.52±0.37 d	8.28±0.21 abc
انزلی	7.34±0.30 b	7.37±0.19 a	8.95±0.21 a	7.93±0.30 abc
سفیدرود	7.38±0.26 b	7.18±0.12 a	8.59±0.25 ab	8.80±0.32 ab
تنکابن	7.81±0.25 ab	7.26±0.23 a	7.60±0.24 cd	9.01±0.25 a
نوشهر	7.42±0.33 b	7.33±0.22 a	8.15±0.25 bcd	8.68±0.41 ab
بابلسر	8.14±0.22 ab	7.05±0.23 a	8.49±0.19 ab	8.95±0.29 a
امیرآباد	7.91±0.24 ab	7.25±0.22 a	8.26±0.17 abc	7.76±0.50 bc
ترکمن	7.92±0.25 ab	7.12±0.19 a	8.59±0.17 ab	7.38±0.37 c

* حروف نماینده اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵٪، تحت آزمون دانکن است.

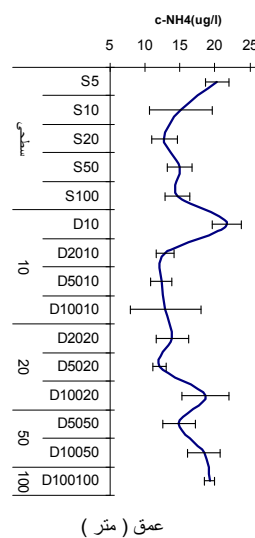
۷-۳- آمونیوم در آب کرانه جنوبی دریای خزر

نتایج بررسی آمونیوم (NH_4^+) محلول در آب، نشان می‌دهد که دامنه تغییرات آن در طول سال و در اعماق مختلف (۰,۷-۹۹,۶۴) میکرو گرم بر لیتر بوده است. کمترین میانگین آن در کرانه جنوبی دریای خزر در عمق D5050 و مربوط به فصل پائیز و ایستگاه بابلسر (۰,۷ میکرو گرم بر لیتر) و بیشترین میانگین آن در عمق S20 و مربوط به فصل زمستان و همان ایستگاه بوده است. کمترین دامنه نوسان مربوط به فصل بهار (۴,۴۴-۴۹,۶۶) و بیشترین آن مربوط به فصل زمستان (۵,۴۶-۹۹,۶۴) بوده است. کمترین میانگین سالانه میزان آمونیوم محلول در فصل پائیز ($10,43 \pm 0,8$ میکرو گرم بر لیتر) و بیشترین آن در فصل زمستان ($40,8 \pm 2,06$ میکرو گرم بر لیتر) ثبت گردید ($p < 0,05$).

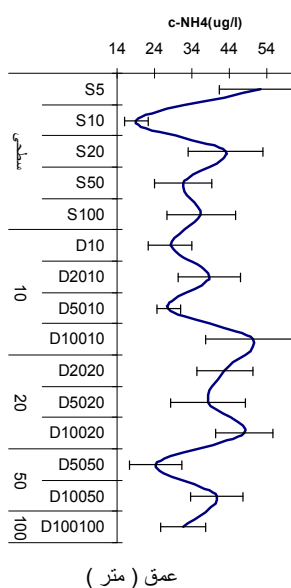
فصل تابستان



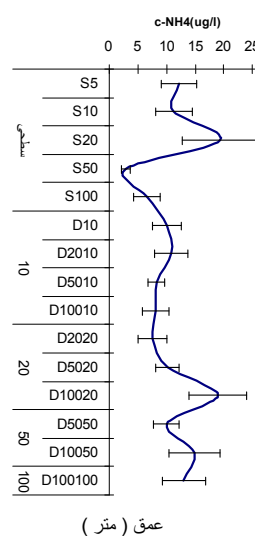
فصل بهار



فصل زمستان



فصل پائیز



شکل ۱۲-۳- تغییرات یون آمونیم آب (میکروگرم بر لیتر) کرانه جنوبی دریای خزر در فصول مختلف (۱۳۸۷) (میانگین به همراه خطای استاندارد)

اما در بررسی میزان آمونیم محلول آب به تفکیک فصول و ایستگاه های مختلف، بشرح جدول ۱۰-۳ می باشد.

جدول ۱۰-۳- مقایسه آماری آمونیم محلول آب (ug/l) در منطقه کرانه جنوبی دریای خزر در فصول و ایستگاههای مختلف (میانگین به همراه خطای استاندارد)

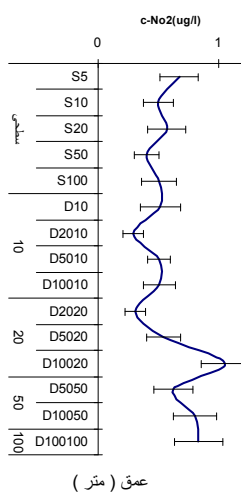
ایستگاه	فصول	بهار	تابستان	پائیز	زمستان
آستارا	b	12.51±0.76	32.71±3.87	18.63±2.44	17.04±2.37
انزلی	b	17.86±1.49	17.93±1.55	12.87±3.18	43.93±5.53
سفیدرود	a	20.26±3.47	12.33±1.17	7.93±1.61	41.61±5.50
تنکابن	ab	16.50±1.50	14.48±1.23	12.01±2.31	52.23±6.24
نوشهر	ab	15.59±1.80	9.00±1.78	5.01±0.80	34.95±4.11
بابلسر	b	16.29±2.77	9.77±1.07	5.73±1.14	56.69±5.61
امیرآباد	ab	12.71±1.21	9.13±1.25	9.45±2.07	28.51±5.34
ترکمن	b	12.65±1.30	14.98±3.58	11.87±2.09	52.27±4.24

* حروف نماینده اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵٪، تحت آزمون دانکن است.

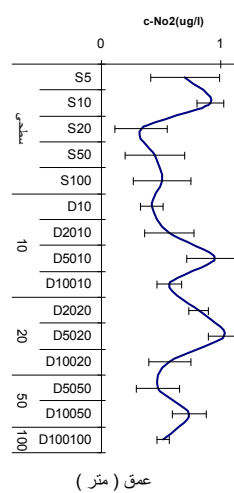
۳-۸- نیتريت محلول در آب کرانه جنوبی دریای خزر

نتایج بررسی نیتريت (NO_2^-) محلول در آب، نشان می دهد که دامنه تغییرات آن در طول سال و در اعماق مختلف (۲,۸۱-۰,۰۴) میکرو گرم بر لیتر بوده است. کمترین میانگین آن در کرانه جنوبی دریای خزر مربوط به فصل تابستان و زمستان بترتیب $۰,۸۷ \pm ۰,۰۴$ و $۰,۸۹ \pm ۰,۰۴$ میکروگرم بر لیتر و بیشترین میانگین آن مربوط به فصل پائیز به میزان $۱,۰۷ \pm ۰,۰۵$ میکروگرم بر لیتر بوده است ($p < ۰,۰۵$). کمترین دامنه نوسان مربوط به فصل زمستان و تابستان بمیزان ۲,۱۰ و بیشترین دامنه نوسان مربوط به فصول بهار و پائیز بترتیب به میزان ۲,۵۰ و ۲,۶۰ بوده است. میزان نیتريت تنها در فصل بهار در اعماق مختلف دارای اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵ درصد بوده است ($p < ۰,۰۵$). بطوریکه در عمق S20 دارای کمترین میزان $۰,۶۳ \pm ۰,۰۹$ میکروگرم بر لیتر) و در عمق D5020 دارای بیشترین میزان $۱,۳۲ \pm ۰,۲۳$ میکروگرم بر لیتر) بوده است و در سایر اعماق اختلافی مشاهده نگردید (شکل ۱۳-۳).

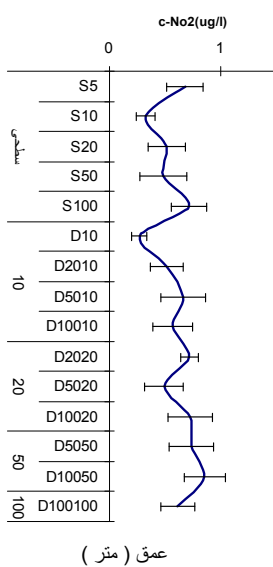
فصل تابستان



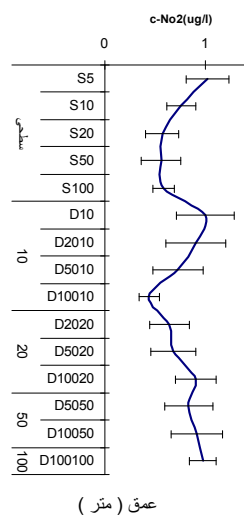
فصل بهار



فصل زمستان



فصل پائیز



شکل ۱۳-۳- تغییرات یون نیتريت آب (میکروگرم بر لیتر) کرانه جنوبی دریای خزر در فصول مختلف (۱۳۸۷) (میانگین به همراه خطای استاندارد)

اما در بررسی میزان نیتريت محلول آب به تفکیک فصول و ایستگاه های مختلف، بشرح جدول ۱۱-۳ می باشد.

جدول ۱۱-۳- مقایسه آماری نیتريت محلول آب ($\mu\text{g/l}$) در منطقه کرانه جنوبي دريای خزر در فصول و ایستگاه‌های مختلف (میانگین به همراه خطای استاندارد)

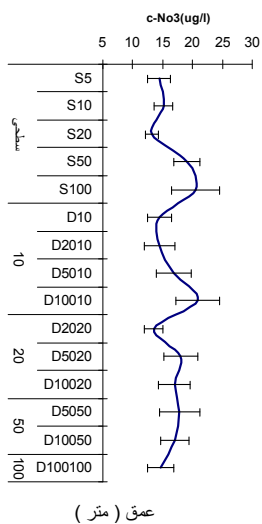
زمستان	پائیز	تابستان	بهار	فصول ایستگاه
0.98±0.08 ab	0.86±0.10 cd	0.53±0.07 c	1.07±0.14 ab	آستارا
0.56±0.04 c	1.31±0.16 ab	0.97±0.10 ab	0.92±0.15 b	انزلی
1.07±0.12 ab	1.61±0.18 a	0.77±0.09 bc	0.82±0.15 b	سفیدرود
0.89±0.13 abc	0.74±0.11 d	1.25±0.15 a	1.45±0.20 a	تنکابن
0.97±0.13 ab	0.69±0.13 d	0.86±0.11 b	0.80±0.09 b	نوشهر
0.74±0.12 bc	0.87±0.09 cd	0.91±0.14 b	0.87±0.15 b	بابلسر
0.79±0.11 abc	1.18±0.13 bc	0.86±0.07 b	0.87±0.11 b	امیرآباد
1.15±0.15 a	1.31±0.14 ab	0.86±0.06 b	0.71±0.08 b	ترکمن

*حروف (a, b, ...) مربوط به اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵ درصد (آزمون دانکن)

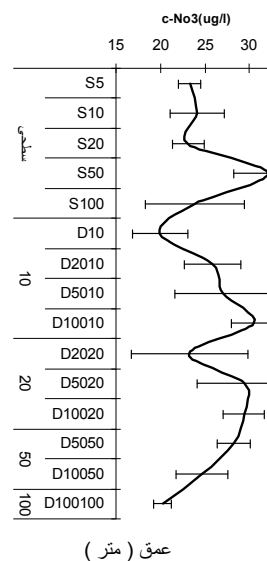
۳-۹- نیترات محلول در آب کرانه جنوبي دريای خزر

نتایج بررسی نیترات (NO_3^-) محلول در آب، نشان می دهد که دامنه تغییرات آن در طول سال و در اعماق مختلف (۳،۳-۶۵) ۶۱،۶۷ میکروگرم بر لیتر بوده است. کمترین میانگین آن در کرانه جنوبي دريای خزر مربوط به فصل تابستان $16,48 \pm 0,67$ میکروگرم بر لیتر و بیشترین میانگین آن مربوط به فصل بهار به میزان $25,67 \pm 0,97$ میکروگرم بر لیتر بوده است ($p < 0,05$). کمترین دامنه نوسان مربوط به فصل تابستان بمیزان $37,5$ و بیشترین دامنه نوسان مربوط به فصل بهار به میزان $56,5$ بوده است. میزان نیترات تنها در فصل پائیز و در اعماق مختلف دارای اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵ درصد بوده است ($p < 0,05$). بطوریکه در عمق D5050 دارای کمترین میزان $16,54 \pm 1,66$ میکروگرم بر لیتر) و در عمق D10010 دارای بیشترین میزان $31,49 \pm 4,78$ میکروگرم بر لیتر) بوده است ($p < 0,05$). شایان ذکر است که میزان نیترات در منطقه عمقی ۱۰۰ متر از سطح تا عمق دارای مقادیر بیشتری نسبت به مناطق دیگر بوده است (شکل ۱۴-۳).

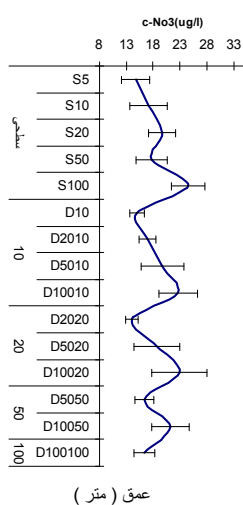
فصل تابستان



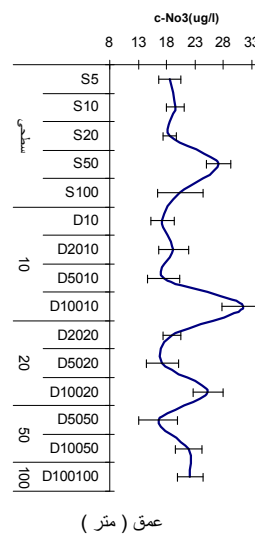
فصل بهار



فصل زمستان



فصل پائیز



شکل ۱۴-۳- تغییرات یون نیترات آب کرانه جنوبی دریای خزر در فصول مختلف (۱۳۸۲) (میانگین به همراه خطای استاندارد)

بررسی میزان نیترات محلول آب به تفکیک فصول و ایستگاه های مختلف، بشرح جدول ۱۲-۳ می باشد.

جدول ۱۲-۳- مقایسه آماری نترات محلول آب ($\mu\text{g/l}$) در منطقه کرانه جنوبی دریای خزر در فصول و ایستگاه‌های مختلف (میانگین به همراه خطای استاندارد)

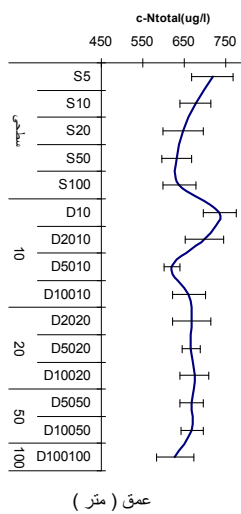
ایستگاه	فصول		بهار	تابستان	پائیز	زمستان
	بهار	تابستان				
آستارا	28.48±2.66	ab	18.32±1.53	abc	17.03±1.75	b
انزلی	26.51±2.80	ab	13.34±1.78	cd	24.07±1.81	ab
سفیدرود	27.07±3.93	ab	12.26±1.60	d	26.95±1.91	a
تنکابن	20.83±2.04	b	15.29±0.88	bcd	20.65±2.49	ab
نوشهر	21.28±1.41	b	19.12±1.39	ab	21.93±3.01	ab
بابلسر	25.61±2.64	ab	16.00±2.02	bcd	18.53±2.28	b
امیرآباد	22.93±1.37	b	14.12±1.17	bcd	19.39±3.81	ab
ترکمن	32.67±3.24	a	23.37±2.71	a	17.97±1.91	b

* حروف (a, b, ...) مربوط به اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵ درصد (آزمون دانکن)

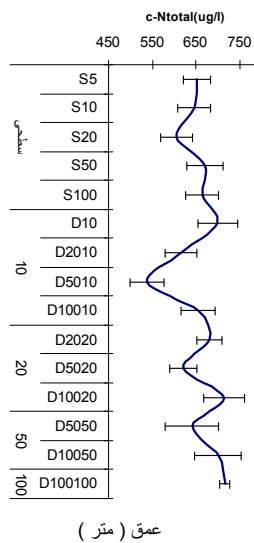
۱۰-۳- ازت کل محلول در آب کرانه جنوبی دریای خزر

نتایج بررسی نیتروژن کل (N_{total}) محلول در آب، نشان می‌دهد که دامنه تغییرات آن در طول سال و در اعماق مختلف (۱۶۷-۸۹۶) ۷۲۹ میکروگرم بر لیتر بوده است. کمترین میانگین آن در کرانه جنوبی دریای خزر مربوط به فصل زمستان (۱۲,۱±۳۷۳ میکروگرم بر لیتر) و بیشترین میانگین آن مربوط به فصل تابستان (۹,۸±۶۶۹ میکروگرم بر لیتر) بوده است ($p < 0,05$). کمترین دامنه نوسان مربوط به فصل تابستان بمیزان ۴۷۰ و بیشترین دامنه نوسان مربوط به فصل پائیز به میزان ۶۸۳ بوده است. میزان نیتروژن کل، تنها در فصل بهار و در اعماق مختلف دارای اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵ درصد بوده است ($p < 0,05$). قابل ذکر است که مقادیر بالای این فاکتور در منطقه عمقی D100 (D10020 تا عمق D100100 به میزان ۷۰۰ تا ۷۱۶ میکروگرم بر لیتر) بیشتر بوده است (شکل ۱۵-۳).

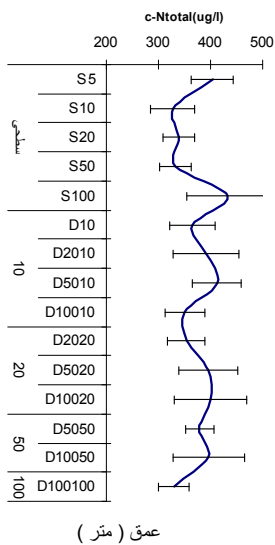
فصل تابستان



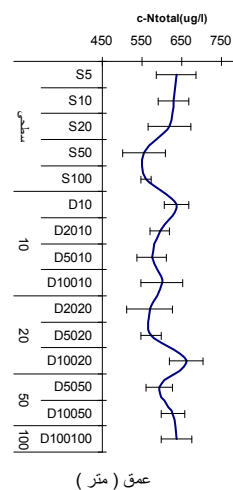
فصل بهار



فصل زمستان



فصل پائیز



شکل ۱۵-۳- تغییرات ازت کل آب کرانه جنوبی دریای خزر در فصول مختلف (۱۳۸۷) (میانگین به همراه خطای استاندارد)

بررسی میزان ازت کل محلول آب به تفکیک فصول و ایستگاه های مختلف، بشرح جدول ۱۳-۳ می باشد.

جدول ۱۳-۳- مقایسه آماری ازت کل محلول آب (در منطقه کرانه جنوبی دریای خزر در فصول و ایستگاه های مختلف (بر حسب ug/l) (میانگین به همراه خطای استاندارد)

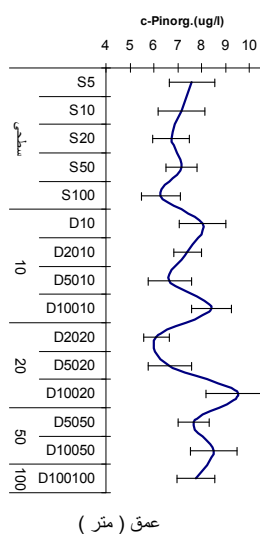
فصول ایستگاه	بهار	تابستان	پائیز	زمستان
آستارا	703±34 ab	691±26 a	633±14 ab	557±16 a
انزلی	676±33 abc	650±27 a	631±11 ab	391±20 bc
سفیدرود	626±18 bc	538±23 b	612±32 ab	319±13 cd
تنکابن	525±19 d	641±32 a	619±31 ab	424±45 a
نوشهر	603±28 c	695±15 a	475±38 c	345±51 bcd
بابلسر	665±21 abc	717±28 a	554±25 b	334±26 cd
امیرآباد	719±30 a	701±14 a	651±23 a	314±6 cd
ترکمن	722±23 a	705±24 a	659±19 a	298±8 d

* حروف (a, b, ...) مربوط به اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵ درصد (آزمون دانکن)

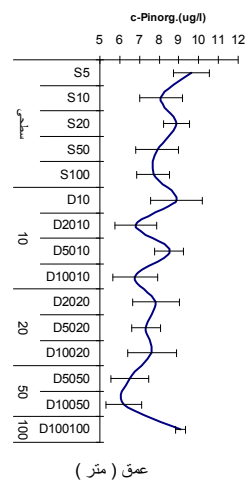
۱۱-۳- فسفر معدنی محلول در آب کرانه جنوبی دریای خزر

در بررسی فسفر معدنی محلول در آب، مشخص گردید که دامنه تغییرات آن در طول سال و در اعماق مختلف (۱۵,۵-۱,۶) ۱۳,۹ میکرو گرم بر لیتر بوده است. کمترین میانگین آن در کرانه جنوبی دریای خزر مربوط به فصل پائیز (۲۱,۰±۵,۰ میکرو گرم بر لیتر) و بیشترین میانگین آن مربوط به فصل بهار (۲۶,۸±۷,۸ میکرو گرم بر لیتر) بوده است (p < ۰,۰۵). کمترین دامنه نوسان مربوط به فصل تابستان به میزان ۱۰,۹ و بیشترین دامنه نوسان مربوط به فصول زمستان به میزان ۱۳,۹ بوده است. میزان فسفر معدنی در اعماق مختلف، در فصول تابستان و پائیز دارای اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵ درصد بوده است (p < ۰,۰۵) و بترتیب بیشترین میزان آن مربوط به منطقه عمقی D10010 و D10020 ثبت گردید (شکل ۱۶-۳). در بررسی سالانه نیز بیشترین میزان فسفر معدنی مربوط به همین اعماق و منطقه آب های سطحی (۵ متر) ساحلی بوده است (p < ۰,۰۵).

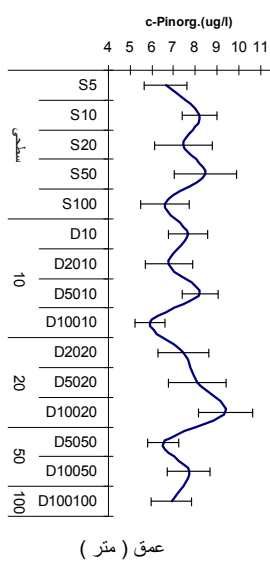
فصل تابستان



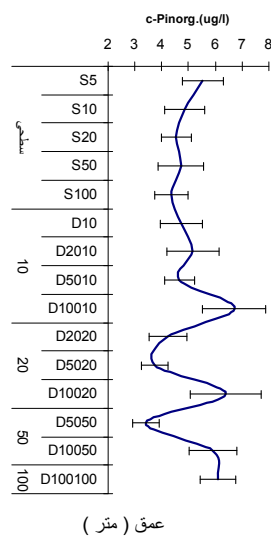
فصل بهار



فصل زمستان



فصل پائیز



شکل ۱۶-۳- تغییرات فسفر معدنی آب کرانه جنوبی دریای خزر در فصول مختلف (۱۳۸۷) (میانگین به همراه خطای استاندارد)

بررسی میزان فسفر معدنی محلول آب به تفکیک فصول و ایستگاه های مختلف، بشرح جدول ۱۴-۳ می باشد.

بیشترین میزان فسفر معدنی در فصول مختلف بترتیب مربوط به بهار، زمستان، تابسان و پاییز بوده است ($p < 0,05$).

جدول ۱۴-۳- مقایسه آماری فسفر معدنی محلول آب ($\mu\text{g/l}$) در منطقه کرانه جنوبی دریای خزر در فصول و ایستگاه‌های مختلف ($M \pm SE$)

فصول ایستگاه	بهار	تابستان	پائیز	زمستان
آستارا	5.59±0.60 d	5.48±0.59 c	5.46±0.52 bc	4.84±0.85 c
انزلی	6.78±0.72 cd	5.66±0.66 c	8.11±0.78 a	8.51±0.77 ab
سفیدرود	7.44±0.75 bcd	6.62±0.76 bc	4.37±0.48 bcde	6.39±0.52 bc
تنکابن	8.41±0.78 abc	9.47±0.63 a	4.04±0.34 cde	6.52±0.66 bc
نوشهر	6.42±0.43 cd	6.95±0.44 bc	3.24±0.37 e	8.81±0.74 a
بابلسر	9.17±0.65 ab	8.18±0.54 ab	5.06±0.53 bcd	6.36±0.76 bc
امیرآباد	9.07±0.64 ab	5.96±0.38 c	3.91±0.40 de	6.69±0.57 abc
ترکمن	9.96±0.73 a	7.22±0.39 bc	5.83±0.41 b	7.62±0.81 ab

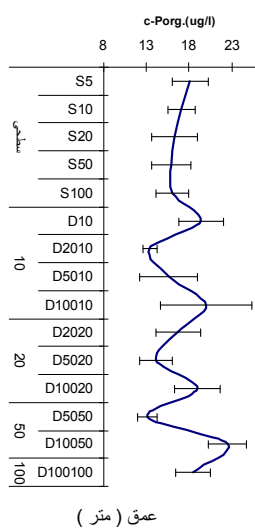
* حروف (a, b, ...) مربوط به اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵ درصد (آزمون دانکن)

۱۲-۳- فسفر آلی محلول در آب کرانه جنوبی دریای خزر

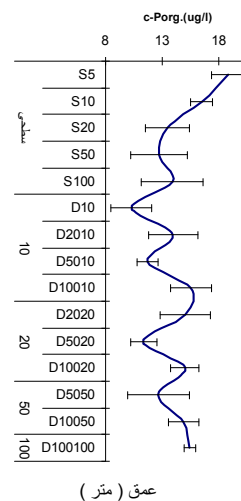
نتایج بررسی فسفر آلی محلول (DOP^{17}) در آب، نشان می‌دهد که دامنه تغییرات آن در طول سال و در اعماق مختلف (۱,۵-۵۴,۷) ۵۳,۲ میکروگرم بر لیتر بوده است. کمترین میانگین آن در کرانه جنوبی دریای خزر مربوط به فصل بهار $14,1 \pm 0,26$ میکروگرم بر لیتر و بیشترین میانگین آن مربوط به فصل پائیز به میزان $21,5 \pm 0,58$ میکروگرم بر لیتر بوده است ($p < 0,05$). کمترین دامنه نوسان مربوط به فصل بهار بمیزان ۳,۳ و بیشترین دامنه نوسان مربوط به فصل تابستان بمیزان ۴۹,۷ بوده است. میزان فسفر آلی در طول سال و در اعماق مختلف دارای اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵ درصد نبوده است ($p > 0,05$). اما در بررسی فصلی و در اعماق مختلف، اختلاف معنی دار آماری مشاهده گردید. ولی از روند خاصی پیروی نمی‌کند ($p < 0,05$) (شکل ۱۷-۳).

¹⁷ Dissolved Organic Phosphorus

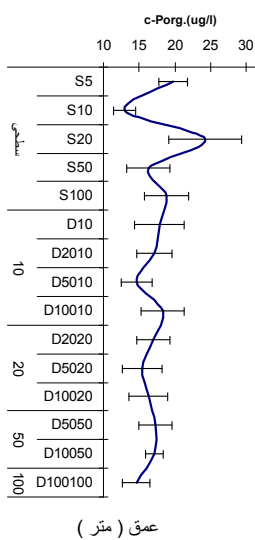
فصل تابستان



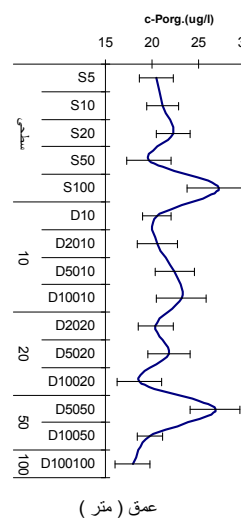
فصل بهار



فصل زمستان



فصل پاییز



شکل ۱۷-۳- تغییرات فسفر آلی آب کرانه جنوبی دریای خزر در فصول مختلف (۱۳۸۷) (میانگین به همراه خطای استاندارد)

در بررسی میزان فسفر آلی محلول آب به تفکیک فصول و ایستگاه های مختلف تغییراتی بشرح جدول ۱۵-۳ مشاهده گردید.

جدول ۱۵-۳- مقایسه آماری فسفر آلی محلول آب ($\mu\text{g/l}$) در منطقه کرانه جنوبی دریای خزر در فصول و ایستگاه های مختلف (میانگین به همراه خطای استاندارد)

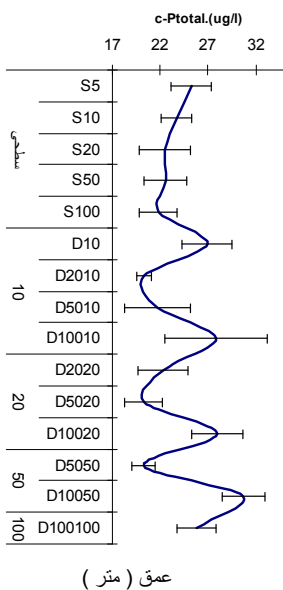
ایستگاه	فصول	بهار	تابستان	پائیز	زمستان
آستارا	d	10.27±0.77	18.86±1.12 ab	22.50±0.78 b	23.33±2.18 a
انزلی	cd	10.87±0.98	15.06±0.92 bc	19.17±1.46 b	13.35±1.88 c
سفیدرود	ab	16.64±1.03	15.71±1.04 bc	18.56±1.00 b	19.92±1.33 ab
تنکابن	a	18.72±1.94	20.58±2.71 ab	20.25±2.58 b	16.97±1.88 bc
نوشهر	cd	11.23±1.20	12.72±1.44 c	18.26±1.68 b	16.27±2.67 bc
بابلسر	ab	15.34±1.43	15.44±1.47 bc	22.47±1.01 b	17.59±1.22 bc
امیرآباد	ab	15.11±1.57	16.01±2.18 bc	28.07±1.24 a	15.18±1.39 bc
ترکمن	bc	14.65±0.92	21.51±2.39 c	22.73±1.48 b	14.88±2.07 bc

* حروف (a, b, ...) مربوط به اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵ درصد (آزمون دانکن)

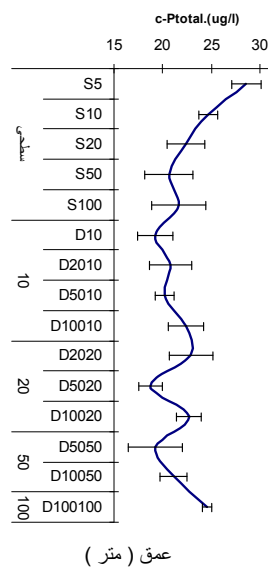
۱۳-۳- فسفر کل محلول در آب کرانه جنوبی دریای خزر

نتایج بررسی فسفر کل (P_{total}) محلول در آب، نشان می دهد که دامنه تغییرات آن در طول سال و در اعماق مختلف (۶۳,۸-۱۲,۱) میکرو گرم بر لیتر بوده است. کمترین میانگین آن در کرانه جنوبی دریای خزر مربوط به فصل بهار $۲۱,۹ \pm ۰,۶۱$ میکروگرم بر لیتر و بیشترین میانگین آن مربوط به فصل پائیز به میزان $۲۶,۵ \pm ۰,۵۷$ میکروگرم بر لیتر بوده است ($p < ۰,۰۵$). کمترین دامنه نوسان مربوط به فصل بهار بمیزان ۲۸,۳ و بیشترین دامنه نوسان مربوط به فصول تابستان و زمستان بترتیب به میزان ۴۸,۲ و ۴۷,۲ بوده است. در بررسی این فاکتور در طول سال و در اعماق مختلف، مشاهده گردید که کمترین میانگین آن در کرانه جنوبی دریای خزر مربوط به عمق D5020 به میزان $۲۱,۸ \pm ۱,۰۷$ میکروگرم بر لیتر و بیشترین میانگین آن مربوط به عمق S5 به میزان $۲۶,۴ \pm ۱,۲۱$ میکروگرم بر لیتر بوده است ($p < ۰,۰۵$) (شکل ۱۸-۳).

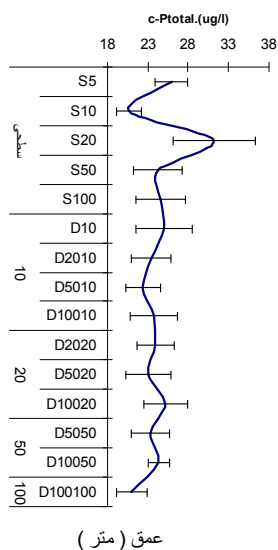
فصل تابستان



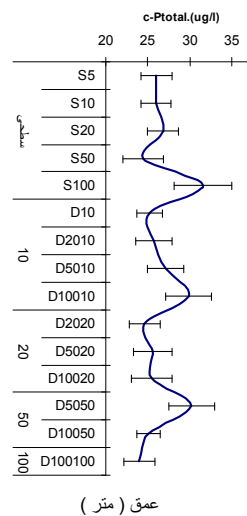
فصل بهار



فصل زمستان



فصل پاییز



شکل ۱۸-۳- تغییرات فسفات کل آب کرانه جنوبی دریای خزر در فصول مختلف (۱۳۸۷) (میانگین به همراه خطای استاندارد)

همچنین در بررسی میزان این فاکتور به تفکیک فصول و ایستگاه های مختلف نوسانات، بشرح جدول ۱۶-۳ می باشد.

جدول ۱۶-۳- مقایسه آماری فسفر کل محلول آب ($\mu\text{g/l}$) در منطقه کرانه جنوبی دریای خزر در فصول و ایستگاه های مختلف (میانگین به همراه خطای استاندارد)

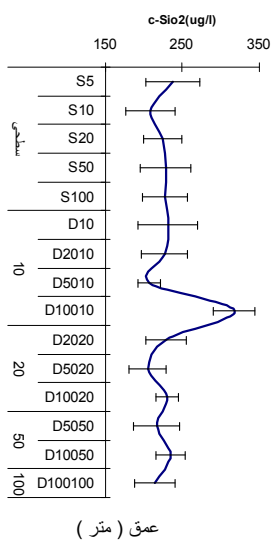
ایستگاه	فصول	بهار	تابستان	پائیز	زمستان
آستارا	b	15.87±0.82	24.34±0.97 bc	28.36±0.76 ab	28.16±1.57 a
انزلی	b	17.65±1.21	20.62±1.18 c	27.11±0.96 b	21.87±1.67 b
سفیدرود	a	24.08±1.41	22.33±1.06 c	22.93±0.95 c	26.31±1.37 ab
تنکابن	a	27.13±2.36	30.05±2.62 a	24.29±2.47 bc	23.49±1.62 ab
نوشهر	b	17.65±1.15	19.68±1.26 c	21.50±1.46 c	25.08±2.92 ab
بابلسر	a	24.51±1.49	23.62±1.38 bc	27.53±0.99 b	23.68±1.06 ab
امیرآباد	a	24.18±1.51	21.97±2.38 c	31.97±1.29 a	21.87±1.16 b
ترکمن	a	24.61±0.82	28.73±2.38 ab	28.56±1.52 ab	22.50±2.20 ab

* حروف (a, b, ...) مربوط به اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵ درصد (آزمون دانکن)

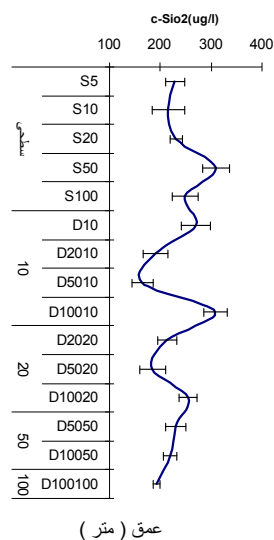
۱۴-۳- سیلیس محلول در آب کرانه جنوبی دریای خزر

نتایج بررسی سیلیس محلول در آب، نشان می دهد که دامنه تغییرات آن در طول سال و در اعماق مختلف (۴۴۵-۸۷) ۳۵۴ میکرو گرم بر لیتر بوده است. کمترین میانگین آن در کرانه جنوبی دریای خزر مربوط به فصل زمستان $5,86 \pm 2,01$ میکروگرم بر لیتر و بیشترین میانگین آن مربوط به فصل بهار و تابستان به ترتیب به میزان $6,65 \pm 2,23$ و $7,15 \pm 2,29$ میکروگرم بر لیتر بوده است ($p < 0,05$). کمترین دامنه نوسان مربوط به فصل بهار بمیزان $3,28$ و بیشترین دامنه نوسان مربوط به فصول تابستان و زمستان بترتیب به میزان $2,48$ و $2,47$ بوده است. میزان سیلیس در فصول و در اعماق مختلف دارای اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵ درصد بوده است ($p < 0,05$). بطوریکه در عمق D10010 از بیشترین مقادیر در فصول مختلف برخوردار بوده است. (شکل ۱۹-۳).

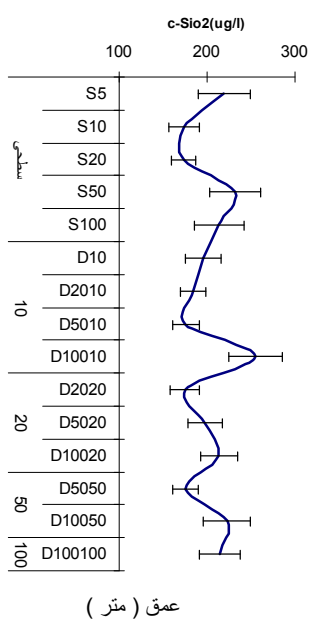
فصل تابستان



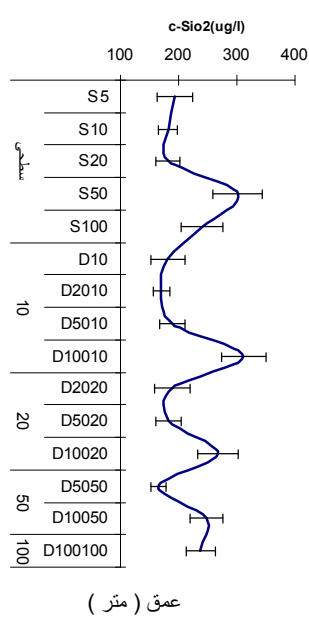
فصل بهار



فصل زمستان



فصل پائیز



شکل ۱۹-۳- تغییرات سیلیس کرانه جنوبی دریای خزر در فصول مختلف (۱۳۸۷) (میانگین به همراه خطای استاندارد)

همچنین در بررسی میزان سیلیس محلول در آب به تفکیک فصول و ایستگاه های مختلف نوسانات، بشرح

جدول ۱۷-۳ می باشد.

جدول ۱۷-۳- مقایسه آماری سیلیس محلول آب ($\mu\text{g/l}$) در منطقه کرانه جنوبی دریای خزر در فصول و ایستگاه های مختلف (میانگین به همراه خطای استاندارد)

ایستگاه	فصول		بهار	تابستان	پائیز	زمستان
آستارا	219±14	ab	312±19	a	166±12	c
انزلی	213±14	b	269±15	ab	260±23	cd
سفیدرود	245±20	ab	179±12	de	306±19	a
تنکابن	230±20	ab	152±15	e	161±13	c
نوشهر	209±13	b	241±16	bc	214±18	bc
بابلسر	257±22	ab	243±23	bc	184±23	c
امیرآباد	272±19	a	2016±14	cd	215±26	bc
ترکمن	200±22	b	238±17	bc	224±22	bc

* حروف (a, b, ...) مربوط به اختلاف معنی دار آماری در سطح ۵ درصد (آزمون دانکن).

۴- بحث

دریای خزر همیشه بطور خواسته و یا ناخواسته در حال دستکاری و تغییر بوده است. منابع اصلی تغییر و تهدید کننده محیط زیست و تنوع زیستی دریای خزر شامل: نوسانات سطح آب دریا، مشکلات بوم شناختی و زیست شناختی، فعالیت های ترانزیت دریائی، نفتی و صنعتی که به نوبه خود اثرات نامطلوبی را در بردارند. از طرفی، تغییر شرایط اقلیمی و ایجاد دریاچه های مصنوعی، سدها، آب بندها و افزایش فعالیت های انسانی در دهه های اخیر سبب تغییرات عمده در اکولوژی منطقه شده است. در راستای توجه به اهداف پروژه به تحلیل پارامتر های فیزیکی و شیمیائی آب دریای خزر در منطقه جنوبی تا عمق ۱۰۰ متر و تغییرات آن نسبت به سنوات گذشته می پردازیم. در حقیقت منطقه اپی پلاژیک و نرتیک تا ابتدای شیب فلات قاره ای (لیتورال و زیر لیتورال) ناحیه جنوبی دریای خزر مورد بررسی قرار گرفت (Pinet, 2000). این منطقه محل زیست اکثر موجودات زنده می باشد و بررسی آن حائز اهمیت است.

آب این دریاچه لب شور است و شوری آن ۱۳-۱۰ گرم در هزار می باشد (Aladin & Plotnikov, 2004). به مرور زمان دریای خزر شوری خود را از دست داده است و آن هم بدلیل گذر از عصر یخبندان، شرایط آب و هوایی منطقه و ریزش فراوان باران در اعصار گذشته بوده است (Neveskaya et al. 1986). این دریا بدلیل توپوگرافی بستر و موقعیت جغرافیائی به سه منطقه شمالی، میانی و جنوبی تقسیم شده است که به لحاظ خصوصیات فیزیکی و تا حدودی شیمیائی، متمایز می باشند (Aladin & Plotnikov, 2004). با توجه به چرخه های آبی و باد های غالب - جریان سطحی آب تا عمق ۵۰ متر در کل دریای خزر در جهت خلاف عقربه ساعت است، ولی دریای خزر دارای جریانات منطقه ای و در خلاف جهت عقربه ساعت نیز می باشد (The sea project..., 1992). بطور کلی، آب های شیرین رودخانه ها و هرز آب های حاصل از بارندگی منطقه ای می تواند بر روی آب های سطحی دریا موثر باشد (Riley & skirrow, 1975).

۴-۱- دمای آب

لایه کاهش درجه حرارت آب در چهار فصل نمونه برداری متفاوت نشان می دهد. که در فصل بهار لایه کاهش درجه حرارت آب بین اعماق ۱۰ الی ۲۰ متر (از ۱۷,۱ تا ۱۳,۹)، در فصل تابستان در اعماق بین ۲۰ تا ۵۰ متر (از

۲۶,۹ تا ۱۲,۱)، در فصل پائیز در اعماق بین ۲۰ تا ۵۰ متر (از ۱۷,۵ تا ۹,۲) متغیر می باشد. اما در فصل زمستان از لایه سطحی تا عمق ۱۰۰ متر از یکنواختی خاصی برخوردار بوده است. مقایسه دمای آب در سال ۱۳۸۷ با دوره دمائی آب در سال های ۸۵-۱۳۷۰ نشان می دهد که الگوی تغییرات دمائی، در لایه های مختلف یکسان می باشد (فضلی و همکاران، ۱۳۸۸). اما روند تغییرات در سال ۱۳۸۷ با کمی افزایش روبرو بوده که با بررسی های قانقرمه و همکاران (۱۳۸۸) همخوانی دارد. میانگین دمای سطحی آب دریای خزر در منطقه مورد مطالعه در طول سال برابر $18,85 \pm 0,48$ درجه سانتی گراد می باشد که به اطلاعات بدست آمده از داده های ماهواره NOAA در دوره سال های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۷ همخوانی دارد. طبق بررسی های بعمل آمده، دمای آب سطحی در منطقه جنوبی دریای خزر از ۷,۲ در زمستان تا $29,8$ درجه سانتی گراد در تابستان در نوسان است.

دمای آب سطحی در طول سال به شیب منطقه مورد مطالعه بستگی دارد بطوری که در شیب ملایم ناحیه شرقی بالاترین میانگین سالانه دمای آب سطحی ($19,85 \pm 1,3$ درجه سانتی گراد) مشاهده گردید که با اطلاعات گذشته مطابقت دارد (فضلی، ۱۳۸۸ و قانقرمه و همکاران، ۱۳۸۸).

منحنی تغییرات دمایی در فصول مختلف نشان می دهد که در فصل بهار دمای آب تا عمق ۱۰ متر و در تابستان و پاییز تا عمق ۲۰ متر در لایه های مختلف آبی دارای تغییرات بطنی است و همچنین در فصل زمستان تا عمق ۱۰۰ متر نیز دارای تغییرات کمی می باشد. این تغییرات نشان می دهد که لایه تغییرات دمایی در ستون آبی از عمق ۱۰ متر فصل بهار شروع و در فصل تابستان به ۲۰ متر می رسد و در فصل پاییز با کمی پایداری دمایی ادامه داشته و بالاخره در فصل زمستان این تغییرات به سطوح پائین تر انتقال می یابد (جداول ۱-۳ تا ۴-۳). بدین ترتیب که میانگین دمای آب در عمق ۱۰۰ متر در فصل زمستان بیشتر از فصول دیگر می باشد (جدول ۳-۴).

ترموکلاین در بهار عمیق تر از تابستان است، زیرا میانگین باد ها در بهار قویتر از تابستان می باشد. اما هر چه در تابستان پیش می رویم، ترموکلاین کم عمق تر و قوی تر می شود و هر چه ترموکلاین قوی تر شود، دریا پایدار تر خواهد بود. از طرفی هر چه دریا پایدار تر شود، انرژی بیشتری جهت مخلوط شدن گرما در مناطق عمیق تر لازم است. در پائیز گرمای روزانه از دست رفته آب بیش از گرمای بدست آمده می شود و ترموکلاین ضعیف تر می گردد. افزایش همرفتی (ناشی از پائین رفتن آب های سطحی، وقتی آب سطحی سرد می شود) و

شدت باد ترموکلاين را عميق تر و پايداری آن کمتر می گردد و با رسیدن به فصل زمستان ترموکلاين فصلی از بين می رود (مروتی، ۱۳۸۴). این مباحث با بررسی های حاضر در منطقه جنوبی دریای خزر کاملاً مطابقت دارد. دمای آب در منطقه مورد بررسی نشان می دهد که در زمستان و اعماق مختلف از یکنواختی مناسبی به جهت تحمل دمائی ماهیان استخوانی و خاویاری برخوردار است. اما دمای تا عمق ۲۰ متر منطقه جنوبی دریای خزر نشان می دهد که احتمال زیست یا پراکنش گروهی ماهیان در اعماق کمتر از ۲۰ متر (< ۲۶,۹ oc در تابستان) به حداقل خود خواهد رسید. بنابراین از آنجا که دما یکی از فاکتور های مهم زیست ماهیان و همچنین صید محسوب می گردد، لذا آگاهی از لایه بندی حرارتی در فصول مختلف جهت استفاده در آبرزی پروری دریائی و بخصوص در استقرار محیط های محصور (cage culture) در اعماق مختلف از اهمیت ویژه ای برخوردار است. داده ها نشان می دهد که عمق کمتر از ۲۰ متر جهت پرورش و نگهداری ماهیان سردابی و خاویاری در طول تابستان مناسب نمی باشد. البته با شکست حرارتی بعد از لایه ترموکلاين پايداری مناسبی از نظر دمائی در فصول مختلف مشاهده می گردد. بنابراین مناطقی مانند ایستگاه بابلسر، نوشهر، تنکابن و سفید رود بواسطه دسترسی در فاصله کمتر به اعماق بیش از ۲۰ متر، نسبت به مناطق دیگر ارجحیت دارند.

۲-۴- شفافیت آب

دریای خزر در تقسیم بندی مواد مغذی، از نوع دریا های الیگوتروف می باشد و تنها قسمت شمالی آن نسبتاً غنی تر است (Aladin & Plotnikov, 2004). در سال های اخیر میزان مواد مغذی در بررسی منطقه جنوبی دریای خزر، کمی افزایش نشان داده است (روحی و همکاران، ۱۳۸۸). میزان شفافیت کرانه های خزر جنوبی علاوه بر تاثیر مواد مغذی، باد و جریان آبی، منعکس کننده توزیع آبهای شیرین در لایه سطحی می باشد و میزان آن با فاصله گرفتن از ساحل و با حرکت بسمت مناطق عمیق تر افزایش می یابد (پورغلام و کاتونین، ۱۳۷۴). بنابراین میزان شفافیت آب در کرانه های جنوبی دریای خزر، بیشتر تحت تاثیر آب ورودی رودخانه ها، باد و امواج می باشد. بر اساس نتایج بدست آمده میانگین شفافیت در سال های ۱۳۷۳ الی ۱۳۷۵ در منطقه جنوبی دریای خزر بیش از ۶/۸ متر بوده است. ولی در سال ۱۳۷۸-۷۹ بشدت کاهش یافت و به ۲/۱ متر رسید. در طی سالهای بعد این پارامتر روند افزایشی ملایمی داشت بطوریکه در سال ۱۳۸۵ به ۳,۷ متر افزایش یافت. (روحی و همکاران، ۱۳۸۸):

فضلی و همکاران، ۱۳۸۸). در بررسی های ۱۳۸۷ مشخص گردید که متوسط این فاکتور در فصل بهار برابر $۶,۸۳ \pm ۰,۶۴$ متر بیشترین و در فصل تابستان با $۳,۲۸ \pm ۰,۲۴$ متر کمترین مقدار بوده است. متوسط سالانه آن برابر $۴,۹۱ \pm ۰,۲۴$ متر برآورد گردیده است. دامنه نوسان کمینه و بیشینه شفافیت در فصول مختلف نشان می دهد که این میزان از منطقه ساحلی بسمت مناطق عمیق تر روند افزایشی دارد (شکل ۳-۵)، ($p < ۰,۰۵$). مرور آمار نشان می دهد که از سال ۱۳۷۹ تا کنون روند شفافیت آب صعودی می باشد، اما به سطح شفافیت (بیشینه) سال های ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۵ نرسیده است علت این اختلاف میتواند به عدم تشابه مناطق نمونه برداری (مناطق ساحلی و عمیق باشد). میزان شفافیت در بین فصول مختلف، در جمع بندی اطلاعات ۱۵ ساله منطقه جنوبی دریای خزر دارای اختلاف معنی دار آماری است ($P < 0.001$) که با داده های این تحقیق نیز همخوانی دارد (فضلی و همکاران، ۱۳۸۸).

۳-۴- شوری، هدایت الکتریکی و کل مواد جامد محلول آب

سهم یونهای تشکیل دهنده نمک آب دریای خزر و مقایسه آن با ترکیب آب اقیانوس ها، نشان می دهد که در محیط های آبی که بیشتر تحت تأثیر مواد همراه آورد رودخانه ای قرار دارند، کاهش یون کلر و افزایش کربنات، سولفات و کلسیم قابل مشاهده است. مؤلفه های اصلی بیلان نمک آب دریای خزر عبارتند از: ورود از آب رودخانه ای (۳۱٪)، از آب زیرزمینی (۶۱٪)، بارش بر روی دریا (۲٪) و خروج از طریق رسوبگذاری کربناته و رسوبگذاری در خلیج قره بوغاز (که بستگی به ورود آب و میزان ورودی بر حسب تراز از آب دریا دارد. کل نمک ورودی به دریای خزر ۲۰۳ هزار تن در سال و خروج نمک حدود ۴۶ هزار تن در سال می باشد. با این حساب سالانه حدود ۱۵۷ هزار تن بیلان مثبت وجود دارد. این مقدار نمک می تواند سالانه ۰/۰۲٪ شوری آب دریای خزر را افزایش دهد (علیزاده، ۱۳۸۳). از طرفی خلیج قره بوغاز بعنوان آب شیرین کن طبیعی (Natural desalter) دریای خزر محسوب می گردد. عدم وجود این خلیج سبب افزایش میزان نمک دریای خزر خواهد شد. نمک ها، رسوب کف این خلیج را تشکیل می دهد (Aladin & Plotnikov, 2004). به مرور زمان دریای خزر شوری خود را از دست داده است و آن هم بدلیل گذر از عصر یخبندان و وضعیت آب و هوایی منطقه و ریزش فراوان باران در اعصار گذشته بوده است (Neveskaya et al. 1986).

در هر حال تغییرات شوری آب دریای خزر با شرایط هیدرومترولوژیک کنونی در مقابل آب های آزاد بسیار ناچیز (لب شور) می باشد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که میانگین شوری سالانه منطقه جنوبی دریای خزر از منطقه عمقی ۵ متر تا عمق ۱۰۰ متر، در سه فصل اول سال ۱۳۸۷ در دامنه ppt ۱۳ - ۱۲ در نوسان بوده است. اما در فصل زمستان کمتر از ppt ۱۲ ($10,54 \pm 0,15$ گرم در هزار) به ثبت رسید. علت اصلی کاهش شوری و این اختلاف شوری در فصول مختلف نشان می دهد که در فصل زمستان بدلیل بارندگی بیشتر نسبت به فصول دیگر و همچنین ورودی دبی بالاتر آب از روخانه ها در این فصل بوده است. همچنین میتوان اظهار نمود که علت احتمالی افزایش شوری ماکزیمم در عمق را اثر کم آبهای رودخانه ای و نزولات جوی به لایه های زیرین و دانسیته آب شور و کاهش دما در اعماق دانست (Chester, 1990; Riley and Skirrow, 1975).

بررسی های ۱۵ سال گذشته نشان می دهد که میانگین شوری در منطقه جنوبی دریای خزر از یک روند کاهشی ملایمی برخوردار است. بدین ترتیب که مقدار شوری از سال ۱۳۷۰ لغایت ۱۳۸۵ روند کاهشی ملایمی داشته است. میانگین شوری با افزایش عمق روند افزایشی داشته و میانگین آن در لایه سطحی ppt ۱۲,۱۵ و در عمق ۸۰۰ متر ppt ۱۳,۱۲ برآورد شده است. بنابراین شوری آب نسبت به قبل کاهش داشته است. بین فصول مختلف نیز اختلاف معنی داری وجود دارد ($P < 0.001$) (فضلی و همکاران، ۱۳۸۸). در بررسی های منطقه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۷ نیز مشخص گردید که میانگین میزان شوری در این منطقه ppt $12,29 \pm 0,06$ بوده است. بنابراین میزان شوری سالانه در منطقه کرانه ای به میزان بارندگی سالانه و دبی آب رودخانه وابسته است (Riley and Skirrow, 1975). تغییر درجه حرارت محیط آبی و نوسان شوری در فصول مختلف و عوامل دیگری مانند عمق و فشار و در نتیجه تغییر دانسیته آب دریا، سبب تولید چرخه های ترموهالین (Thermohaline) می شود (Riley and Skirrow, 1975). بدین سبب میزان درجات شوری در مناطق مختلف و در مناطق کرانه ای با دامنه ۸,۶ از منطقه سطحی به عمقی (ppt ۱۴,۸۴ - ۶,۷) در نوسان بوده است. در بررسی مقایسه ای درجه حرارت آب در طول سال (۱۳۸۷) مشاهده گردید که بین لایه سطحی تا عمق ۱۰ متر اختلاف معنی دار آماری (سطح ۵٪) مشاهده نگردید، اما این لایه با عمق های ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر دارای اختلاف دمائی می باشد ($P < 0,05$). بدین ترتیب که با افزایش عمق میزان دمای آب کاهش می یابد ($P < 0,05$). اما میزان شوری، هدایت الکتریکی و کل مواد جامد معلق در اعماق مختلف دارای اختلاف معنی دار آماری نبوده است ($P > 0,05$).

هدایت الکتریکی به توانایی آب در هدایت جریان الکتریسیته گفته می شود و در واقع اندازه گیری غیر مستقیم غلظت نمک آب است. با توجه به اینکه بخش معدنی کل مواد جامد (TDS) از نمک هایی مثل کلرید کلسیم، کلرید سدیم، کلرید منیزیم و کربنات کلسیم تشکیل شده، میتوان با اندازه گیری تی دی اس برآورد خوبی از میزان نمک ها یا همان شوری آب را انجام داد. (Shirokova et al, 2000). در حقیقت رابطه این دو پارامتر تابع، نوع و طبیعت آنیون و کاتیون های محلول در آب است (Clair et al, 1994) و رابطه آنها از نوع خطی مستقیم نیست (Glenn, 2005). بررسی های (Metcalf and Eddy (2005 نشان داد که رابطه هدایت الکتریکی (EC) و کل مواد جامد محلول (TDS) از نوع خطی می باشد که با تحقیقات Thirumalini و Joseph (۲۰۰۹) مطابقت دارد. بررسی ها سال ۱۳۸۷ نشان داده است که ضریب همبستگی پیرسون بین شوری، هدایت الکتریکی و کل مواد جامد محلول در سطح ۰,۰۱، مثبت و معنی دار بوده است. اما این عوامل با دما و در همان سطح آماری، همبستگی ندارند.

۴-۴- pH

میزان pH آب دریا به موازنه شیمیایی آب و مواد معدنی رسوبات دریا وابسته است. بنابراین موازنه بین دی اکسید کربن محلول، یون های کربنات و بی کربنات و یون هیدروژن، کنترل تنظیم pH را در اکوسیستم های آبی فراهم می کنند (Chester, 1990). مطالعات pH در آب های آزاد دریا ها و اقیانوس ها نشان می دهد که میزان آن از قسمت سطحی (۸,۲±۰,۱) با افزایش عمق تا ۱۰۰۰ متر کاهش (۷,۵) و بعد از عمق ۱۰۰۰ متر بدلیل افزایش فشار و تاثیر آن بر یونیزاسیون اسید کربنیک، میزان pH افزایش می یابد (Park, 1969، Redfield et al, 1963). میزان pH آب در مناطق سطحی آب دریا ها به غلظت CO₂ وابسته است و با آن نسبت عکس دارد. همچنین میزان آن با upwelling منطقه ای و درجه حرارت آب مرتبط است. همچنین میزان pH سطحی آب در محیط های کوچک دارای تغییرات وسیعی است. میزان pH سطحی آب به میزان تنفس موجودات و افزایش آن در هنگام غروب و تاثیر فتوسنتز وابسته است (Millero, 2006). اما توزیع زمانی pH در دریای خزر تحت تاثیر عوامل بیوشیمیایی و فیزیکوشیمیایی (فتوسنتز، تجزیه مواد آلی، تنفس آبزیان، وضعیت سیستم کربناته و غیره) و هیدرولوژیک (آب رودخانه ای، دینامیک آب، دمای آب و غیره) است. بر حسب میزان تاثیر این عوامل،

غلظت یون هیدروژن در بخش های مختلف خزر میانی و جنوبی از ۸,۳ تا ۸,۶ در سطح تا ۷/۷ و ۸ در لایه های نزدیک بستر تغییر می کند که با تحقیقات گذشته مطابقت دارد (علیزاده، ۱۳۸۳).

مطالعات سنوات گذشته (۸۵-۱۳۷۰) در منطقه جنوبی دریای خزر نشان می دهد که روند تغییرات pH با افزایش عمق، نزولی است. بطوریکه از ۸/۳ در لایه سطحی به ۷/۷ در عمق ۸۰۰ متری رسیده است.

تحقیق حاضر (۱۳۸۷) نشان می دهد که ماکزیمم مقدار آن در لایه سطحی به دلیل فرآیند فتوسنتزی ثبت گردید. همچنین کاهش میزان pH از منطقه سطحی تا عمق ۱۰۰ متر احتمالاً به دلیل تجزیه مواد آلی و تولید دی اکسید کربن در آن لایه (عمق ۱۰۰-۵۰ متر) مشهود می باشد که با تحقیقات روحی و همکاران (۱۳۸۸) در سال ۱۳۸۵ مطابقت دارد. دامنه تغییرات pH در طول سال ۱۳۸۷ به میزان (۷,۷۳-۸,۱۵) ۱,۵۸ واحد بوده است. از طرفی می توان، علت کاهش pH در فصل زمستان با توجه به نسبت کاهش فتوسنتز در این فصل، بدلیل ورود آب و هرز آب های سطحی ساحلی نسبت داد (Millero, 2006). بدین ترتیب کمترین میزان آن در آب های سطحی منطقه رودخانه سفید رود در فصل زمستان به ثبت رسید. اما میزان کاهش pH در فصل تابستان مربوط به افزایش میزان جمعیت فیتوپلانکتون ها و تاثیر فتوسنتز و میزان تنفس موجودات زنده می باشد که با بررسی های Millero (۲۰۰۶) مطابقت دارد.

شایان ذکر است که عمق D10020 دارای کمترین میزان هدایت الکتریکی و کل مواد جامد محلول در فصول مختلف می باشد. این لایه در نزدیکی لایه کاهش حرارتی قرار دارد و در عمق D10010 کمترین میزان اکسیژن سالانه نیز در این بررسی مشاهده گردیده است که در بحث اکسیژن به آن می پردازیم.

۵-۴- اکسیژن محلول

اکسیژن محلول یکی از گاز های مهم در آب دریا بشمار می رود. پراکنش افقی و عمودی میزان اکسیژن محلول در آب دریا: موازنه ای بین تبادل با اتمسفر، دمای آب، فتوسنتز و فرآیندهای بیولوژیک و دینامیک آب است (Chester, 1990). دریای خزر نیز مستثنی از این عوامل نمی باشد (علیزاده، ۱۳۸۳). پراکنش عمودی (عمق) اکسیژن در آب دریا نیز نشان می دهد که میزان آن از سطح تا لایه فوتیک و عمق تعادل دارای روند نزولی است و در منابع آبی مختلف بواسطه مواد بیوژن و مصرف کننده ها، متفاوت است (Chester, 1990, Millero, 2006). هر

چند میزان اکسیژن و دمای آب در یک زمان مشخص با افزایش عمق دارای روند نزولی است، اما در بررسی سالانه و خصوصیات انحلال گازها در محیط مایع، نسبت معکوسی بین اکسیژن و دمای آب برقرار است (Chester, 1990).

مطالعات سنوات گذشته نیز نشان می دهد که در بخش مرکزی ناحیه خزر شمالی توزیع اکسیژن محلول تقریباً یکنواخت است. در خزر میانی و جنوبی بیشینه اکسیژن محلول در نواحی کم عمق ساحلی و نواحی دلتایی دیده می شود (مانند منطقه بسیار آلوده خلیج باکو)، به علت جریان آب سرد از خزر شمالی در طول ساحل غربی و جریان آب گرم در طول ساحل شرقی، همیشه میزان اکسیژن محلول در سواحل غربی بیش از مقدار آن در سواحل خاوری است. نتایج بررسی سال های ۸۵-۱۳۷۰ منطقه جنوبی دریای خزر نشان می دهد که میانگین مقدار اکسیژن محلول آب در این منطقه با گذشت زمان روند افزایشی داشت، بطوریکه از ۶/۴ میلی گرم در لیتر در سال ۱۳۷۰ به ۸/۶ میلی گرم در لیتر در سال ۱۳۸۵ رسید. میانگین درجه حرارت در لایه های مختلف مانند اکسیژن روند کاهشی دارد. مقدار اکسیژن محلول با افزایش عمق کاهش می یابد. روند تغییرات پارامتر فوق بدین صورت می باشد که میانگین درجه حرارت در لایه سطحی از ۱۹/۱ درجه سانتیگراد به ۶/۸ درجه سانتیگراد در عمق ۲۰۰ متر کاهش شدید داشته و سپس روند کاهشی آرامی را تا عمق ۸۰۰ متر طی میکند و در این عمق به ۶/۰۳ درجه سانتیگراد می رسد. همچنین میزان اکسیژن فصل بهار (۹-۸ mg/l) بیش از فصل تابستان (۷-۸ mg/l) بوده است و عامل اصلی آن، مربوط به افزایش دما در فصل تابستان می باشد. برخلاف شفافیت و شوری، میزان اکسیژن محلول و pH با دور شدن از ساحل روند کاهشی را نشان می دهد. میانگین میزان اکسیژن محلول در منطقه کم عمق ساحلی ۶/۸ میلی گرم در لیتر و در منطقه با عمق ۸۰۰ متر ۴/۶۴ میلی گرم در لیتر محاسبه شد. همچنین بین اکسیژن محلول- شوری رابطه معکوس قوی وجود دارد. (فضلی و همکاران، ۱۳۸۹).

بررسی های ۱۳۸۷ نشان می دهد که بیشترین میزان اکسیژن و درصد اشباعیت در طول سال در لایه سطحی $8,4 \pm 0,96$ میلی گرم در لیتر با اشباعیت 137 ± 18 درصد و کمترین آن مربوط به عمق ۱۰۰ متر به میزان $6,46 \pm 1$ میلی گرم در لیتر و اشباعیت $86,1 \pm 15$ درصد بوده است ($P < 0,05$) که با افزایش عمق (۰,۲۲۶-)، دمای آب (۰,۱۲۹-) و میزان شوری (۰,۱۷۲-) نسبت معکوس (همبستگی پیرسون در سطح ۰,۰۱) دارد که با تحقیقات Pinet (۲۰۰۰) مطابقت دارد.

مرور آمار بشرح فوق نشان می دهد که میزان اکسیژن نسبت به دهه ۷۰ افزایش داشته است. با آگاهی از متاثر بودن منطقه مورد بررسی از رودخانه ها و آبهای سطحی ساحلی، کاهش میزان شوری و دما در زمستان ($p < 0,05$) سبب گردید که بیشترین میزان اکسیژن محلول ($p < 0,05$) در این فصل ثبت گردد. قابل ذکر است که تاثیر تولید اکسیژن در منطقه سطحی آب های جنوبی دریای خزر تا عمق ۱۰۰ متر به آب های شیرین رودخانه و حوضه آبریز، بیشتر از تولیدات اکسیژن ناشی از فتوسنتز، وابسته است (حسینی و همکاران، ۱۳۸۸: پورغلام و کاتونین، ۱۳۷۵). بطوری که میزان آن در پائیز و زمستان بیش از بهار و تابستان ثبت گردید.

در تمام فصول با افزایش ژرفا، مقدار اکسیژن محلول کاهش می یابد. درعین حال حتی در مناطق عمیق دریای خزر به علت اختلاط ناشی از جریان همرفتی ممکن است بطور نسبی مقدار اکسیژن بالا باشد ($126,8 \pm 3,36$ درصد). این مقادیر بالای اکسیژن محلول در کف دریا (عمق ۱۰۰ متر در فصل پائیز به میزان $7,39 \pm 1,18$ میلی گرم در لیتر با $99,5 \pm 17,68$ درصد) احتمالاً به دلیل عدم ترکیبات گوگردی و یا لجنی در کف بستر و جریان همرفتی و چرخش عمودی آب در اثر اختلاف دانسیته آب، متاثر از میزان شوری و دما می باشد. نکته قابل توجه در این بررسی مربوط به کاهش یکباره میزان اکسیژن محلول آب در تمام فصول، در عمق D10010 می باشد. بعد از این شکست افزایش میزان اکسیژن مجدداً قابل ملاحظه است که احتمالاً به علت تغییرات دمایی و دانسیته و چرخه جریان آب باشد. (شکل ۱۱-۳).

مرور آماری نشان می دهد که ماکزیمم درصد اکسیژن اشباع در بالای لایه ۱۰ متری دیده می شود. همانطوری که بارز است حد اشباع اکسیژن (بیش از ۱۰۰٪) در طی عمل فتوسنتز و در لایه سطحی ایجاد می گردد (فضلی، ۱۳۸۹) که با نتایج تحقیق حاضر مشابه است. خصوصیات برجسته رژیم اکسیژنی یقیناً شکل گیری وسعت فیتوپلانکتونی را منعکس می سازد.

۶-۴- نوترینت ها^{۱۸}

نوع مواد مغذی یا نوترینت ها می تواند در شکل گیری انواع فیتوپلانکتون های یک اکوسیستم دریائی موثر باشد. از مهمترین میکرونوترینت ها، نیتروژن (معدنی) و فسفر است. برخی از موجودات مانند دیاتومه ها

جهت تشکیل دیواره سلولی و جانوران (Radiolaria) به سیلیس (SiO₂) نیاز دارند. اگر چه عناصر دیگری مانند آهن، منگنز، مس، روی، کبالت و مولیبدن برای رشد گیاهان آبی ضروری هستند، اما بعنوان فاکتور های مهار کننده رشد بشمار نمی روند. البته در مورد آهن و منگنز، ممکن است استثنا باشد. همچنین، ترکیبات آلی، بعنوان مثال: ویتامین ها برای رشد گیاهان آبی ضروری هستند (Pinet, 2000 : Millero, 2006 : Kennish, 2001). غلظت کم عناصر کمیاب برای موجودات دریائی مهم و بحرانی است. این عناصر در ادامه حیات، کاهش و یا از بین بردن حیات (سمیت) موجودات موثرند (Pinet, 2000). در این قسمت تنها به بحث میکرونوترینت های مهم (نیتروژن، فسفر و سیلیس) می پردازیم.

منابع نوترینت ها در سطح آب، به کنش و فرآیند فیزیکی وابسته است. در اعماق کم و عرض های جغرافیائی میانه، شکست لایه بندی حرارتی در محیط آبی، بعنوان یک نتیجه ای از تغییر دمای فصلی است که توسط باد، اختلاط ستون آبی صورت می گیرد. تاثیر باد با افزایش عمق در لایه سطحی نوترینت ها را دوباره با یک دوره طولانی تر (در پائیز و زمستان) به سطح بر می گرداند. انتقال مواد از لایه های زیرین به سطح و مناطق کناره ای، تنها از طریق فرآیند upwelling صورت می گیرد (Riley and Skirrow, 1976).

مقدار مواد زیست زا در ارتباط با شدت جریان فتوسنتز، جریانات بیوشیمیائی و تراکم پلانکتونی در فصول مختلف متغیر می باشد (پورغلام و کاتونین، ۱۳۷۴). میزان انباشتگی مواد معدنی ترکیبات نیتروژن، فسفر و سیلیس در عمق آب، به تولیدات بیولوژیک لایه سطحی با احیاء عناصر مختلف و جریان های افقی و عمودی در گستره لایه های آبی وابسته است، غلظت این عناصر بسته به توده های آبی مختلف، متمایز می باشد (Riley and Skirrow, 1976).

۱-۶-۴- ترکیبات نیتروژن

غلظت عمده فرم معدنی نیتروژن شامل نیتريت، نترات و محلول آمونیاک (یونیزه و غیر یونیزه) در آب دریا بترتیب به میزان ۱-۵۰، ۰،۱-۵۰، و ۱-۵۰ میکرومول است. غلظت فرم معدنی نیتروژن شامل نیتريت، نترات و محلول آمونیاک در بررسی سال ۱۳۸۷ در آب منطقه جنوبی دریا خزر بترتیب به میزان ۰،۲-۰، ۰،۴،۶-۰ و ۰،۱۲-۰،۰۵ میکرومول بوده است.

ترکیبات نیتروژن همچنین به مقدار کمی بصورت یون هیپونیتريت، هیدروکسیل آمین و نیتروس اکسید نیز وجود دارد. ویژگی ترکیبات نیتروژنی این است که می توانند در نه وضعیت اکسیداسیون وجود داشته باشند. همچنین آمونیاک بسته به pH آب می تواند به دو فرم (NH_4^+ و NH_3) وجود داشته باشد. در $\text{pH}=8,1$ ، 95% محلول آمونیاکی مربوط به یون NH_4^+ است (Millero, 2006). در این بررسی میانگین pH آب دریای خزر در طول سال $8,32 \pm 0,08$ بوده است و غلظت NH_4^+ محلول بمراتب بیشتر از NH_3 می باشد.

ترکیبات نیتروژنی در لایه نوری دریا بوسیله فیتوپلانکتون ها، طی عمل فتوسنتز تثبیت می شوند. وقتی که غلظت نترات کمتر از $0,7$ میکرو مول گردد، سلول ها قبل از توقف تقسیمات سلولی با کمبود ازت روبرو می گردند. این سلول ها در تاریکی نیز قادر هستند NO_3^- و NH_4^+ دریافت نمایند ولی قادر به جذب NO_2^- نیستند. پس از مرگ سلول ها، آن ها با سرعت تجزیه شده و آمونیاک غیر یونیزه و فسفات را آزاد می کنند و بدین ترتیب مواد زیستی در چرخه محیط آبی وارد می گردد (Millero, 2006). در این بررسی میزان غلظت نترات در منطقه جنوبی دریای خزر در طول سال $1,44 \pm 0,031$ میکرومول بوده است. این شرایط نشان می دهد که فیتوپلانکتون ها با کمبود نترات ($<0,7$ میکرومول) جهت تزیاد سلولی روبرو نمی گردند و در زمستان نیز امکان رشد و توسعه آنها بواسطه ترکیبات نیتروژنی وجود دارد.

در طی بررسی فصلی ترکیبات نیتروژن در منطقه بین اقیانوس اطلس و دریای شمال مشخص گردید که در قسمت سطحی و عمقی با شروع فصل بهار، سرعت غلظت نترات و آمونیم کاهش (تا اواسط تابستان) و سپس کم کم افزایش می یابد و دوباره در زمستان به اوج خود می رسد (Millero, 2006). در این بررسی نیز غلظت یون آمونیم در فصل زمستان به اوج خود رسیده است، اما نترات در بهار از بیشترین مقادیر برخوردار بوده است و در تابستان به حد اقل خود رسیده است. این موضوع نشان می دهد که تولیدات فیتوپلانکتونی با تاخیر در فصل بهار به اوج می رسد (بعد از ماه اردیبهشت). میزان غلظت نترات با دور شدن از ساحل، بخصوص تا منطقه عمقی 100 متر و حتی عمق D10050 روند صعودی دارد. کمترین مقادیر آن مربوط به عمق D10 بوده است. مرور آمار (۱۵ سال) نشان می دهد که میانگین غلظت نترات از منطقه ساحلی 2 متری (برابر $29/49$ میکرو گرم در لیتر) به منطقه با عمق 50 متر ($11/86$ میکرو گرم در لیتر) روند کاهشی دارد (فضلی و همکاران، ۱۳۸۹) که با اطلاعات این تحقیق مشابه نیست. این موضوع می تواند تمرکز مصرف نترات را در مناطق کرانه ای و بلوم های اخیر آن

مرتبط دانست، زیرا هر چه از ساحل دور می شویم، میزان شفافیت آب بعنوان یکی از شاخص های تروفی است افزایش می یابد. از طرفی افزایش میزان نترات در منطقه عمقی ۵۰ و ۱۰۰ متر (۲۳,۹. ۲۲,۳ میکروگرم بر لیتر) حاکی از غنی شدن دریا در سال های اخیر و ورود مواد مغذی بیشتر از رودخانه ها نسبت به سنوات گذشته است.

با توجه به بررسی های منطقه جنوبی دریای خزر در سال های گذشته، حداکثر مقدار نیتريت در منطقه ساحلی با عمق ۲ متر برابر ۲,۱۵ میکروگرم در لیتر و حداقل آن در منطقه با عمق ۶۰۰ متر برابر ۱,۰۲ میکروگرم در لیتر مشاهده شد. در این بررسی نیز غلظت نیتريت علاوه بر روند کاهشی از منطقه ساحلی به مناطق دور از ساحل، دارای روند صعودی از لایه های سطحی به لایه های عمقی تا ۱۰۰ متر دارا بوده است.

نتایج تحقیقات (فضلی و همکاران) گذشته نشان می دهد که غلظت یون آمونیم در منطقه ساحلی (۲۴/۶۸ میکروگرم در لیتر) با یک روند کاهشی به لایه سطحی عمق ۵۰ متر (۱۶/۳۱ میکروگرم در لیتر) می رسد. سپس با افزایش عمق روند افزایشی داشته و در منطقه با عمق ۸۰۰ متر به حداکثر میزان خود (۲۸/۷۶ میکروگرم در لیتر) می رسد. بررسی های حاضر (۱۳۸۷) نیز موید این قضیه می باشد با این تفاوت که میزان غلظت یون آمونیم در لایه سطحی تا عمق ۵۰ متر و کمتر دارای اختلاف معنی دار آماری نیست، اما با لایه سطحی عمق ۱۰۰ متر دارای اختلاف معنی دار آماری در سطح ۰,۰۵ می باشد. این موضوع علاوه بر افزایش غلظت (۵۰متر: ۲۲,۸ میکروگرم بر لیتر)، گستردگی مواد زیست زا و در نهایت ترفی منطقه را نشان می دهد. قابل ذکر است که تا لایه ۵۰ متر با روند کاهشی غلظت یون آمونیم روبرو هستیم، در صورتی که در لایه ۱۰۰ متر با افزایش غلظت (۲۴,۱ میکروگرم بر لیتر). مواجه شدیم.

مرور آمار نشان می دهد که در منطقه جنوبی دریای خزر مقدار ازت آلی در آب های سطحی با عمق ۲ متری دارای حداکثر میزان خود (۵۲۳ میکروگرم در لیتر) می باشد و با دور شدن از ساحل مقدار آن کاهش یافته، بطوریکه حداقل مقدار آن در عمق ۵۰۰ متر برابر ۳۲۰ میکروگرم در لیتر برآورد شد. روند تغییرات ازت آلی (S100 = ۴۹۱ ، S5 = ۵۶۲ میکروگرم در لیتر) در این بررسی نیز مانند سال های گذشته بوده است.

روند غلظت ازت کل مشابه ازت آلی میباشد. در طی تحقیقات قبلی مقادیر ماگزیمم در نوار ساحلی و حداقل در نواحی دور از ساحل (عمق ۱۰۰متر) مشاهده گردید. در تحقیق حاضر روند مشابه سنوات قبل می باشد با این تفاوت که در عمق ۱۰۰متر مقدار آن بیشتر بوده است.

میانگین ازت آلی در سنوات گذشته در لایه سطحی ۴۴۰ میکروگرم در لیتر بوده که با افزایش عمق تا ۵۰۰ متر روند کاهشی داشته و به ۲۵۴ میکروگرم در لیتر می رسد. در بررسی اخیر و منطقه عمقی مورد مطالعه (۱۰۰-۵ متر) این فاکتور دارای اختلاف معنی دار آماری نبوده است ($P < 0,05$)، اما روند تغییرات از سطح تا عمق ۲۰ متر صعودی و سپس تا عمق ۱۰۰ متر نزولی بوده است (فضلی و همکاران، ۱۳۸۹).

در نتیجه در بررسی سالانه، در فصل بهار با شروع رشد فیتوپلانکتونها تغییراتی در مقادیر مختلف فرمهای معدنی و آلی ازت در لایه های آبی ایجاد می شود. پلانکتونها در زمان رشد و شکوفایی ازت معدنی را مورد مصرف قرار می دهند. در این فصل فرم معدنی ازت در کل حوزه تغییراتی از ۵۱,۵-۵,۱ میکروگرم در لیتر داشته است. بطوریکه مقدار ازت نیترونی چندان زیاد نبوده و فرمهای اصلی ازت آمونیاکی و نیتراتی می باشد. درصد فرم های مختلف ازت معدنی در لایه های فوقانی (۲۰-۰ متر) برابر NH_4^+ :۴۲٪، NO_2^- :<۳٪، NO_3^- :۵۱٪ و در لایه های زیرین (۱۰۰-۵۰ متر) برابر NH_4^+ :۳۴٪، NO_2^- :<۳٪، NO_3^- :۶۳٪ بوده است. پس می توان اظهار نمود که در لایه های فوقانی بیشترین مقدار ازت معدنی را ازت نیتراتی تشکیل می دهد که توسط فیتوپلانکتونها بهتر و آسانتر مورد مصرف قرار می گیرد و ناشی از دبی رودخانه ها می باشد (قاسم اف، ۱۹۸۷) (شکل ۴-۳). از طرفی در لایه زیرین نیز بیشترین درصد همان ازت نیتراتی می باشد که به دلیل اسیدی شدن ترکیبات موجود در بستر به نیترات که آخرین ترکیب پایدار نیتروژنی است صورت می گیرد. (بابا مخیر، ۱۳۷۰). در فصل بهار امتزاج عمده به انباشتگی مجدد آب از ازت معدنی توسط بالا آوردن آب غنی از نیترات از لایه های زیرین کمک می کند (Riley, 1976)، این روند در این منطقه هم مشاهده گردید. حداکثر غلظت ازت آمونیاکی در ایستگاه تنکابن، انزلی و ترکمن، احتمالاً تحت تاثیر رودخانه تنکابن، تالاب انزلی و جریان آب و تجمع مواد در منطقه شرق دریای خزر بوده است ($p < 0,05$). بالا بودن میزان ازت آلی در نوار ساحلی کاملاً مشهود است. همچنین در طول نوار ساحلی غلظت ازت آلی (۷۹۰-۵۱۹ میکروگرم در لیتر) بیشتر از مناطق دور از ساحل است و این موضوع، نشان از انباشتگی مواد آلی در منطقه ساحلی به دلیل ورود آب رودخانه ها و هرز آب های سطحی ساحلی است.

در فصل تابستان دریا با جذب نور خورشید گرم می شود و افزایشی در انرژی پتانسیل ستونهای عمودی آب ایجاد می گردد و گرادیان دمایی پایدار حاصل می شود که اثر بازدارنده روی حرکات تلاطمی آب دریا داشته

و در این موقع اگر حرکات پیچشی توسط باد روی سطح آب تولید گردد انرژی آن آنقدر بزرگ نیست که بر پایداری حرارتی تشکیل شده فایق آید (مروتی، ۱۳۸۴). در این شرایط (تابستان) طبقه بندی^{۱۹} آب به طور کامل ایجاد می شود که در این حالت جریانات و امتزاج عمودی آب متوقف می گردد (نصرالله زاده، واحدی ۱۳۷۹). در فصل تابستان برخلاف فصل بهار میزان ازت معدنی کاهش محسوسی را نشان می دهد. بطوریکه دامنه تغییرات ازت معدنی در کل منطقه برابر ۷۸-۱۰ میکروگرم در لیتر بوده است. در فصل تابستان با بالا رفتن دما، رشد و شکوفایی فیتوپلانکتون ها زیاد شده و مصرف ازت افزایش یافته و در نتیجه میزان غلظت آن کاهش می یابد. بالا بودن غلظت ازت در نوار ساحلی در فصل تابستان نیز همچنان مشاهده می گردد که می تواند به علت انباشتگی مواد آلی در اثر تخلیه آب رودخانه به دریا باشد.

در فصل پاییز به همراه کاهش تدریجی دمای محیط، تاثیر رژیم بادهای موسمی و جریانات آبی سبب جابجایی طبقات آبی می گردد. به طوریکه آبهای سطحی دریاچه در اثر کاهش دما و متعاقب آن افزایش دانسیته به اعماق جریان می یابد در نتیجه درجه حرارت لایه ها به هم نزدیکتر می شود و به سمت هم دمایی پیش می رود (نصرالله زاده، واحدی ۱۳۷۳). میزان ازت آلی و معدنی و به پیروآن ازت کل در ناحیه شرقی، غربی در این فصل (پائیز) بیش از نواحی دیگر می باشد. علت آن را می توان جریان آب منطقه جنوبی، شیب بستر و تجمع مواد مغذی در ناحیه شرقی و تاثیر آبهای سرد شمالی در ناحیه غربی دانست. در این فصل حداکثر غلظت ازت آمونیاکی در لایه های بالایی به میزان ۱۱,۴۲ میکروگرم در لیتر و حداقل آن در لایه های زیرین به میزان ۵,۱ میکروگرم در لیتر بوده است. در مورد ازت نیتراتی این اختلاف در دو لایه ناچیز بوده و در مورد ازت نیتریتی روند تغییرات مشابه ازت نیتراتی می باشد.

در فصل زمستان اختلاف دما بین لایه های سطحی و عمقی کاهش یافته و آبها هم دما می شوند و عمل امتزاج عمودی لایه های آبی کاملاً صورت می پذیرد. (نصرالله زاده، واحدی ۱۳۷۳). در این فصل بالا بودن نسبی میزان ازت معدنی در نواحی مرکزی و شرقی مشهود بوده است و آستارا دارای کمترین میانگین غلظتی ازت معدنی (۳۳,۶ میکروگرم در لیتر) می باشد. در این فصل درصد فرمهای اصلی ازت معدنی را ازت آمونیاکی دارا می باشد به طوریکه ازت آمونیاکی ۶۳٪ و ازت نیتراتی ۳۴,۴۷٪ و ازت نیتریتی ۱,۶۶٪ را دارا بوده است. در بررسی

¹⁹- stratification

تغییرات فرم های مختلف ازت معدنی، از منطقه آب های سطحی تا اعماق ۱۰۰ متر، نوسانات کمی مشاهده گردید. این موضوع نشان می دهد که امتزاج عمودی لایه های آبی انجام شده است. از طرفی میزان اشکال مختلف ازت در نوار ساحلی کماکان بیشتر می باشد که این احتمالاً به علت تاثیر رودخانه های پر آب در فصل زمستان است.

در بررسی سالانه در کلیه فصول روند تغییرات ازت کل تابع ازت آلی است. چون بیشترین درصد ازت کل را شامل می شود. در بررسی سالانه ازت معدنی، بیشترین درصد ازت نیتریتی و نیتراتی (۳,۸٪ و ۶۶,۲٪) در پائیز و بیشترین ازت آمونیاکی (۶۳,۸٪) در زمستان مشاهده گردیده است ($p < 0,05$).

۲-۶-۴- فسفات

سرعت رشد اکثر گونه های فیتوپلانکتونی به غلظت ترکیبات فسفر معدنی (بیش از ۰,۳ میکرومول یا ۹,۳ میکروگرم در لیتر) وابسته است و در غلظت کمتر از ۰,۳ میکرومول، سلول ها با کمبود فسفر مواجه می شوند و پس از مرگ فیتوپلانکتون، فسفر آلی بسرعت به فسفر معدنی تبدیل می شود (Millero, 2006). غلظت فسفر در آب دریا از ۰-۷۰ میکروگرم در لیتر متفاوت است. (Kennish, 2001). فرمهای معدنی فسفات محلول از تولیدات یونی H_3PO_4 در آب دریا است. کنترل تبدیل اشکال معدنی به pH، فشار و ترکیبات آب دریا بستگی دارد. همچنین میزان فسفر در فصول مختلف و حتی ساعات مختلف شبانه روز متفاوت می باشد (Millero, 2006). در این بررسی نیز غلظت فسفر در فصول و اعماق و همچنین در ایستگاه های مختلف، دارای تفاوت معنی دار آماری بوده است ($p < 0,05$). بیشترین میانگین فصلی آن در فصل بهار $7,86 \pm 0,26$ میکروگرم بر لیتر) ثبت گردید ($p < 0,05$).

در آب های سطحی غلظت فسفات معدنی (محلول و ذرات) متاثر از تجزیه گیاهان است، اما فسفر آلی محلول از ترکیبات پروتئینی مختلفی حاصل از تولیدات دفعی و تجزیه موجودات زنده دریائی می باشد و در حال حاضر جزئیات مربوط به چرخه ترکیبات فسفر آلی در آب های سطحی دریا، ناشناخته می باشد (Millero, 2006). بررسی ها نشان می دهد که غلظت فسفر کل به فسفر آلی گرایش دارد، بطوری که فسفر کل و آلی در پائیز

دارای بیشترین مقادیر غلظتی بوده است، در صورتی که فسفات معدنی در بهار دارای حد اکثر غلظت بوده است. این موضوع آمادگی محیط در فصل بهار را جهت ایجاد شرایط رشد و نمو فیتوپلانکتون ها نشان می دهد. در بررسی های گذشته در منطقه جنوبی دریای خزر (سال های ۱۳۸۵-۱۳۷۰) تغییرات میانگین مقدار فسفر ارگانیک، غیر ارگانیک و کل تقریباً مشابه و بدینصورت می باشد که ابتدا از سطح تا عمق ۵۰ متری کاهش، در ادامه تا عمق ۴۰۰ متر افزایش و سپس از عمق ۴۰۰ تا ۵۰۰ متری کاهش شدید و در نهایت تا عمق ۸۰۰ متری روند افزایشی داشته است. بر این اساس حداقل و حداکثر میانگین فسفر غیر ارگانیک بترتیب ۱۰/۶۰ و ۲۲/۶۶، فسفر ارگانیک ۱۵/۵۴ و ۲۱/۷۸ و فسفر کل ۲۹/۲۳ و ۴۴/۴۳ میکروگرم در لیتر برآورد شده است. در این بررسی میانگین فسفر معدنی در طول سال و در اعماق مختلف (۱۵,۵-۱,۶) ۶,۶۹، فسفر آلی (۱,۵-۵۴,۷) ۱۷,۴۴ و فسفر کل (۶۳,۸-۱۲,۱) ۲۴,۱۲ میکروگرم بر لیتر بوده است (فضلی و همکاران، ۱۳۸۹). مقایسه غلظت مقادیر فسفر آلی و کل، نسبت به سنوات گذشته افزایش نشان می دهد. این موضوع احتمالاً می تواند ناشی از افزایش ورود مواد آلاینده در سال های اخیر باشد.

مرور آمار نشان می دهد که تغییرات فسفر غیر ارگانیک، فسفر ارگانیک و فسفر کل آب دریای خزر از آب های ساحلی تا عمق ۸۰۰ متر تقریباً مشابه می باشد (فضلی و همکاران، ۱۳۸۹). در این بررسی و تا عمق ۱۰۰ متر، مشخص گردید که در سطح آماری ۰,۰۱ دارای همبستگی (پیرسون) می باشند. با این تفاوت که فسفر معدنی و آلی با فسفر کل دارای همبستگی مثبت، اما نسبت به هم دارای همبستگی منفی می باشند.

اطلاعات سنوات گذشته نشان می دهد که ابتدا با فاصله گرفتن از ساحل تا عمق ۱۰۰ متر مقدار آنها روند کاهشی و سپس تا عمق ۴۰۰ متر روند افزایشی و مجدداً تا عمق ۵۰۰ متر کاهش شدید و نهایتاً تا عمق ۸۰۰ روند افزایشی دارند. در بررسی حاضر (۱۳۸۷) ثبت گردید (شکل ۳-۱۶) بیشترین میزان مربوط به منطقه عمقی D10010 و D10020 و همچنین منطقه آب های سطحی (۵ متر) ساحلی بوده است ($p < 0,05$).

در یک دوره آماری (۸۵-۱۳۷۰) میزان فسفر غیر ارگانیک آب در کرانه های جنوبی دریای خزر، افزایش معنی دار داشته است (از ۱۲/۲۸ به ۱۴/۶۴ میکروگرم در لیتر؛ $P < 0.001$). ولی میزان فسفر ارگانیک کاهش معنی داری نشان می دهد (از ۱۹/۳۸ به ۱۷/۵۷ میکروگرم در لیتر؛ $P < 0.006$). بررسی های سال ۱۳۸۷ نشان می دهد که غلظت فسفر معدنی کاهش (۶,۷±۰,۱۳ میکروگرم در لیتر) یافته است، ولی غلظت فسفر آلی (۱۷,۴۶±۰,۳۳)

میکروگرم در لیتر) تغییر چندانی نداشته است. هر چند میزان فسفر معدنی در این بررسی بیش از دو برابر حد بحرانی مورد نیاز فیتوپلانکتون می باشد، اما کاهش میزان غلظت فسفر معدنی در سال ۱۳۸۷، به احتمالی نشانگر افزایش تولیدات اولیه فیتوپلانکتونی و به دنبال آن کاهش دفع فسفات از زئوپلانکتون ها می باشد. که در گزارش طرح هیدروبیولوژی به این موضوع پرداخته می شود (Millero, 2006).

مرور آمار نشان می دهد که برای هر دو متغیر فسفر معدنی و آلی بین فصول مختلف اختلاف معنی داری ملاحظه شد (بترتیب $P < 0.001$ و $P < 0.001$) که با اطلاعات این تحقیق مشابه است.

میزان فسفر کل در دوره قبل و بعد از ظهور شانه دار *M. leidy* در منطقه جنوبی دریای خزر، بترتیب ۲۹/۵۷ و ۳۴/۵۸ میکروگرم در لیتر بوده است، که افزایش معنی داری را نشان می دهد ($P < 0.001$). همچنین غلظت آن در بین فصول مختلف نیز دارای اختلاف معنی دار آماری است ($P < 0.002$) (فضلی و همکاران، ۱۳۸۹). در این بررسی (۱۳۸۷) میزان فسفر کل $24,12 \pm 0,32$ میکروگرم در لیتر بوده است. مرور آمار در بعد از ورود شانه دار، نشان می دهد که تراکم و زیتوده آن در سالهای اخیر کاهش یافته است (رستمیان و همکاران، ۱۳۸۹). از آنجا که غالبیت فسفر کل را، فسفر آلی بخود اختصاص داده است و از جهتی که حد اکثر فسفر کل و آلی در فصل پائیز مشاهده گردید، می توان احتمال داد که وجود حد اکثر تراکم شانه دار در فصل پائیز (رستمیان و همکاران، ۱۳۸۹) دلیلی بر افزایش فسفر آلی در این زمان می باشد. لذا با توجه به مرور آمار در ارتباط با غلظت های اشکال مختلف فسفر در قبل و بعد از ظهور شانه دار، تاثیر این موجود در چرخه فسفر دریا، علاوه بر افزایش میزان آلاینده ها دور از ذهن نیست.

در تابستان و همچنین بهار بدلیل وجود فیتوپلانکتونها مصرف نوترینتها خصوصا فسفر شدید است و تحقیقات نشان میدهد بعد از مصرف فسفر معدنی (توسط فیتوپلانکتونها) احتمال تبدیل و مصرف فسفر آلی وجود دارد. فسفر در مقایسه با نیتروژن از اتمسفر به آب وارد نمی شود و یکی از منابع تامین فسفر دریای خزر، وجود رودخانه ها است، که به دریا می ریزند. در تابستان کاهش فسفر معدنی در لایه فوقانی می تواند به عنوان عامل محدود کننده برای فرایند فتوسنتز باشد. (کاتونین ۱۳۷۳). در این بررسی نیز دیده می شود که در فصل بهار میزان فسفر معدنی از ۶,۵۵ میکروگرم در لیتر در قسمت غربی به ۸,۸۸ میکروگرم در لیتر در قسمت شرقی رسیده است. در این فصل میزان فسفر در آبهای کم عمق ساحلی تنها به علت ورود جریانات رودخانه ای نیست بلکه در

اثر حرکت عمودی آبها از کف دریا نیز می باشد (کاتونین ۱۳۷۳). در تابستان نوسانات غلظتی متفاوتی به چشم می خورد. بطوریکه این میزان در قسمت غربی ۵,۹۲ و در قسمت مرکزی ۸,۲ و شرقی ۶,۵۹ میکروگرم در لیتر می باشد. گزارشات شکوفائی جلبکی در مناطق مرکزی و در فصل تابستان نیز موید این موضوع می باشد. در فصل پاییز کلیه نواحی کاهش فسفر معدنی را نشان داده اند، با این تفاوت که ناحیه غربی (۵,۹۸ میکروگرم در لیتر) دارای غلظت بالاتری نسبت به ناحیه مرکزی و شرقی (بترتیب: ۳,۶۳ و ۴,۹۳ میکروگرم در لیتر) داشته است که این موضوع موید شکوفائی جلبکی منطقه غربی (انزلی) در پاییز ۱۳۸۵ می باشد. میزان کاهش فسفر در نواحی مرکزی حاکی از مصرف زیاد آن در تولیدات فیتوپلانکتونی می باشد که در این منطقه با شکوفائی روبرو بوده است. تغییرات فسفر معدنی در نواحی مختلف در فصل زمستان همانند فصل تابستان (غربی: ۶,۵۸ - مرکزی: ۷,۶۶ و شرقی: ۶,۸۸ میکروگرم در لیتر) بوده است.

بالا بودن نسبی میزان این فاکتور در لایه سطحی و نوار ساحلی می تواند بر اثر جابجایی ذخایر فسفاتی از بستر به سطح و همچنین وجود رودخانه های حاشیه باشد. آنچه در ارتباط با غلظت فسفر در لایه های مختلف مطرح است، لایه D10020 می باشد که دارای بیشترین میزان فسفر و کمترین میزان اکسیژنی است ($p < 0,05$). بطور کلی چرخش سالانه فسفر نتیجه دو عمل مخالف، تجزیه مواد آلی (تولید فسفر معدنی) و تولیدات اولیه (مصرف فسفر معدنی) می باشد. از طرفی مطالعات نشان داده است توزیع فسفر معدنی و آلی شبیه هم بوده است و غلظت ماکزیمم آن در نواحی کم عمق مشاهده گردید.

در شکل ۱۶-۳ مشاهده می گردد که غلظت فسفر معدنی از منطقه ساحلی به دور از ساحل در قسمت آب های سطحی و همچنین اعماق تا ۱۰۰ متر روند صعودی دارد که با اطلاعات Millero (۲۰۰۶) در بررسی آب های آزاد مطابقت می کند. در این بررسی $70,48 \pm 13,6$ درصد فسفر آب های سطحی از نوع آلی می باشد. شایان ذکر است که با توجه به منطقه نمونه برداری در این بررسی (تا عمق ۱۰۰ متر) میزان فسفر کل در آب های ساحلی نتیجه ای از فرآیند Upwelling و شکوفائی فیتوپلانکتونی است. در زمستان و در منطقه آب های نزدیک ساحل، پروفیل فسفر کل می تواند بصورت خطی باشد (شکل ۳-۱۸). میزان آن در بهار و تابستان کمتر از پاییز و زمستان می باشد ($p < 0,05$). که با مطالعات اقیانوس شناسی Millero (۲۰۰۶) مطابقت دارد.

۳-۶-۴ - نسبت نیتروژن به فسفر

در محیط آبی بین کربن، فسفر و نیتروژن روابطی برقرار است. رابطه بین کنترل بیولوژیکی بواسطه فاکتور های شیمیائی آب، اولین بار توسط Redfield در سال ۱۹۳۴ تعیین شد. هم اکنون به نسبت ملکولی فسفر، نیتروژن و کربن redfield ratios می گویند (۱:۱۶:۱۰۶). نسبت نیتروژن به فسفر بعنوان پارامتر مهمی برای تعیین وضعیت تروفی یک ناحیه بشمار می رود. نسبت نیتروژن به فسفر برای فیتوپلانکتون در لایه سطحی آب های دریائی تقریباً برابر ۱:۱۶ می باشد. این میزان در اقیانوس اطلس از لایه سطحی به ۱:۱۵ در لایه عمقی کاهش می یابد و در اقیانوس آرام در لایه حداقل اکسیژنی به ۱:۱۴ می رسد (Kennish, 2001). نظرات مختلفی مبنی بر نیاز فیتوپلانکتون و اپتیمم نسبت نیتروژن به فسفر وجود دارد. طبق نظر Klausmeier و همکاران (۲۰۰۴) میزان اپتیمم نسبت نیتروژن به فسفر از ۸,۲ تا ۴۵ بسته به شرایط اکولوژی منطقه متغیر می باشد. در این بررسی دامنه تغییرات نسبت نیتروژن به فسفر در طول سال (۱۳۸۷) برابر (۱-۳۷) ۳۶ واحد بوده است. بطوری که در بررسی ایستگاهی، بالاترین میانگین فصلی نسبت نیتروژن به فسفر در منطقه انزلی ۱: (۸,۴۷±۰,۶) با دامنه (۲-۲۲) ۲۰ واحد و حد اکثر آن در تابستان مربوط به ایستگاه ترکمن به میزان ۱:۳۷ تعیین گردید. اما در بررسی فصلی بالاترین مقادیر مربوط به فصل زمستان (۹,۱۳±۰,۴۶) و بترتیب به فصول پائیز ۱: (۷,۷±۰,۳۸)، بهار ۱: (۶,۱±۰,۲۸) و تابستان ۱: (۵,۴۸±۰,۳۸) تعلق داشته است ($p < 0,05$). در بررسی لایه ای مشخص گردید که لایه های عمیق (۵۰ و ۱۰۰ متر بمیزان ۸,۴۳±۰,۹۳) از مقادیر بالاتری برخوردار بوده اند ($p < 0,05$). این مقادیر نشان می دهد که منطقه جنوبی دریای خزر استعداد شکوفائی جلبکی را در فصول مختلف دارا می باشد.

۴-۶-۴ - سیلیس

اندازه گیری دقیق سیلیس بخاطر انواع مختلف آن در آب دریا کاملاً روشن نیست. (Gunnerson and Emery, 1962: Riley and Skirrow, 1976). همچنین از کوارتز، فلدسپار و رس معدنی، سیلیس محلول آزاد می شود (Kennish, 2001).

میزان سیلیس محلول در آب های دریائی، ۲۰۰-۰ میکرو مول است (Kennish, 2001). میزان حلالیت آن با کاهش درجه حرارت روند نزولی دارد و با افزایش عمق، روند آن صعودی است (Krauskopf, 1956). سیلیس با

شوری نسبت عکس دارند (Riley & Skirrow, 1976). در این بررسی (۱۳۸۷) نیز مشخص گردید که ضریب همبستگی (پیرسون) غلظت سیلیس با عمق (sig=۰,۰۲ و ۰,۱۴۲) و دمای آب (sig=۰,۰۱۱ و ۰,۱۱۶) مثبت و با شوری آب (sig=۰,۰۷۵ و -۰,۰۱۴) منفی است. اختلاف معنی دار آماری در غلظت سیلیس در مقایسه لایه ای مشاهده نگردید، اما بیشترین مقادیر غلظتی مربوط به لایه سطحی (۲۲۳,۶۱±۶,۳۹ میکروگرم در لیتر) تا عمق ۱۰ متر (۲۲۳,۶۰±۷,۵۶ میکروگرم در لیتر) بوده است.

غلظت سیلیس محلول نسبت به سایر عناصر محلول در آب دریا، دارای تغییرات بیشتر است. در مناطق کرانه ای که دیاتومه ها بعنوان شاخص اکولوژیک مطرح نیستند، غلظت سیلیس تحت تاثیر ورود سیلیس محلول از رودخانه به آب های ساحلی است. بدین ترتیب غلظت آن بیشتر از مناطق آب های سطحی دور از ساحل می باشد. از طرفی در فصول مرطوب غلظت آن در نواحی کرانه ای بواسطه دبی ورودی آب رودخانه به دریا، بیشتر است (Krishnamurthy, 1967). همچنین میزان غلظت سیلیس محلول در آب های سطحی با شوری و رشد دیاتومه ها نسبت معکوس دارد (Stefansson and Rechar, 1963). در بررسی فصلی غلظت سیلیس (۱۳۸۷) مشخص گردید که بترتیب فصل بهار دارای بیشترین مقادیر (۲۳۰,۷±۶,۶۵ میکروگرم در لیتر) و بترتیب تابستان، پائیز و زمستان (۲۰۱,۶۲±۵,۸ میکروگرم در لیتر) در رتبه های بعدی قرار دارند. در مقایسه ایستگاه مشخص گردید که تنها ایستگاه تنکابن از کمترین مقدار (۱۸۴,۶۹±۸,۸ میکروگرم در لیتر) برخوردار بوده و بین ایستگاه های دیگر اختلاف معنی درای وجود ندارد (p<۰,۰۵). ممکن است که در این ناحیه فتوسنتز بالا بوده و مصرف نوترینتها بالا می باشد. شکوفائی پلانکتونی در نواحی مرکزی در سال های اخیر موید این موضوع می باشد.

غلظت سیلیس در دریا دارای تغییرات زیادی است. توزیع سیلیس در لایه فوقانی بدلیل وجود دینامیک آبی از قبیل تخلیه آب رودخانه به دریا و چرخش سیکلونی و آنتی سیکلونی بسیار پیچیده است (Kennish, 2001). مرور آمار (۸۵-۱۳۷۰) نشان می دهد که میزان سیلیس در لایه سطحی ۲۷۱ میلی گرم در لیتر بوده که به ۲۱۲ میلی گرم در لیتر در عمق ۲۰ متری کاهش ولی پس از آن تا عمق ۴۰۰ متری بشدت افزایش یافته و به ۵۷۰ میلی گرم در لیتر می رسد. پس از این عمق نیز اندکی کاهش می یابد (۵۳۰ میلی گرم در لیتر) (فضلی و همکاران، ۱۳۸۹).

۵- نتیجه گیری و پیشنهاد

آنچه از این پروژه متصور است، شامل پایش منطقه جنوبی دریای خزر و اطلاع از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب می باشد. از طرفی هر گونه فعالیت در محیط های دریائی نیاز به آگاهی از پارامتر های کمی و کیفی آب دارد. منطقه جنوبی دریای خزر بدلیل شیب فلات قاره از محدودیت بستر های کرانه ای برخوردار است. آبریزان دریای خزر بنوعی جهت تغذیه و مهاجرت های تولید مثل، وابسته به این محدوده می باشند. علاوه بر اینکه مناطق کرانه ای تحت تاثیر جریان های دریائی و پارامتر های وابسته قرار دارند، این منطقه با توجه به بررسی های بعمل آمده، نشان داده است که متاثر از دبی آب رودخانه ها و هرز آب های سطحی ساحلی است. هر چند این بررسی تا عمق ۱۰۰ متری صورت گرفته است، اما بدلیل تفاوت شیب فلات قاره در ایستگاه های مختلف، فاصله خط ساحلی تا عمق ۱۰۰ متر یکسان نبوده و بین ۶ (سفید رود) تا ۶۸ (بندر ترکمن) کیلومتر در نوسان است. لذا با توجه به تاثیر آب ورودی از ساحل به دریا و همچنین شیب فلات قاره، فاصله مکان های نمونه برداری تا ساحل، جریان های آبی منطقه ای و دائمی دریا، سبب برخی اختلافات در عوامل فیزیکی و شیمیایی آب، حتی در مناطق هم عمق گردیده است. لذا علاوه بر تعیین ایستگاه ها بر اساس عمق، بدلیل تاثیر رودخانه ها بر مناطق کرانه ای و آب های سطحی، لازم است فاصله از ساحل نیز بعنوان عامل تاثیر گذار در تعیین ایستگاه مورد توجه قرار گیرد.

از سویی کاهش میزان اکسیژن محلول در تمام فصول در عمق ۱۰۰۱۰ D1 مشهود است که علت آن محرز نمیشد توصیه می گردد جهت مشخص شدن مسئله ذکر شده مطالعات کاملتری در این خصوص انجام گیرد. از جهتی اطلاعات این تحقیق علاوه بر سازمان شیلات ایران، برای مراکزی چون اقیانوس شناسی، بنادر و کشتیرانی، محیط زیست، زمین شناسی و مراکز علمی و دانشگاهی مفید است. لذا این مهم ایجاب می نماید که جهت تکمیل تحقیقات دریائی در منطقه جنوبی دریای خزر، پروژه های مشترکی با حضور ادارات و سازمانهای مرتبط صورت گیرد.

منابع

- ۱- ارادفسکی و همکاران، ۱۹۹۲. راهنمای تجزیه شیمی آب دریا، انتشارات سن پترز بورگ، مترجم یونس عادل، گیلان. صفحه ۹۷-۱۱۲.
- ۲- ایوانف. و، پ. ۱۹۳۷. منابع دریای خزر. مترجم سهراب رضوانی (۱۳۸۰). موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۰۹ص.
- ۳- مخیر، ب. ۱۳۷۵. اقیانوس شناسی. انتشارات مرکز تحقیقات شیلات گیلان. ۶۵ صفحه.
- ۴- پورغلام، ر. و کاتونین، ت. ۱۳۷۴. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی منطقه جنوبی دریای خزر موسسه تحقیقاتی شیلات ایران و موسسه تحقیقاتی کاسپرنیخ روسیه (آستاراخان)
- ۵- شایسته سپهر، س. ۱۳۷۳، میکروبیولوژی محیطی، انتشارات پیام نور. ۱۱۲ صفحه.
- ۶- حسینی، س. ع. گنجیان، ع. مخلوق، آ. کیهان ثانی، ع. سادات تهامی، ف. محمد جانی، ط. حیدری، ع. مکارمی، م. مخدومی، ن. روشن طبری، م. تکمیلیان، ک. روحی، ا. رستمیان، م. ت. فلاحی، م. سبک آرا، ح. خسروی، م. واردی، س. ا. هاشمیان، ع. واحدی، ف. نصرالله زاده ساروی، ح. نجف پور، ش. ۱۳۸۸. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی حوزه جنوبی دریای خزر، موسسه تحقیقات شیلات ایران.
- ۷- ساپوژنیکف، و. آگاتورا، آ. ای. آرژانوا، ان. و. نالتیوا، ای. ا. ا. ماردوسوا، ان. و. زوباروویچ، و. ال. باندارینکو، ای. آ. ۱۹۸۸. روشهای تحقیقات هیدروشمی عناصر بیوژن، انتشارات مسکو. ۱۱۸ ص.
- ۸- شریعتی، ا. ۱۳۷۶. اکولوژی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۲۷۲ص.
- ۹- روحی، عبدالله هاشمیان، مهدی نادری، فریبا واحدی، مژگان روشن طبری، آرش جوانشیر، مهدی مقیم، علی سلمانی، محمد علی افرائی، سیامک باقری، محمد تقی رستمیان، آسیه مخلوق، علی گنجیان، خناری، سید ابراهیم واردی، حوریه یونسی پور، یوسف علومی، حسن فضل، حسن نصراله زاده، فرخ پرافکنده، علیرضا کیهان ثانی، عبدالله نصراله تبار، مجید نظران، فرزاد الیاسی، نوربخش خداپرست. ۱۳۸۸. بررسی پراکنش و فراوانی شانه دار Mnemiopsis leidyi در سواحل ایرانی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران. کد: ۳۹-۰۷۱۰۲۴۲۰۰۰-۸۲.

- ۱۰- روحی، ا. نادری، م. واحدی، ف. قاسمی، ش. افرائی، م. باقری، س. رستمیان، م. ۱۳۸۱. بررسی تراکم و پراکنش شانه دار در حوزه جنوبی دریای خزر، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، کد پروژه ۰۲-۰۷۱۰۳۴۲۰۰۰-۸۰.
- ۱۱- روحی، ا. کیابی، ب. هاشمیان، ع. نادری، م. واحدی، ف. قاسمی، ش. افرائی، م. باقری، س. رستمیان، م. ۱۳۸۳. بررسی پراکنش و فراوانی شانه دار در حوزه جنوبی دریای خزر، مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، ۵۵ صفحه.
- ۱۲- علیزاده، ح. ۱۳۸۳. مقدمه ای بر ویژگی های دریای خزر. انتشارات نوربخش. ۱۱۹ص.
- ۱۳- فضلی، ح. فارابی، س.م.و. دریانبرد، غ. گنجیان، ع. واحدی، ف. واردی، س.ا. هاشمیان، ع. روشن طبری، م. ۱۳۸۸. تجزیه و تحلیل داده های هیدرولوژی و هیدروبیولوژی دریای خزر طی سالهای ۷۰-۱۳۸۵. موسسه تحقیقات شیلات ایران. در دست انتشار.
- ۱۴- قاسم اف.ع. و. ۱۹۸۷. دریای خزر. مترجم عادل یونس (۱۳۷۱). مرکز تحقیقات استان گیلان، انزلی. ۲۱۲ص.
- ۱۵- قانقرمه، ع. ملک، ج. زمانی، م. خوشروان، ه. ۱۳۸۸. نوسانات آب دریای خزر در سال آبی (۸۷-۱۳۸۶) و عوامل محیطی موثر بر آن. مرکز ملی مطالعات و تحقیقات دریای خزر. ۱۱۷ صفحه.
- ۱۶- کاتونین، د. ، ۱۳۷۴. گزارش پروژه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی حوزه جنوبی دریای خزر. انتشارات مرکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران. ۳۸۹ صفحه.
- ۱۷- گراس.ام.گرافت، ۱۳۷۳، اقیانوس شناسی، ترجمه دکتر عبدالرضا کرباسی، انتشارات مرکز تحقیقات شیلات استان مازندران.
- ۱۸- مروتی، ح. ۱۳۸۴. فیزیک دریاها و اقیانوس ها. نوشته: جی. آ. ناوس. انتشارات آبریان. ۴۰۰ صفحه.
- ۱۹- نصرالله زاده ساروی، ح. واحدی، ف. ، ۱۳۷۳، بررسی تغییرات دمایی در اعماق مختلف و نقاط ترموکلاین در حوضه جنوبی دریای خزر، انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران (سمینار ارایه گزیده دستاوردهای تحقیقاتی). ۱۵ص.
- ۲۰- واحدی، ف. روحی، ا.ب. و ...، ۱۳۸۰. بررسی تغییرات شوری، دما و زیتوده *Mnemiopsis leidyi* در آبهای سواحل مازندران. نخستین همایش بین المللی دریای خزر، دانشگاه مازندران. صفحه ۱۹۵.

۲۱- هاشمیان و همکاران، ۱۳۸۶. بررسی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی حوزه جنوبی دریای خزر در اعماق کمتر

از ۱۰ متر. گزارش نهائی موسسه تحقیقات شیلات ایران.

- 22-Aladin. N. and Plotnikov. I., 2004. The Caspian Sea, Lake Basin Management Initiative Thematic Paper. 29P.
- 23-Chester, R. 1990. Marine geochemistry, London, UNWIN HYMAN. 698P.
- 24-Clair.N.Sawyer, Perry.L.mc.Carty, Gene.F.Parkin., 1994.'Chemistry for Environmental Engineering' Fourth Edition, Mc Graw – Hill International Editions.
- 25-Eaton A. D., Clesceri, L. S., Rice.E.W. , Greenberg. A. E., 2007. Standard methods for the examination of water and wastewater, American public Health Association, 21ST EDITION, 1179.
- 26-Ganjian Khenari A., Wan Maznah W., Yahyah K., Najafpour S., Najafpour G. and Roohi A. 2009. The assessment of Biological indices for classification of water quality in southern part of Caspian Sea, World Applied sciences Journal 7 (9): 1097-1104.
- 27-Glenn Carlson, 2005. 'Total Dissolved Solids from Conductivity', Technical note 14, www. In –situ. com.
- 28-Gunnerson, C. G. and Emery, K. O. 1962. Limnol. Oceanography. 7. 14.
- 29-Kennish, M. J. 2001. Marine science. CRC press. 3 ed. P .876.
- 30-Klausmeier. C. A., Litchman, E, Daufresne, T. Levin, S. A., 2004. Optimal nitrogen-to-phosphorus stoichiometry of phytoplankton. Nature 429, 171-174.
- 31-Kosarev, A.N., 1975; Hydrology of the Caspian and Aral seas, Moscow State Univ. 372 P.
- 32-Kosarev. A. N., Yablonskaya E. A.1994. The Caspian Sea. SPB. The Hague, 259 p.
- 33-Krauskopf. K. B., 1956. Geochim. Cosmochim. Acta 10.1.
- 34-Krishnamurthy, K. 1967. Int. Rev. ges. Hydrobiol. 52, 427.
- 35-Eddy (2005) 'Waste Water Engineering, Metcalf Treatment and reuse' p-. 56, Tata McGraw Hill edition.
- 36-Millero, F. J. 2006. Chemical Oceanography. 3th ed. CRC press. 496p.
- 37-Neveskaya L. A., Goncharova I. A., Ilyina L. B. et al.,1986. The History of ParaThetis Neogene Molluscs. Acta of Paleontology Institute of USSR AS, 220, 1-208. (In Russian)
- 38-OECD, 1982, Eutro phication of waters monitoring Assessment and control, QECD publications office.pp.33-34.
- 39-Park. K., 1969. Oceanic CO2 system: an evaluation of ten methods of investigation, Limno. Oceanogr. 14. 179.
- 40-Pinet. P. R. 2000. Invitation to Oceanography. 2edt. Sudbury, Massachusetts. Golgate university.P 556.
- 41-Redfield. A. C., Ketchum. B. H., Richards. F. A., 1963. The influence of organisms on the composition of sea water , In: THE SEA, Hill. M. N. , Ed., Wiley- Interscience, New York.pp 26-76.
- 42-Redfield, A.C., 1958. The biological control of chemical factors in the environment, American Scientist. 46:205–222.
- 43-Riley, J.P., Skirrow, G., 1976.Chemical oceanography, Academic Press, London New York San Fracisco,2nd ed. Vol 1.606p.
- 44-Sawyer, C.N, McCarty, P.L., 1978. Chemistry for environmental engineering, Mc Graw. Hill book Company –440 p.
- 45-Shirokova, Y., I.Forkutsa and N.Sharafutdinova, 2000. 'Use of electricity.conductivity instead of soluble salts for soil salinity monitoring in central Asia' Central Asian research institute of irrigation, Kluwer academic publishers.
- 46-Stefansson, U. and Rechar, F. A. 1963. Limnol. Oceanogr. 8. 394.
- 47-The Sea Project,Hydrometeorology and Hydrochemistry of Sea, Vol. VI , the Caspian Sea, No.1, Hydrometeorological Conditions 1992, Saint Peter Burh, Gidrometeoizdat, 360P.
- 48-The Sea Project, Hydrometeorology and Hydrochemistry of Sea, Vol.VI, the Caspian Sea, No.2, Hydrochemical Conditions and Oceanologocal Principles in the Formation of Bioproductivity, 1996, Saint Peter Burg, Gidrometeoizdat, 322P.
- 49-Zonn I. S., 2000. Three centuries at the Caspian (The Synchronism of Major Historical Events of XVIII–20 cc.). Moscow, 1-72.

Abstract

This study was conducted to determine the physico-chemical characteristics of water during four season and 8 transects (Astara, Anzali, Sefidroud, Tonekabon, Nowhshar, Babolsar, Amirabad, Bandar Tourkman) in the Southern of Caspian Sea in 2009-2010. 480 samples were collected at different water layers and then physico-chemical parameters were measured based on standard methods. Result of this study showed that surface water temperature was varied from 7.2 to 29.8 °C in winter and summer, respectively. Minimum fluctuation of water temperature was observed at 100 m depth (6.8-10.3 °C). Mean value of water transparency was obtained 4.91 ± 0.24 m. This value increased from inshore to offshore. pH value was fluctuated from 7.15 to 8.83 unit with variance of 1.54. Maximum DO concentration was observed at surface layer (8.40 ± 0.08 mg/l) with 137 ± 18 saturation and minimum was at 100 m depth (6.46 ± 0.18) with 86.1 ± 2.8 saturation. The nitrite, nitrate and ammonium concentration were ranged 0.0-0.2, 0.0-4.6 and 0.05-7.12 μ M, respectively. Maximum value of TN was observed at inshore and minimum at offshore (100m). Nitrite concentration decreased from inshore to offshore but increased from surface to the bottom (100 m). The inorganic phosphorous increased at surface water and also at the bottom. Trend of inorganic and TP was similar. Minimum of N/P ratio were observed at summer (5.48 ± 0.38) and maximum value at winter (9.13 ± 0.46). This value of N/P ratio showed that the growth of phytoplankton was limited by nitrogen. The dissolved silicate was decreased from spring (230.7 ± 6.65 μ g/l) to winter.

Key words: Water, physico-chemical parameters, Caspian Sea, Iran

Ministry of Jihad – e – Agriculture

AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENTION ORGANIZATION

IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION – Caspian Sea Ecology Research Center

Title : Study of water's physico-chemical Characteristics in the southern Caspian Sea

Apprpved Number: 2-76-12-8605-86087

Author: Fariba Vahedi

Executor : Fariba Vahedi

Collaborator : A. Nasrollahatabar, Y.Olomi, H. Younesipour, F. Elyasi, M. Noroozian, GH. Delinad

Advisor(s): M.V. Farabi, S. Najafpor

Supervisor: -

Location of execution : Mazandaran province

Date of Beginning : 2008

Period of execution : 1 Year & 6 Months

Publisher : *Iranian Fisheries Research Organization*

Circulation : 20

Date of publishing : 2011

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 & EXTENTION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION- Caspian Sea Ecology Research
Center

Title:

**Study of water's physico-chemical Characteristics
in the southern Caspian Sea**

Executor :

Fariba Vahedi

Registration Number

39266