

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

عنوان:

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

مجری :

شعبان نجف پور

شماره ثبت

۴۶۴۳۶

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

عنوان پروژه : بررسی خصوصیات فیزیکو شیمیایی آب در منطقه جنوبی دریای خزر

شماره مصوب پروژه : ۸۹۱۰۱-۸۹۰۶-۱۲-۷۶-۱۲

نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : شعبان نجف پور

نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرح های ملی و مشترک دارد) : -

نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : شعبان نجف پور

نام و نام خانوادگی همکار(ان) : رضا پورغلام ، حسن نصراله زاده ساروی ، حوریه یونسی پور، مهدی

یوسفیان، یوسف علومی، فریبا واحدی، عبدالله نصراله تبار، فرزاد الیاسی، محسن نوروزی، رستم نژاد، علی

مکرمی، آسیه مخلوق، محمد کاردرستمی، مجید ابراهیم زاده ، مهران رودباریان

نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : -

نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : محمود ابراهیمی

محل اجرا : استان مازندران

تاریخ شروع : ۸۹/۸/۱

مدت اجرا : ۳ سال و ۸ ماه

ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۵

حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ

بلامانع است .

«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»

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

کد مصوب: ۸۹۱۰۱-۸۹۰۶-۱۲-۷۶-۱۲

شماره ثبت (فروست): ۴۶۴۳۶ تاریخ: ۹۳/۱۰/۱۷

با مسئولیت اجرایی جناب آقای شعبان نجف پور دارای مدرک تحصیلی

دکتری در رشته محیط زیست می باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش اکولوژی منابع آبی در تاریخ

۹۳/۷/۸ مورد ارزیابی و رتبه خوب تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در:

ستاد □ پژوهشکده ■ مرکز □ ایستگاه □

با سمت عضو هیئت علمی در پژوهشکده اکولوژی دریای خزر مشغول

بوده است.

| عنوان | « فهرست مندرجات » | صفحه |
|---|-------------------|------|
| چکیده | | ۱ |
| ۱- مقدمه | | ۳ |
| ۱-۱- تقسیم بندی نواحی دریای خزر | | ۳ |
| ۱-۲- سطح آب دریای خزر | | ۴ |
| ۱-۳- جریانات و باد ها | | ۵ |
| ۱-۴- رودخانه های منتهی به دریای خزر | | ۵ |
| ۱-۵- شرایط آب و هوایی | | ۶ |
| ۱-۶- مروری بر منابع | | ۶ |
| ۱-۷- سوابق تحقیق | | ۱۴ |
| ۱-۸- فرضیات و اهداف تحقیق | | ۱۵ |
| ۲- مواد و روش ها | | ۱۶ |
| ۲-۱- وضعیت عمومی ایستگاههای مطالعاتی | | ۱۶ |
| ۲-۲- زمان و وسایل نمونه برداری | | ۱۷ |
| ۲-۳- روش های آنالیز نمونه ها | | ۱۷ |
| ۲-۴- تجزیه و تحلیل آماری | | ۲۰ |
| ۳- نتایج | | ۲۱ |
| ۳-۱- بررسی داده ها با استفاده از آنالیز فاکتورها (MFA) | | ۲۱ |
| ۳-۲- دامنه تغییرات شفافیت در نیم خط | | ۷۱ |
| ۳-۳- بررسی داده ها با استفاده از آنالیزهای متمایز (MDA) | | ۷۳ |
| ۳-۴- بررسی آماری بروش پیرسون | | ۱۰۳ |
| ۴- بحث و نتیجه گیری | | ۱۰۶ |
| ۴-۱- تحلیل پارامترهای آنالیز فاکتورها (MFA) | | ۱۰۶ |
| ۴-۲- تحلیل پارامترها از روش آنالیز متمایز (MDA) | | ۱۲۰ |
| پیشنهادها | | ۱۲۳ |
| منابع | | ۱۲۴ |
| چکیده انگلیسی | | ۱۲۸ |

چکیده

در این تحقیق، بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب سواحل منطقه جنوبی دریای خزر طی چهار فصل در هشت نیم خط عمود بر ساحل (آستارا، انزلی، سفید رود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و بندر ترکمن) در سال ۱۳۸۹ صورت پذیرفت. پارامترهای فیزیکو شیمیایی آب در ۴۸۰ نمونه با استفاده از روش های استاندارد اندازه گیری شد. براساس روش های آماری آنالیز چند متغیره فاکتورها (Multivariate Factor Analysis-MFA) بصورت گروهی و آنالیز چند متغیره متمایز (Multivariate Discriminant Analysis-MDA) به روش های مکانی (spatial) و فصلی (temporal) ارزش گذاری شد. نتایج روش MFA جهت تقلیل داده ها با استفاده سیزده متغیر که مجموعاً شش فاکتور حدود ۸۰/۴۸ درصد از کل مجموع تغییرات واریانس ها را به خود اختصاص داده است. در آنالیز متمایز آماری با روش MDA، نقش و اثر کیفیت آب نیم خط ها به دو روش مکانی و زمانی شرح گردید. در روش مکانی (spatial)، تابع ۱ در نیم خط ها شامل پارامترهای pH، دمای آب، شوری، ازت (نیتراتی، نیتریتی، آمونیومی، کل)، DO، EC و فسفر آلی) نسبت به توابع دیگر دارای بیشترین درصد واریانس بوده و نیز صحت نمونه برداری نیم خط ها به ترتیب ۸۰/۶، ۶۷/۷، ۸۰/۶، ۷۷/۴ و ۷۱ درصد طبقه بندی گردید. در روش زمانی (temporal)، تابع ۱ در نیم خط ها شامل پارامترهای دمای آب، شوری، EC، ازت نیتریتی و ازت آمونیومی نسبت به توابع دیگر دارای بیشترین درصد واریانس بوده و در نیم خط ها صحت نمونه برداری فصلی (temporal) به ترتیب ۱۰۰، ۱۰۰، ۹۷ و ۹۷ درصد بطور درست طبقه بندی گردید.

نتایج نشان داد، مقدار میانگین فصول لایه نوری (۰-۲۰ متر) برحسب خطای استاندارد برای پارامترهای pH، EC، شوری، اکسیژن محلول و دمای آب به ترتیب برابر ۱۵/۰۴ms/cm (± ۰/۱۸)، ۸/۳۸ واحد (± ۰/۰۱)، ۱۰/۳۱ ppt (± ۰/۱۶)، ۵/۶۷ ml/l (± ۰/۰۹)، ۱۸/۲۸°C (± ۰/۷۲) بوده است. مقدار میانگین مواد مغذی آب برحسب خطای استاندارد در این لایه برای پارامترهای فسفر (آلی، معدنی و کل)، ازت (نیتراتی، نیتریتی، آمونیومی و کل) و سیلیس محلول به ترتیب برابر ۰/۵۰، ۰/۳۲، ۰/۸۲، ۱/۷۶، ۰/۱۰، ۱/۵۱، ۴۶/۸۲ و ۸/۶۰ (± ۰/۰۲) ± ۰/۰۱، ± ۰/۰۱، ± ۰/۱۰، ± ۱/۸۰ و ± ۰/۲۹) میکرومولار بوده است. مقدار میانگین فصول لایه غیر نوری (۵۰-۱۰۰ متر) برای پارامترهای EC برابر ۱۵/۴۶ ms/cm (± ۰/۳۸)، pH برابر ۸/۳۴ واحد (± ۰/۰۳)، شوری برابر ۱۰/۷۰ ppt (± ۰/۳۵)، اکسیژن محلول برابر ۴/۵۵ ml/l (± ۰/۱۳)، دمای آب برابر ۹/۶۲ °C (± ۰/۱۶) بوده است. مقدار میانگین مواد مغذی آب در این لایه برای پارامترهای فسفر (آلی، معدنی و کل)، ازت (نیتراتی، نیتریتی، آمونیومی و کل) و سیلیس محلول به ترتیب برابر ۰/۵۴، ۰/۳۳، ۰/۸۷، ۱/۹۲، ۰/۰۸، ۴۵/۱، ۱۰/۵۵ و ۱۰/۰۵ (± ۰/۰۲، ± ۰/۰۶، ± ۰/۲۱، ± ۰/۰۱، ± ۰/۲۵، ± ۳/۲۵ و ± ۰/۶۲) میکرومولار بود. در این مطالعه، مقدار میانگین شفافیت آب در نیم خط ها طی چهار فصل برابر ۴/۴۹ متر (± ۰/۳۸) بود. حداکثر شفافیت آب در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب برابر ۹/۰۰، ۸/۰۰، ۷/۰۰ و ۸/۲۰ متر مشاهده گردید. حداکثر دمای

آب در لایه های نوری و غیر نوری به ترتیب ۳۲/۳۶ و ۱۱/۵۰ درجه سانتی گراد و نیز حداکثر اختلاف شکست دمایی در فصول تابستان و پاییز به ترتیب برابر ۱۹/۶ و ۱۰/۰ درجه سانتیگراد بوده است. در نتیجه، درصد مشترک پارامترها در توابع به روش های مکانی و زمانی به ترتیب ۵۰ و ۸۰ درصد بوده و نیز درصد صحت طبقه بندی آنها به ترتیب ۷۵ و ۹۹ درصد مشاهده گردید. همچنین داده ها در سطح مکانی (spatial) نسبت بهم رابطه معنی دار نبوده ($P > ۰/۰۵$) لذا دامنه افزایش و یا کاهش نیم خط ها تاثیر منفی بر روند تحقیقاتی نخواهد داشت ولی داده ها در سطح زمانی (temporal) نسبت بهم رابطه معنی دار بوده ($P < ۰/۰۱$). بنابراین، کاهش احتمالی فصول در نیم خط های مطالعاتی سواحل جنوبی دریای خزر در تحقیقات آتی با توجه تاثیر منفی آن بر روند تحقیقاتی امکان پذیر نبوده و منجر به نتیجه نخواهد شد. در نیم خط های به عمق ۱۰۰ متری، پارامتر دمای آب با اثر پذیری بالا تنها پارامتر موثر از ۱۱ پارامتر دیگر می باشد که در تابع ۱ از بین ۳ تابع در نیم خط های اعماق بالا با حدود ۶۰ درصد واریانس را بخود اختصاص داده لذا نقش موثر دمای آب در فصول مختلف از ساحل به اعماق بالا بسیار مشاهده گردید.

کلمات کلیدی: پارامترهای فیزیکو شیمیائی، مواد مغذی، آب، دریای خزر

۱- مقدمه

دریای خزر بزرگترین دریاچه جهان محسوب می‌گردد. این دریا با توجه به موقعیت جغرافیایی، وسعت، وجود ذخایر زیستی اعم از گیاهی، جانوری و شیلاتی و منابع غیر زیستی شامل نفت و گاز، شن، ماسه و نمک و نیز 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 دریاها بسته جهان می باشد. دریای خزر تنها دریاچه منحصر به فردی است که با دیگر منابع آبی از قبیل دریا و اقیانوس ارتباط مستقیم ندارد. با توجه به شرایط اکولوژیکی، توان تولید در مناطق کم عمق دریا بالا بوده و نیز محل مناسبی برای زیست بچه ماهیان و ماهیان بالغ بحساب می آید. مناطق یاد شده بلحاظ نزدیکی با ساحل در اکثر مواقع تحت تاثیر نوسانات سطح آب دریا، امواج، آلودگی های صنعتی، خانگی و فاضلابهای شهری از طریق آب شیرین رودخانه ها و عوامل دیگر ناشی از فعالیت های طبیعی و انسانی قرار دارند (کاتونین و همکاران، ۱۳۷۴).

مساحت دریای خزر حدود ۴۰ درصد مجموع دیگر دریاچه ها در سایر نقاط دنیا را تشکیل میدهد که از مجموع خلیج فارس و دریای عمان وسعت بیشتری دارد. سواحل جنوبی دریای خزر کشور ایران (۹۹۲ کیلومتر) و در نواحی غرب، شمال، سواحل شمال شرقی و شرق را کشورهای آذربایجان (۸۲۵ کیلومتر)، فدراتیو روسیه (۱۴۶۰ کیلومتر)، قزاقستان (۲۳۲۰ کیلومتر) و ترکمنستان (۱۲۰۰ کیلومتر) احاطه کرده است. طول خط ساحلی دریای خزر برطبق منابع مختلف از ۵۵۸۰ تا ۶۷۹۷ کیلومتر در نوسان بوده است. طول دریای خزر ۱۲۲۵ کیلومتر و متوسط پهنای آن ۳۳۰ کیلومتر است. سطح دریای خزر ۴۳۶۰۰۰ کیلومتر مربع و حجم آن نزدیک به ۷۷۰۰۰ کیلومتر مکعب است (Poortman, 2005; Aladin & Plotnikov, 2004). مقایسه دریای خزر با دیگر دریاچه های جهان نشان میدهد، این دریا از لحاظ سطح و حجم آب در مرتبه اول و نیز برحسب حداکثر و عمق متوسط بعد از Baikal و Tanganyika رتبه سوم قرار دارد (CSN, 2003). دریای خزر حدود ۱۸ درصد از سطح تمام دریاچه های جهان می باشد و نیز حدود ۴۴ درصد از حجم تمام دریاچه های داخلی دنیا را در بر دارد (Rozengurt 1989 and Hedgpath).

۱-۱- تقسیم بندی نواحی دریای خزر

موقعیت جغرافیایی نشان میدهد، دریای خزر در دو قاره اروپا و آسیا قرار دارد و به سه ناحیه شمالی، میانی و جنوبی تقسیم بندی می‌گردد. ناحیه شمالی آن حدود ۲۹ درصد سطح دریای خزر را تشکیل و دارای کمتر از یک درصد حجم آبی دریا که میزان آن حدود ۹۰۰ کیلومتر مکعب است. میانگین و بیشترین عمق در این ناحیه به ترتیب ۶ و ۱۰ متر است و نیز عمق حدود یک پنجم از سطح ناحیه شمالی کمتر از یک متر می‌باشد. ناحیه میانی، حدود ۳۶ و ۳۵ درصد به ترتیب سطح و حجم آب دریا را به خود اختصاص داده و نیز میانگین و بیشترین عمق

در این ناحیه به ترتیب ۱۷۵ و ۷۹۰ متر می رسد. ناحیه جنوبی در مقایسه با دو ناحیه دیگر بیشترین حجم آبی یعنی حدود ۶۴ درصد و سطح آن حدود ۳۵ درصد سطح دریای خزر را پوشش میدهد. بیشترین و میانگین عمق در ناحیه جنوبی دریای خزر به ترتیب ۱۰۲۵ و ۳۰۰ متر و نیز میانگین کلی عمق دریای خزر ۱۸۴ متر می باشد (Zonn, 2000). خلیج قره بغاز بخش دیگری از دریای خزر است که در منطقه شرقی قرار دارد، این خلیج بواسطه تبخیر زیاد و وجود نمک های معدنی فراوان شهرت داشته و نیز جداکثر عمق آن به کمتر از ۱۰ متر می رسد. سطح آن ۱۵۰۰۰ کیلومتر مربع است که در حدود ۰.۳٪ سطح کل دریا را شامل می شود. آب این خلیج توسط دهانه باریک که دائما در حال تبخیر است با اتصال قسمت میانی دریای خزر تامین میگردد (Aladin & Plotnikov, 2004). منابع مهم تامین آب خزر جنوبی شامل تالاب انزلی، سفید رود، تعجن، گرگانرود و... می باشند. سواحل خزر جنوبی بین مدار ۳۶ و ۳۸ درجه قرار دارد که دارای ویژگی برتری نسبت به دو ناحیه دیگر دریا است. خزر جنوبی توسط سلسله جبال البرز احاطه و با دارا بودن ذخیره گرمایی بالا آب در منطقه فرو رفتگی خزر جنوبی وضعیت اقلیمی آن را ممتاز نموده است. خزر جنوبی دارای بیشترین مقدار نزولات و کمترین میزان تبخیر است (کاتونین و همکاران، ۱۳۷۴).

۲-۱ - سطح آب دریای خزر

نوسانات و تغییرات سطح آب دریا ناشی از عوامل زمین شناسی و آب و هوایی است و نیز سطح آب آن نسبت به اقیانوس ها و آب های آزاد پایین تر می باشد. در اواخر قرن نوزده (۱۸۹۶)، اختلاف سطح دریای خزر و آب های آزاد ۲۵ متر ثبت گردید. سپس در قرن بیستم (۱۹۷۷) این اختلاف به ۲۹/۰۳ متر رسید. در اوائل قرن بیست یکم (۲۰۰۴) حدود ۲ متر ترمیم یافته و به ۲۷/۲ متر پایین تر از سطح آبهای آزاد رسیده است (Aladin & Plotnikov, 2004). نوسانات سطح آب دریای خزر در سال ۱۹۷۸ سبب گردید که سطح آب دریا حدود ۲/۵ متر افزایش یافته و این امر باعث شد که حدود ۱۵۰۰۰ کیلومتر مربع زمین در کشورهای فدراتیو روسیه و قزاقستان به زیر آب رفته و مسبب از بین رفتن بخشی از صنعت و فرآورده های کشاورزی گردد (Mamedov et al., 1998).

گزارش ارائه شده از سوی مرکز ملی مطالعات و تحقیقات دریای خزر نشان داد، داده های سطح نوسانات آب دریای خزر در دو دوره (۱۳۵۶ و ۱۳۷۴) به میزان ۲/۴ متر بالا تر آمده است. بالا آمدن سطح آب بصورت فرآیند های تخریب و فرسایشی و پدیده های آشفستگی و آلودگی محیطی در مناطق ساحلی کاملاً مشهود بود. در مطالعه یاد شده، حداکثر تراز آب در سال ۱۳۸۷ در کرانه جنوبی دریای خزر معادل ۲۵/۷۷ متر مشاهده گردید (قانقرمه و همکاران، ۱۳۸۸).

۳-۱- جریانات و بادها

در دریای خزر، جریانات آبی از طریق باد تولید می شوند. حداکثر جریان در خزر شمالی حدود ۳۰ سانتی متر بر ثانیه می باشد (Kosarev and Yablonskaya, 1994; CSN, 2003). در مناطق ساحلی خزر مرکزی و جنوبی، معمولاً جریان های وابسته به وزش باد به سمت های شمال غرب، شمال، جنوب و شرق امتداد می یابند و نیز جریان هایی از طرف شرق در نزدیکی سواحل شرقی مشاهده شده است. سرعت جریان باد در طول ساحل غربی خزر مرکزی به طور متوسط ۲۰ تا ۴۰ سانتی متر بر ثانیه و حداکثر ۵۰ تا ۸۰ سانتی متر بر ثانیه می باشد (Aubrey, 1994). باد در جریانات دریایی تا عمق ۵۰ متر لایه آبی دارای اثر و اهمیت بوده و نقش مستقیم باد در جریان آبی عمدتاً مربوط به لایه سطحی از ۰ تا ۱۰ متر می باشد. سرعت جریانات در رودخانه ها معمولاً کمتر از ۱۰ سانتی متر بر ثانیه و نیز تغییرات سرعت جریانات به سرعت باد و مدت وزش آن از چند تا ۵۰ سانتی متر بر ثانیه در نوسان است. جریان های ناشی از اختلاف چگالی معمولاً دارای سرعت پایین هستند (The sea project..., 1992).

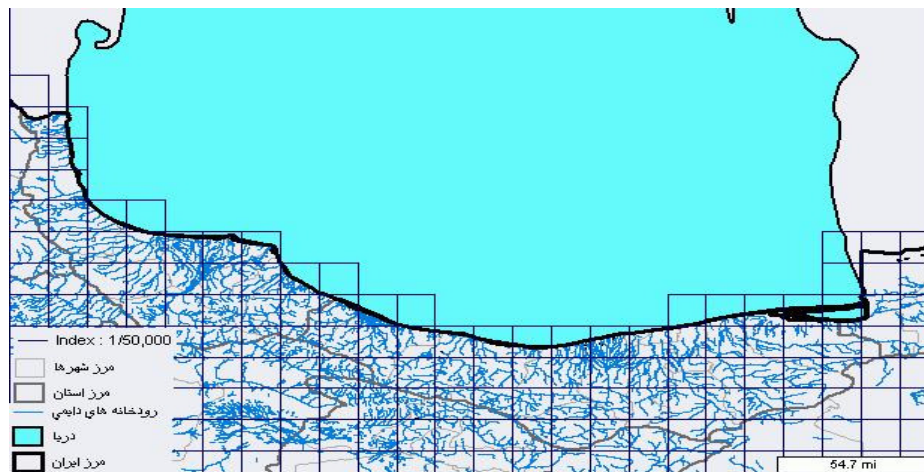
چرخش و جریانات آبی در دریای خزر بوسلیه باد شکل گرفته و این حالت در منطقه مرکزی به شکل سیکلون مشاهده میگردد و سپس تا مرزهای شرقی و غربی امتداد می یابد. چرخش دیگری بنام آنتی سیکلون نیز در جنوب شبه جزیره آبشرون واقع گردیده است. جریان شبه جزیره آبشرون به دو انشعاب تقسیم میگردد. انشعاب اول آن به سمت شرق منحرف و در امتداد مرز شرقی با جریان شمالی ترکیب که حاصل آن چرخش سیکلون مرکزی را شکل داده و نیز انشعاب دوم به سمت جنوب در امتداد فلات قاره ایران جاری و قبل از اینکه به سمت شمال منحرف گردد سیکلون مرکزی را تشکیل می دهد. سرعت باد در دریا به طور متوسط تقریباً ۵/۷ متر بر ثانیه است. مقدار سرعت باد در منطقه شبه جزیره آبشرون ۸ تا ۹ متر بر ثانیه است. در خزر جنوبی سرعت متوسط باد به میزان قابل توجهی پایین است (۴ تا ۵ متر بر ثانیه). کمترین سرعت باد در ساحل جنوبی دریای خزر یعنی در ساحل جنوب غربی آبهای ایران (۲/۲ تا ۳ متر بر ثانیه) مشاهده شده است (CSN, 2003).

۴-۱- رودخانه های منتهی به دریای خزر

حدود ۸۰ درصد آب دریای خزر از طریق رودخانه ولگا تامین می گردد. آب شیرین حدود ۱۳۰ رودخانه با تقریب سالانه ۳۰۰ کیلومتر مکعب به دریای خزر تخلیه می شود. رودخانه های ولگا، ترک، سولاک و سامور با ورودی ۵ درصد (Samur, Sulak, Terek)، کورا با ورودی حدود ۶ درصد (Kura)، اورال با ورودی حدود ۵ درصد (Ural)، اترک (Atrek) و سفید رود (Sefidroud) مهم و دارای اهمیت می باشند (Aubrey, 1994; CEP, 1998; Aladin & Plotnikov, 2004). در حوضه آبریز رودخانه ولگا حدود ۶۰ میلیون نفر زندگی می کنند. احداث ۱۱ سد در امتداد رودخانه ولگا که تامین کننده بخش اعظم آب دریای خزر است اختلال در ورودی آب به اکوسیستم خزری بوجود آورد. دبی ولگا در دوره آماری ۱۹۳۸-۲۰۰۷ معادل ۲۴۱,۲۵ کیلومتر مکعب بوده است. تخلیه آبهای رودخانه های مناطق شمال و غرب حدود ۹۰ درصد از آب ورودی دریای خزر را تامین می

نمایند. ضلع شرقی خزر فاقد رودخانه دائمی و مشخص می باشد. از طرفی سواحل جنوبی دریای خزر از مرطوب ترین و پربارش ترین سواحل این دریا است بطوری که ۳/۵ درصد از آب ورودی کل رودخانه ها به دریای خزر را به خود اختصاص می دهد (شکل ۱-۱).

در سواحل جنوبی دریای خزر، رودخانه های سفید رود، تجن، هراز، بابلرود، گرگانرود، پلرود، تالار، نکا و چالوس از رودخانه های مهم محسوب میگردند (قانقرمه و همکاران، ۱۳۸۸). کرانه جنوبی دریای خزر تا عمق ۱۰۰ متر تنها ۲۳ درصد از کل منطقه جنوبی را پوشش می دهد (حسینی و همکاران، ۱۳۸۸).



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

۱-۵- شرایط آب و هوایی

با توجه به نفوذ هوای سرد قطب شمال، توده هوای مرطوب دریا (منبعث از اقیانوس اطلس)، هوای خشک قاره ای کشور قزاقستان و توده های هوای گرم از ناحیه دریای مدیترانه و ایران آب و هوای منطقه خزری را شکل میدهد. با توجه به موارد فوق، وزش باد غالب شمال شرقی در سراسر سطح دریای خزر ایجاد می گردد. اکثر مناطق ساحلی دریای خزر جزء سرزمینهای خشک و دارای سواحل شنی می باشند. آب و هوای ملایم و ساحلی نیز سبب ایجاد سواحل شنی بسیار زیبا و جذاب و ایجاد مناطق تفریحی برای توریسم ها شده است. نوار ساحلی ایران از نزولات جوی بیشتری نسبت به دیگر مناطق ساحلی دریای خزر برخوردار بوده بطوریکه میزان بارش سالانه از سواحل شرق تا سواحل غربی ایران به ترتیب در حدود ۶۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی متر در نوسان گزارش گردید (Mamedov et al., 1998).

۱-۶- مروری بر منابع

دریای خزر یکی از بزرگترین دریاچه جهان است که با هیچ دریا و اقیانوسی ارتباط مستقیم ندارد و به عنوان یک اکوسیستم دریایی بسته (Marine Enclosed System) به شمار می رود. با پیشرفت علم و تکنولوژی، بشر

توانست با چندین کانال بر روی رودخانه ولگا (بعنوان ولگا- دن) ارتباط دریای خزر را از طریق رودخانه های مناطق شمالی با استفاده از کانال ها به دیگر دریاهاى جهان وصل گردد. بنابراین، رودخانه ولگا مسبب پیوند دریای خزر با اقیانوس های جهان گردید. پیوند دریای خزر با دریای بالتیک طریق آبراه ولگا- بالتیک (خلیج فنلاند)، پیوند آن با دریای سفید از طریق سیستم داوینا و کانال بلمور- بالتیک و نیز پیوند با دریاهاى سیاه و آزوف از طریق کانال ولگا دن با استفاده از کانال مسکو با رودخانه مسکو امکان پذیر نمود (Rozengurt and Hedgpeth, 1989). در ادامه، مطالعات انجام شده دریای خزر به دو دسته شامل پارامترهای هیدرولوژی (شوری، دمای آب، شفافیت آب، pH اکسیژن محلول) و هیدروشیمی (یون آمونیوم، ازت نیتراتی، ازت نیتریتی، فسفر، ازت کل و سلیس محلول) به شرح زیر پرداخته شد.

* شوری آب دریای خزر

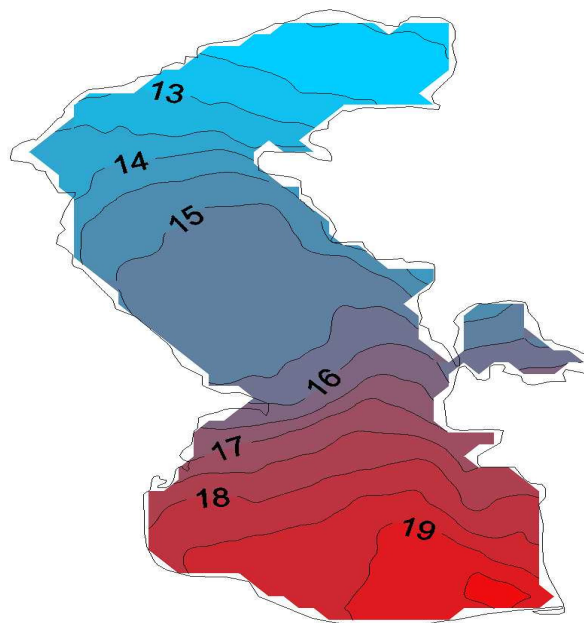
مقدار شوری متوسط دریای خزر ۱۲/۸۵ گرم برلیتر است. دامنه نوسانات شوری نواحی خزر شمالی، میانی، جنوبی و خلیج قره بغاز بسیار متفاوت می باشند. دامنه تغییرات شوری دریای خزر از حداقل ۰/۱ گرم برلیتر در خزر شمالی (دهانه ولگا) و تا حداکثر ۱۳/۷ گرم برلیتر) در خزر جنوبی در نوسان بود (Stolberg, et al., 2003). بالاترین میزان شوری در خزر جنوبی، حدود یک سوم شوری دریای مدیترانه و برخی از اقیانوس ها می باشد. متوسط شوری در خزر شمالی بین ۵ تا ۱۰ گرم برلیتر، در خزر میانی به ۱۲/۷ تا ۱۳ گرم برلیتر، در قسمت سطحی دور از سواحل به ۱۳-۱۳/۲ گرم برلیتر و نیز در نواحی ترکمنستان به ۱۳/۲-۱۳/۴ گرم برلیتر می رسد (Aladin & Aubrey, 1994; Plotnikov, 2004). میزان شوری در خلیج قره بغاز بعلاوه تبخیر بسیار زیاد (۳۵۰-۳۰۰ گرم برلیتر) افزایش یافته و به همین دلیل به آن منطقه نمکی (Saltpan) می گویند. در بخش های خزر مرکزی و جنوبی شوری دارای نوسانات کمی است (۱۲/۶ تا ۱۳/۵ گرم برلیتر). افزایش شوری از شمال به جنوب و از غرب به شرق مشاهده میگردد (Fedorov, 1983; Dumont, 1998). شوری آن به سه دسته شامل منطقه خزر شمالی از نوع Oligo-mesohaline، مناطق میانی و جنوبی از نوع Meso-polyhaline و در منطقه خلیج قره بغاز از نوع Hyperhaline تقسیم میگردد (Kosrev & Yablonskaya, 1994). در کرانه های خزر جنوبی شوری آب به کمتر از ۱۲ گرم برلیتر می باشد. حداقل میزان شوری در دلتای رودخانه سفید رود حدود ۱۰/۹ گرم برلیتر و در قسمت آب های عمیق بسمت مرکز دریا با روند افزایشی به ۱۲/۶ گرم برلیتر می رسد. در منطقه جنوب شرقی بواسطه جریان های دورانی حداکثر شوری لایه سطحی به ۱۲/۷ گرم برلیتر می رسد (کاتونین و همکاران، ۱۳۷۴). تحقیقات انجام شده (۱۳۷۰) در خزر جنوبی نشان داد، داده های پارامتر مهم هیدرولوژیکی شوری در چند گشت دریایی در فصول مختلف سال دارای دامنه تغییرات از ۱۰/۶ تا ۱۱/۷۷ گرم برلیتر در طبقات و لایه های مناطق سطحی غرب به شرق آبهای حوزه جنوبی دریای خزر در نوسان بود (نجف پور و واحدی، ۱۳۷۲). داده های ۴۸۰ نمونه در خزر جنوبی نشان داد، حداقل و حداکثر مقدار شوری در فصول پاییز و تابستان در ایستگاههای انزلی و بابلسر

بوقوع پیوسته که مقدار آنها به ترتیب ۶/۷ و ۱۴/۸۴ گرم برلیتر بود. اختلاف حداقل و حداکثر تغییرات شوری در فصل بهار در حد ۳/۷۲ گرم برلیتر گزارش گردید. این تغییرات در مقایسه با دیگر فصول که از ۷/۴۶ تا ۶/۱۴ گرم برلیتر در نوسان بود. در فصل تابستان، مقدار شوری آب در ایستگاه های آستارا، بابلسر و سفیدرود روند کاهشی داشته و در ایستگاه سفیدرود به کمترین مقدار (۸/۹۷ گرم برلیتر) رسیده است. شوری آب در اعماق مختلف در فصل پاییز و بهار از یکنواختی بیشتری برخوردار بود (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹).

مطالعه انجام شده در خزر جنوبی نشان داد، حداکثر غلظت شوری در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب در حد ۱۴/۱۷، ۱۴/۸۰، ۱۴ و ۱۳/۵۵ گرم برلیتر مشاهده گردید. حداقل غلظت شوری در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب در حد ۶/۲۰، ۷/۸۸، ۱۱/۴۱ و ۵/۸۱ گرم برلیتر گزارش گردید (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱). در دو دوره زمانی ۱۳۷۶-۱۳۷۴ (فاز اول) و ۱۳۸۴ (فاز دوم)، حداکثر شوری دو فاز در فصل تابستان به مقدار ۱۳/۱۹ گرم برلیتر ثبت شد در حالی که حداقل شوری در فصل زمستان به مقدار ۱۰/۲۳ گرم برلیتر بدست آمد (Nasrollahzadeh et al., 2008b).

* وضعیت و تغییرات دما در دریای خزر

میانگین دمای آب در خزر جنوبی به کمتر از ۱۳ درجه سانتیگراد نمی رسد و در فصل تابستان به بیش از ۲۵ و حتی ۳۰ درجه سانتیگراد میرسد. دمای آب در خزر میانی به ۶ درجه سانتیگراد در زمستان می رسد. در خزر شمالی، سطح آن با یخ در زمستان پوشیده شده و دمای آن به حتی کمتر از صفر درجه سانتیگراد نیز میرسد ولی متوسط دمای آن در تابستان به ۲۴ درجه سانتیگراد می رسد. در فصل تابستان دمای آب در خلیج قره بغاز بیش از ۴۰ درجه سانتیگراد ثبت گردیده است. اما در تابستان و زمستان، درجه حرارت در قسمت های عمیق دریای خزر ثابت است (Aladin & Plotnikov, 2004).



شکل ۱-۲: میانگین دمای سطحی آب دریای خزر در دوره ۱۳۸۶ - ۱۳۷۴ (قانقرمه و همکاران، ۱۳۸۸)

میانگین دمای سطح آب دریای خزر در سال های ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۶ براساس داده های ماهواره NOAA بین ۱۲ تا ۱۹/۵ درجه سانتیگراد از بالا ترین منطقه خزر شمالی به جنوب آن تغییر می کند. به عبارت دیگر الگوی دمای سطح آب دریای خزر تابع عرض جغرافیایی می باشد. گرم ترین بخش دریای خزر در کرانه های جنوب شرقی است (شکل ۲-۱). از طرفی با بررسی های بعمل آمده در دوره ۱۳۷۴-۱۳۸۶، دمای آب سطحی دریای خزر دارای روند افزایشی است (قانقرمه و همکاران، ۱۳۸۸).

تحقیقات انجام شده (۱۳۷۰) در خزر جنوبی نشان داد، برخی از پارامتر های مهم هیدرولوژیکی نظیر دما در چندین گشت دریایی در اعماق مختلف نسبت به فصول سال دارای اختلاف دما از سطح به عمق در مناطق نمونه برداری بمقدار ۲۰/۵ درجه سانتیگراد بوده است (نجف پور و واحدی، ۱۳۷۲). تحقیقات کاتونین و همکاران (۱۳۷۴) نشان داد، در فصول بهار و تابستان، دامنه تغییرات دمای آب در خزر جنوبی از غرب به شرق به ترتیب بین ۱۰/۶ تا ۱۸ و ۲۳ تا ۲۷ درجه سانتیگراد گزارش گردید. دمای آب در اعماق (۵۰ متر) تحت تاثیر دینامیک آب قرار داشته و تغییرات آنها از ۱۰/۲ تا ۲۶/۲ درجه سانتیگراد در نوسان بوده است. دامنه تغییرات در فصل پاییز در لایه سطحی از حد اکثر (۲۴/۵ تا ۲۳) و حد اقل دمای ۱۸/۸ درجه سانتیگراد در نوسان بود. در فصل زمستان، دمای آب تحت تاثیر دینامیک آب قرار داشته و نیز گرم ترین آب این فصل در منطقه فلات قاره ایی ایستگاه ترکمن (شرق خزر جنوبی) به مقدار ۱۰/۵ درجه سانتیگراد تا عمق ۵۰ متر رسید. حداقل دمای آب این فصل در منطقه غربی خزر جنوبی (ایستگاه آستارا) بمقدار ۵/۲ درجه سانتیگراد بود. فرآیند ترموکلاین در اواسط فصل بهار شروع و در فصل تابستان در عمق ۲۵-۲۰ متر به اوج رسیده و سپس در فصل پاییز با سرد شدن آب، ترموکلاین به عمق رفته و در ۴۰-۵۰ متر تشکیل میگردد و در فصل زمستان کاملاً محو میگردد (کاتونین و همکاران، ۱۳۷۴).

مطالعه (Nasrollahzadeh et al., 2008a) انجام شده در خزر جنوبی نشان داد، دامنه تغییرات دمای آب در فصول زمستان و تابستان بترتیب بین ۹/۹۰ تا ۲۸/۶ درجه سانتیگراد در نوسان بود. این تغییرات دمایی در دو دوره زمانی ۱۳۷۴-۱۳۷۵ و ۱۳۸۴ تقریباً مشابه بود. داده های گزارش تحقیقاتی از خزر جنوبی نشان داد، دمای آب در سالهای ۱۳۸۰-۱۳۸۵ تابع الگوی نوسانات فصلی (بهار تا زمستان) در ستون آبی بوده است. دامنه تغییرات دما در فصول تابستان و پاییز در لایه سطحی به ۱۸-۳۱ درجه سانتیگراد رسید در صورتیکه دامنه دمایی در فصول زمستان و بهار تا ۹-۲۲ درجه سانتیگراد کاهش یافته است. پروفیل عمودی دما در عمیق ترین ایستگاه بابلسر در تیر ماه سال ۱۳۸۰ تا آذر ۱۳۸۵ نشان داد که فرآیند ترموکلاین در اواسط بهار شروع و در تابستان کامل گردیده و سپس در اوائل پاییز رو به نقصان رفته و سپس در زمستان ترموکلاین کاملاً محو و اختلاف دمایی در لایه های آبی بطور یکنواخت مشاهده میگردد (Roohi et al., 2009). تحقیقات انجام شده توسط واحدی و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد، دامنه تغییرات دما در لایه سطحی آب منطقه خزر جنوبی (۱۳۸۷) در فصول زمستان و تابستان

به ترتیب از ۷/۲ تا ۲۹/۸ درجه سانتیگراد در نوسان بود. حداقل دامنه تغییرات دمایی آب مربوط به اعماق ۱۰۰ متر از ۱۰/۳ تا ۶/۸ درجه سانتیگراد در نوسان بوده است.

* شفافیت آب دریای خزر

میزان شفافیت آب خزر میانی در مقایسه با خزر شمالی و جنوبی بیشتر بوده ولی در خزر شمالی به کمتر از یک متر و با فاصله از دلتای ولگا این شفافیت به بیش از ۷-۸ متر رسید (Aladin & Plotnikov, 2004). میزان شفافیت آب از ساحل به مناطق عمیق افزایش می یابد. تغییر شفافیت در فصول مختلف به ترتیب در بهار از ۱ تا ۱۵، تابستان ۲ تا ۱۷، پاییز ۱ تا ۱۰ و زمستان ۱ تا ۱۱ متر در نوسان گزارش گردید (کاتونین و همکاران، ۱۳۷۴).

تحقیقات انجام شده در سال ۱۳۸۸ در ناحیه خزر جنوبی نشان داد، میزان تغییرات شفافیت در فصل بهار از ۱ تا ۹ متر و نیز در فصل تابستان از ۱ تا ۷ متر در نوسان بود که در مقایسه با فصل بهار روند کاهشی داشته است. در فصل پاییز، مقادیر شفافیت آب در نواحی ساحلی به مقدار ۰/۵ متر کاهش یافته و در اعماق بالا شفافیت آب به ۹ متر رسید. میزان شفافیت در فصل زمستان از ۰/۵ تا ۱۰ متر در نوسان بود (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱). در اکثر فصول، حداقل شفافیت منطقه خزر جنوبی در اعماق ۵ و ۱۰ متر و نیز حداکثر تغییرات آن در لایه های آبی اعماق ۵۰ و ۱۰۰ متر مشاهده گردید (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱).

تحقیقات (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) در خزر جنوبی نشان داد، بیشترین مقدار شفافیت در بهار ۱۳ متر بود. در تابستان، دامنه میزان شفافیت از ۱/۵ تا ۴ متر متغیر بوده که در مقایسه با بهار روند کاهشی داشته است. در پاییز، مقادیر شفافیت از ساحل به اعماق بالا از ۲ تا ۷ متر در نوسان بود. میزان شفافیت در زمستان از ۲ تا ۸ متر در نوسان بوده است. در دو دوره زمانی ۱۳۷۴-۷۵ (فاز اول) و ۱۳۸۴ (فاز دوم)، میزان شفافیت آب در فاز اول ۱/۵ برابر بیشتر از فاز دوم بوده است (Nasrollahzadeh et al., 2008b).

* دامنه تغییرات pH در دریای خزر

توزیع مکانی و زمانی pH در دریای خزر تحت تاثیر عوامل بیوشیمیایی، فیزیکوشیمیایی و هیدرولوژیکی است که بر حسب میزان تاثیر این عوامل غلظت یون هیدروژن در بخش های مختلف خزر میانی و جنوبی از ۸/۳ تا ۸/۶ واحد در سطح تا ۷/۷ و ۸/۰ واحد در لایه های نزدیک بستر تغییر می کند (جدول ۱-۱). در خزر شمالی بالاترین میزان pH در نزدیکی دهانه رودخانه ولگا مشاهده شد (علیزاده، ۱۳۸۳).

جدول ۱-۱- pH آب در نواحی جنوبی، شمالی-میانی، میانی-جنوبی دریای خزر

| ناحیه | عمق (متر) | pH |
|-----------------------|-----------|------|
| خزر جنوبی | ۰ | ۸/۴۶ |
| | ۱۰۰ | ۸/۲۹ |
| | ۶۰۰ | ۸/۰۴ |
| | ۸۰۰ | ۸/۰۱ |
| خزر میانی | ۰ | ۸/۴۳ |
| | ۱۰۰ | ۸/۲۹ |
| | ۶۰۰ | ۸/۱۸ |
| مرز خزر میانی و جنوبی | ۰ | ۸/۴۶ |
| | ۱۰۰ | ۸/۲۹ |
| | ۲۰۰ | ۸/۲۲ |
| مرز خزر شمالی - میانی | ۰ | ۸/۴۹ |
| | ۱۰ | ۸/۴۸ |
| | ۲۵ | ۸/۴۴ |

منبع: علیزاده، ۱۳۸۳

طبق تحقیق کاتونین و همکاران در سال ۱۳۷۴، در بهار، میزان میانگین pH در خزر جنوبی به ۸/۴ تا ۸/۳ واحد، قسمت شرقی حوزه جنوبی به ۳/۳ تا ۸/۱ واحد، تا عمق ۵۰ متر بمیزان میانگین ۸/۳ تا ۸/۲ واحد و حداقل آن به ۷/۸۸ واحد می رسد. در تابستان، میزان pH به ۸/۲۸ تا ۸/۲۱ واحد میرسد. در پائیز، حداقل میزان pH در بستر دریا (عمق ۱۰۰-۵۰ متر) به ۷/۷۱ واحد می رسد. در زمستان، میزان pH در لایه سطحی از ۸/۴۶ تا ۸/۴ واحد در نوسان بوده و نیز از سمت غرب به شرق میزان pH افزایش می یابد.

* دامنه تغییرات اکسیژن محلول

میزان اکسیژن محلول در آب دریای خزر در فصول و نواحی مختلف متفاوت بوده و توزیع آن در مرکز خزر شمالی تقریباً یکنواخت است (Kosarev, 1975). معمولاً در تابستان به علت مشارکت در فرآیندهای اکسیداسیون، میزان اکسیژن محلول در آب کاهش می یابد (قاسم اف ۱۹۸۷). در بالای لایه پیکنوکلاین (pycnocline)، آب دارای اکسیژن فوق اشباع (۱۱۰ درصد) مشاهده شد. بنابراین، روند فعال فتوسنتز که در لایه فوقانی دریا رخ می دهد را به این واقعیت نسبت می دهند (Sapozhnikov, et al., 2006).

در دو دوره زمانی ۷۵-۱۳۷۴ و ۱۳۸۴، دامنه تغییرات غلظتی اکسیژن محلول در فصول بهار و زمستان به ترتیب بین ۵/۵۲ تا ۷/۹۰ میلی لیتر برلیتر فاز اول بود. این تغییرات در ۱۳۸۴ بزرگتر بوده بطوریکه میزان غلظت اکسیژن

محلول از ۵/۵۳ میلی لیتر برلیتر در تابستان به ۱۰/۸ میلی لیتر برلیتر در پاییز رسید. میزان درصد اشباعیت اکسیژن محلول سالانه در ۳۸۴ حدود ۱۶ درصد بیشتر از ۷۵-۱۳۷۴ بود (Nasrollahzadeh et al., 2008b).

دامنه تغییرات مواد مغذی در دریای خزر

دریای خزر به لحاظ تولیدات اولیه فقیراست (Oligotroph) و تنها قسمت شمالی آن نسبتاً غنی تر است (Aladin & Plotnikov, 2004). رودخانه ولگا به تنهایی ۸۰ درصد این مواد را تامین می کند. ورودی سالانه ترکیبات سیلیس، فسفر و نیتروژن به ترتیب ۹۵، ۹۰ و ۸۰ درصد به دریای خزر از طریق آب رودخانه ها تامین می شود. ورودی نیتروژن از طریق اتمسفر و آبهای زیرزمینی به دریا ترتیب ۱۴ و ۱۲ درصد می باشد. ورود ترکیبات فسفر و سیلیس به دریا از طریق آبهای زیر زمینی به ترتیب ۷ و ۴/۵ درصد میرسد (The sea project, 1996). خروج مواد مغذی از آب دریا عمدتاً به صورت تجمع در رسوبات بستر صورت می گیرد (بیش از ۹۵ درصد مواد مغذی). دینامیک غلظت مواد مغذی در آب دریای خزر تحت تاثیر عوامل مختلفی همانند نوسانهای فصلی ورود مواد مغذی به دریا، نسبت فرآیند تولید به تجزیه در فصول مختلف، شدت تبادل بین رسوب و آب، شرایط یخبندان زمستانی در خزر شمالی و فرآیند چرخه عمودی آب در مناطق عمیق دریا وابسته است (علیزاده، ۱۳۸۳). مواد مغذی در مناطق کم عمق خزر شمالی به منابع رواناب رودخانه ای و رسوبات مربوط میگردد و در خزر مرکزی و جنوبی با انتقال افقی توده های آبی در مناطق همجوار و تبادل آب بین سطح عمودی و لایه های زیرین جزء منابع اصلی ورود مواد مغذی محسوب می گردد. در منطقه عمیق، تبادل عمودی به سمت بالا بعنوان عامل اصلی ورود مواد مغذی به بالا محسوب میگردد (Sapozhnikov et al., 2006). بین سالهای ۱۳۱۵-۱۳۶۵، سالانه مقدار فسفر معدنی محلول از ۲/۹ تا ۷ هزار تن، فسفر آلی محلول از ۲۴ تا ۶۱ هزار تن، ازت معدنی محلول از ۵۴ تا ۱۳۳ هزار تن، ازت آلی محلول از ۲۱۱ تا ۳۶۳ هزار تن و سیلیس محلول از ۱۳۸ تا ۳۵۹ هزار تن از رودخانه ولگا به دریای تخلیه گردید (Kosarev and Yablonskaya, 1994). مقدار ۳۰ تا ۴۰ درصد از ازت و فسفر کل در آب رودخانه ولگا می تواند احتمالاً از منابع انسان ساخت یعنی سدها مربوط گردد (Katunin and Sapozhnikov, 1997). ترکیبات فسفر، ازت و سیلیس محلول به طور متوسط ۴۱، ۳۹۹ و ۷۹۹ هزار تن سالانه از طریق رودخانه ها وارد دریای خزر میگرددند. در این میان رودخانه ولگا به تنهایی ترکیبات فسفر، ازت و سیلیس محلول را به ترتیب درحد ۹۲، ۸۶ و ۸۲ درصد وارد دریا می کند. بنابراین، رودخانه ولگا نسبت به کل رودخانه ها حدود ۷۷-۹۴ درصد (میانگین ۸۶٪) مواد مغذی را به دریا تخلیه می کند که این موضوع با حجم آبی ورودی آن نیز مطابقت دارد (Leonov and Nazarov, 2001). در گزارش علمی توسط (Kideys et al., 2005) نشان داد، گیاهان یا ماکروفیت ها در دلتای ولگا قادرند به ترتیب حدود ۷۰ و ۵۰ درصد فسفر معدنی محلول و ازت معدنی محلول را جذب و احتمالاً این شرایط دلالت بر وجود مواد مغذی معدنی و بالا بودن مواد مغذی آلی در منطقه شمال دریای خزر است. فسفر معدنی محلول در محیطهای آب شیرین و نیز نیتروژن معدنی محلول در محیطهای دریایی عامل

محدود کننده رشد محسوب می‌شوند (نصرالله زاده و واحدی، ۱۳۷۳). اشکال مختلف فسفات در مطالعه ۱۳۷۴ خزر جنوبی نشان داد، میزان تراکم فسفر معدنی در نواحی مرکزی و غربی بیشتر از ناحیه شرق بوده و نیز این میزان در زمستان محسوس تر از سایر فصول بوده است. در فصول تابستان و بهار مصرف نوترینت ها (فسفر) توسط فیتوپلانکتون‌ها شدید بوده لذا کاهش فسفر معدنی در لایه فوتیک عامل محدود کننده فرآیند فتوسنتز محسوب میگردد (کاتونین و همکاران، ۱۳۷۴). در دریاها، وجود ازت نیترونی ممکن است نتیجه فعل و انفعالات مضاعف اکسیداسیون ازت آمونیاکی یا احیاء نترات ها که هم در رسوبات و هم در آب انجام می پذیرد سرچشمه گیرد (بابا مخیر، ۱۳۷۵).

مطالعه انجام شده توسط (Dumont, 1998) نشان داد، مقدار مواد مغذی در دریای خزر پایین بوده و در خزر شمالی غلظت های فسفر معدنی و آلی بترتیب بین ۰/۸ تا ۰/۱۲ و ۲/۵ تا ۷ میکرو مولار در نوسان بوده است. در تحقیقاتی که توسط (Leonov and Stygar, 2001) گزارش گردید، غلظت ازت معدنی بترتیب در سه منطقه خزر شمالی، مرکزی و حوزه جنوبی بین ۰/۲۵ تا ۱۶/۵، ۰/۱۹ تا ۶/۴۷ و ۰/۱۹ تا ۵/۹۴ میکرو مولار در نوسان بود. یون آمونیوم، نیتريت و نترات به ترتیب برابر با ۰/۴ تا ۶۸/۶، ۰/۲ تا ۲۵/۲ و ۱۰/۵ تا ۹۹/۴ درصد در نوسان گزارش گردید. با توجه به فعالیت زیاد آبزیان (در منطقه خزر شمالی)، دامنه غلظتی یون آمونیوم لایه های آبی در فصول بهار و پاییز افزایش یافته و در فصل تابستان، توسعه فعال اکسیداسیون ازت (فرآیند نیتریفیکاسیون) سبب حفظ حضور یون نیتريت در آب میگردد. تغییرات غلظتی سیلیس محلول در سه ناحیه خزر شمالی، مرکزی و جنوبی بترتیب بین ۰/۵۴ تا ۴۴/۱، ۱۴/۲ تا ۳۵ و ۱۱/۹ تا ۲۵/۴ میکرومولار در نوسان بود. کمترین غلظت سالانه سیلیس محلول در ناحیه خزر شمالی مشاهده گردید.

مطالعه انجام شده (Semenov, 1984) نشان داد، تغییرات غلظتی فسفر معدنی در سه ناحیه خزر شمالی، میانی و جنوبی به ترتیب بین ۰/۰۶ تا ۰/۸۲، ۰/۵۲ تا ۰/۸۵ و ۰/۵۵ تا ۰/۸۷ میکرومولار در نوسان بود. کمترین مقدار فسفر معدنی در ناحیه خزر شمالی در فصل تابستان مشاهده گردید. در فصل تابستان، تغییرات غلظتی فسفر معدنی بعلت حمل افقی و عمودی توده آبی در نواحی میانی و جنوبی بیشتر می باشد. نسبت های فسفر معدنی، ازت معدنی و سیلیس محلول در آب دریا تقریباً ثابت است.

یک گزارش علمی توسط (Shiganova, et al, 2003) نشان داد، تغییرات غلظتی ازت آمونیومی، ازت نیتراتی، فسفات و سیلیس محلول در مقابل دلتای رودخانه ولگا به ترتیب بین ۰/۷ تا ۱/۳، ۰/۰۵ تا ۰/۳۰، ۰/۰۶ تا ۰/۹ و ۲۰ تا ۱۰۰ میکرومولار در نوسان بود. تغییرات pH و اشباعیت اکسیژن محلول به ترتیب برابر ۸/۶ تا ۹/۴ و ۹۲ تا ۱۲۸ درصد در این منطقه مشاهده شد. در دو دوره زمانی ۷۵-۱۳۷۴ (فاز اول) و ۱۳۸۴ (فاز دوم)، غلظت متوسط ترکیبات ازت معدنی شامل یون آمونیوم و نترات در فاز دوم به مقدار ۱/۷ تا ۱/۸ برابر بیش از فاز اول می باشد. غلظت ازت کل در فاز دوم به میزان ۱/۶ برابر بیشتر از فاز اول بوده. نسبت مولی ازت معدنی محلول به فسفر معدنی محلول در فاز اول در محدوده ۰/۵ تا ۴۳/۳ و در فاز دوم ۱/۴ تا ۱۹/۱ متغیر می باشد. متوسط سالانه نسبت

ازت معدنی محلول به فسفر معدنی محلول در هر دو فاز پایین تر از نسبت (۱۶:۱) بوده است. غلظت متوسط ازت معدنی محلول در فاز دوم سه برابر بیشتر از فاز اول بوده است. در فاز اول، حداکثر و حداقل غلظت ازت آلی محلول در فصول تابستان و زمستان گزارش گردید. در فاز دوم مطالعه، حداکثر و حداقل غلظت ازت آلی محلول در فصول تابستان و پاییز ثبت شد. در فاز اول این مطالعه، غلظت ازت معدنی محلول در اغلب فصول در مناطق غرب به شرق خزر جنوبی کاهش نشان داد. غلظت ازت آلی محلول در فصل تابستان کمتر از ۱۵ میکرومولار ولی در سایر فصول بیش از ۲۰ میکرومولار ثبت شده است. در تحقیقات (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) گزارش گردید، غلظت فرم های معدنی ازت شامل ازت نیتریتی، نیتراتی و یون آمونیوم به ترتیب به میزان ۰/۲ تا ۰/۰، ۴/۶ تا ۰/۰ و ۷/۱۲ تا ۰/۰۵ میکرومولار بود. نسبت وزنی ازت به فسفر (N:P) از $۵/۴۸ \pm ۰/۳۸$ در فصل تابستان تا $۰/۴۶ \pm ۹/۱۳$ در فصل زمستان در نوسان بوده است. در جوامع زیستی، میزان غیر قابل مصرف سیلیس محلول از فرم های معدنی غیر قابل مصرف ترکیباتی همانند فسفر و ازت بیشتر می باشد. بنابراین، با طرح مسئله فوق امکان تشخیص مناطق کم مصرف و پر مصرف سیلیس محلول در زمان فعالیت زیاد فوستتری را فراهم می نماید (کاتونین و همکاران، ۱۳۷۴). ولی در زمان هایی که فسفر و ازت محلول به صورت کامل مورد مصرف فیتوپلانکتون ها قرار میگیرند عملاً شناسایی مناطق پر مصرف و کم مصرف آنها امکان پذیر نخواهد بود. دینامیک فصلی سیلیس محلول مانند دیگر فرم های معدنی مواد مغذی (ازت و فسفر) بدین صورت می باشد که حداقل مقدار آن در زمان شکوفایی فیتوپلانکتونی و حداکثر آن به هنگام کاهش مصرف آن می باشد (کاتونین و همکاران، ۱۳۷۴).

در دو دوره زمانی ۱۳۷۴-۷۵ (فاز اول) و ۱۳۸۴ (فاز دوم)، بیشترین میانگین غلظت سیلیس محلول در فصل بهار در حد $۶/۶۵ \pm ۱۳۰/۷$ میکروگرم در لیتر بود. در فاز اول مطالعه، حداکثر و حداقل غلظت سیلیس محلول در فصول بهار و زمستان گزارش گردید ولی در فاز دوم مطالعه، حداکثر و حداقل غلظت سیلیس محلول به ترتیب مربوط به فصول پاییز و تابستان بوده است (Nasrollahzadeh et al., 2008b). مطالعه (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) نشان داد، دامنه تغییرات سیلیس محلول در لایه های آبی دریا در چهار فصل از ۸۷ تا ۴۴۵ میکروگرم برلیتر در نوسان بود. بیشترین میانگین آن مربوط به فصول بهار و تابستان به ترتیب به میزان $۲۳۰ \pm ۶/۶۵$ و $۲۲۹ \pm ۷/۱۵$ میکروگرم برلیتر بوده است.

۷-۱- سوابق تحقیق

مطالعات هیدروشیمی حدود ۱۱۶ سال پیش (۱۸۹۷ میلادی) از دریای خزر جهت جدا سازی نمک توسط تبخیر آب دریا نمونه برداری از آن آغاز شد (علیزاده، ۱۳۸۳). از آن پس مطالعات گوناگونی در دریای خزر توسط اتحاد جماهیر شوروی صورت گرفت (Aladin and Plotnikov, 2004). مطالعات هیدروشیمی دریای خزر در حوزه جنوبی آن از سال ۱۳۷۰ با مشارکت دانشگاه تهران شروع گردید. سپس مطالعات انسجام یافته در خزر جنوبی

برای اولین بار در مرکز تحقیقات شیلاتی مازندران در سالهای ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۴ با همراهی کارشناسان روسی (گشت های مشترک دریایی) در اعماق مختلف به منظور تعیین پارامترهای هیدرولوژی و هیدروشیمی و هیدروبیولوژی صورت پذیرفت (کاتونین و همکاران، ۱۳۷۴). سپس پروژه های بعدی از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۶ با همکاری موسسه تحقیقات شیلات ایران توسط پژوهشکده اکولوژی دریای خزر در کرانه خزر جنوبی (سواحل ایرانی) در اعماق مختلف جهت تعیین فاکتورهای هیدرولوژی، هیدروشیمی و هیدروبیولوژی انجام شد (حسینی و همکاران، ۱۳۸۸، لالوئی و همکاران، ۱۳۸۳، هاشمیان و همکاران، ۱۳۸۸). مقالات متعددی نیز در این ارتباط به تجزیه و تحلیل خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب کرانه های جنوبی دریای خزر به چاپ رسید که با نتایج تحقیق حاضر استفاده شد. بررسی پارامترهای فیزیکوشیمیایی در کرانه های جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۷ توسط واحدی و همکاران (۱۳۸۹) و نیز در آخرین دوره (۱۳۸۸)، تعیین پارامترهای فیزیکوشیمیایی در منطقه حوزه جنوبی دریای خزر توسط نصراله زاده و همکاران (۱۳۹۱) صورت پذیرفت. در بررسی اخیر (۱۳۸۹)، مکان و ایستگاههای نمونه آب جهت تعیین پارامترهای فیزیکوشیمیایی با سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ دارای ایستگاههای مشترک بوده و داده های اخیر نسبت به دو دوره قبل مقایسه و نیز به تحلیل داده های سال ۱۳۸۹ پرداخته میشود.

۸-۱- فرضیات و اهداف تحقیق

پروژه حاضر بعنوان یک زیر طرح " هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلاینده های زیست محیطی در منطقه جنوبی دریای خزر " است. بنابراین، بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب در کرانه های جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۹ طبق فرضیات تحقیق در زیر بخش " الف " و نیز اهداف تحقیق در زیر بخش " ب " به شرح زیر آمده است.

الف:

- آیا تفاوتی بین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی منطقه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۹ با سنوات گذشته مشاهده می شود؟

- آیا تفاوتی بین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی در بین ایستگاه های مختلف مورد مطالعه در منطقه جنوبی دریای خزر وجود دارد؟

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

ب:

- تعیین روند تغییرات افقی و عمودی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی در لایه های متفاوت آب با تاکید بر نقش زمان و مکان

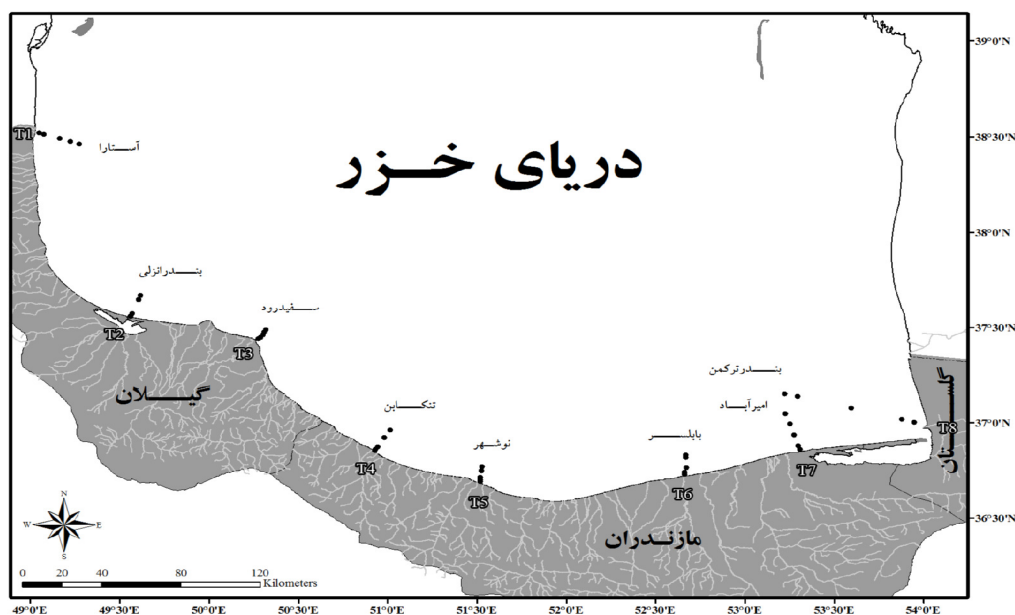
- بررسی نحوه توزیع مواد مغذی در منطقه جنوبی دریای خزر

- مقایسه پارامترهای مذکور با سالهای قبل

۲- مواد و روش ها

۲-۱- وضعیت عمومی ایستگاههای مطالعاتی

سواحل منطقه جنوبی دریای خزر از لحاظ اقتصاد شیلاتی و صنعت دریانوردی از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. تحقیق حاضر در منطقه جنوبی دریای خزر بین ۳۶ تا ۳۸ درجه شمالی و ۴۸ تا ۵۳ درجه شرقی صورت گرفت. نمونه برداری در هشت نیم خط عمود بر ساحل طی چهار فصل از غرب تا شرق منطقه جنوبی دریای خزر به انجام رسید. ایستگاههای نمونه برداری آب نیم خط های آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و ترکمن بر اساس موقعیت مکانی، وضعیت شیب، نقاط حساس (بنادر و رودخانه های مهم)، با توجه به نتایج پروژه های تحقیقاتی قبلی و امکانات دریانوردی انتخاب گردید (شکل ۲-۱).



شکل ۲-۱: نیم خط های نمونه برداری پارامترهای فیزیکوشیمیایی تا عمق ۱۰۰ متری در منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

ایستگاه های نمونه برداری آب در نیم خط های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸ دارای طول و عرض جغرافیایی به شرح جدول ۲-۱ می باشد. در ضمن در هر نیم خط ۵ ایستگاه سطحی با نام های A (۵ متر)، B (۱۰ متر)، C (۲۰ متر)، D (۵۰ متر) و E (۱۰۰ متر) استفاده شده است.

جدول ۱-۲: اسامی هشت نیم خط نمونه برداری به همراه موقعیت جغرافیایی در منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| نام ایستگاه | نیم خط | ۵ متر | ۱۰ متر | ۲۰ متر | ۵۰ متر | ۱۰۰ متر |
|---------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| آستارا | طول جغرافیایی | ۴۸° ۵۴' | ۴۸° ۵۶' | ۴۹° ۱' | ۴۹° ۵' | ۴۹° ۸' |
| | عرض جغرافیایی | ۳۸° ۲۵' | ۳۸° ۲۵' | ۳۸° ۲۴' | ۳۸° ۲۳' | ۳۸° ۲۲' |
| بندر انزلی | طول جغرافیایی | ۴۹° ۲۹' | ۴۹° ۲۹' | ۴۹° ۲۹' | ۴۹° ۳۱' | ۴۹° ۳۲' |
| | عرض جغرافیایی | ۳۷° ۲۹' | ۳۷° ۲۹' | ۳۷° ۳۰' | ۳۷° ۳۵' | ۳۷° ۳۶' |
| سفید رود | طول جغرافیایی | ۵۰° ۱۳' | ۵۰° ۱۴' | ۵۰° ۱۴' | ۵۰° ۱۵' | ۵۰° ۱۵' |
| | عرض جغرافیایی | ۳۷° ۲۳' | ۳۷° ۲۴' | ۳۷° ۲۴' | ۳۷° ۲۵' | ۳۷° ۲۶' |
| تنکابن | طول جغرافیایی | ۵۰° ۵۴' | ۵۰° ۵۴' | ۵۰° ۵۵' | ۵۰° ۵۷' | ۵۰° ۵۹' |
| | عرض جغرافیایی | ۳۶° ۴۹' | ۳۶° ۴۹' | ۳۶° ۵۰' | ۳۶° ۵۳' | ۳۶° ۵۶' |
| نوشهر | طول جغرافیایی | ۵۱° ۳۰' | ۵۱° ۳۰' | ۵۱° ۳۰' | ۵۱° ۳۰' | ۵۱° ۳۰' |
| | عرض جغرافیایی | ۳۶° ۴۰' | ۳۶° ۴۱' | ۳۶° ۴۱' | ۳۶° ۴۳' | ۳۶° ۴۵' |
| بابلسر | طول جغرافیایی | ۵۲° ۳۹' | ۵۲° ۳۹' | ۵۲° ۴۰' | ۵۲° ۳۹' | ۵۲° ۳۹' |
| | عرض جغرافیایی | ۳۶° ۴۳' | ۳۶° ۴۴' | ۳۶° ۴۶' | ۳۶° ۴۹' | ۳۶° ۴۹' |
| بندرامیر آباد | طول جغرافیایی | ۵۳° ۱۸' | ۵۳° ۱۷' | ۵۳° ۱۶' | ۵۳° ۱۵' | ۵۳° ۱۳' |
| | عرض جغرافیایی | ۳۶° ۵۲' | ۳۶° ۵۳' | ۳۶° ۵۶' | ۳۶° ۶۰' | ۳۷° ۳' |
| بندر ترکمن | طول جغرافیایی | ۵۳° ۵۷' | ۵۳° ۵۳' | ۵۳° ۳۵' | ۵۳° ۱۷' | ۵۳° ۱۳' |
| | عرض جغرافیایی | ۳۷° ۰' | ۳۷° ۱' | ۳۷° ۵' | ۳۷° ۸' | ۳۷° ۹' |

۲-۲- زمان و وسایل نمونه برداری

نمونه برداری با استفاده از کشتی موسسه تحقیقات شیلات ایران در سال ۱۳۸۹ و بصورت فصلی (بهار: اردیبهشت، تابستان: مرداد، پائیز: آبان، زمستان: اسفند) به تعداد ۴۸۰ نمونه آب از سطح (عمق ۳۰ تا ۵۰ سانتی متر) و در اعماق ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر صورت گرفت. جمع آوری نمونه های آب توسط نمونه بردار ۲ لیتری نسکین تامین و نمونه ها با توجه به نوع پارامتر در ظروف یک لیتری نشاندار به آزمایشگاه منتقل گردید.

۲-۳- روش های آنالیز نمونه ها

پارامترهای دمای آب و هوا، pH و شفافیت آب در عرشه کشتی و نیز پارامترهای شوری، EC، DO، ازت (نیترونی، نیتراتی و آمونیومی)، فسفر معدنی، فسفر و ازت کل و یون سیلیس در آزمایشگاه پژوهشکده به شرح زیر اندازه گیری گردید.

* اندازه گیری برخی پارامترهای آب در کشتی (*in situ*)

در محل نمونه برداری و عرشه کشتی پارامترهای دمای آب، pH^۱ و شفافیت اندازه گیری شد. دمای آب توسط دماسنج برگردان و اسیدیته آب بوسیله pH متر پرتابل (WTW 320) صورت پذیرفت. شفافیت^۲ آب بطور غیر مستقیم با استفاده از سی سی شی دیسک^۳ از میانگین دو عدد قابل رویت (هنگام پائین رفتن و بالا آمدن صفحه سیاه و سفید با قطر ۵۰ سانتیمتر) اندازه گیری شد. بررسی های (Bledzki, 2010; Beeton, 1955) نشان داد، عمق لایه روشن عموماً ۲ تا ۲/۵ برابر عمق شفافیت اندازه گیری شده با سیشی دیسک است. دمای هوا نیز با استفاده از دماسنج جیوه ای با دقت ۰/۱ درجه سانتیگراد ثبت گردید (Hayward, 1987; Psarra *et al.*, 2000).

* شوری

با استفاده از دستگاه شوری سنج الکتروسولیمتر^۴ (ГМ_65M) روسی با دقت ۰/۰۱ گرم در هزار اندازه گیری شد.

* هدایت الکتریکی^۵ (EC)

هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه هدایت سنج الکتریکی Hatch با دقت ۰/۰۱ برحسب ms/cm اندازه گیری شد.

* اکسیژن محلول^۶

اکسیژن محلول (DO) با روش وینکلر (Winkler) که توسط Strickland و Parsons (۱۹۷۲) توصیه شد اندازه گیری شد (APHA, 2005). در این روش میزان ۲۵۰ میلی لیتر نمونه را در بطری وینکلر ریخته و به آن ۲ میلی لیتر محلول های سولفات منگنز و یدور قلیایی اضافه نموده و سپس در آزمایشگاه با اضافه کردن اسید سولفوریک و چند قطره محلول نشاسته با تیرانت تیو سولفات سدیم تیترو سرانجام غلظت اکسیژن محلول بر حسب میلی گرم بر لیتر با دقت ۰/۰۱ اندازه گیری شد. از آنجایی که در آبهای شور و لب شور واحد اکسیژن بر حسب میلی لیتر بر لیتر است بنابراین غلظت اکسیژن محلول بر حسب میلی گرم بر لیتر بر ضریب ۱/۴۲ (ضریب تصحیح شوری) تقسیم گردید (Katunin and Sapozhnikov, 1997).

¹ Power of Hydrogen

² Transparency or clarity

³ Secci Disk

⁴ (ЭЛЕКТРОСОЛЛЕМЕР, ГМ-65M: Russia)

⁵ Electrical conductivity

⁶ Dissolved Oxygen

* ازت آمونیومی^۷

غلظت مواد مغذی در علوم دریایی معمولاً در واحد مولار^۸ سنجیده می شوند (micromole/l, $\mu\text{mol/l}$) و یا میکرو مولار (= μM). در این مطالعه نیز واحد های مواد مغذی بر حسب میکرو مولار بیان گردیده است. واکنش ازت آمونیومی با هیپوکلریت و فنل ترکیب آبی رنگ ایندو فنل (indophenol) را تشکیل می دهد (Solorzano, 1969; APHA, 2005). شدت رنگ آبی با اسپکتروفوتومتر (مدل سیسیل ۱۰۲۰) در طول موج ۶۳۰ نانومتر اندازه گیری گردید. در نهایت با مقایسه منحنی استاندارد غلظت ازت آمونیومی سنجیده شد.

* ازت نیترونی و ازت نیتراتی

این دو یون ازتی به عنوان ازت اکسید شده شناخته شد. نیتريت به روش برن اشنايدر و رابینسون اندازه گیری شد. در این روش با اضافه نمودن محلول های سولفانیل آمید و N-(۱-فنیل) اتیلن دی آمین دی هیدرو کلراید، یون نیتريت موجود ایجاد کمپلکس رنگی نموده که میزان جذب آن را با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (مدل سیسیل ۱۰۲۰) در طول موج ۵۴۳ نانومتر قرائت گردید. روش ستون کاهشی کادمیوم برای نیترات توصیه شده است. در این روش، ازت نیتراتی بوسیله ستونی از ملغمه کادمیم و مس به یون ازت نیترونی کاهش می یابد. این یون با ترکیب با سولفانیل و نفتیل آمین رنگ قرمز تولید کرده که در طول موج ۵۴۳ نانومتر جذب آن توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر (مدل سیسیل ۱۰۲۰) قرائت شد. در نهایت با مقایسه منحنی استاندارد غلظت ازت نیترونی و نیتراتی سنجیده شد (Section 4500-NO₃⁻ part-E, APHA, 2005).

* فسفر معدنی و آلی محلول

فسفات (Dissoled inorganic phosphate-DIP) بروش اصلاحی سوگوارا (۱۹۸۱) اندازه گیری شد. میزان PO₄³⁻ موجود با اضافه نمودن پتاسیم آنتیموان تارترات و اسید اسکوربیک ایجاد کمپلکس آبی رنگ تبدیل و سپس جذب این ترکیب را با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (مدل سیسیل ۱۰۲۰) در طول موج ۸۸۵ نانومتر قرائت شد. در نهایت با مقایسه منحنی استاندارد غلظت یون فسفات سنجیده شد غلظت فسفر آلی (Dissoled organic phosphorus-DOP) از تفاضل فسفر کل (Total phosphorus-TP) از فسفر معدنی طبق فرمول (۲) محاسبه گردید (Yurkovskis, 2004).

$$\text{DOP} = \text{TP} - \text{DIP} \quad (۱)$$

* ازت و فسفر کل

اندازه گیری نیتروژن و فسفر کل نیازمند به عمل فرایند هضم ترکیبات آلی به فرم معدنی است. روش هضم پرسولفات- بوریک اسید یکی از روش های متداول اندازه گیری فسفر و ازت کل میباشد (Valderrama, 1981).

⁷ Amonia

⁸ Molar

در این روش ترکیبات بالا را به نمونه ها افزوده و در اتوکلاو با شرایط دمای ۱۲۱ درجه سانتی گراد و فشار ۱ تا ۱/۵ اتمسفر به مدت ۳۰ - ۶۰ دقیقه قرار داده و پس از این مرحله تمامی ترکیبات ازت دار و فسفر دار به ترتیب به ازت نیتراتی و فسفات تبدیل و طبق دستورالعمل غلظت آنها تین می گردند و در نهایت با مقایسه منحنی استاندارد غلظت های TP و TN محاسبه شد.

* سیلیس محلول

سیلیس محلول با استفاده از روش مولیدو سیلیکات اندازه گیری گردید. در این روش ۱ میلی لیتر آمونیوم مولیدات به همراه ۰/۲۵ میلی لیتر اسید سولفوریک به نمونه اضافه، محلول با مولیدات واکنش داده و در مجاورت اسید به کمپلکس زرد رنگ تبدیل و بعد از ۲۰ دقیقه جذب نمونه در طول موج ۳۸۰ نانومتر قرائت شد و در نهایت با مقایسه منحنی استاندارد غلظت سیلیس محلول سنجیده شد. (Section 4500-Si -part D, APHA, 2005).

۴-۲- تجزیه و تحلیل آماری

در تجزیه و تحلیل آماری داده های پارامترهای فیزیکوشیمیایی در هشت نیم خط عمود بر ساحل در چهار فصل از سال از نرم افزار (SPSS-Statistical Package of Social Science- 11.5)، استفاده گردید. در داده های پارامترهای فیزیکوشیمیایی از روش آماری (MFA (Multivariate Factor Analysis) در جهت تقلیل و کاهش داده ها و دستیابی به متدولوژی نوین در زمینه تقسیم بندی گروهی و پارامترهای اندازه گیری شده براساس واریانس گروهی داده ها با استفاده از Initial Eigenvalue و Rotated Eigenvalue با چرخش نمودن Varimax with Kaiser کاربرد واریانس های بدست آمده مورد تفسیر و بحث قرار گرفت. همچنین در جهت تعیین کاربرد ترکیبات کیفی آب در لایه های نیم خط ها از ساحل به اعماق تا ۱۰۰ متری نسبت به پارامترهای زمان (فصل) و مکان (نیم خط های ایستگاه) با استفاده از روش آنالیز (MDA (Multivariate Discriminant Analysis) و نقش کلیدی واریانس های اصلی و وابستگی درصد های حقیقی نسبت به زمان و مکان با استفاده از منابع متعدد مورد بحث و بررسی قرار گرفت (Sarbu and Pop, 2005; Abdul-Wahab et al., 2005; Love et al., 2004; Singh et al., 2004; Alvin C. Rencher., 2002).

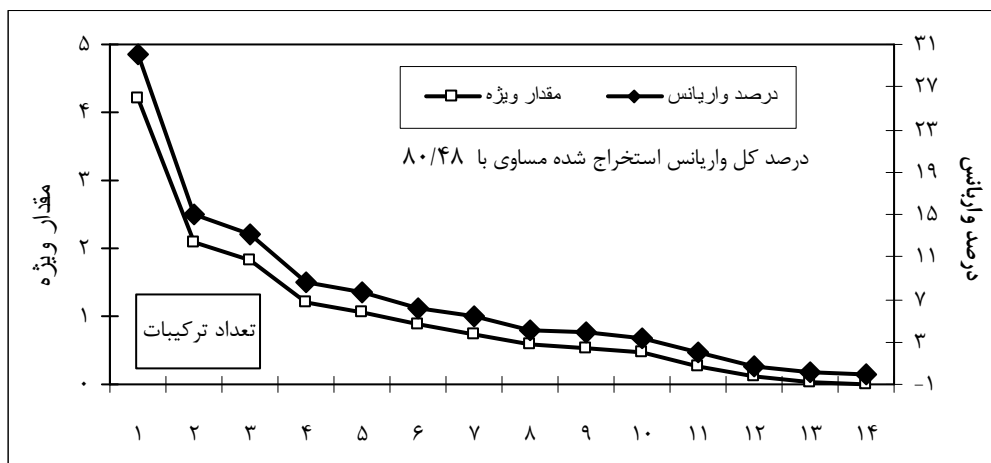
همچنین با در نظر گرفتن و لحاظ نمودن برخی از پیش فرض های پیرسون از روش آماری خطی پارامتریک ضریب همبستگی برای تعیین در سطح ۱٪ و ۵٪ پارامترهای اندازه گیری شده در نمونه ها استفاده گردید.

۳- نتایج

پارامترهای فیزیکوشیمیایی نمونه های آب از لایه های نوری و غیر نوری در منطقه جنوبی دریای خزر شامل: دمای آب، شفافیت، شوری، pH، هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول، ازت آمونیومی، ازت نیترونی، ازت نیتراتی، ازت کل، فسفر معدنی، فسفر آلی، فسفر کل و سیلیس محلول در هشت نیم خط عمود بر ساحل طی چهار فصل اندازه گیری گردید.

۳-۱- بررسی داده ها با استفاده از آنالیز فاکتورها (MFA)

در این بررسی، از آنالیز فاکتورها (MFA) جهت تقلیل و کاهش داده ها بمنظور دستیابی به تقسیم بندی گروهی پارامترهای کیفی آب دریا (فیزیکوشیمیایی) که شامل ۱۴ پارامتر می باشند استفاده گردید. تعداد $6720 = 14 \times 48 \times 8$ نمونه از این پارامترها بطور فعال در فرایند آنالیز فاکتورها در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان در هشت نیم خط عمود بر ساحل از آب لایه های متفاوت (لایه های سطحی تا عمق ۱۰۰ متر) از نواحی ساحلی تا اعماق بالا در منطقه جنوبی دریای خزر که در ۶ گروه آنالیز آماری تقسیم بندی گردیده مشارکت داشتند. در شکل ۱-۳، دامنه تغییرات سنگریزه ای شامل درصد واریانس به تفکیک متشکل از شش گروه که دارای دامنه ۳۰ تا بیش از ۶ درصد در نوسان بوده و نیز مابقی پارامترهای کمتر از ۶ درصد برای دیگر گروه ها شرح گردید. در شکل یاد شده، مقدار ویژه (Eigvalue) جهت ۶ گروه که بیشتر از ۴ شروع و تا حدود ۱ در نوسان بوده است. در ضمن، مقدار ویژه (Eigvalue) دیگر عناصر کمتر از حد نرمال (<1) از اهمیت خاصی برخوردار نیستند.



شکل ۱-۳: دامنه تغییرات مقدار ویژه و درصد واریانس در مقابل تعداد ترکیبات کیفی آب هشت نیم خط (در اعماق ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری در چهار فصل) منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

جدول ۳-۱: شرح واریانس قبل و بعد چرخش از *MFA برای پارامترهای کیفی آب در هشت نیم خط منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| شرح واریانس قبل از چرخش | | | | شرح واریانس بعد از چرخش | | |
|--------------------------------------|------|--------------|--------------------|-----------------------------------|--------------|--------------------|
| مجموع استخراج مجذور بار - مقدار ویژه | | | | مجموع چرخش مجذور بار - مقدار ویژه | | |
| اجزاء | کل | درصد واریانس | مجموع درصد واریانس | کل | درصد واریانس | مجموع درصد واریانس |
| 1 | 4/20 | 30/00 | 30/00 | ۳3/0 | 21/61 | 21/61 |
| 2 | 2/09 | 14/95 | 44/96 | ۲2/0 | 14/40 | 36/01 |
| 3 | ۳1/8 | 13/03 | 57/99 | ۳1/9 | 13/78 | 49/79 |
| 4 | ۱1/2 | ۴8/6 | ۳66/6 | 1/54 | 11/00 | 60/79 |
| 5 | 1/07 | ۵7/6 | ۸74/2 | 1/40 | 10/02 | 70/81 |
| 6 | ۷0/8 | ۱6/2 | 80/48 | 1/35 | 9/67 | 80/48 |

*MFA- Multivariate Factor Analysis

جدول ۳-۱، مقدار درصد تجمعی واریانس ها برای فاکتور ها و مقدار بار کل ترکیبات داده شده قبل از چرخش و نیز مقدار درصد تجمعی بعد از چرخش را نشان میدهد. بار پذیرفته شده شش فاکتور استخراجی به ارزش ۸۰/۴۸ درصد میرسد. شرح واریانس ارزش های مستخرجه شش گروه بعد از چرخش به ترتیب ۲۱/۶۱، ۱۴/۴۰، ۱۳/۷۸، ۱۱، ۱۰/۰۲ و ۹/۶۷ درصد رسیده است (جدول ۳-۱).

جدول ۳-۲: نتایج بارگیری* آنالیز فاکتورها (**MFA) در خصوص پارامترهای کیفی آب (نیم خط های ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری در چهار فصل) منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| F-6 | F-5 | F-4 | F-3 | F-2 | F-1 | اجزاء پارامترها |
|-------|-------|--------|--------------|-------------|-------------|-----------------|
| -0/16 | -0/01 | -0/16 | -0/12 | -0/05 | 0/94 | هدایت الکتریکی |
| -0/15 | 0/19 | -0/11 | -0/09 | 0/002 | 0/92 | شوری |
| -0/15 | 0/03 | 0/03 | 0/06 | 0/97 | -0/03 | فسفر آلی |
| 0/21 | -0/07 | 0/02 | 0/07 | 0/95 | -0/09 | فسفر کل |
| 0/02 | -0/03 | -0/001 | -0/89 | -0/07 | 0/13 | دمای آب |
| 0/13 | 0/23 | 0/23 | 0/82 | 0/16 | -0/02 | اکسیژن محلول |
| -0/12 | -0/10 | 0/34 | 0/55 | -0/11 | -0/26 | ازت نیتراتی |

ادامه جدول ۲-۳:

| F-6 | F-5 | F-4 | F-3 | F-2 | F-1 | اجزاء پارامترها |
|-------------|-------------|-------------|-------|-------|-------|--------------------|
| 0/18 | -0/09 | 0/79 | 0/23 | -0/03 | -0/17 | ازت آمونیمی |
| -0/07 | 0/14 | 0/06 | 0/13 | 0/11 | -0/42 | ازت نیتریتی |
| -0/01 | 0/74 | 0/28 | 0/20 | 0/19 | 0/17 | ازت کل |
| -0/12 | 0/72 | -0/34 | -0/01 | ۴-0/2 | -0/04 | pH |
| 0/86 | -0/26 | -0/01 | 0/04 | 0/08 | -0/15 | فسفر معدنی |
| 0/63 | 0/36 | 0/20 | -0/06 | -0/06 | -0/33 | سیلیس محلول |
| 9/67 | 10/02 | 11/00 | 13/78 | 14/40 | 21/61 | درصد واریانس |

Extraction Method: Principal Component Analysis. * Rotation converged in 6 iterations

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization. ** MFA- Multivariate Factor Analysis

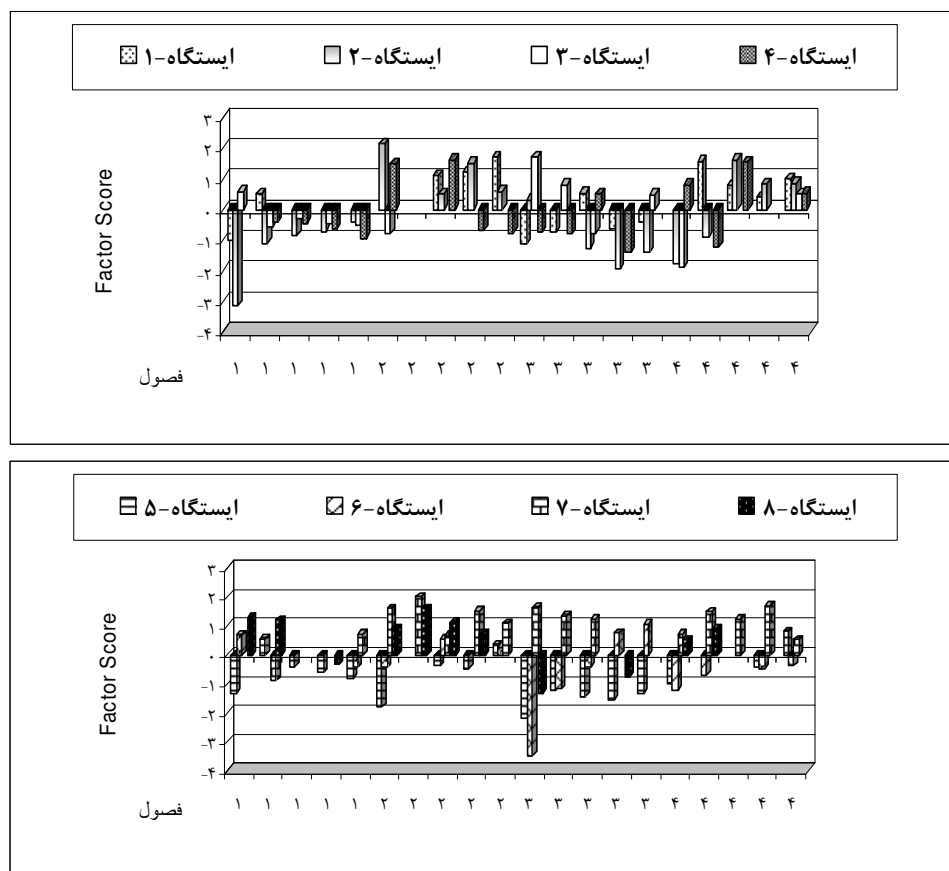
جدول ۲-۳ نشان می‌دهد، هر یک از شش فاکتور مستخرجه بطور شفاف دارای ضریب بالا که حاکی از توان مشارکت هر یک از آنها نسبت به دیگر پارامترهای شرکت کننده را به نمایش می‌گذارد. حد استاندارد ضریب بار پذیری فاکتورها در جدول فوق در صورتی بیش از ۰/۷۱ و کمتر از ۰/۳۲ واحد باشد در گروه بسیار عالی تا خیلی ضعیف ارزیابی گردیده است (García et al., 2004 and Nowak, 1998). در جدول ۱-۳ درصد واریانس ها، مشارکت هر یک از فاکتورها با توجه به نقش پذیری آنها از نوسانات حداکثری ۲۱/۶۱ تا حداقلی ۹/۶۷ درصد را مورد ملاحظه قرار داده است. بنابراین، سهم مشارکت پذیری هر یک از فاکتورها و کار برد ضریب بار آنها بطور تشریحی در زیر آورده می‌شود.

* آنالیز فاکتور یک- پارامترهای هدایت الکتریکی و شوری

جدول ۲-۳ نشان داد، فاکتور یک دارای بار مثبت بسیار زیاد برای پارامترهای هدایت الکتریکی و شوری به ترتیب در حد ۰/۹۴ و ۰/۹۲ می‌باشند. بنابراین، با توجه به حد استاندارد و دامنه ضریب بار پذیری فاکتورها به بیش از ۰/۷۱ در گروه بسیار عالی ارزیابی گردید. لذا با توجه به عالی بودن ضریب بار پذیری ۱۰۰ درصدی پارامترهای فاکتور یک و تشریح این فاکتور با ضریب واریانس ۲۱/۶۱ درصدی از کل ۸۰/۴۸ درصد واریانس های ماخوذه بر میزان مشارکت هر یک از پارامترها در فاکتور یاد شده دلالت دارد. لذا میزان مشارکت این فاکتور در بین سایر فاکتورها از ۷ تا ۱۲ درصد واریانس در نوسان بود.

شکل ۲-۳ چگونگی امتیازگیری فاکتور ۱ برای ۲ پارامتر فیزیکوشیمیایی آب (EC و شوری) در منطقه جنوبی دریای خزر را نشان می‌دهد. بنابراین، نسبت فاکتور امتیازگیری منفی به مثبت در بهار ۳ به ۱ بوده ولی در تابستان

این حالت کاملاً معکوس و به نسبت ۱ به ۳ میرسد. لذا این اختلاف امتیاز منفی و مثبت پارامترها بخصوص رشد امتیازگیری پارامتر مثبت در تابستان از لحاظ کمی حاکی از افزایش غلظت پارامترهای EC و شوری از سطح به عمق بطور نسبی بوده است. فاکتور امتیازگیری منفی به مثبت در پاییز با نسبت ۲ به ۱ بوده ولی در زمستان این حالت کاملاً معکوس و به نسبت ۱ به ۲ میرسد. لذا این اختلاف امتیازگیری منفی و مثبت پارامترها بخصوص رشد امتیازگیری پارامتر مثبت در زمستان از لحاظ کمی حاکی از افزایش غلظت پارامترهای EC و شوری از سطح به عمق بطور نسبی بوده است. لذا در بین فصول، رشد امتیاز مثبت در اکثر نیم خط های نمونه برداری در تابستان و زمستان حاکی از افزایش نسبی غلظت پارامترهای فاکتور یک میباشد.

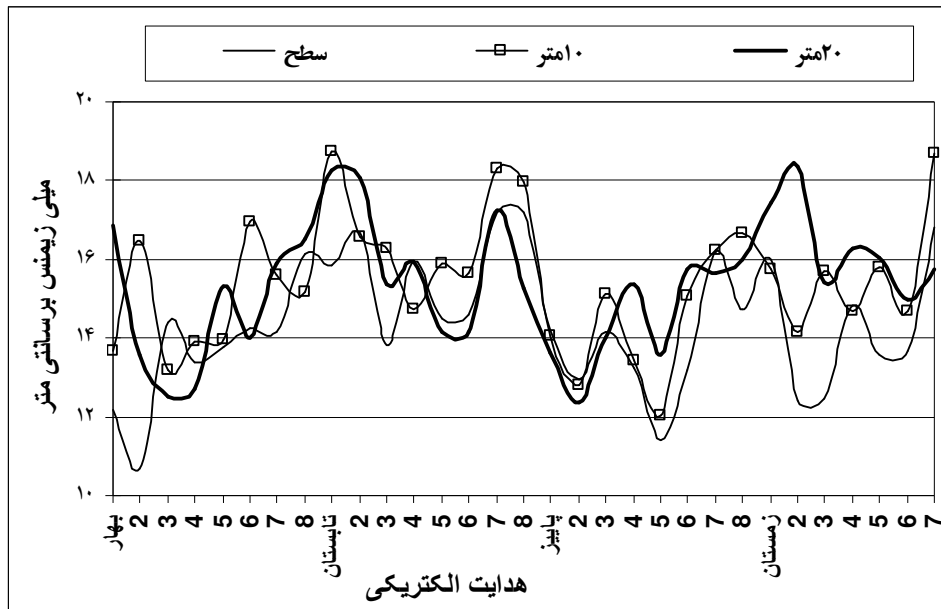


شکل ۲-۳: پارامترهای EC و شوری در ۱- Factor Score هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

الف- پارامتر EC در لایه نوری

مقدار میانگین کل و خطای استاندارد هدایت الکتریکی (EC) در لایه نوری $15/04 \pm 0/18$ میلی زیمنس بر سانتیمتر بود. جدول ۳-۳ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد EC در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری نوری به ترتیب $14/34 \pm 0/30$ ، $15/42 \pm 0/30$ و $15/37 \pm 0/29$ میلی زیمنس بر سانتیمتر بوده است. حداکثر مقدار

EC در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری لایه نوری به ترتیب ۱۷/۲۰، ۱۸/۷۲ و ۱۸/۳۴ میلی زیمنس بر سانتیمتر در نیم خط های ترکمن (تابستان)، آستارا (تابستان) و انزلی (زمستان) و مقدار منطقه میانی آن از سطح و عمق بیشتر بوده است. کمترین مقدار هدایت الکتریکی در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری برابر ۱۰/۷۰، ۱۲/۰۵ و ۱۲/۳۵ میلی زیمنس بر سانتیمتر در نیم خط های انزلی (بهار)، نوشهر (پاییز) و انزلی (پاییز) مشاهده گردید.



شکل ۳-۳: دامنه تغییرات هدایت الکتریکی نیم خط های لایه نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

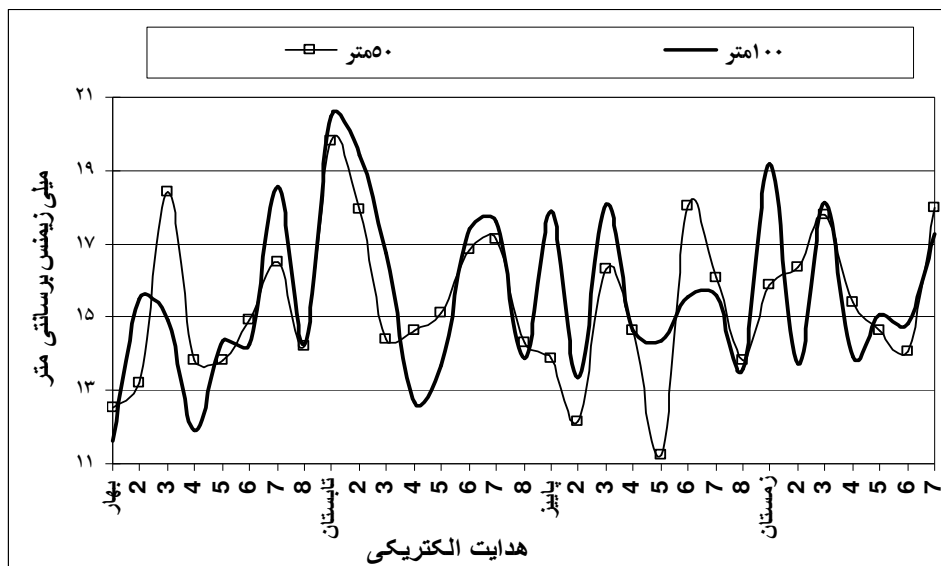
شکل ۳-۳ نشان می‌دهد، دامنه تغییرات و نوسان هدایت الکتریکی لایه نوری در نیم خط های آستارا و انزلی (منطقه غرب) در فصل بهار به ترتیب از ۱۲/۲۰ تا ۱۶/۸ و ۱۰/۷۰ تا ۱۶/۴۷ میلی زیمنس بر سانتیمتر بوده و سپس در نیم خط سفیدرود دامنه نوسان به همراه غلظت کاهش داشته و نیز در نیم خط های مناطق میانی و شرقی دریای خزر دوباره در این فصل (بهار) افزایش غلظت مشاهده گردید. با شروع فصل تابستان، بیشترین غلظت در قسمت میانی لایه نوری در نیم خط آستارا (منطقه غرب) در حد ۱۸/۷۲ میلی زیمنس بر سانتیمتر بوده و روند کاهشی آن تا نیم خط های نوشهر و بابلسر (منطقه میانی) در حد ۱۴/۱۵ میلی زیمنس بر سانتیمتر ادامه داشته و سپس در نیم خط های امیرآباد و ترکمن (منطقه شرق) و به نسبت منطقه غرب افزایش را نشان داد. در فصل پاییز، مقدار EC در نیم خط های آستارا و انزلی کاهش داشته است. در این فصل، کمترین مقدار در ایستگاه سطحی نوشهر (منطقه میانی) دیده شد و نیز در نیم خط های منطقه شرق با بیش از ۲ واحد اختلاف افزایش را نشان داد. در بین نیم خط های فصل زمستان، انزلی دارای نوسان حدود ۴ واحد و در عمق ۲۰ متر آن (منطقه

غرب) به همراه نیم خط امیرآباد در عمق میانی (منطقه شرق) بیشترین مقدار به ترتیب ۱۸/۳۴ و ۱۸/۷۱ میلی زیمنس برسانتیمتر را بخود اختصاص داده اند.

الف (۱) - پارامتر EC در لایه غیر نوری

جدول ۳-۳ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد هدایت الکتریکی در لایه غیر نوری ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب $۱۵/۳۵ \pm ۰/۴۱$ و $۱۵/۵۶ \pm ۰/۴۱$ میلی زیمنس بر سانتیمتر بوده است. حداکثر مقدار EC در لایه غیر نوری ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب ۱۹/۸۱ و ۲۰/۴۶ میلی زیمنس بر سانتیمتر در نیم خط آستارا (تابستان) بود. کمترین مقدار EC در لایه ۵۰ و ۱۰۰ متری غیر نوری در حد ۱۱/۲۶ و ۱۱/۶۴ میلی زیمنس بر سانتیمتر در فصول پاییز (نوشهر) و بهار (آستارا) مشاهده گردید.

شکل ۳-۴ نشان میدهد، دامنه تغییرات و نوسان هدایت الکتریکی لایه غیر نوری (بهار) در نیم خط های آستارا، انزلی و سفیدرود (منطقه غرب) در لایه ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب در حد ۶ و ۴ واحد اختلاف بود. حداکثر مقدار EC در این نیم خط ها به ترتیب از ۱۸/۴۱ و ۱۵/۵۲ میلی زیمنس بر سانتیمتر بوده و سپس در نیم خط تنکابن دامنه نوسان به همراه غلظت کاهش یافته و نیز مقدار EC در نیم خط های مناطق میانی و شرقی دریای خزر دوباره رو به افزایش را در این فصل نشان داد. با شروع فصل تابستان، بیشترین مقدار EC در عمق ۱۰۰ متری نیم خط آستارا (منطقه غرب) به همراه ۵۰ متری مشاهده گردید. سپس روند کاهشی در عمق ۱۰۰ متری آن تا نیم خط تنکابن (منطقه میانی) در حد ۱۲/۶۶ میلی زیمنس برسانتیمتر ادامه یافت و نیز در نیم خط های بابلسر و امیرآباد (مناطق میانی و شرق) روند افزایشی بوده و در نیم خط ترکمن با کاهش ۴ واحدی روبرو گردید.



شکل ۳-۴: دامنه تغییرات هدایت الکتریکی نیم خط های لایه غیر نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

در فصل پاییز، مقدار EC لایه ۱۰۰ متری نیم خط های آستارا و سفیدرود (منطقه غرب) افزایش و در نیم خط انزلی (غرب) با کاهش بیش از ۴ واحد روبرو بوده و مقدار آن در نیم خط های تنکابن و نوشهر، بابلسر (میانی) و امیرآباد (شرق) با افزایش و کاهش کمی روبرو بود. همچنین در پاییز، کمترین مقدار در لایه ۵۰ متری نیم خط نوشهر (میانی) در حد ۱۱/۲۶ میلی زیمنس برسانتیمتر مشاهده گردید. دامنه تغییرات لایه ها در فصل زمستان در مقایسه با پاییز کمتر بوده است. نیم خط های آستارا، سفیدرود (غرب) و امیرآباد (شرق) دارای بیشترین مقدار و سایر نیم خط ها در حد کم گزارش گردید.

جدول ۳-۳: میانگین، حداقل، حداکثر و خطای استاندارد پارامتر فاکتور اول لایه نوری و غیر نوری نیم خط ها در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

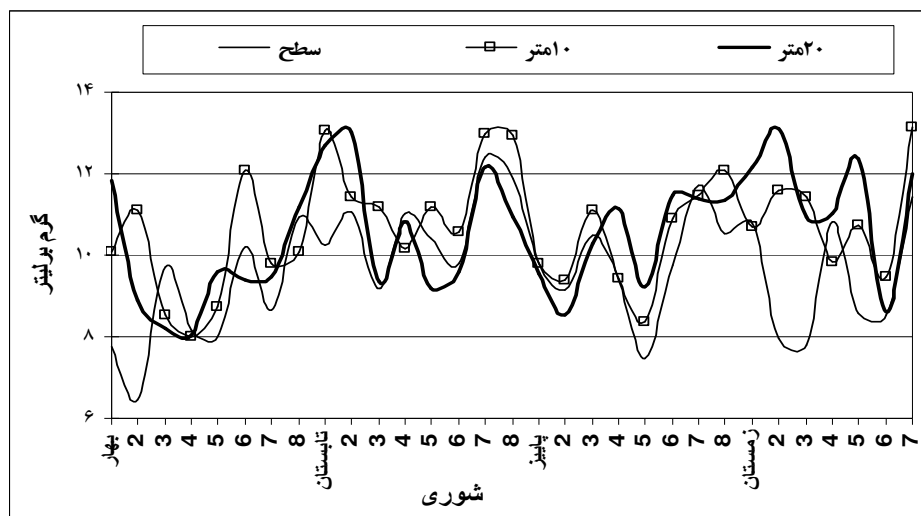
| پارامترها | حداقل | حداکثر | میانگین | خطای استاندارد (SE) |
|----------------------|-------|--------|---------|---------------------|
| شوری - ۵ | 45/6 | 40/12 | 68/9 | 26/0 |
| شوری - ۱۰ | 99/7 | 16/13 | 69/10 | 25/0 |
| شوری - ۲۰ | 05/8 | 12/13 | 57/10 | 27/0 |
| هدایت الکتریکی - ۵ | 70/10 | 20/17 | 34/14 | 30/0 |
| هدایت الکتریکی - ۱۰ | 05/12 | 72/18 | 42/15 | 30/0 |
| هدایت الکتریکی - ۲۰ | 35/12 | 34/18 | 37/15 | 29/0 |
| شوری - ۵۰ | 69/7 | 21/14 | 58/10 | 32/0 |
| شوری - ۱۰۰ | 27/6 | 21/14 | 80/10 | 37/0 |
| هدایت الکتریکی - ۵۰ | 26/11 | 81/19 | 35/15 | 36/0 |
| هدایت الکتریکی - ۱۰۰ | 64/11 | 46/20 | 56/15 | 41/0 |

ب- پارامتر شوری در لایه نوری

مقدار میانگین کل و خطای استاندارد شوری در لایه نوری $۱۰/۳۱ \pm ۰/۱۶$ گرم برلیتر بود. جدول ۳-۳ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد شوری در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری لایه نوری به ترتیب $۹/۶۸ \pm ۰/۲۶$ ، $۱۰/۶۹ \pm ۰/۲۵$ و $۱۰/۵۷ \pm ۰/۲۷$ گرم برلیتر بوده است. حداکثر مقدار شوری در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری لایه نوری به ترتیب ۱۲/۴۰، ۱۳/۱۶ و ۱۳/۱۲ گرم برلیتر در نیم خط های امیرآباد (تابستان)، امیرآباد و انزلی (زمستان) و مقدار منطقه میانی آن از سطح و عمق بیشتر بوده است. کمترین مقدار شوری در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری برابر $۶/۴۵$ ، $۷/۹۹$ و $۸/۰۵$ گرم برلیتر در نیم خط های انزلی و تنکابن (بهار) بود.

شکل ۳-۵ نشان میدهد، دامنه تغییرات و نوسان شوری لایه نوری در نیم خط های آستارا و انزلی (غرب) در بهار به ترتیب از $۷/۷۴$ تا $۱۱/۸۳$ و $۶/۴۵$ تا $۱۱/۱۲$ گرم برلیتر و سپس نوسانات غلظتی در نیم خط سفیدرود (غرب) با کاهش روبرو بوده و نیز افزایش غلظتی شوری در نیم خط های مناطق میانی و شرقی دریای خزر مجدد در بهار

مشاهده گردید. در تابستان، بیشترین غلظت در قسمت میانی لایه نوری نیم خط آستارا (غرب) در حد ۱۳/۰۶ گرم برلیتر بوده و روند کاهشی آن تا نیم خط نوشهر (میانی) برابر ۹/۲۰ گرم برلیتر ادامه داشته و سپس در نیم خط های امیرآباد و ترکمن (شرق) به نسبت منطقه غرب افزایش را نشان داد. در پاییز، غلظت شوری در نیم خط های آستارا و انزلی (غرب) کاهش را نشان داد. در فصل پاییز، کمترین مقدار شوری در ایستگاه سطحی نیم خط نوشهر (میانی) در حد ۸/۳۵ گرم برلیتر ولی در نیم خط ترکمن (شرق) شوری آن بیش از ۱۲ گرم برلیتر افزایش را نشان داد. در زمستان، نیم خط های انزلی و نوشهر (غرب و میانی) دارای بیشترین نوسان از سطح به عمق به ترتیب بیش از ۵ و کمتر از ۵ واحد شوری اختلاف مشاهده گردید. در نیم خط امیرآباد (شرق)، بیشترین مقدار در عمق ۱۰ متری و در حد ۱۳/۱۶ گرم برلیتر گزارش گردید.

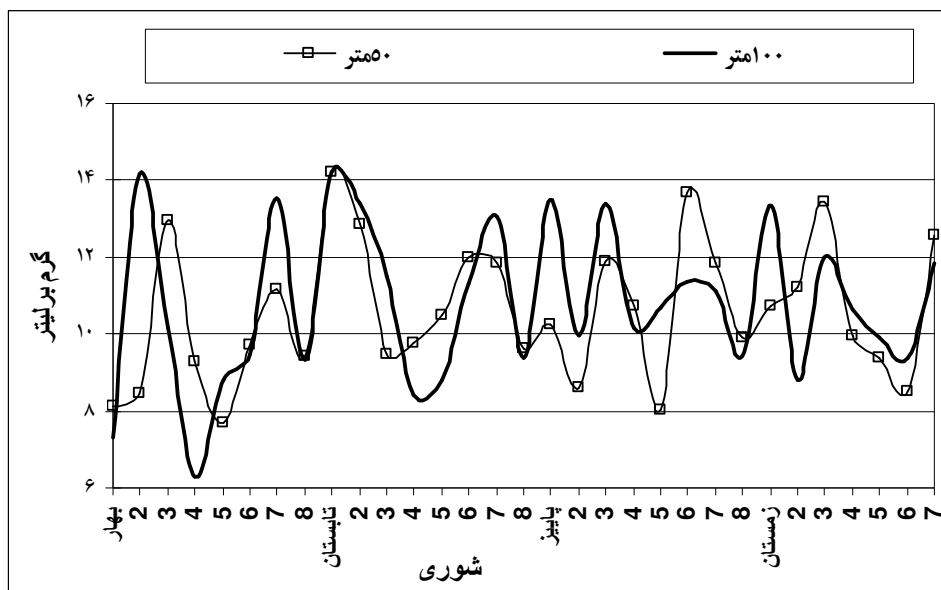


شکل ۳-۵: دامنه تغییرات شوری نیم خط های لایه نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

ب (۱) - پارامتر شوری در لایه غیر نوری

جدول ۳-۳ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد شوری در لایه غیر نوری ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب $۱۰/۵۸ \pm ۰/۳۲$ و $۱۰/۸۰ \pm ۰/۳۷$ گرم برلیتر بوده است. حداکثر مقدار شوری در لایه غیر نوری ۵۰ و ۱۰۰ متری در تابستان به ترتیب ۱۴/۲۱ و ۱۴/۲۱ گرم برلیتر در نیم خط انزلی بود. کمترین مقدار شوری در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری غیر نوری برابر ۷/۶۹ و ۶/۲۷ گرم برلیتر در نیم خط های نوشهر و تنکابن (بهار) مشاهده گردید. شکل ۳-۶ نشان میدهد، دامنه تغییرات و نوسان شوری در لایه غیر نوری (بهار) در نیم خط آستارا (غرب) بسیار کم ولی در نیم خط انزلی اختلاف شوری در لایه ۵۰ و ۱۰۰ متری به بیش از ۵ واحد افزایش و نیز در نیم خط سفیدرود (غرب) در لایه ها به کمتر از ۳ واحد شوری کاهش می یابد. حداکثر مقدار شوری در این نیم خط ها به ترتیب از ۱۲/۹۶ و ۱۴/۱۷ گرم برلیتر بوده و سپس در نیم خط تنکابن (میانی) ضمن کاهش دامنه نوسان، غلظت آن به حداقل ممکن در مقایسه با تمام فصول (۶/۲۷ گرم برلیتر) میرسد. در فصل بهار، نیم خط های

نوشهر، بابلسر و امیرآباد (مناطق میانی و شرقی) روند افزایشی داشته و نیز در نیم خط ترکمن (شرق) در لایه ۱۰۰ متری با کاهش بیش از ۴ واحد شوری روبرو بوده است. در فصل تابستان، بیشترین مقدار شوری در عمق ۱۰۰ متری نیم خط آستارا (غرب) به همراه لایه ۵۰ متری مشاهده گردید. سپس روند کاهشی عمق ۱۰۰ متری آن تا نیم خط تنکابن (میانی) در حد ۸/۴۳ گرم برلیتر ادامه داشته و سپس روند در نیم خط های بابلسر و امیرآباد (مناطق میانی و شرق) رو به افزایش و در نیم خط ترکمن با کاهش کمتر از ۴ واحد شوری روبرو گردید. در پاییز، ضمن افزایش غلظت شوری در نیم خط های آستارا و سفیدرود (غرب)، دامنه تغییرات شوری در لایه های نیم خط آستارا به بیش از ۳ واحد افزایش و در نیم خط انزلی (غرب) با کاهش بیش از ۳ واحد روبرو بوده است. مقدار شوری در نیم خط های تنکابن و نوشهر (میانی) با کاهش و سپس در نیم خط بابلسر (میانی) افزایش و در نیم خط های شرقی در عمق ۱۰۰ متری (ترکمن) به حداقل ۹/۴۳ گرم برلیتر کاهش می یابد. در فصل زمستان، بیشترین مقدار شوری در بین نیم خط ها مربوط به آستارا و سفیدرود (منطقه غرب) در لایه ۱۰۰ و ۵۰ متری به ترتیب برابر ۱۳/۴۲ و ۱۳/۳۵ گرم برلیتر و حداقل مقدار آن در نیم خط بابلسر (میانی) و در لایه ۵۰ متری مشاهده گردید. در فصل زمستان، مقدار شوری منطقه میانی در مقایسه با منطقه غرب از کاهش قابل ملاحظه ای برخوردار بود.



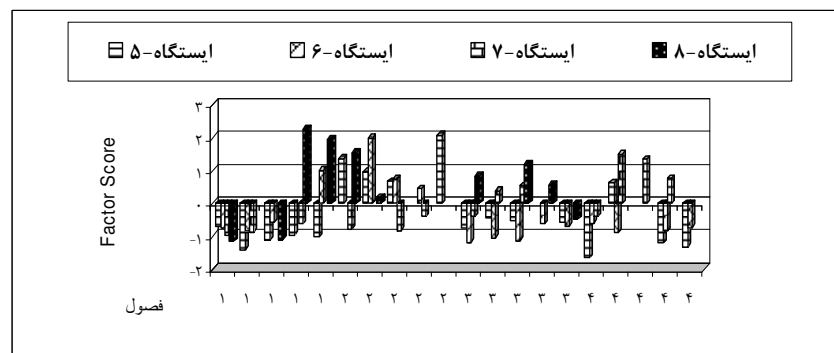
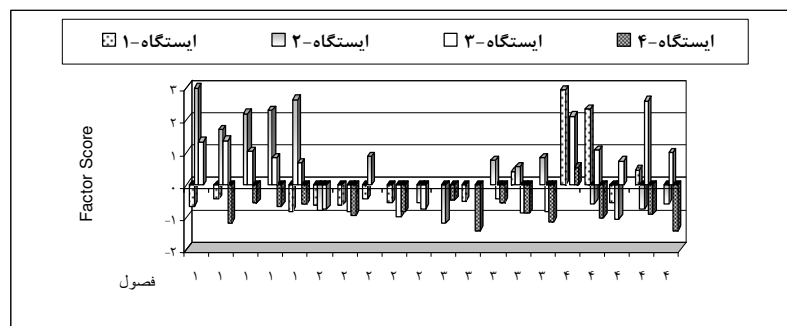
شکل ۳-۶: دامنه تغییرات شوری نیم خط های لایه غیر نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

*** آنالیز فاکتور دو - پارامترهای فسفر آلی (DOP) و فسفر کل (TP)**

جدول ۲-۳ نشان داد، فاکتور ۲ دارای بار مثبت بسیار زیاد برای پارامترهای فسفر آلی و فسفر کل به ترتیب در حد ۰/۹۶ و ۰/۹۵ می باشند. بنابراین، با توجه به حد استاندارد و دامنه ضریب بار پذیری فاکتورها به بیش از ۰/۷۱

در گروه بسیار عالی ارزیابی گردید. حال با توجه به عالی بودن ضریب بار پذیری ۱۰۰ درصدی فاکتور ۲ و تشریح این فاکتور با ضریب واریانس ۱۴/۴۰ درصدی از کل ۸۰/۴۸ درصد واریانس های مآخوذه بر میزان مشارکت هر یک از پارامترها در فاکتور یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت واریانس پارامترهای فاکتور ۲ حدود ۷/۲ درصد کمتر از پارامترهای فاکتور یک و نیز کمتر از ۱ درصد بیشتر از فاکتور بعدی می باشد. لذا میزان مشارکت این فاکتور در بین فاکتورهای ۳ تا ۶ از کمتر از ۱ تا ۵ درصد واریانس در نوسان بوده است.

شکل ۷-۳ چگونگی امتیازگیری فاکتور ۲ برای ۲ پارامتر فیزیکوشیمیایی آب (فسفر آلی و فسفر کل) در منطقه جنوبی دریای خزر را نشان میدهد. بنابراین، فاکتور امتیازگیری منفی به مثبت در فصل بهار با نسبت ۶۱ به ۳۹ درصد ولی در تابستان این حالت با نسبت ۶۰ به ۴۰ درصدی که با کمی تغییر روپرو بوده است. شکل ۷-۳ نشان میدهد، کمیت امتیاز مثبت در برخی موارد بیش از ۲ برابر منفی است، لذا این اختلاف امتیازگیری منفی و مثبت پارامترها بخصوص رشد امتیازگیری پارامتر منفی در دو فصل حاکی از افزایش مصرف احتمالی پارامترهای فسفر آلی (DOP) فسفر کل (TP) در برخی از نیم خط ها از سطح به عمق بطور نسبی بوده است. فاکتور امتیازگیری منفی به مثبت در فصل پاییز با نسبت ۷۰ به ۳۰ درصدی است اما در زمستان این حالت با کاهش زیاد امتیاز منفی با نسبت ۵۵ به ۴۵ درصدی تغییر امتیاز بوده است. بنابراین، احتمالاً این اختلاف امتیازگیری منفی و مثبت پارامترها بخصوص رشد امتیازگیری پارامتر مثبت در زمستان حاکی از عدم مصرف پارامترهای DOP و TP افزایش غلظت آنها از سطح به عمق بطور نسبی بوده است. در نتیجه، رشد امتیاز مثبت (کمی و کیفی) در اکثر نیم خط های نمونه برداری در تابستان و زمستان حاکی از افزایش نسبی غلظت پارامترهای فاکتور ۲ میباشد.

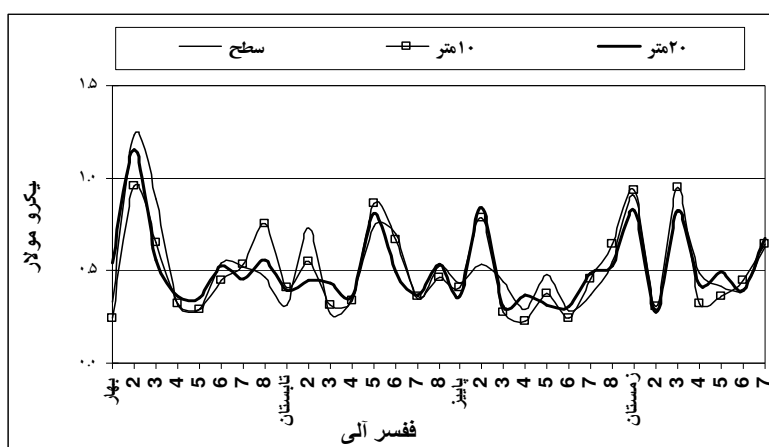


شکل ۷-۳: پارامترهای فسفر آلی و فسفر کل در ۲ - Factor Score - هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

الف - پارامتر فسفر آلی (DOP) در لایه نوری

غلظت میانگین کل و خطای استاندارد فسفر آلی در لایه نوری $0/50 \pm 0/02$ میکرومولار گزارش گردید. جدول ۳-۴ نشان داد، میانگین و خطای استاندارد فسفر آلی در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری لایه نوری به ترتیب $0/04 \pm 0/51$ ، $0/04 \pm 0/50$ و $0/04 \pm 0/51$ میکرومولار بوده است. حداکثر مقدار فسفر آلی در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری لایه نوری به ترتیب ۱/۲۳، ۰/۹۶ و ۱/۱۵ میکرومولار در نیم خط انزلی (بهار) مشاهده گردید. کمترین مقدار فسفر آلی در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری برابر ۰/۲۷، ۰/۲۳ و ۰/۲۸ میکرومولار در نیم خط های سفیدرود (تابستان)، تنکابن (پاییز) و انزلی (زمستان) مناطق غرب و میانی مشاهده گردید.

شکل ۳-۸ نشان میدهد، نوسانات غلظت فسفر آلی لایه نوری در نیم خط انزلی (غرب-بهار) و در بین سایر نیم خط ها از افزایش قابل ملاحظه ای برخوردار بود که بیشترین غلظت آن در لایه سطحی برابر ۱/۲۳ میکرومولار مشاهده شد. غلظت فسفر آلی در لایه ۱۰ متری مناطق غرب و میانی همواره در مقایسه با لایه های سطح و ۲۰ متری کمتر بوده است و در نیم خط امیرآباد (شرق) به تعادل رسیده و سپس در نیم خط ترکمن (شرق) افزایش را نشان میدهد. در تابستان، غلظت این پارامتر در نیم خط نوشهر (میانی) در بین دیگر نیم خط ها دارای حداکثر مقدار برابر ۰/۸۷ میکرومولار بود ضمن اینکه غلظت فسفر آلی در لایه سطحی نیم خط انزلی در مرتبه دوم قرار دارد. در منطقه شرق، غلظت فسفر آلی در مقایسه با سایر نیم خط ها به حداقل ممکن رسید. در پاییز، غلظت فسفر آلی در لایه های ۱۰ و ۲۰ متری نیم خط انزلی (غرب) در مقایسه با سایر نیم خط ها در مرتبه نخست گزارش گردید. غلظت DOP در نیم خط های سفیدرود، تنکابن، نوشهر و بابلسر (میانی) کاملاً کاهش یافته و در نیم خط های شرقی روند افزایشی مشاهده گردید. در زمستان، روند افزایشی غلظت DOP در نیم خط های آستارا و سفیدرود (غرب) نسبت به نیم خط های مناطق میانی و شرق دارای بیشترین مقدار به ترتیب ۰/۹۳ و ۰/۹۵ میکرومولار در لایه های میانی محدوده نوری بوده است. در این فصل، حداقل غلظت DOP در نیم خط انزلی (غرب) و در سه لایه نوری برابر ۰/۲۸، ۰/۳۱ و ۰/۲۹ میکرومولار از سطح به عمق در نوسان بود. کاهش غلظت این پارامتر در منطقه میانی (تنکابن و نوشهر) ادامه داشته و سپس در نیم خط های امیرآباد (شرق) به نسبت منطقه میانی افزایش نسبی را نشان میدهد.

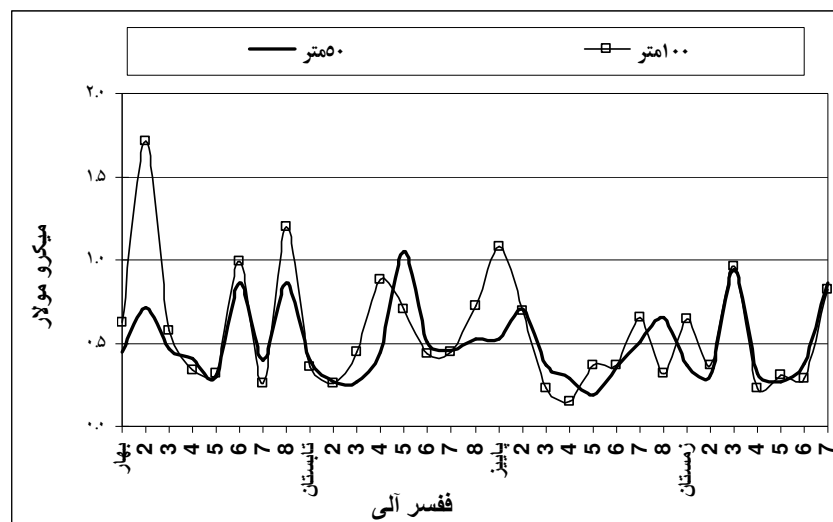


شکل ۳-۸: دامنه تغییرات فسفر آلی (DOP) نیم خط های لایه نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

الف (۱) - پارامتر فسفر آلی (DOP) در لایه غیر نوری

جدول ۳-۴ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد فسفر آلی در لایه غیر نوری ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب 0.50 ± 0.04 و 0.57 ± 0.06 میکرومولار بوده است. حداکثر مقدار فسفر آلی در لایه ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب ۱/۰۵ و ۱/۷۲ میکرومولار در نیم خط های تنکابن (تابستان) و انزلی (بهار) مشاهده گردید. کمترین مقدار DOP در لایه ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب ۰/۱۹ و ۰/۱۴ میکرومولار در نیم خط های نوشهر و تنکابن (پاییز) مشاهده گردید.

شکل ۳-۹ نشان میدهد، بیشترین غلظت فسفر آلی در ۱۰۰ متری (بهار) در نیم خط های انزلی، بابلسر و ترکمن (غرب تا شرق) در مقایسه با سایر نیم خط ها به ترتیب برابر ۱/۷۲، ۰/۹۹ و ۱/۲۰ میکرومولار مشاهده گردید. در این فصل، غلظت در نیم خط های تنکابن و نوشهر (میانی) روند کاهشی داشته و نیز در امیرآباد (شرق) در حد کمترین مقدار برابر ۰/۲۶ میکرومولار مشاهده گردید. در تابستان، غلظت این پارامتر در نیم خط های آستارا و انزلی، بابلسر و امیرآباد (غرب تا شرق) روند کاهشی داشته که حداقل آن در انزلی برابر ۰/۲۷ میکرومولار بوده و بیشترین مقدار DOP در لایه های ۱۰۰ و ۵۰ متری نیم خط های تنکابن و نوشهر (میانی) به ترتیب برابر ۰/۸۸ و ۱/۰۵ میکرومولار مشاهده گردید. در پاییز، غلظت فسفر آلی در لایه ۱۰۰ متری نیم خط آستارا (غرب) در مقایسه با سایر نیم خط ها در مرتبه نخست قرار داشته است. غلظت DOP در نیم خط های سفیدرود و تنکابن کاهش یافته و به حداقل برابر ۰/۱۴ میکرومولار در لایه ۱۰۰ متری رسید. در نیم خط های نوشهر و بابلسر (میانی) کمی رشد داشته و در لایه ۱۰۰ و ۵۰ متری نیم خط های امیرآباد و ترکمن (شرق) افزایش بیشتری را نشان میدهد. در زمستان، بیشترین افزایش غلظت DOP در نیم خط های سفیدرود و امیرآباد (غرب و شرق) نسبت به مناطق میانی و غرب به ترتیب برابر ۰/۹۶ و ۰/۸۷ میکرومولار بوده است. در این فصل، حداقل غلظت DOP در سه نیم خط تنکابن، نوشهر و بابلسر (میانی) در لایه ۱۰۰ متری تنکابن برابر ۰/۲۲ میکرومولار مشاهده گردید.

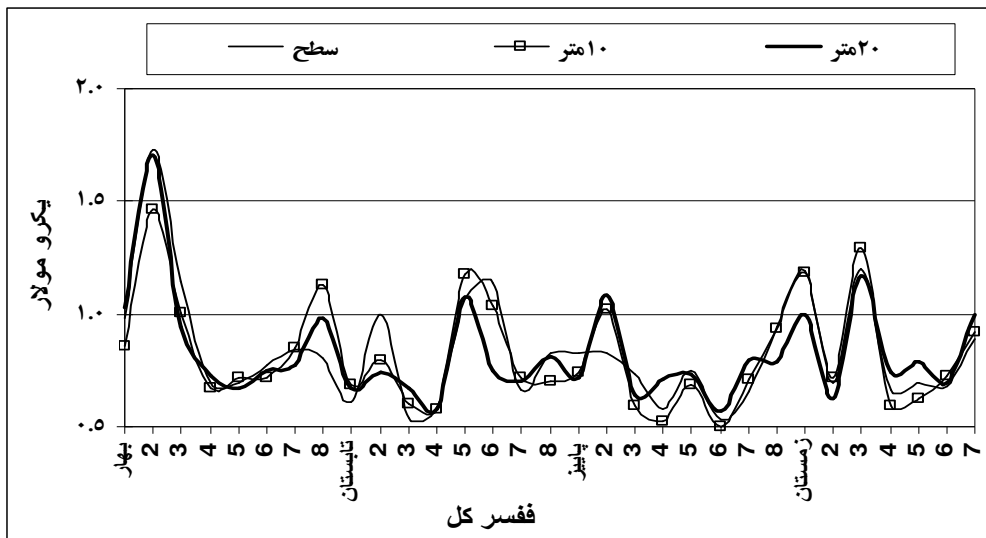


شکل ۳-۹: دامنه تغییرات فسفر آلی نیم خط های لایه غیر نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

ب- پارامتر فسفر کل (TP) در لایه نوری

میانگین کل و خطای استاندارد فسفر کل در لایه نوری $0/02 \pm 0/83$ میکرومولار بود. جدول ۴-۳ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد فسفر کل در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری لایه نوری به ترتیب $0/05 \pm 0/84$ ، $0/04 \pm 0/82$ و $0/04 \pm 0/83$ میکرومولار بود. حداکثر مقدار فسفر کل در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری لایه نوری به ترتیب ۱/۷۳، ۱/۴۷ و ۱/۷۱ میکرومولار در نیم خط انزلی (بهار) مشاهده گردید. کمترین مقدار فسفر کل در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری به ترتیب برابر ۰/۵۳، ۰/۵۰ و ۰/۵۷ میکرومولار در نیم خط امیرآباد (پاییز) مشاهده گردید.

شکل ۱۰-۳ نشان می‌دهد، در بهار، حداکثر نوسانات غلظتی فسفر کل لایه های نوری در نیم خط ترکمن (شرق) برابر $0/33$ میکرومولار بوده و در لایه سطحی و ۱۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر $0/80$ و $1/13$ میکرومولار مشاهده شد. در بهار، حداکثر و حداقل غلظت فسفر کل در لایه های سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری نیم خط های انزلی، تنکابن و نوشهر (غرب و میانی) به ترتیب برابر $1/73$ و $0/67$ میکرومولار بود. در فصل بهار، بیشترین غلظت فسفر کل در نیم خط انزلی در مقایسه با دیگر نیم خط ها برخوردار بوده و غلظت آن در لایه های سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری به ترتیب برابر $1/73$ ، $1/47$ و $1/71$ میکرومولار مشاهده شد. غلظت فسفر کل در لایه میانی (۱۰ متری) مناطق غرب و میانی همواره در مقایسه با لایه های سطح و ۲۰ متری کمتر بوده و در نیم خط امیرآباد (شرق) همانند بابلسر، نوشهر و تنکابن (میانی) غلظت آنها در حد چند صدم بهم نزدیک و در حال تعادل مشاهده گردید. در فصل تابستان، غلظت این پارامتر در لایه ۱۰ متری لایه نوری نیم خط نوشهر (میانی) در بین سایر نیم خط ها دارای حداکثر مقدار برابر $1/17$ میکرومولار بود ضمن اینکه غلظت فسفر کل در لایه سطحی نیم خط بابلسر (میانی) در مرتبه دوم قرار دارد. غلظت فسفر کل در نیم خط های سفیدرود و تنکابن (غرب و میانی) در مقایسه با سایر نیم خط ها به حداقل ممکن رسید. در پاییز، غلظت فسفر کل در لایه های ۱۰ و ۲۰ متری نیم خط انزلی (غرب) در مقایسه با سایر نیم خط ها در مرتبه نخست قرار داشته است. غلظت TP در لایه های سطح و ۱۰ متری نیم خط های تنکابن و بابلسر (میانی) به نسبت دیگر نیم خط ها کاملاً کاهشی بوده و نیز در نیم خط های شرقی روند افزایشی مشاهده گردید. در زمستان، روند افزایشی غلظت فسفر کل در نیم خط های آستارا و سفیدرود (غرب) نسبت به دیگر نیم خط ها (میانی و شرق) دارای بیشترین مقدار به ترتیب برابر $1/20$ و $1/29$ میکرومولار در لایه نوری (۱۰ متری) مشاهده گردید. در این فصل، حداقل غلظت TP در لایه نوری (۱۰ متر) نیم خط تنکابن (میانی) برابر $0/60$ میکرو مولار بود. سپس غلظت این پارامتر در منطقه میانی (بابلسر) کمی افزایش داشته و نیز در نیم خط های امیرآباد (شرق) به نسبت منطقه میانی افزایش نسبی را نشان می‌دهد (شکل ۱۰-۳).



شکل ۱۰-۳: دامنه تغییرات ففسر کل نیم خط های لایه نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

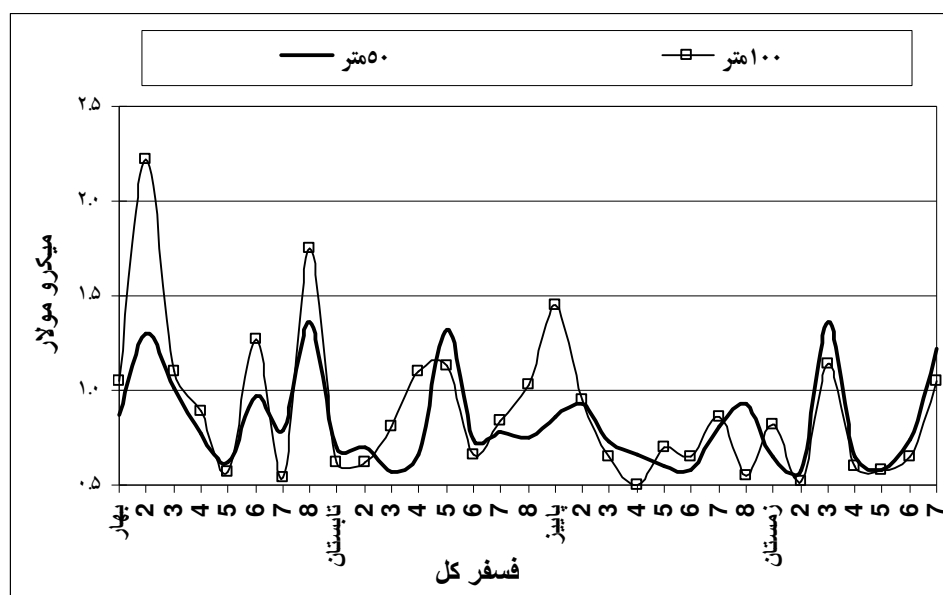
جدول ۴-۳: حداقل، حداکثر، میانگین و خطای استاندارد پارامتر فاکتور دوم لایه نوری و غیر نوری نیم خط ها در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹) - میکرومولار

| پارامترها | حداقل | حداکثر | میانگین | خطای استاندارد (SE) |
|----------------|-------|--------|---------|---------------------|
| فسفر آلی - ۵ | 27/0 | 23/1 | 51/0 | 04/0 |
| فسفر آلی - ۱۰ | ۳2/0 | 96/0 | 50/0 | 04/0 |
| فسفر آلی - ۲۰ | 28/0 | 15/1 | 51/0 | 04/0 |
| فسفر کل - ۵ | ۰/۵۳ | 73/1 | 84/0 | 05/0 |
| فسفر کل - ۱۰ | 50/0 | 47/1 | 82/0 | 04/0 |
| فسفر کل - ۲۰ | 57/0 | 71/1 | 83/0 | 04/0 |
| فسفر آلی - ۵۰ | 19/0 | 05/1 | 50/0 | 04/0 |
| فسفر آلی - ۱۰۰ | ۴1/0 | 72/1 | 57/0 | 06/0 |
| فسفر کل - ۵۰ | ۷5/0 | 36/1 | 83/0 | 04/0 |
| فسفر کل - ۱۰۰ | ۰/۴۹ | 22/2 | 89/0 | 07/0 |

ب (۱) - پارامتر ففسر کل (TP) در لایه غیر نوری

جدول ۴-۳ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد ففسر کل در لایه های غیر نوری ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب $0/04 \pm 0/83$ و $0/07 \pm 0/89$ میکرومولار بوده است. حداکثر مقدار ففسر کل در لایه ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب $1/36$ و $2/22$ میکرومولار در نیم خط های ترکمن و انزلی (بهار) مشاهده گردید. کمترین مقدار DOP در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب $0/57$ و $0/49$ میکرومولار در نیم خط های سفیدرود (تابستان) و تنکابن (پاییز) بود.

شکل ۱۱-۳ نشان می‌دهد، بیشترین غلظت فسفر کل فصل بهار در لایه غیر نوری (۱۰۰ متری) و در نیم خط های انزلی، بابلسر و ترکمن (غرب، میانی و شرق) در مقایسه با سایر نیم خط ها به ترتیب برابر ۲/۲۲، ۱/۲۷ و ۱/۷۲ میکرومولار بود. در بهار، حداقل غلظت در نیم خط امیرآباد (شرق) برابر ۰/۵۴ میکرومولار مشاهده گردید. در تابستان، غلظت این پارامتر در نیم خط آستارا (غرب) به حداقل ممکن یعنی برابر ۰/۶۲ میکرو مولار کاهش داشته و سپس در نیم خط سفیدرود غلظت آن روند افزایشی داشته و در نیم خط های تنکابن، نوشهر (میانی) به حداکثر مقدار به ترتیب برابر ۱/۱۰ و ۱/۳۲ میکرومولار مشاهده شد. همچنین غلظت فسفر کل پس از افت در نیم خط بابلسر دوباره در نیم خط های منطقه شرق با افزایش نسبی در لایه ۱۰۰ متری روبرو بود. در پاییز، غلظت فسفر کل در لایه ۱۰۰ متری نیم خط آستارا (غرب) در مقایسه با سایر نیم خط ها در مرتبه نخست قرار داشته و غلظت TP در نیم خط های تنکابن و ترکمن (میانی و شرق) و در لایه ۱۰۰ متری کاهش حداقلی برابر ۰/۴۹ و ۰/۵ میکرومولار را نشان داد. در زمستان، بیشترین افزایش غلظت TP در نیم خط های سفیدرود امیرآباد (غرب و شرق) نسبت به مناطق میانی و غرب به ترتیب برابر ۱/۳۶ و ۱/۲۲ میکرومولار بوده است. در این فصل، حداقل غلظت فسفر کل در نیم خط های انزلی و نوشهر (غرب و میانی) برابر ۰/۵۲ و ۰/۵۸ میکرومولار مشاهده گردید.



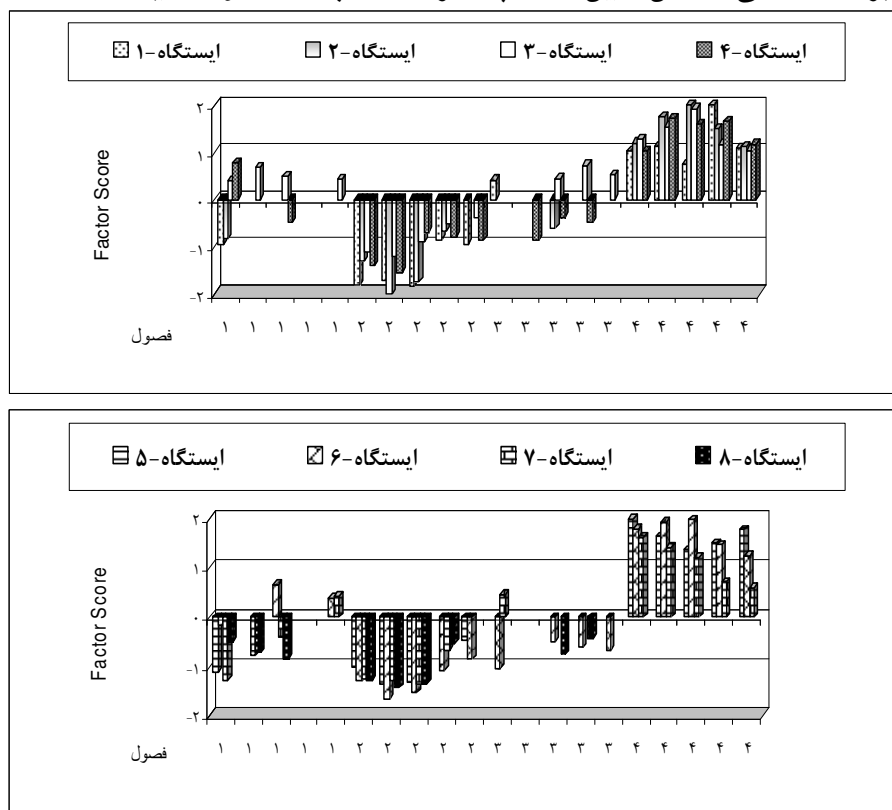
شکل ۱۱-۳: دامنه تغییرات فسفر کل نیم خط های غیر نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

* آنالیز فاکتور سه - پارامترهای دمای آب، اکسیژن محلول و ازت نیتراتی

جدول ۲-۳ نشان داد، فاکتور ۳ دارای بار مثبت و منفی زیاد برای پارامترهای دمای آب، اکسیژن محلول و ازت نیتراتی به ترتیب در حد ۰/۸۹-، ۰/۸۲ و ۰/۵۵ می باشند. بنابراین، با توجه به دامنه ضریب بار پذیری فاکتورها به بیش از ۰/۷۱ و ۰/۳۲ به ترتیب در گروه های بسیار عالی و ضعیف ارزیابی گردید که در این میان پارامترهای

دمای آب و اکسیژن محلول با توجه به عالی بودن ضریب بار پذیری ۷۰ درصدی آنها و ازت نیتراتی در حد نسبی خوب ارزیابی شده و فاکتور ۳ با ضریب واریانس ۱۳/۷۸ درصدی از کل ۸۰/۴۸ درصد واریانس های مآخوذه بر میزان مشارکت هر یک از پارامترها در فاکتور یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت واریانس پارامتر فاکتور ۳ کمتر از ۱ درصد از فاکتور ۲ و برابر ۷/۸۳ درصد کمتر از فاکتور ۱ می باشد. لذا میزان مشارکت این فاکتور در بین فاکتورهای ۴ تا ۶ بیش از ۲ تا ۴ درصد واریانس در نوسان بوده است.

شکل ۱۲-۳ چگونگی امتیازگیری فاکتور ۳ برای ۳ پارامتر فیزیکوشیمیایی آب (دمای آب، اکسیژن محلول و ازت نیتراتی) در منطقه جنوبی دریای خزر را نشان میدهد. بنابراین، فاکتور امتیازگیری منفی به مثبت نیم خط ها در بهار با نسبت ۵۸ به ۴۲ درصد، در تابستان با نسبت ۱۰۰ درصدی امتیاز منفی به صفر درصد مثبت نیم خط ها که با تغییر کامل امتیازگیری روبرو بوده است. لذا امتیازگیری کامل منفی پارامترها در فصل تابستان و احتمالا بواسطه مصرف اکسیژن محلول، مواد مغذی و افزایش دمای آب در چرخه اکوسیستم محسوب میگردد. چرخه دمایی آب در پاییز و مقایسه آن با تابستان (کاهش حدود ۳۸ درصد) و نسبت امتیازگیری بار منفی به مثبت آن ۲ برابر بوده است. در زمستان، چرخه امتیازگیری ۱۰۰ درصدی بار مثبت احتمالا بواسطه کاهش پارامتر دمای آب (کاهش حدود ۳۷ درصد از پاییز) و همسویی آن با رشد داده های اکسیژن محلول بوده است. در نتیجه، با توجه به امتیاز کامل منفی و مثبت آن به ترتیب در تابستان و زمستان و حالت نسبتا تعادلی فصول بهار و پاییز در نیم خط های نمونه برداری حاکی از نقش تعیین کننده پارامتر دمای آب در فاکتور ۳ میباشد.

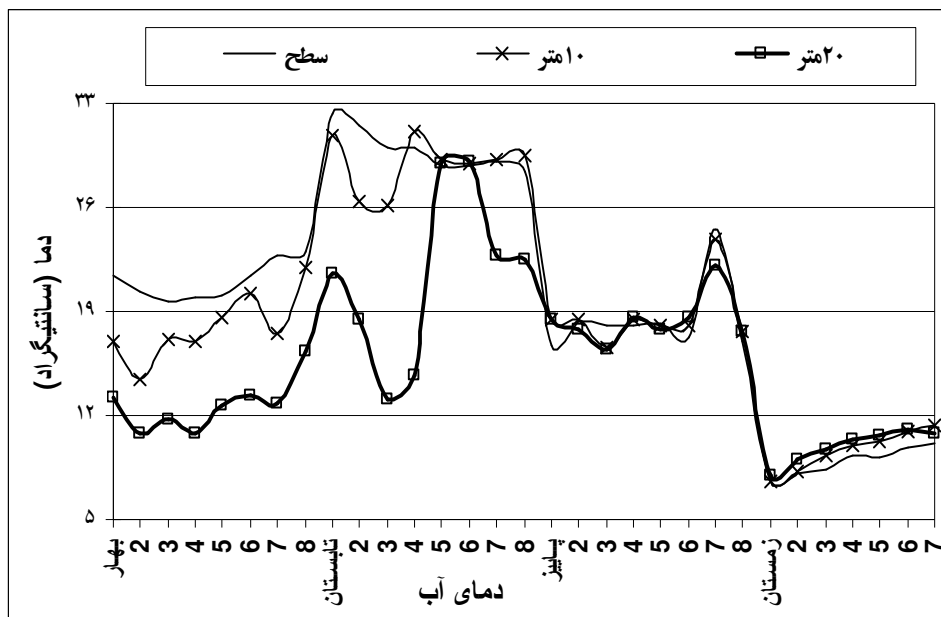


شکل ۱۲-۳: پارامترهای دمای آب، DO و ازت نیتراتی در ۳- Factor Score هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

الف - پارامتر دمای آب در لایه نوری

میانگین کل و خطای استاندارد دمای آب در لایه نوری $18/28 \pm 0/72$ درجه سانتیگراد گزارش گردید. جدول ۳-۵ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد دمای آب در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری لایه نوری به ترتیب $19/10 \pm 1/27$ ، $19/5 \pm 1/37$ ، $15/79 \pm 0/99$ و درجه سانتیگراد بوده است. حداکثر مقدار دمای آب در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری لایه نوری به ترتیب $32/36$ ، $31/08$ و $29/03$ درجه سانتیگراد در نیم خط های آستارا، تنکابن و امیرآباد (تابستان) مشاهده گردید. کمترین مقدار دمای آب در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری به ترتیب برابر $7/53$ ، $7/58$ و $7/97$ درجه سانتیگراد در نیم خط آستارا (زمستان) مشاهده گردید.

شکل ۱۳-۳ نشان می‌دهد، دامنه تغییرات فصلی (بهار) دمای آب لایه نوری در مناطق غرب، میانی و شرق از سطح به عمق به ترتیب برابر $21/40$ تا $10/83$ ، $21/40$ تا $10/73$ و 23 تا $12/77$ درجه سانتیگراد مشاهده گردید که در این میان حجم لایه آبی منطقه شرق بعلت اختلاف دمایی کمتر ($10/2^{\circ}\text{C}$) در مقایسه با دو منطقه دیگر بعلت اختلاف دمایی بیشتر ($10/6^{\circ}\text{C}$ و $10/7^{\circ}\text{C}$) گرم تر بوده است. دامنه تغییرات فصلی (تابستان) دمای آب لایه نوری در مناطق غرب، میانی و شرق از سطح به عمق به ترتیب برابر $32/36$ ، $13/07$ ، $31/08$ تا $14/73$ و $29/53$ تا $22/53$ درجه سانتیگراد مشاهده گردید که در این میان حجم لایه آبی در منطقه شرق بعلت اختلاف کم و نزدیکی حداقل تا حداکثر دمای آب (7°C) در مقایسه با دو منطقه دیگر از لحاظ نوسانات کمی گرم تر بوده است. تغییرات اختلاف دمایی آب در این فصل در لایه های ۱۰ تا ۲۰ متری نیم خط های آستارا، انزلی، سفیدرود (غرب) به ترتیب $9/2$ ، $7/9$ و 13 درجه سانتیگراد، تنکابن (میانی) $15/3$ درجه سانتیگراد، امیرآباد و ترکمن (شرق) برابر $6/4$ و 7 درجه سانتیگراد و در دیگر نیم خط ها کمتر از یک درجه سلسیوس مشاهده گردید. دامنه تغییرات فصلی (پاییز) دمای آب لایه نوری در مناطق غرب، میانی و شرق از سطح به عمق به ترتیب برابر $18/30$ تا $16/40$ ، $18/20$ تا $17/80$ و $24/60$ تا $17/60$ درجه سانتیگراد مشاهده گردید که در این میان حجم لایه آبی در منطقه شرق بعلت اختلاف در حداکثر دمای آب (بیش از 6°C) در مقایسه با دو منطقه دیگر گرم تر بوده است. در پاییز، نوسان دمایی آب لایه نوری در مقایسه با بهار و تابستان کاهش زیاد داشته و در نیم خط های انزلی، تنکابن، نوشهر و ترکمن (غرب تا شرق) این کاهش تا چند دهم درجه سانتیگراد تقلیل داشته است. در زمستان، دامنه تغییرات دمای آب لایه نوری در نیم خط آستارا در مقایسه با سایر نیم خط ها کمتر بوده و نیز دمای آب در انزلی و سفیدرود (غرب) افزایش را نشان داد. این فرایند در منطقه میانی و در نیم خط های تنکابن، نوشهر و بابلسر روند رو به افزایش بوده و نیز در منطقه شرق نیم خط امیرآباد نسبت به نیم خط بابلسر در سطح و لایه میانی از افزایش بیشتری برخوردار بود.



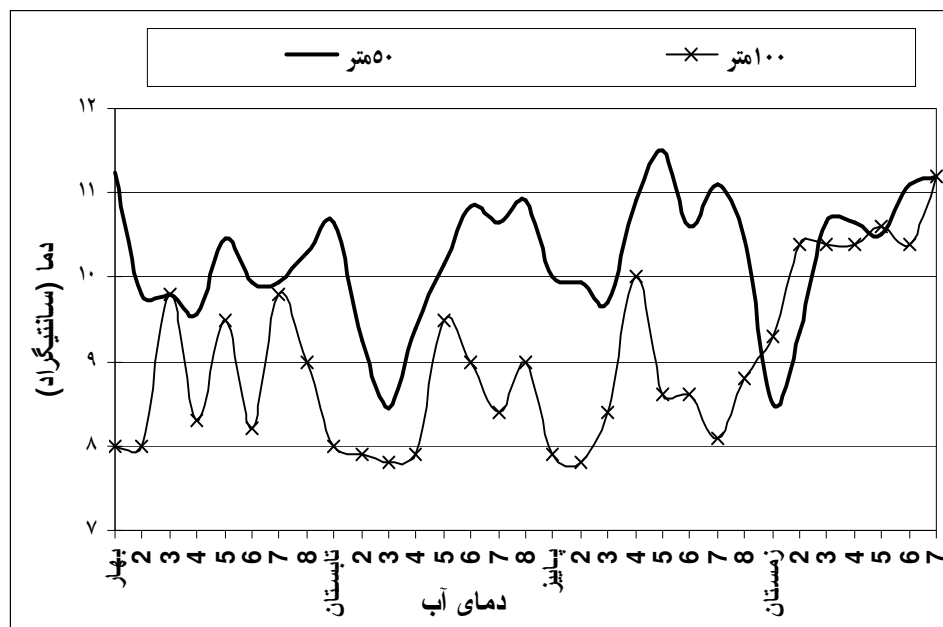
شکل ۱۳-۳: دامنه تغییرات دمای آب نیم خط های لایه نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

الف (۱) - پارامتر دمای آب در لایه غیر نوری

جدول ۳-۵ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد دمای آب در لایه ۵۰ و ۱۰۰ متری لایه غیر نوری برترتیب $10/24 \pm 0/14$ و $9/00 \pm 0/18$ درجه سانتیگراد بوده است. حداکثر مقدار دمای آب در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ به ترتیب $11/50$ و $11/20$ درجه سانتیگراد در نیم خط های نوشهر (پاییز) و امیرآباد (زمستان) مشاهده گردید. کمترین مقدار دمای آب در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب برابر $8/45$ و $7/80$ درجه سانتیگراد در نیم خط های سفیدرود (تابستان)، انزلی و سفیدرود (پاییز و تابستان) مشاهده گردید.

شکل ۳-۱۴ نشان می‌دهد، تغییرات فصلی (بهار) و اختلاف دمای آب لایه غیر نوری ۵۰ و ۱۰۰ متری نیم خط آستارا (غرب) در میان سایر نیم خط ها از نوسان بیشتری برابر $3/25$ درجه سانتیگراد برخوردار بوده و در نیم خط انزلی (غرب) این اختلاف به $1/8$ درجه سانتیگراد تقلیل یافته و سپس در نیم خط سفیدرود (غرب) اختلاف دمایی دو لایه به حداقل ممکن رسید. اختلاف دمای دو لایه نیم خط های تنکابن، بابلسر (میانی) و ترکمن (شرق) به ترتیب برابر $1/25$ ، $1/75$ و $1/5$ درجه سانتیگراد مشاهده گردید. در نیم خط های نوشهر و امیرآباد اختلاف دمایی دو لایه کمتر از یک درجه سانتیگراد بوده است. در تابستان، اختلاف دمای آب لایه غیر نوری ۵۰ و ۱۰۰ متری نیم خط آستارا (غرب) در میان سایر نیم خط ها از نوسان بیشتری برابر $2/65$ درجه سانتیگراد برخوردار بوده و در لایه ۱۰۰ متری نیم خط های آستارا، انزلی، سفیدرود و تنکابن (غرب و میانی) به کمتر از ۸ درجه سلسیوس رسید که در این میان افت قابل ملاحظه ای در لایه ۵۰ متری سفیدرود در مقایسه با سایر نیم خط ها در این فصل مشاهده گردید. دامنه تغییرات دمای آب در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری نیم خط های نوشهر،

بابلسر، امیرآباد و ترکمن (میانی و شرق) به نسبت نیم خط های آستارا، انزلی، سفیدرود و تنکابن افزایش خوبی را نشان داد که در این میان اختلاف دمایی آب در دو لایه نیم خط نوشهر کمتر از یک درجه سلسیوس بوده است. فصل پاییز، اختلاف دمای آب در لایه غیر نوری ۵۰ و ۱۰۰ متری نیم خط های آستارا، انزلی، نوشهر، بابلسر و ترکمن بیش از ۲ درجه سلسیوس بوده و دما در لایه ۱۰۰ متری نیم خط های آستارا و انزلی به کمتر از ۸ درجه سلسیوس رسید. دمای لایه ۱۰۰ متری نیم خط نوشهر (میانی) بیشتر از سایر نیم خط ها برابر ۱۱/۵ درجه سانتیگراد در پاییز مشاهده گردید. در زمستان، دما در لایه ۵۰ متری نیم خط آستارا کمتر از سایر نیم خط ها و لایه ۱۰۰ متری برابر ۹/۳۰ درجه سانتیگراد مشاهده گردید. در نیم خط های آستارا، انزلی، تنکابن و بابلسر دمای آب در لایه ۱۰۰ متری گرم تر از لایه ۵۰ متری بوده و نیز اختلاف دمایی دو لایه در نیم خط های سفیدرود، نوشهر و امیرآباد به کمتر از چند دهم درجه سانتیگراد و حتی تراز مشاهده گردید.

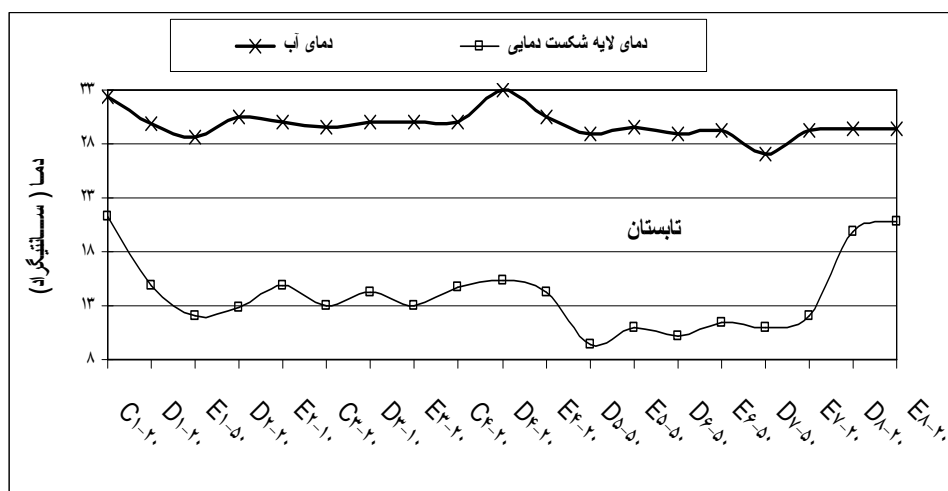


شکل ۱۴-۳: دامنه تغییرات دمای آب نیم خط های لایه غیر نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

الف (۲) - لایه شکست دمایی (ترموکلاین) در فصل تابستان

در تابستان، تشکیل لایه شکست دمایی (ترموکلاین) در لایه های مختلف آبی در منطقه جنوبی دریای خزر صورت پذیرفت. شکل ۱۵-۳، نحوه تشکیل لایه شکست دمایی در ایستگاه های با اعماق ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری که به ترتیب با حروف لاتین C، D و E مشخص شد در نیم خط های آستارا (۱)، انزلی (۲)، سفیدرود (۳)، تنکابن (۴)، نوشهر (۵)، بابلسر (۶)، امیرآباد (۷) و ترکمن (۸) در فصل تابستان را نشان می دهد. تشکیل لایه شکست دمایی با افت زیاد و ناگهانی دمای آب بطور کلی در لایه های نوری و غیر نوری در این فصل به ترتیب

برابر ۶۸ و ۳۲ درصد در لایه های مختلف بوقوع پیوست. در لایه نوری، لایه شکست دمایی در ۱۳ عمق سطحی نیم خط های نمونه برداری بوقوع پیوست که مقدار و سهم هر یک از آنها در مناطق غرب، میانی و شرق به ترتیب ۳۶، ۱۶ و ۱۶ درصد بوده است. در این میان، تعداد ۲ عمق سطحی نمونه برداری لایه شکست دمایی از سطح تا عمق ۱۰ متر و مابقی از لایه شکست دمایی در مکان هایی که از عمق ۱۰ متر شروع و تا عمق ۲۰ متر ادامه داشته تشکیل گردید. در لایه غیر نوری، لایه شکست دمایی در ۶ نیم خط نمونه برداری بوقوع پیوست که مقدار آنها در مناطق غرب، میانی و شرق به ترتیب ۵/۵، ۲۲ و ۵/۵ درصد بوده است. بیشترین دامنه نوسانات دمایی لایه های شکست دمایی در لایه نوری از عمق ۱۰ متری شروع و تا عمق ۲۰ متری در نیم خط های تنکابن (D۴-۲۰)، انزلی (D۲-۲۰)، امیرآباد (D۷-۲۰) و سفیدرود (D۳-۲۰) به ترتیب برابر ۱۷/۷، ۱۷/۴، ۱۷/۲ و ۱۷ درجه سلسیوس بوده بوقوع پیوست که حداقل مقدار نوسانات لایه شکست دمایی در نیم خط ترکمن (E۸-۲۰) برابر ۸/۶ درجه سانتیگراد بوده است. بیشترین دامنه نوسانات و تغییرات دمایی لایه های شکست دمایی در لایه غیر نوری از عمق ۲۰ متری شروع و تا عمق ۵۰ متری در نیم خط های نوشهر (D۵-۵۰) و (E۵-۵۰)، بابلسر (۵۰-۵۰) (D۶) و (E۶-۵۰) به ترتیب برابر ۱۹/۶، ۱۸/۶، ۱۸/۸ و ۱۷/۷ درجه سلسیوس بوده بوقوع پیوست.

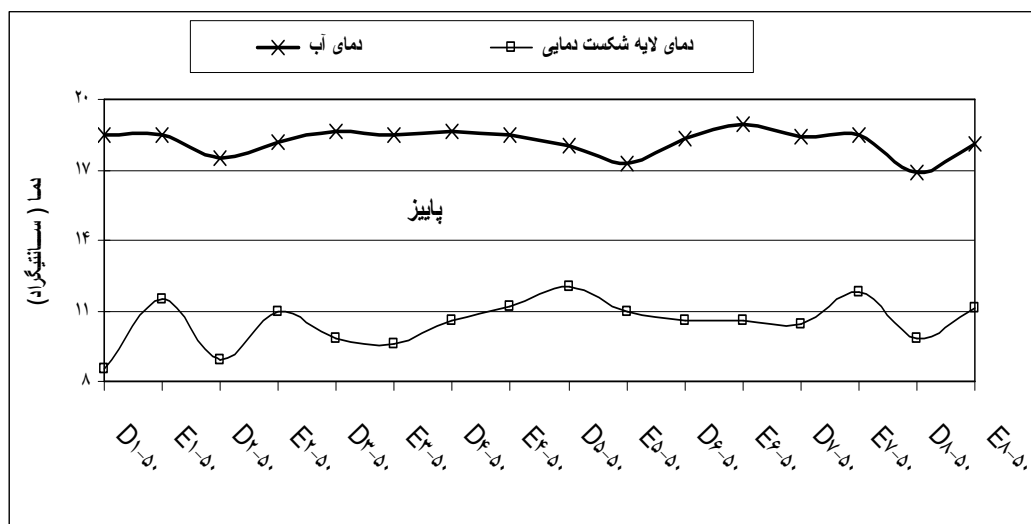


شکل ۱۵-۳: دامنه تغییرات دمای آب و لایه شکست دمایی نیم خط ها در تابستان- منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

الف (۳) - لایه شکست دمایی (تروموکلاین) در فصل پاییز

شکل ۱۶-۳، نحوه تشکیل لایه شکست دمایی در نیم خط های با اعماق ۵۰ و ۱۰۰ متری که با حروف لاتین D و E مشخص و در نیم خط های آستارا (۱)، انزلی (۲)، سفیدرود (۳)، تنکابن (۴)، نوشهر (۵)، بابلسر (۶)، امیرآباد (۷) و ترکمن (۸) در پاییز مشخص گردید. بطور کلی تشکیل لایه شکست دمایی و افت ناگهانی دمای آب در پاییز که از امتداد و ادامه فعالیت تابستانی آنها بوده و تمامی آنها در در لایه های غیر نوری و در اعماق زیاد

بوقوع پیوسته است. شدت فعالیت لایه های شکست دمایی عملا با توجه با کاهش دامنه دمایی کاسته شده و در اواخر این فصل چرخه نقصان کامل می گردد. بیشترین دامنه نوسانات دمایی لایه های شکست دمایی در لایه های غیر نوری و در نیم خط های آستارا (D1-50)، سفیدرود (E3-50) و (D3-50)، انزلی (D2-50)، بابلسر (D6-50)، تنکابن (E4-50) و نیم خط امیرآباد (D7-50) به ترتیب برابر ۱۰، ۸/۹، ۸/۸، ۸/۶، ۸/۳، ۸ و ۸ درجه سلسیوس بوقوع پیوست که حداقل مقدار نوسانات لایه ترموکلاين در نیم خط نوشهر (E5-50) برابر ۶ °C بوده است.



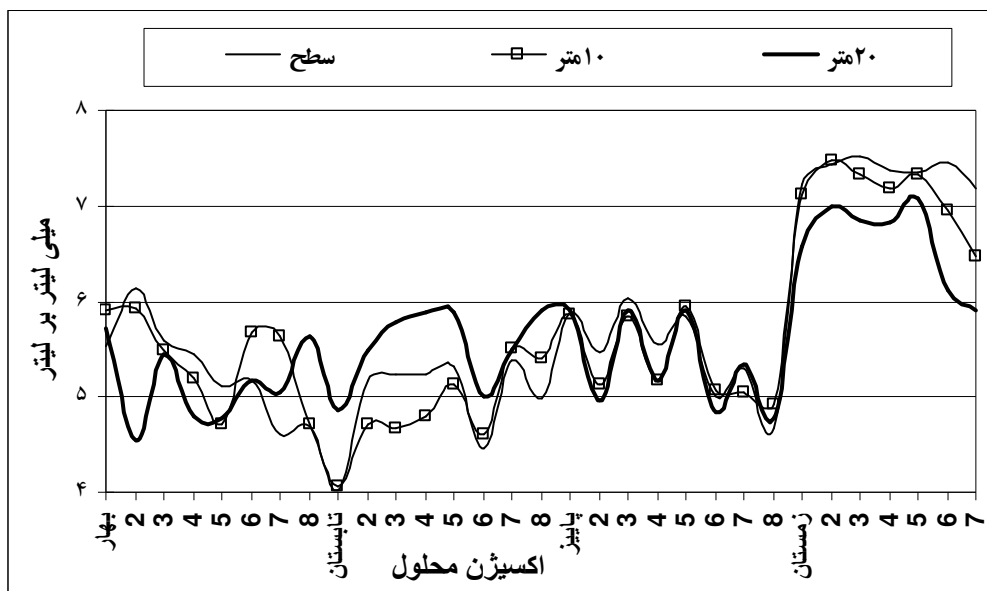
شکل ۱۶-۳: دامنه تغییرات دمای آب و لایه شکست دمایی نیم خط ها در پالیز - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

ب - پارامتر اکسیژن محلول در لایه نوری

مقدار میانگین کل و خطای استاندارد اکسیژن محلول در لایه نوری $5/67 \pm 0/09$ میلی لیتر برلیتر بود. جدول ۳-۵ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد اکسیژن محلول در لایه های سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری نوری به ترتیب $5/72 \pm 0/18$ ، $5/64 \pm 0/17$ و $5/63 \pm 0/13$ میلی لیتر برلیتر بوده است. حداکثر مقدار اکسیژن محلول در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری لایه نوری به ترتیب $7/53$ ، $7/48$ و $7/08$ میلی لیتر برلیتر در نیم خط های سفیدرود، انزلی و نوشهر (زمستان) مشاهده گردید. کمترین مقدار اکسیژن محلول در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری به ترتیب برابر $4/01$ ، $4/06$ و $4/55$ میلی لیتر برلیتر در نیم خط های آستارا (تابستان) و انزلی (بهار) مشاهده گردید.

شکل ۱۷-۳ نشان میدهد، حداکثر نوسانات غلظتی اکسیژن محلول (بهار) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط انزلی (غرب) که بیش از سایر نیم خط ها برابر $1/60$ میلی لیتر برلیتر بوده است. در لایه های سطحی و ۲۰ متری، غلظت حداکثر و حداقل نیم خط انزلی در بهار به ترتیب برابر $4/55$ و $6/15$ میلی لیتر برلیتر مشاهده گردید. غلظت DO در لایه سطحی نیم خط های انزلی، سفیدرود، تنکابن و نوشهر بیشتر از لایه ۱۰ و ۲۰ متری آنها بوده

است. در نیم خط های بابلسر و امیرآباد غلظت DO در لایه میانی بیشتر از سطح و عمق مشاهده شد که در این میان تنها در نیم خط ترکمن غلظت DO در عمق بیش از سطح و میانی است. در تابستان، حداقل و حداکثر غلظت DO در لایه سطحی نیم خط آستارا و عمق ۲۰ متری نیم خط ترکمن به ترتیب برابر ۴/۰۱ و ۵/۹۰ میلی لیتر برلیتر بود. حداکثر نوسانات غلظتی اکسیژن محلول (تابستان) از لایه میانی به عمق لایه نوری در نیم خط سفیدرود (غرب) برابر ۱/۱۲ میلی لیتر برلیتر بوده و در لایه های میانی و ۲۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر ۴/۶۶ و ۵/۷۸ میلی لیتر برلیتر مشاهده گردید. در تابستان، حداقل نوسانات غلظتی در نیم خط امیرآباد برابر ۰/۱۴ میلی لیتر برلیتر گزارش گردید. در پاییز، حداکثر و حداقل غلظت DO مربوط به لایه سطحی نیم خط های سفیدرود و ترکمن (غرب و شرق) به ترتیب برابر ۶/۰۳ و ۴/۶۸ میلی لیتر برلیتر بود. در پاییز، دامنه نوسانات غلظت DO در بین نیم خط ها بیش از ۰/۵ میلی لیتر برلیتر نبوده که در مقایسه با بهار و تابستان کاهشی حدود ۲ برابر را نشان میدهد. غلظت DO در زمستان با توجه به کاهش محسوس دمای آب تغییرات و افزایش بیشتری را نسبت به سایر فصول داشته است. در زمستان، غلظت DO در عمق ۲۰ متری کمتر از لایه سطحی و میانی در تمام نیم خط ها مشاهده گردید. در زمستان، حداکثر و حداقل غلظت DO مربوط به لایه سطحی نیم خط سفیدرود (غرب) و عمق ۲۰ متری نیم خط امیرآباد (شرق) به ترتیب برابر ۷/۵۳ و ۵/۹۰ میلی لیتر برلیتر بود. حداکثر نوسانات غلظتی اکسیژن محلول (زمستان) از لایه سطحی به عمق لایه نوری در نیم خط بابلسر (شرق) برابر ۱/۳۴ میلی لیتر برلیتر بوده و در لایه های سطحی و ۲۰ متری غلظت آن به ترتیب برابر ۷/۴۶ و ۶/۱۲ میلی لیتر برلیتر مشاهده گردید.

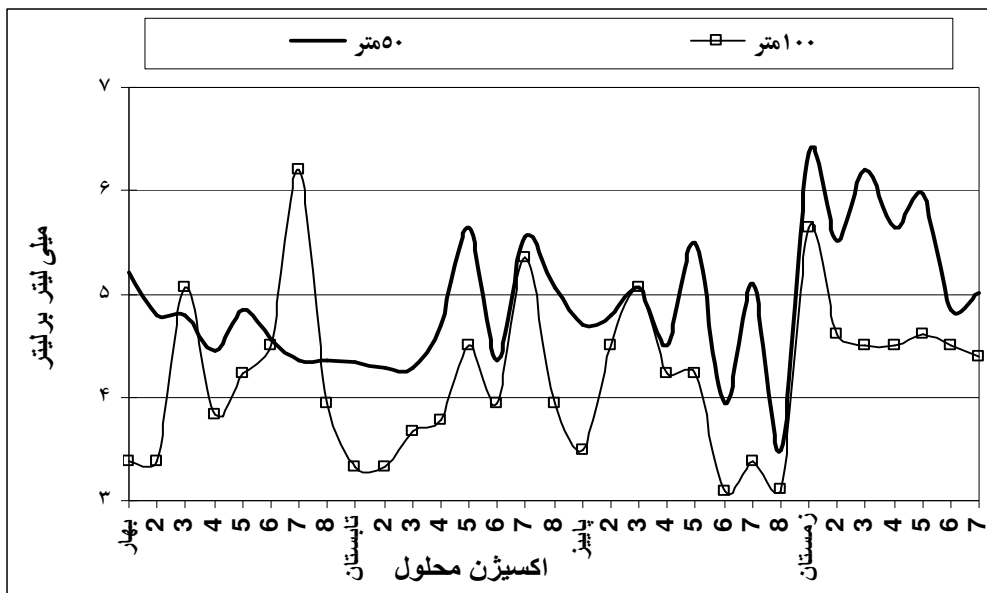


شکل ۱۷-۳: دامنه تغییرات اکسیژن محلول نیم خط های لایه نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

ب (۱) - پارامتر اکسیژن محلول در لایه غیر نوری

جدول ۳-۵ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد اکسیژن محلول در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری غیر نوری به ترتیب $۰/۱۲ \pm ۴/۹۱$ و $۰/۱۴ \pm ۴/۲۰$ میلی لیتر برلیتر بوده است. حداکثر مقدار اکسیژن محلول در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب $۶/۳۷$ و $۶/۲۰$ میلی لیتر برلیتر در نیم خط های آستارا (زمستان) و امیرآباد (بهار) مشاهده گردید. کمترین مقدار اکسیژن محلول در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب برابر $۳/۴۹$ و $۳/۱۰$ میلی لیتر برلیتر در نیم خط ترکمن فصل پاییز مشاهده گردید.

شکل ۱۸-۳ نشان می‌دهد، حداکثر نوسانات غلظتی اکسیژن محلول (بهار) در لایه غیر نوری در نیم خط آستارا (غرب) برابر $۱/۸۵$ میلی لیتر برلیتر بوده و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری، غلظت آنها به ترتیب برابر $۳/۳۷$ و $۵/۲۲$ میلی لیتر برلیتر مشاهده گردید. در بهار، حداقل و حداکثر غلظت DO در لایه ۱۰۰ متری نیم خط آستارا و انزلی (غرب) و نیم خط امیرآباد (شرق) به ترتیب برابر $۳/۳۸$ و $۶/۲۰$ میلی لیتر برلیتر بود. غلظت DO در عمق ۱۰۰ متری نیم خط های سفیدرود و امیرآباد (غرب و شرق) در مقایسه با دیگر نیم خط ها در بهار و نیز سایر فصول بیشتر بوده است. در بهار، حداقل نوسانات غلظتی در نیم خط بابلسر (میانی) برابر $۰/۰۵$ میلی لیتر برلیتر گزارش گردید. حداکثر نوسانات غلظتی اکسیژن محلول (تابستان) در لایه غیر نوری در نیم خط ترکمن (شرق) برابر $۱/۱۳$ میلی لیتر برلیتر بوده و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری، غلظت آنها به ترتیب برابر $۳/۹۴$ و $۵/۰۷$ میلی لیتر برلیتر مشاهده گردید. در تابستان، حداقل و حداکثر غلظت DO در لایه ۵۰ و ۱۰۰ متری نیم خط های آستارا، انزلی و نوشهر (غرب و میانی) به ترتیب برابر $۳/۳۲$ و $۵/۶۳$ میلی لیتر برلیتر بود. حداکثر نوسانات غلظتی اکسیژن محلول (پاییز) در لایه غیر نوری در نیم خط امیرآباد (شرق) برابر $۱/۷۱$ میلی لیتر برلیتر بوده و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر $۵/۰۹$ و $۳/۳۸$ میلی لیتر برلیتر مشاهده شد. در پاییز، حداقل و حداکثر غلظت DO در لایه های ۱۰۰ و ۵۰ متری نیم خط های بابلسر و امیرآباد (میانی و شرق) ترتیب برابر $۳/۱۰$ و $۵/۴۹$ میلی لیتر برلیتر بود. حداکثر نوسانات غلظتی اکسیژن محلول (زمستان) در لایه غیر نوری در نیم خط سفیدرود (غرب) برابر $۱/۶۹$ میلی لیتر برلیتر بوده و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر $۶/۲۰$ و $۴/۵۱$ میلی لیتر برلیتر مشاهده شد. در زمستان، حداقل و حداکثر غلظت DO در لایه های ۱۰۰ و ۵۰ متری نیم خط های آستارا و امیرآباد (غرب و شرق) به ترتیب برابر $۶/۳۷$ و $۴/۳۹$ میلی لیتر برلیتر بود.



شکل ۱۸-۳: دامنه تغییرات اکسیژن محلول نیم حط های لایه غیر نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

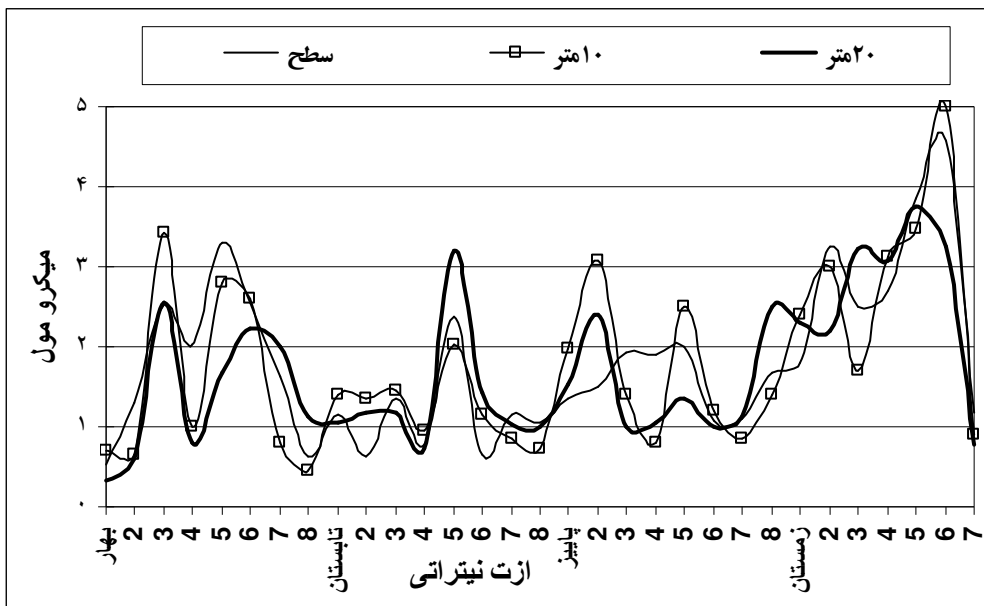
جدول ۵-۳: حداقل، حداکثر، میانگین و خطای استاندارد پارامتر فاکتور سوم لایه نوری و غیر نوری نیم حط ها در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹) - درجه سانتیگراد، میلی لیتر بر لیتر، میکرومولار

| پارامترها | حداقل | حداکثر | میانگین | خطای استاندارد (SE) |
|--------------------|-------|--------|---------|---------------------|
| دمای آب - ۵ | 58/7 | 36/32 | 95/19 | 37/1 |
| دمای آب - ۱۰ | 53/7 | 08/31 | 10/19 | 27/1 |
| دمای آب - ۲۰ | 97/7 | 03/29 | 79/15 | 99/0 |
| اکسیژن محلول - ۵ | 01/4 | 53/7 | 72/5 | 18/0 |
| اکسیژن محلول - ۱۰ | 06/4 | 48/7 | 64/5 | 17/0 |
| اکسیژن محلول - ۲۰ | 55/4 | 08/7 | 63/5 | 13/0 |
| ازت نیتراتی - ۵ | 53/0 | 58/4 | 81/1 | 18/0 |
| ازت نیتراتی - ۱۰ | 45/0 | 00/5 | 78/1 | 20/0 |
| ازت نیتراتی - ۲۰ | 33/0 | 74/3 | 70/1 | 17/0 |
| دمای آب - ۵۰ | 45/8 | 50/11 | 24/10 | 14/0 |
| دمای آب - ۱۰۰ | 80/7 | 20/11 | 00/9 | 18/0 |
| اکسیژن محلول - ۵۰ | 49/3 | 37/6 | 91/4 | 12/0 |
| اکسیژن محلول - ۱۰۰ | 10/3 | 20/6 | 20/4 | 14/0 |
| ازت نیتراتی - ۵۰ | 60/0 | 40/4 | 86/1 | 20/0 |
| ازت نیتراتی - ۱۰۰ | 45/0 | 19/5 | 97/1 | 21/0 |

ج - پارامتر ازت نیتراتی در لایه نوری

مقدار میانگین کل و خطای استاندارد ازت نیتراتی در لایه نوری $0.10 \pm 1/76$ میکرومولار گزارش گردید. جدول ۳-۵ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد ازت نیتراتی در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری لایه نوری به ترتیب $0.18 \pm 1/81$ ، $0.20 \pm 1/78$ و $0.17 \pm 1/70$ میکرومولار بوده است. حداکثر مقدار ازت نیتراتی در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری به ترتیب $4/58$ ، $5/00$ و $3/74$ میکرومولار در نیم خط های بابلسر و نوشهر فصل زمستان مشاهده گردید. کمترین مقدار ازت نیتراتی در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری به ترتیب برابر $0/53$ ، $0/45$ و $0/33$ میکرومولار در نیم خط های آستارا، ترکمن و آستارا (بهار) مشاهده گردید.

شکل ۱۹-۳ نشان میدهد، حداکثر نوسانات غلظتی ازت نیتراتی (بهار) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط نوشهر (میانی) برابر $1/62$ میکرومولار بوده و در لایه های سطحی و ۲۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر $3/30$ و $1/68$ میکرومولار مشاهده گردید. در بهار، حداکثر و حداقل غلظت ازت نیتراتی در ۱۰ متری نیم خط های سفیدرود (غرب) و ترکمن (شرق) به ترتیب برابر $3/42$ و $0/45$ میکرومولار بود. تغییرات غلظتی ازت نیتراتی (بهار) در لایه ۱۰ متری نیم خط های منطقه غرب، لایه سطح و ۱۰ متری نیم خط های منطقه میانی بیشتر از دیگر لایه ها بوده ولی در نیم خط های منطقه شرق با عمق ۲۰ متری بیشتر از سایر لایه ها مشاهده گردید. در فصل تابستان، حداکثر و حداقل غلظت ازت نیتراتی در لایه سطحی نیم خط نوشهر (میانی) و ۱۰ متری ترکمن (شرق) به ترتیب برابر $3/21$ و $0/72$ میکرومولار بود. حداکثر نوسانات غلظتی ازت نیتراتی (تابستان) از ۱۰ به ۲۰ متری لایه نوری در نیم خط نوشهر (میانی) برابر $1/18$ میکرومولار بوده و در لایه های ۱۰ و ۲۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر $2/03$ و $3/21$ میکرومولار مشاهده گردید. روند تغییرات ازت نیتراتی در تمامی نیم خط ها بجز نیم خط نوشهر با کاهش قابل ملاحظه ای در مقاسیه با فصول دیگر که احتمالاً بواسطه مصرف مواد مغذی در تابستان روبرو بوده است. حداکثر نوسانات غلظتی ازت نیتراتی (پاییز) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط انزلی (غرب) برابر $1/56$ میکرومولار بوده و در لایه های سطحی و ۱۰ متری غلظت آنها بترتیب برابر $1/50$ و $3/06$ میکرومولار مشاهده گردید. در پاییز، حداکثر و حداقل غلظت ازت نیتراتی در لایه ۱۰ متری نیم خط های انزلی و ترکمن (غرب و میانی) به ترتیب برابر $3/06$ و $0/79$ میکرومولار بود. فرآیند تغییرات غلظتی ازت نیتراتی (پاییز) در لایه ۱۰ متری نیم خط های منطقه غرب، لایه سطح و ۱۰ متری نیم خط های منطقه میانی بیشتر از دیگر لایه ها ولی در نیم خط منطقه شرق عمق ۲۰ متری بیشتر از سایر لایه ها است. در زمستان، حداکثر و حداقل غلظت ازت نیتراتی در لایه ۱۰ متری نیم خط بابلسر (میانی) و لایه ۲۰ متری در امیرآباد (شرق) به ترتیب برابر ۵ و $0/77$ میکرومولار بود. حداکثر نوسانات غلظتی ازت نیتراتی (زمستان) از لایه ۱۰ به ۲۰ متری لایه نوری در نیم خط بابلسر (میانی) برابر $1/76$ میکرومولار بوده و در لایه های ۱۰ و ۲۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر ۵ و $3/24$ میکرومولار مشاهده گردید. روند تغییرات و افزایش غلظت ازت نیتراتی در تمامی نیم خط ها بجز نیم خط امیرآباد از سطح به عمق در فصل زمستان کاملاً مشهود بوده است.



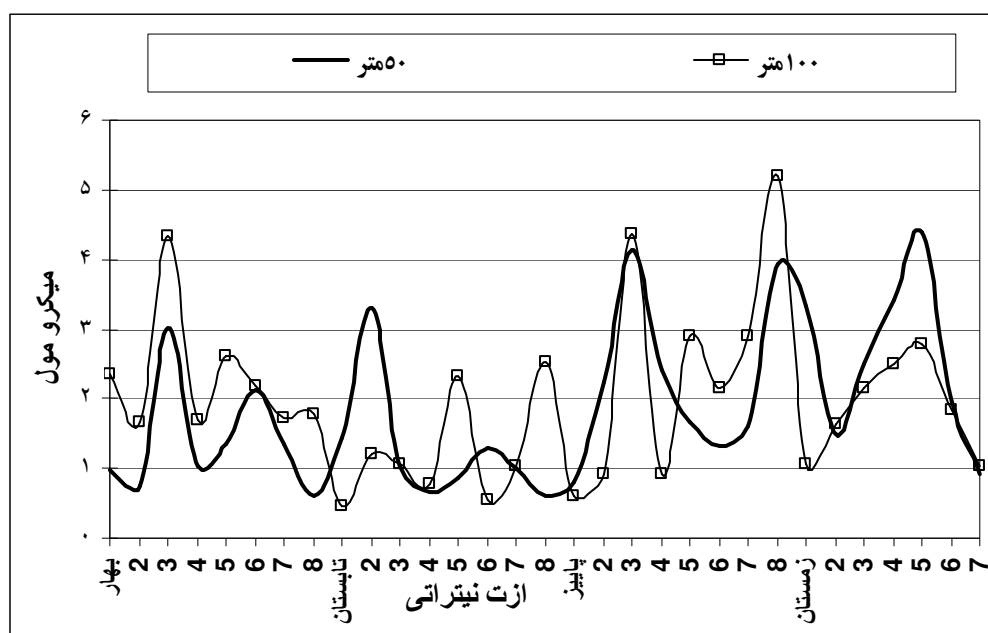
شکل ۱۹-۳: دامنه تغییرات ازت نیتراتی نیم خط های لایه نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

ج (۱) - پارامتر ازت نیتراتی در لایه غیر نوری

جدول ۳-۵ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد ازت نیتراتی در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری لایه غیر نوری به ترتیب $1/86 \pm 0/20$ و $1/97 \pm 0/21$ میکرومولار بود. حداکثر مقدار ازت نیتراتی در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب برابر $4/40$ و $5/19$ میکرومولار در نیم خط های نوشهر (زماستان) و ترکمن (پاییز) بوقوع پیوست. کمترین مقدار ازت نیتراتی در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب برابر $0/60$ و $0/45$ میکرو مولار در نیم خط های ترکمن (بهار و تابستان) و آستارا (تابستان) مشاهده گردید.

شکل ۲۰-۳ نشان میدهد، حداکثر نوسانات غلظتی ازت نیتراتی (بهار) لایه غیر نوری در نیم خط آستارا (غرب) بیش از سایر نیم خط ها برابر $1/39$ میکرومولار بوده و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر $0/96$ و $2/35$ میکرومولار مشاهده گردید. در بهار، حداکثر و حداقل غلظت ازت نیتراتی در لایه های ۱۰۰ و ۵۰ متری نیم خط های سفیدرود و ترکمن (غرب و شرق) به ترتیب برابر $4/33$ و $0/60$ میکرومولار بود. فرآیند غلظتی ازت نیتراتی در عمق ۱۰۰ متری تمامی نیم خط ها در بهار بجز نیم خط بابلسر بیشتر از لایه ۵۰ متری بوده است. در تابستان، حداکثر و حداقل غلظت ازت نیتراتی در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری نیم خط های آستارا و انزلی (غرب) به ترتیب برابر $3/30$ و $0/45$ میکرومولار بود. حداکثر نوسانات غلظتی ازت نیتراتی (تابستان) از لایه غیر نوری در نیم خط انزلی (غرب) برابر $2/10$ میکرومولار بوده و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر $3/30$ و $1/20$ میکرومولار مشاهده گردید. روند تغییرات غلظت ازت نیتراتی در عمق ۱۰۰ متری

نیم خط های نوشهر و ترکمن بیشتر از دیگر نیم خط ها با کاهش قابل ملاحظه ای در مقایسه با فصول دیگر که احتمالاً بواسطه مصرف مواد مغذی در تابستان روبرو بوده است. حداکثر نوسانات غلظتی ازت نیتراتی (پاییز) در لایه غیر نوری در نیم خط آستارا (غرب) برابر $1/51$ میکرومولار بوده و در لایه های 50 و 100 متری غلظت آنها به ترتیب برابر $2/42$ و $0/90$ میکرومولار مشاهده گردید. در پاییز، حداکثر و حداقل غلظت ازت نیتراتی در لایه 100 متری خط های ترکمن و آستارا (شرق و غرب) به ترتیب برابر $5/19$ و $0/60$ میکرومولار بود. تغییرات غلظتی ازت نیتراتی در عمق 50 متری در نیم خط های آستارا تا تنکابن در پاییز بیشتر از لایه 100 متری بوده و روند در دیگر نیم خط ها حالت عکس را نشان میدهد. در فصل زمستان، حداکثر و حداقل غلظت ازت نیتراتی در لایه 50 متری نیم خط های نوشهر (میانی) و امیرآباد (شرق) به ترتیب برابر $4/40$ و $0/92$ میکرومولار بود. حداکثر نوسانات غلظتی ازت نیتراتی (زمستان) از لایه غیر نوری در نیم خط آستارا (منطقه غرب) برابر $2/27$ میکرومولار بوده و در لایه های 50 و 100 متری غلظت آنها به ترتیب برابر $3/32$ و $1/05$ میکرومولار مشاهده گردید. روند تغییرات غلظت ازت نیتراتی در عمق 50 متری اکثر نیم خط ها در 3 منطقه برعکس سایر فصول بیشتر از لایه 100 متری در زمستان روبرو بوده است.



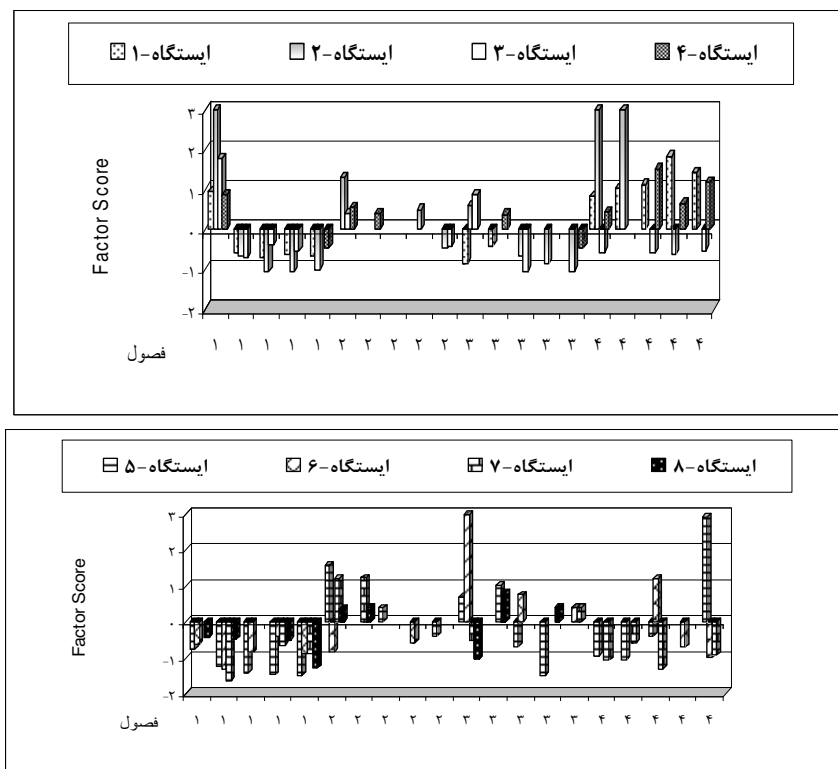
شکل ۲۰-۳: دامنه تغییرات ازت نیتراتی نیم خط های لایه غیر نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

* آنالیز فاکتور چهار - پارامترهای ازت آمونیمی و ازت نیتراتی

جدول ۲-۳ نشان داد، فاکتور ۴ دارای بار مثبت زیاد برای پارامترهای ازت آمونیمی و ازت نیتراتی به ترتیب برابر $0/79$ و $0/67$ می باشند. بنابراین، با توجه به حد استاندارد و دامنه ضریب بار پذیری فاکتورها به ترتیب در گروه

های بسیار عالی و نسبتاً خیلی خوب ارزیابی می‌گردند. حال با توجه به عالی بودن ضریب بار پذیری ۵۰ درصدی پارامتر ازت آمونیمی و ۵۰ درصدی نسبتاً خیلی خوب ازت نیترونی در فاکتور ۴ و تشریح آن با ضریب واریانس ۱۱ درصدی از کل ۸۰/۴۸ درصد واریانس ها بر میزان مشارکت هر یک از پارامترها در فاکتور یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت واریانس پارامترهای فاکتور ۴ کمتر از حدود ۳ و ۴ درصد به ترتیب از فاکتور های ۳ و ۲ و نیز برابر ۱۰/۶۱ درصد از فاکتور ۱ می‌باشد. لذا میزان مشارکت این فاکتور در بین فاکتورهای ۵ و ۶ کمتر از ۱ تا ۲ درصد واریانس در نوسان بوده است.

شکل ۲۱-۳ چگونگی امتیازگیری فاکتور ۴ برای ۲ پارامتر فیزیکوشیمیایی آب (ازت آمونیمی و ازت نیترونی) منطقه جنوبی دریای خزر را نشان می‌دهد. بنابراین، فاکتور امتیازگیری منفی به مثبت نیم خط ها با مد نظر قرار دادن جایگاه آماری و اختلاف بسیار کم حد درصد واریانس با فاکتور های قبل و بعد مورد ارزیابی قرار گرفت. در فصل بهار، امتیازگیری با نسبت ۸۷ درصد منفی به ۱۳ درصد مثبت، در فصل تابستان با نسبت ۶۹ درصدی کاهش امتیاز منفی به رشد ۳۱ درصد مثبت نیم خط ها و بواسطه کاهش غلظت دو پارامتر نامبرده از بهار به تابستان و مصرف احتمالی آنها با تغییرات در امتیازگیری مثبت روبرو بوده شکل گرفت. امتیازگیری منفی به مثبت پارامترهای ازت آمونیومی بصورت ۵۰ و ۵۰ درصد در فصول پاییز و زمستان و کمیت حدود ۲ برابر امتیازگیری مثبت غلظت متوسط آنها در حالت تعادل با افزایش نسبی روبرو بوده است. در نتیجه، با توجه به امتیاز بالای منفی در فصل بهار و نقش بار پذیری ۵۰ درصدی عالی بودن ضریب ازت آمونیمی و به تعادل رسیدن آنها در فصول پاییز و زمستان در نیم خط های نمونه برداری حاکی از نقش تعیین کننده ازت آمونیمی در فاکتور ۴ میباشد.



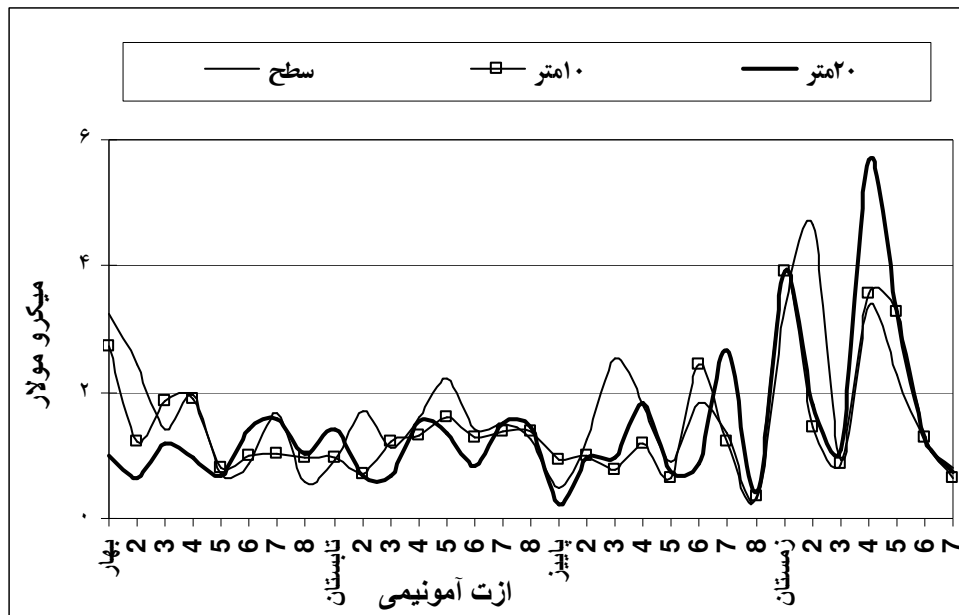
شکل ۲۱-۳: پارامترهای ازت آمونیمی و ازت نیترونی - ۴ Factor Score هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

الف - پارامتر ازت آمونیومی لایه نوری

مقدار میانگین کل و خطای استاندارد ازت آمونیومی در لایه نوری $0.10 \pm 1/51$ میکرومولار گزارش گردید. جدول ۳-۶ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد ازت آمونیومی در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری لایه نوری به ترتیب $0.18 \pm 1/66$ ، $0.16 \pm 1/45$ و $0.20 \pm 1/43$ میکرومولار بوده است. حداکثر مقدار ازت آمونیومی در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری به ترتیب $4/64$ ، $3/93$ و $5/67$ میکرومولار در نیم خط های انزلی، آستارا و تنکابن (زمستان) مشاهده گردید. کمترین مقدار ازت آمونیومی در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری به ترتیب برابر 0.31 ، 0.36 و 0.41 میکرومولار در نیم خط ترکمن فصل پاییز بوقوع پیوست.

شکل ۲۲-۳ نشان میدهد، حداکثر نوسانات غلظتی ازت آمونیومی (بهار) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط آستارا (غرب) برابر $2/25$ میکرومولار بوده و در لایه های سطحی و ۲۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر $3/24$ و $0/99$ میکرومولار مشاهده گردید. در بهار، حداکثر و حداقل غلظت ازت آمونیومی در لایه سطحی نیم خط آستارا (غرب) و ترکمن (شرق) به ترتیب برابر $3/24$ و $0/57$ میکرومولار بود. غلظت ازت آمونیومی (بهار) در نیم خط آستارا بیشتر از سایر نیم خط ها بوده و نیز در نیم خط های آستارا تا تنکابن غلظت در لایه سطحی و ۱۰ متری بیشتر از لایه ۲۰ متری بوده است ضمن اینکه از نیم خط های نوشهر تا ترکمن غلظت لایه ۲۰ متری بیش

از سایر لایه ها مشاهده گردید. در فصل تابستان، حداکثر و حداقل غلظت ازت آمونومی در لایه سطحی نیم خط نوشهر (میانی) و لایه ۲۰ متر سفیدرود (غرب) به ترتیب برابر ۲/۲۰ و ۰/۶۷ میکرومولار بود. حداکثر نوسانات غلظتی ازت آمونومی (تابستان) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط انزلی (غرب) برابر ۱/۰۳ میکرومولار بوده و در لایه سطحی و ۲۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر ۱/۷۱ و ۰/۶۸ میکرومولار مشاهده گردید. روند غلظتی ازت آمونومی (تابستان) در لایه های سطحی و ۱۰ متری در غالب نیم خط ها (بجز آستارا و منطقه شرق) بیشتر از لایه ۲۰ متری مشاهده گردید. حداکثر نوسانات غلظتی ازت آمونومی (پاییز) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط سفیدرود (غرب) برابر ۱/۷۶ میکرومولار بوده و در لایه های سطحی و ۱۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر ۲/۵۳ و ۰/۷۷ میکرومولار مشاهده گردید. در فصل پاییز، حداکثر و حداقل غلظت ازت آمونومی در لایه ۲۰ متری نیم خط امیرآباد (شرق) و آستارا (غرب) به ترتیب برابر ۲/۶۵ و ۰/۲۲ میکرومولار بود. روند تغییرات غلظتی ازت آمونومی (پاییز) در لایه ۲۰ متری نیم خط های منطقه غرب تا منطقه شرق کاملا افزایش را نشان میدهد ولی غلظت لایه میانی در اکثر نیم خط ها حد واسط سطح و عمق مشاهده گردید. در فصل زمستان، حداکثر و حداقل غلظت ازت آمونومی در لایه های ۲۰ و ۱۰ متری نیم خط تنکابن (میانی) و امیرآباد (شرق) به ترتیب برابر ۵/۶۷ و ۰/۶۳ میکرومولار بود. حداکثر نوسانات غلظتی ازت آمونومی (زمستان) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط انزلی (غرب) برابر ۳/۲۱ میکرومولار بوده و در لایه های سطحی و ۱۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر ۴/۶۴ و ۱/۴۳ میکرومولار مشاهده گردید. تغییرات غلظتی ازت آمونومی در زمستان کاملا با فصول بهار، تابستان و پاییز کاملا متفاوت بوده و در برخی از نیم خط ها غلظت آن ۲ تا ۳ برابر افزایش را نشان میدهد.

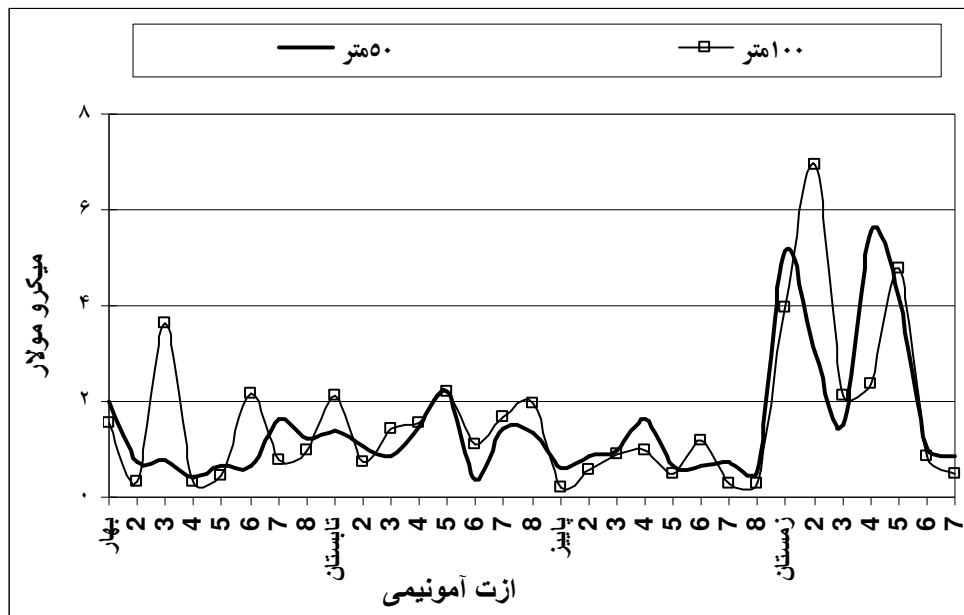


شکل ۲۲-۳: دامنه تغییرات ازت آمونومی نیم خط های لایه نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

الف (۱) - پارامتر ازت آمونیومی در لایه غیر نوری

جدول ۳-۶ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد ازت آمونیومی در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری لایه غیر نوری به ترتیب $۰/۲۳ \pm ۱/۴۹$ و $۰/۲۷ \pm ۱/۶۰$ میکرومولار بود. حداکثر مقدار ازت آمونیومی در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب برابر $۵/۵۴$ و $۶/۹۲$ میکرومولار در نیم خط های تنکابن و انزلی فصل زمستان مشاهده گردید. کمترین مقدار ازت آمونیومی در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب برابر $۰/۳۷$ و $۰/۲۲$ میکرومولار در نیم خط های بابلسر (تابستان) و آستارا (پاییز) بوقوع پیوست.

شکل ۲۳-۳ نشان میدهد، حداکثر نوسانات غلظت ازت آمونیومی (فصل بهار) لایه غیر نوری در نیم خط سفیدرود (غرب) برابر $۲/۸۴$ میکرومولار بوده و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر $۰/۸$ و $۳/۶۲$ میکرومولار مشاهده گردید. در فصل بهار، حداکثر و حداقل غلظت ازت آمونیومی در لایه ۱۰۰ متری نیم خط های سفیدرود، انزلی (غرب) و تنکابن (شرق) به ترتیب برابر $۳/۶۲$ و $۰/۳۴$ میکرومولار بود. غلظت ازت آمونیومی (بهار) در لایه ۱۰۰ متری در نیم خط های سفیدرود و بابلسر بیشتر از لایه ۵۰ متری بوده و در اکثر لایه ۵۰ متری بعد از نیم خط آستارا، نیم خط های غرب و میانی کاهش غلظت داشته و در منطقه شرق با افزایش نسبی روبرو بوده است. در فصل تابستان، حداکثر و حداقل غلظت ازت آمونیومی در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری نیم خط های نوشهر و بابلسر (میانی) به ترتیب برابر $۲/۲۱$ و $۰/۳۷$ میکرومولار بود. حداکثر نوسان غلظتی ازت آمونیومی (تابستان) لایه غیر نوری در نیم خط ترکمن (شرق) برابر $۱/۴۹$ میکرومولار بوده و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر $۱/۳۵$ و $۱/۹۴$ میکرومولار مشاهده گردید. غلظت ازت آمونیومی (تابستان) در لایه ۱۰۰ متری اکثر نیم خط ها بیشتر از لایه ۵۰ متری بود. تغییرات در افزایش و یا کاهش غلظت آن در هر دو لایه بطور همزمان در اکثر نیم خط ها صورت پذیرفت. حداکثر نوسانات غلظتی ازت آمونیومی (پاییز) لایه غیر نوری در نیم خط تنکابن (میانی) برابر $۰/۶۶$ میکرومولار بوده و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر $۱/۶۳$ و $۰/۹۷$ میکرومولار مشاهده گردید. در فصل پاییز، حداکثر و حداقل غلظت ازت آمونیومی در لایه ۵۰ و ۱۰۰ متری نیم خط های تنکابن (میانی) و آستارا (غرب) به ترتیب برابر $۱/۶۳$ و $۰/۲۲$ میکرومولار بود. غلظت ازت آمونیومی (پاییز) در لایه ۱۰۰ متری اکثر نیم خط ها کمتر از لایه ۵۰ متری بوده، در ضمن مقدار آن در مقایسه با فصول بهار و تابستان با کاهش نسبی روبرو بوده است. در زمستان، حداکثر و حداقل غلظت ازت آمونیومی در لایه ۵۰ و ۱۰۰ متری نیم خط های انزلی (غرب) و امیرآباد (شرق) به ترتیب برابر $۶/۹۲$ و $۰/۴۹$ میکرومولار بود. حداکثر نوسانات غلظتی ازت آمونیومی (زمستان) لایه غیر نوری در نیم خط انزلی (غرب) برابر $۳/۹۲$ میکرومولار بوده و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر ۳ و $۶/۹۲$ میکرومولار مشاهده گردید. غلظت ازت آمونیومی (زمستان) در لایه غیر نوری همانند لایه نوری با افزایش ۲ تا ۳ برابری در مقایسه با سایر فصول بود. نوسانات غلظتی آن بصورت سینوسی در اکثر نیم خط ها (بجز بابلسر و امیرآباد) مشاهده گردید.



شکل ۲۳-۳: دامنه تغییرات ازت آمونیمی نیم خط های لایه غیر نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

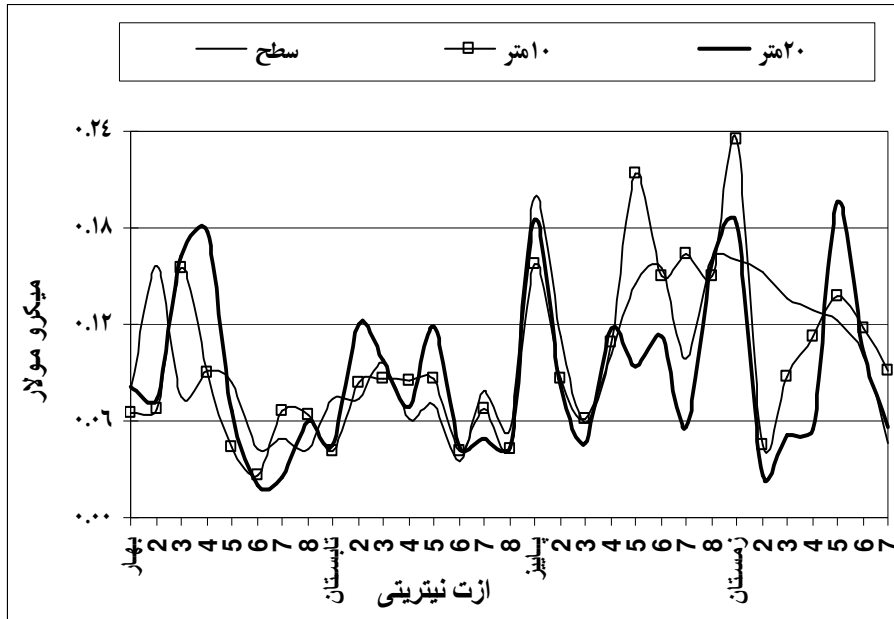
جدول ۶-۳: حداقل، حداکثر، میانگین و خطای استاندارد پارامتر فاکتور ۴، لایه نوری و غیر نوری نیم خط ها در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹) - میکرومولار

| پارامترها | حداقل | حداکثر | میانگن | خطای استاندارد (SE) |
|-------------------|-------|--------|--------|---------------------|
| ازت نیتریتی - ۵ | 04/0 | 20/0 | 10/0 | 01/0 |
| ازت نیتریتی - ۱۰ | 03/0 | 24/0 | 10/0 | 01/0 |
| ازت نیتریتی - ۲۰ | 02/0 | 20/0 | 09/0 | 01/0 |
| ازت آمونیمی - ۵ | 31/0 | 64/4 | 66/1 | 18/0 |
| ازت آمونیمی - ۱۰ | 36/0 | 93/3 | 45/1 | 16/0 |
| ازت آمونیمی - ۲۰ | 22/0 | 67/5 | 43/1 | 20/0 |
| ازت نیتریتی - ۵۰ | 02/0 | 17/0 | 08/0 | 01/0 |
| ازت نیتریتی - ۱۰۰ | 01/0 | 32/0 | 09/0 | 01/0 |
| ازت آمونیمی - ۵۰ | 37/0 | 54/5 | 49/1 | 23/0 |
| ازت آمونیمی - ۱۰۰ | 22/0 | 92/6 | 60/1 | 27/0 |

ب - پارامتر ازت نیترونی در لایه نوری

مقدار میانگین کل و خطای استاندارد ازت نیترونی در لایه نوری $0/10 \pm 0/01$ میکرومولار گزارش گردید. جدول ۳-۶ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد ازت نیترونی در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری نوری به ترتیب $0/10 \pm 0/01$ ، $0/10 \pm 0/01$ و $0/09 \pm 0/01$ میکرومولار بوده است. حداکثر مقدار ازت نیترونی در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری به ترتیب $0/20$ ، $0/24$ و $0/20$ میکرومولار در نیم خط های آستارا (پاییز)، آستارا و نوشهر (زمستان) مشاهده گردید. کمترین مقدار ازت نیترونی در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری به ترتیب برابر $0/04$ ، $0/03$ و $0/02$ میکرومولار در نیم خط های بابلسر (بهار و تابستان)، بابلسر (بهار)، بابلسر و امیرآباد (بهار) مشاهده گردید.

شکل ۳-۲۴ نشان میدهد، حداکثر نوسانات غلظتی ازت نیترونی (بهار) لایه نوری در نیم خط های انزلی، سفیدرود و تنکابن (غرب و میانی) برابر $0/09$ میکرومولار بوده است. در این فصل، حداکثر و حداقل غلظت ازت نیترونی در لایه ۲۰ متری در نیم خط های تنکابن (میانی) و بابلسر، امیرآباد (میانی و شرق) به ترتیب برابر $0/18$ و $0/02$ میکرومولار بود. تغییرات غلظت ازت نیترونی (بهار) در لایه ۲۰ متری نیم خط تنکابن حدود ۹ برابر بیشتر از نیم خط های بابلسر و امیرآباد بوده است. غلظت تمامی لایه نوری نیم خط های انزلی، سفیدرود و تنکابن در مقایسه با نیم خط های نوشهر، بابلسر، امیرآباد و ترکمن حدود ۲ تا ۳ برابر بیشتر بوده است. در فصل تابستان، حداکثر و حداقل غلظت ازت نیترونی در لایه ۲۰ متری نیم خط های انزلی و نوشهر و لایه سطحی نیم خط بابلسر به ترتیب برابر $0/12$ و $0/04$ میکرومولار بود. حداکثر نوسانات غلظتی ازت نیترونی (تابستان) لایه نوری در نیم خط های انزلی و نوشهر (غرب و میانی) برابر $0/05$ میکرومولار بوده است. غلظت ازت نیترونی از سطح به عمق بواسطه مصرف آن در فصل تابستان در اکثر نیم خط ها روند افزایشی را نشان داده و در لایه میانی نیم خط های انزلی، سفیدرود، تنکابن و نوشهر با تغییرات بسیار کم روبرو بوده است. حداکثر نوسانات غلظتی ازت نیترونی (پاییز) لایه نوری در نیم خط نوشهر (میانی) برابر $0/12$ میکرومولار بوده است. در این فصل، حداکثر و حداقل غلظت ازت نیترونی در لایه سطحی و عمق ۲۰ متری نیم خط های آستارا و سفیدرود (غرب) به ترتیب برابر $0/20$ و $0/05$ میکرومولار بود. فرآیند غلظتی ازت نیترونی (پاییز) در لایه سطحی و ۱۰ متری اکثر نیم خط ها بیشتر از عمق ۲۰ متری بوده و حداقل اکثر نیم خط ها در لایه عمیق نوری مشاهده گردید. در فصل زمستان، حداکثر و حداقل غلظت ازت نیترونی در لایه های ۱۰ و ۲۰ متری نیم خط های آستارا و انزلی (غرب) به ترتیب برابر $0/24$ و $0/03$ میکرومولار بود. حداکثر نوسانات غلظتی ازت نیترونی (زمستان) لایه نوری در نیم خط نوشهر (میانی) برابر $0/12$ میکرومولار بوده است. غلظت ازت نیترونی در لایه میانی (نیم خط نوشهر) به حداکثر رسیده و مقدار آن در لایه سطحی از منطقه غرب به منطقه شرق روند کاملاً کاهشی را نشان داد و در لایه ۲۰ متری این غلظت در نیم خط های آستارا و نوشهر با بیشترین غلظت ($0/18$ و $0/20$ میکرومولار) مشاهده گردید.



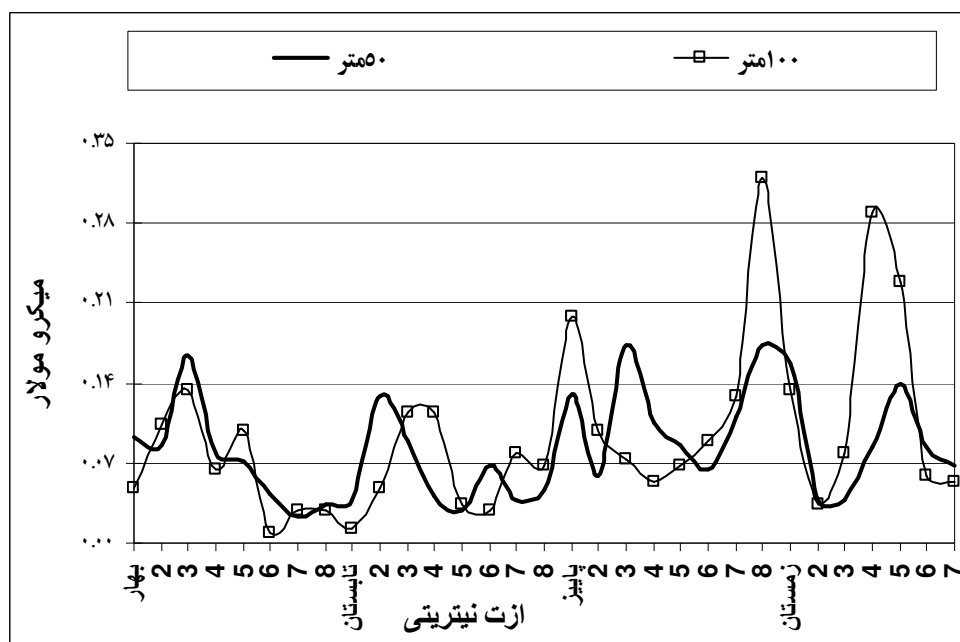
شکل ۲۴-۳: دامنه تغییرات ازت نیترونی نیم خط های لایه نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

ب (۱) - پارامتر ازت نیترونی در لایه غیر نوری

جدول ۳-۶ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد ازت نیترونی در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری لایه غیر نوری به ترتیب 0.08 ± 0.01 و 0.09 ± 0.01 میکرومولار بوده است. حداکثر مقدار ازت نیترونی در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری در بین فصول به ترتیب برابر 0.17 و 0.32 میکرومولار در نیم خط ترکمن فصل پاییز مشاهده گردید. کمترین مقدار ازت نیترونی در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری به ترتیب برابر 0.02 و 0.01 میکرومولار در نیم خط های امیرآباد و بابلسر (بهار) بود.

شکل ۲۵-۳ نشان میدهد، حداکثر نوسانات غلظتی ازت نیترونی (بهار) لایه غیر نوری در نیم خط آستارا (غرب) برابر 0.04 میکرومولار مشاهده گردید. در این فصل، حداکثر و حداقل غلظت ازت نیترونی در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری در نیم خط های سفیدرد (غرب) و بابلسر (میانی) به ترتیب برابر 0.16 و 0.01 میکرومولار بود. غلظت ازت نیترونی در دو لایه غیر نوری منطقه غرب روند افزایش داشته و سپس در هر دو لایه غیر نوری مناطق میانی و شرقی غلظت آنها روبه کاهش را نشان داد. در فصل تابستان، حداکثر و حداقل غلظت ازت نیترونی در لایه ۵۰ متری نیم خط های انزلی (غرب) و ۱۰۰ متری نوشهر و بابلسر (منطقه میانی) به ترتیب برابر 0.13 و 0.03 میکرومولار بود. حداکثر نوسانات غلظتی ازت نیترونی (تابستان) لایه غیر نوری در نیم خط انزلی (منطقه غرب) برابر 0.08 میکرومولار مشاهده گردید. غلظت ازت نیترونی در لایه ۵۰ متری نیم خط انزلی (غرب) بیشتر از ۱۰۰ متری در نیم خط های سفیدرود و تنکابن (غرب و میانی) بوده و سپس در نیم خط های مناطق میانی و شرقی

روند کاهشی غلظت در هر دو لایه مشاهده گردید. حداکثر نوسانات غلظتی ازت نیترونی (پاییز) لایه غیر نوری در نیم خط ترکمن برابر ۰/۱۵ میکرومولار بوده است. در این فصل، حداکثر و حداقل غلظت ازت نیترونی در لایه عمق ۱۰۰ متری نیم خط های ترکمن (شرق) و تنکابن (میانی) به ترتیب برابر ۰/۳۲ و ۰/۰۵ میکرومولار بود. غلظت ازت نیترونی پاییز کمی متفاوت تر از فصول تابستان و بهار بوده و با کمی افزایش نسبی در نیم خط آستارا (غرب) و سپس کاهش تا نیم خط بابلسر (میانی) ادامه داشته و نیز در منطقه شرق کمی افزایش مشاهده گردید. در فصل زمستان، حداکثر و حداقل غلظت ازت نیترونی در لایه ۱۰۰ متری نیم خط های تنکابن (میانی) و آستارا (غرب) به ترتیب برابر ۰/۲۹ و ۰/۰۳ میکرومولار بود. حداکثر نوسانات غلظتی ازت نیترونی (زمستان) لایه غیر نوری در نیم خط تنکابن (میانی) برابر ۰/۲۱ میکرومولار بوده است. غلظت ازت نیترونی در لایه ۱۰۰ متری در نیم خط های تنکابن و نوشهر (میانی) بیش از سایر نیم خط ها بوده و سپس در بابلسر (میانی) و امیرآباد (شرق) به حداقل مقدار تقلیل یافت (شکل ۲۵-۳).



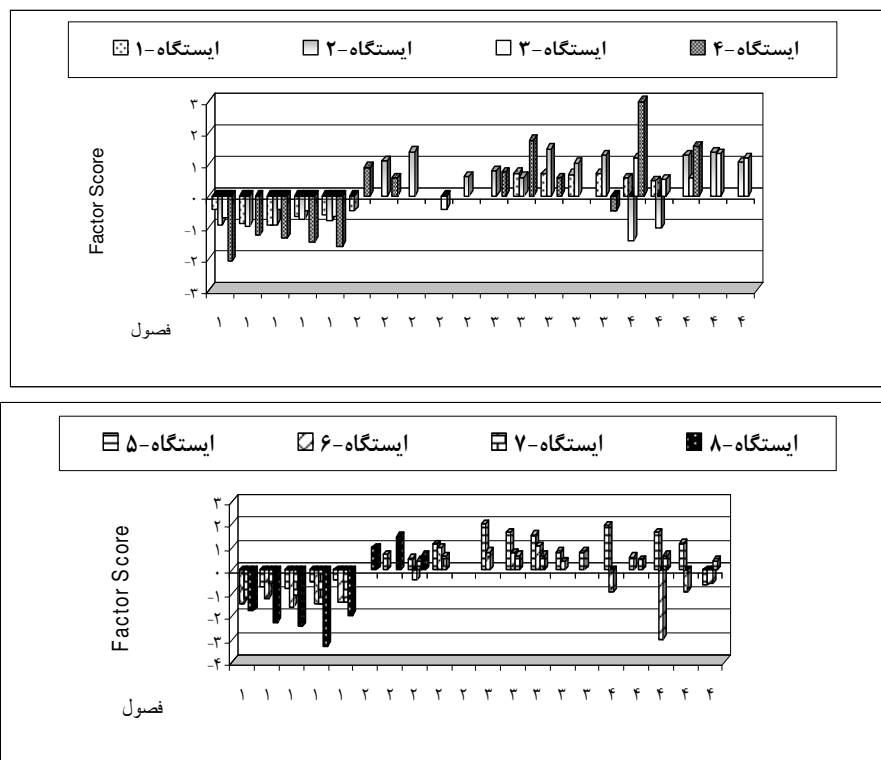
شکل ۲۵-۳: دامنه تغییرات ازت نیترونی نیم خط های لایه غیر نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

* آنالیز فاکتور پنج - پارامترهای pH و ازت کل

جدول ۲-۳ نشان داد، فاکتور ۵ دارای بار مثبت زیاد برای پارامترهای ازت کل و pH به ترتیب در حد ۰/۷۴ و ۰/۷۲ می باشند. بنابراین، با توجه به حد استاندارد و دامنه ضریب بار پذیری فاکتورها به بیش از ۰/۷۱ در گروه بسیار عالی ارزیابی گردید. حال با توجه به عالی بودن ضریب بار پذیری ۱۰۰ درصدی فاکتور ۵ و تشریح این فاکتورها با ضریب واریانس ۱۰/۰۲ درصدی از کل ۸۰/۴۸ درصد واریانس های مآخوذه بر میزان مشارکت هر

یک از پارامترها در فاکتور یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت واریانس پارامترهای فاکتور ۵ بیشتر از ۱، ۳ و ۴ درصد به ترتیب از فاکتور های ۴، ۳ و ۲ و نیز برابر ۱۱/۶۱ درصد از فاکتور ۱ می باشد. لذا میزان مشارکت این فاکتور در بین فاکتور ۶ کمتر از ۱ درصد واریانس در نوسان بوده است.

شکل ۲۶-۳ چگونگی امتیازگیری فاکتور ۵ برای ۲ پارامتر فیزیکوشیمیایی آب (ازت کل و pH) در منطقه جنوبی دریای خزر را نشان میدهد. بنابراین، فاکتور امتیازگیری منفی به مثبت نیم خط ها با مد نظر قرار دادن جایگاه آماری و اختلاف بسیار کم حد درصد واریانس با فاکتور های قبل و بعد مورد ارزیابی قرار گرفت. در فصل بهار، امتیازگیری به نسبت ۱۰۰ درصد منفی به صفر درصد مثبت بوده که احتمالاً بواسطه مقدار کم غلظت ازت کل آن در مقایسه با سه فصل دیگر بوقوع پیوست. در فصل تابستان و پاییز، با افزایش مقدار میانگین آنها در نیم خط ها نسبت امتیاز منفی به ترتیب ۱۹ و ۴ به ۸۱ و ۹۶ درصد رشد مثبت ایستگاه ها رسید. در فصل زمستان، با افزایش مقدار میانگین در نیم خط ها امتیاز به نسبت منفی ۲۷ درصد به ۷۳ درصد مثبت مشاهده گردید. در نتیجه، با توجه به کاهش امتیاز منفی در فصول تابستان، پاییز و زمستان و نقش بار پذیری ۱۰۰ درصدی عالی ضرایب پارامترها و جایگاه تعادلی فاکتور ۵ در بین سایر فاکتورها در نیم خط های نمونه برداری نقش ازت کل نسبت به پارامتر pH که دارای نوسانات زیادی نیست در فاکتور ۵ از اهمیت بیشتری برخوردار میباشد.

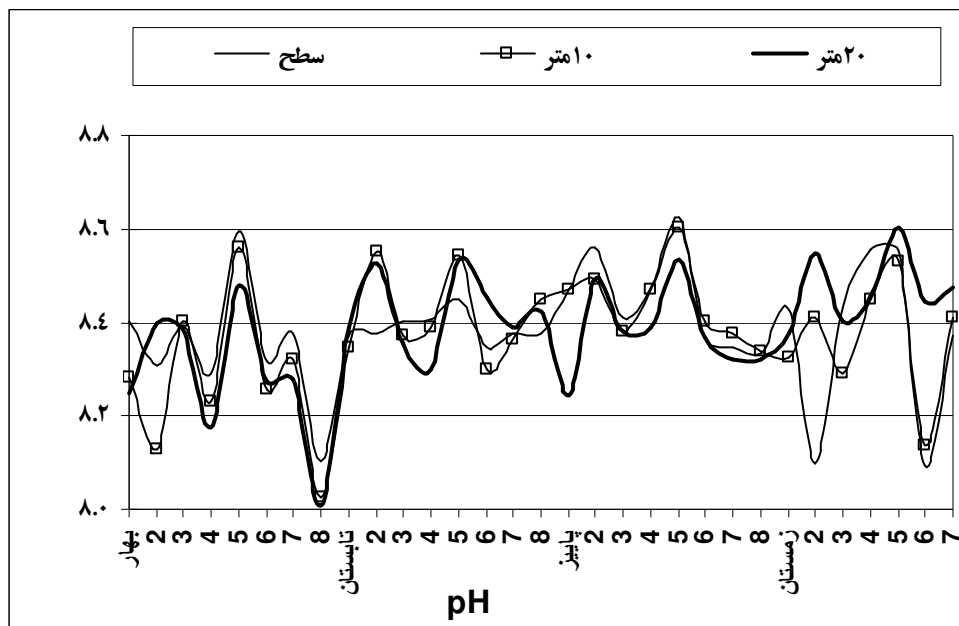


شکل ۲۶-۳: پارامترهای pH و ازت کل در ۵ Factor Score - هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

الف - پارامتر pH در لایه نوری

مقدار میانگین کل و خطای استاندارد اسیدیته آب دریا (pH) در لایه نوری $8/38 \pm 0/01$ واحد بود. جدول ۷-۳ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد pH در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری لایه نوری به ترتیب $8/39 \pm 0/02$ ، $8/38 \pm 0/02$ و $8/39 \pm 0/02$ واحد بوده است. حداکثر مقدار pH در فصول پاییز و زمستان مشاهده گردید. کمترین مقدار pH لایه سطحی برابر $8/09$ واحد در فصل زمستان و نیز لایه های سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری به ترتیب برابر $8/09$ ، $8/03$ و $8/01$ واحد در نیم خط های بابلسر (زمستان)، ترکمن (بهار) بود.

شکل ۲۷-۳ نشان می دهد، حداکثر نوسانات pH (بهار) از ۱۰ به ۲۰ متری لایه نوری در نیم خط انزلی (غرب) برابر $0/27$ واحد ولی مقدار آنها در لایه های ۱۰ و ۲۰ متری به ترتیب برابر $8/13$ و $8/40$ واحد مشاهده گردید. در این فصل، حداکثر و حداقل pH در لایه های ۱۰ و ۲۰ متری نیم خط های نوشهر (میانی) و ترکمن (شرق) به ترتیب برابر $8/50$ و $8/01$ واحد بود. مقدار pH (بهار) در ۲۰ متری لایه نوری نیم خط های منطقه غرب نسبت به دیگر لایه ها بیشتر بوده و در مناطق میانی و شرق ضمن افت شدید pH در عمق ۲۰ متر با سایر لایه ها بر عکس مشاهده گردید. در فصل تابستان، حداکثر و حداقل pH در لایه های ۱۰ و ۲۰ متری نیم خط های انزلی و تنکابن، بابلسر به ترتیب برابر $8/55$ و $8/30$ واحد بود. حداکثر نوسانات pH (تابستان) از ۱۰ به ۲۰ متری لایه نوری در نیم خط های انزلی (غرب) برابر $0/17$ واحد ولی مقدار آنها در لایه های ۱۰ و ۲۰ متری به ترتیب برابر $8/55$ و $8/53$ واحد مشاهده گردید. مقدار pH (تابستان) در ۲۰ متری لایه نوری نیم خط های بابلسر تا ترکمن نسبت به دیگر لایه ها بیشتر بوده و در سایر نیم خط ها مقدار pH در عمق ۲۰ متر در مقایسه با سایر لایه ها کمتر مشاهده گردید. حداکثر نوسانات pH (پاییز) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط آستارا (غرب) برابر $0/23$ واحد و در لایه های سطح، ۱۰ و ۲۰ متری مقدار آنها به ترتیب برابر $8/47$ و $8/24$ واحد مشاهده گردید. در این فصل، حداکثر و حداقل مقدار pH در لایه سطحی و عمق ۲۰ متری نیم خط های آستارا و سفیدرود (غرب) به ترتیب برابر $8/62$ و $8/24$ واحد بود. تغییرات pH (پاییز) در لایه سطحی و ۱۰ متری اکثر نیم خط ها بیشتر و یا حداقل برابر عمق ۲۰ متری مشاهده گردید. در فصل زمستان، حداکثر و حداقل مقدار pH در لایه های ۲۰ متری و سطح نیم خط های نوشهر و بابلسر (میانی) به ترتیب برابر $8/6$ و $8/09$ واحد بود. حداکثر نوسانات pH (زمستان) از سطح و ۲۰ متری لایه نوری در نیم خط انزلی (غرب) برابر $0/45$ واحد و در لایه های سطحی و ۲۰ متری مقدار آنها به ترتیب برابر $8/10$ و $8/55$ واحد مشاهده گردید. تغییرات مقدار pH در عمق ۲۰ متری بیش از ۵۰ درصد نیم خط ها نسبت به سایر لایه ها بیشتر بوده ضمن اینکه افت شدید pH در لایه سطحی نیم خط انزلی و لایه سطح و میانی نیم خط بابلسر نیز مشاهده گردید.



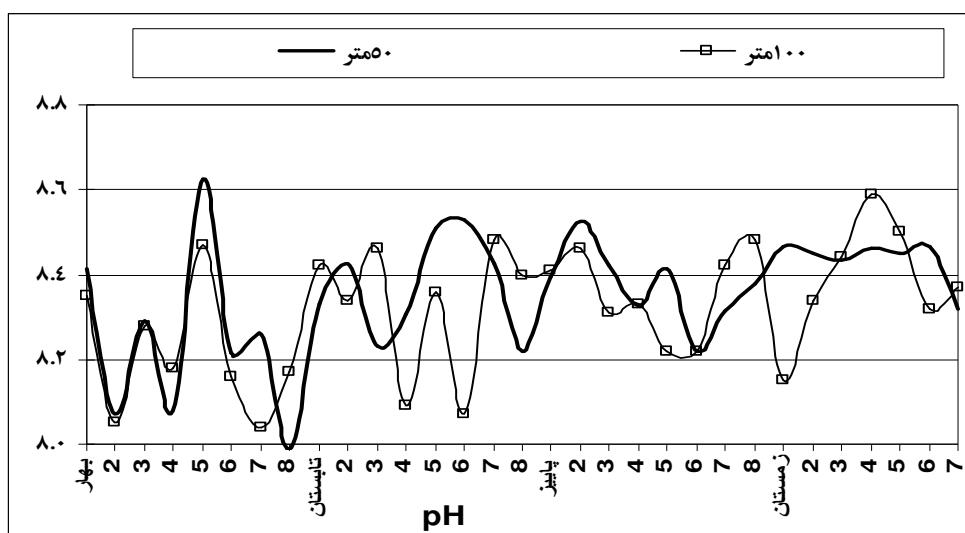
شکل ۲۷-۳: دامنه تغییرات pH نیم خط های لایه نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

الف (۱) - پارامتر pH در لایه غیر نوری

جدول ۳-۷ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد pH در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری لایه غیر نوری به ترتیب $8/36 \pm 0/03$ و $8/32 \pm 0/03$ واحد بوده است. حداکثر مقدار pH در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب برابر $8/63$ و $8/59$ واحد در نیم خط های نوشهر (بهار) و تنکابن (زمستان) مشاهده گردید. کمترین مقدار pH در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب برابر $7/99$ و $8/04$ واحد در نیم خط های ترکمن و امیرآباد فصل بهار مشاهده گردید.

شکل ۲۸-۳ نشان میدهد، حداکثر نوسانات pH (بهار) لایه غیر نوری در نیم خط امیرآباد (شرق) برابر $0/22$ واحد و مقدار آنها در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب برابر $8/26$ و $8/04$ واحد مشاهده گردید. در این فصل، حداکثر و حداقل pH در لایه ۵۰ متری نیم خط های نوشهر (میانی) و ترکمن (شرق) به ترتیب برابر $8/63$ و $7/99$ واحد بود. تغییرات pH (بهار) در اعماق ۵۰ و ۱۰۰ متری لایه غیر نوری نیم خط های منطقه غرب نسبت به دیگر لایه ها بسیار بهم نزدیک و در مناطق میانی و شرق مقدار pH در عمق ۵۰ متر نسبت به ۱۰۰ متر افزایش و سپس در نیم خط ترکمن حداقل کاهش را نشان میدهد. در فصل تابستان، حداکثر و حداقل pH در لایه ۱۰۰ متری نیم خط های امیرآباد و بابلسر به ترتیب برابر $8/48$ و $8/07$ واحد بود. حداکثر نوسانات pH (تابستان) لایه غیر نوری در نیم خط های بابلسر (میانی) برابر $0/46$ واحد و در لایه ۵۰ و ۱۰۰ متری مقدار آنها به ترتیب برابر $8/53$ و $8/07$ واحد مشاهده گردید. مقدار pH (تابستان) عمق ۱۰۰ متری نیمی از نیم خط ها بیشتر از دیگر لایه بوده ضمن اینکه نوسانات بین لایه ها در مقایسه با بهار مقدار قابل ملاحظه ی را نشان داد. حداکثر نوسانات pH (پاییز) لایه غیر نوری در نیم خط نوشهر (میانی) برابر $0/20$ واحد و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری مقدار آنها به ترتیب برابر $8/42$

و ۸/۲۲ واحد مشاهده گردید. در این فصل، حداکثر و حداقل مقدار pH در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری نیم خط های انزلی (غرب) و نوشر و بابلسر (میانی) به ترتیب برابر ۸/۵۳ و ۸/۲۲ واحد بود. مقدار pH (پایین) لایه ۵۰ متری در مناطق غرب و میانی نسبت به ۱۰۰ متری بیشتر بوده ضمن اینکه این حالت در منطقه شرق نسبت عکس را نشان میدهد. در پاییز، حداقل نوسانات pH در نیم خط آستارا برابر ۰/۰۱ واحد گزارش گردید. در فصل زمستان، حداکثر و حداقل مقدار pH در لایه ۱۰۰ متری خط تنکابن و آستارا (میانی و غرب) به ترتیب برابر ۸/۵۹ و ۸/۱۵ واحد بود. حداکثر نوسانات pH (زمستان) لایه غیر نوری در نیم خط آستارا (غرب) برابر ۰/۱۵ واحد و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری مقدار آنها به ترتیب برابر ۸/۴۷ و ۸/۱۵ واحد مشاهده گردید. تغییرات pH عمق ۵۰ متری بسیار کند و بطی بوده ولی تغییرات و نوسانات در عمق ۱۰۰ متری از حداقل تا حداکثر گزارش گردید.



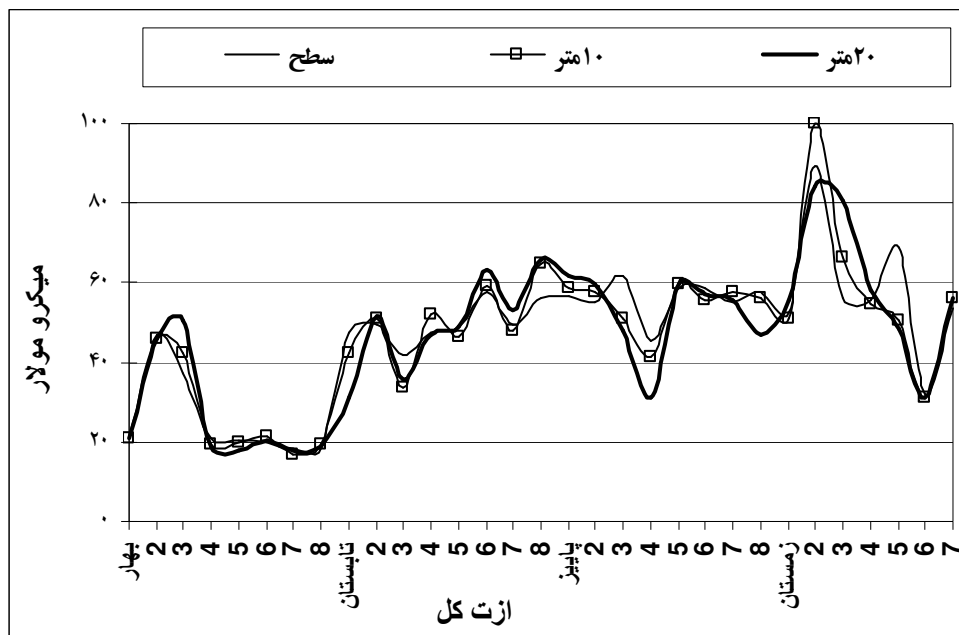
شکل ۲۸-۳: دامنه تغییرات pH نیم خط های لایه غیر نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

ب - پارامتر ازت کل در لایه نوری

مقدار میانگین کل و خطای استاندارد ازت کل (ازت آلی + معدنی) در لایه نوری برابر $۴۶/۸۲ \pm ۱/۸۰$ میکرومولار بود. جدول ۷-۳ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد ازت کل در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری لایه نوری به ترتیب برابر $۴۷/۰۹ \pm ۲/۹۹$ ، $۴۶/۸۳ \pm ۳/۲۱$ و $۴۶/۵۳ \pm ۳/۲۳$ میکرومولار بوده است. حداکثر مقدار ازت کل در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری به ترتیب برابر $۸۹/۲۳$ ، $۹۹/۹۰$ و $۸۴/۲۹$ میکرومولار در نیم خط انزلی فصل زمستان مشاهده گردید. کمترین مقدار ازت کل در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری به ترتیب برابر $۱۸/۲۹$ ، $۱۶/۸۶$ و $۱۷/۷۵$ میکرومولار در نیم خط های ترکمن و امیرآباد فصل بهار مشاهده گردید.

شکل ۲۹-۳ نشان میدهد، حداکثر نوسانات غلظتی ازت کل (فصل بهار) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط سفیدرود (غرب) برابر $۱۳/۵۹$ میکرومولار بوده و در لایه های سطحی و ۲۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر

۳۷/۰۸ و ۵۰/۶۷ میکرومولار مشاهده گردید. در فصل بهار، حداکثر و حداقل غلظت ازت کل در لایه ۲۰ و ۱۰ متری نیم خط های سفیدرود (غرب) و امیرآباد (شرق) به ترتیب برابر ۵۰/۶۷ و ۱۶/۸۶ میکرومولار بود. غلظت ازت کل (بهار) در نیم خط های انزلی و سفیدرود (منطقه غرب) در مقایسه با نیم خط های مناطق میانی و شرقی حدود ۲ برابر بیشتر بوده ضمن اینکه غلظت آنها در عمق ۲۰ متری بیش از سایر لایه ها مشاهده گردید. در این فصل، حداقل نوسانات غلظت ازت کل در نیم خط آستارا (غرب) برابر ۰/۴۳ میکرومولار گزارش شد. در فصل تابستان، حداکثر و حداقل غلظت ازت کل در لایه ۲۰ متری نیم خط های ترکمن (شرق) و آستارا (غرب) به ترتیب برابر ۶۵/۵۹ و ۳۱/۱۱ میکرومولار بود. حداکثر نوسانات غلظتی ازت کل (تابستان) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط آستارا (غرب) برابر ۱۶/۵۷ میکرومولار بوده و در لایه سطحی و ۲۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر ۴۷/۶۸ و ۳۱/۱۱ میکرومولار مشاهده گردید. روند غلظتی ازت کل (تابستان) از نیم خط های آستارا تا ترکمن کاملا افزایشی بوده و از نیم خط نوشهر تا ترکمن غلظت آنها در عمق ۲۰ متری بیشتر از لایه های دیگر مشاهده گردید. حداکثر نوسانات غلظتی ازت کل (پاییز) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط تنکابن (میانی) برابر ۱۴/۱۷ میکرومولار بوده و در لایه های سطحی و ۲۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر ۴۵/۳۷ و ۳۱/۲۰ میکرومولار مشاهده گردید. در فصل پاییز، حداکثر و حداقل غلظت ازت کل در لایه های سطحی و ۲۰ متری نیم خط های سفیدرود (غرب) و تنکابن (میانی) به ترتیب برابر ۶۱/۵۷ و ۳۱/۲۰ میکرومولار بود. تغییرات غلظتی ازت کل (پاییز) در تمامی لایه های نیم خط تنکابن در مقایسه با سایر نیم خط ها روند کاهشی داشته و در نیم خط های سفیدرود، تنکابن و ترکمن غلظت ازت کل در لایه سطحی و میانی بیشتر از لایه عمیق نوری بوده است. در فصل زمستان، حداکثر و حداقل غلظت ازت کل در لایه های ۱۰ و ۲۰ متری نیم خط های انزلی (غرب) و بابلسر (میانی) به ترتیب برابر ۹۹/۹۰ و ۳۱/۰۲ میکرومولار بود. حداکثر نوسانات غلظتی ازت کل (زمستان) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط سفیدرود (غرب) برابر ۲۴/۶۰ میکرومولار بوده و در لایه های سطحی و ۲۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر ۵۶/۰۹ و ۸۰/۶۹ میکرومولار مشاهده گردید. تغییرات غلظتی ازت کل (زمستان) در تمامی لایه های نیم خط انزلی در مقایسه با سایر نیم خط ها روند افزایشی داشته و سپس این روند تا نیم خط بابلسر کاهشی حدود ۳ برابر را نشان می‌دهد.



شکل ۲۹-۳: دامنه تغییرات ازت کل نیم خط های لایه نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

جدول ۷-۳: حداقل، حداکثر، میانگین و خطای استاندارد پارامتر فاکتور پنجم لایه نوری و غیر نوری نیم خط ها در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹) - میکرومولار

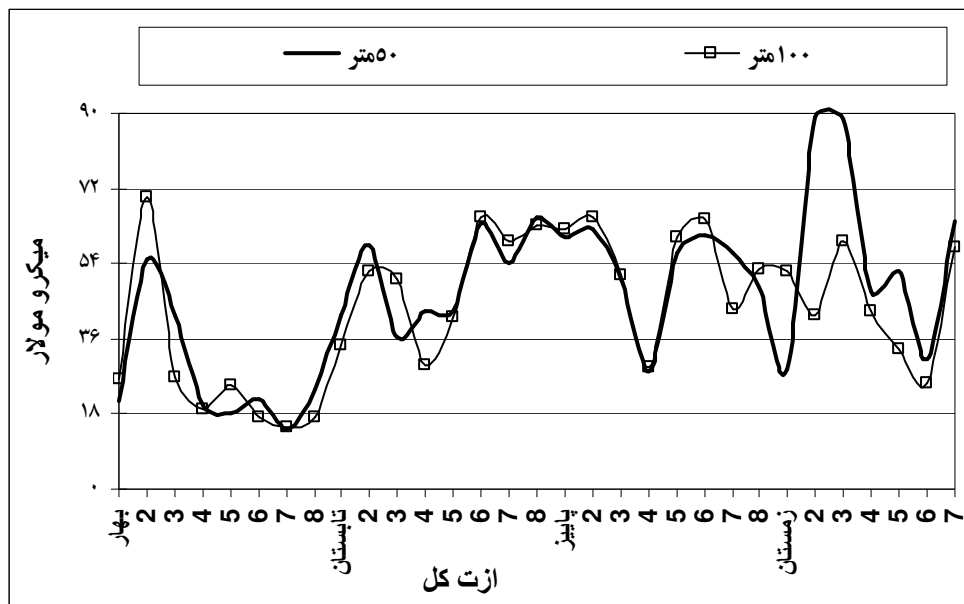
| پارامترها | حداقل | حداکثر | میانگین | خطای استاندارد (SE) |
|--------------|-------|--------|---------|---------------------|
| ازت کل - ۵ | 29/18 | 23/89 | 09/47 | 99/2 |
| ازت کل - ۱۰ | 86/16 | ۹۹/۹۰ | 83/46 | 21/3 |
| ازت کل - ۲۰ | 75/17 | 29/84 | 53/46 | 23/3 |
| pH۵ - | 09/8 | 62/8 | 39/8 | 02/0 |
| pH۱۰ - | 03/8 | 61/8 | 38/8 | 02/0 |
| pH۲۰ - | 01/8 | 60/8 | 39/8 | 02/0 |
| ازت کل - ۵۰ | 55/14 | 11/89 | 61/46 | 44/3 |
| ازت کل - ۱۰۰ | 00/15 | 00/70 | 57/43 | 06/3 |
| pH۵۰ - | 99/7 | 63/8 | 36/8 | 03/0 |
| pH۱۰۰ - | 04/8 | 59/8 | 32/8 | 03/0 |

ب (۱) - پارامتر ازت کل در لایه غیر نوری

جدول ۷-۳ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد ازت کل در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری لایه غیر نوری به ترتیب برابر $۴۶/۶۱ \pm ۳/۴۴$ و $۴۳/۵۷ \pm ۳/۰۶$ میکرومولار بوده است. حداکثر مقدار ازت کل در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب برابر $۸۹/۱$ و $۷۰/۰۰$ میکرومولار در نیم خط انزلی (زمستان و بهار) مشاهده گردید. کمترین

مقدار ازت کل در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب برابر ۱۴/۵۵ و ۱۴/۹۰ میکرومولار در نیم خط امیرآباد (بهار) بود.

شکل ۳-۳ نشان می‌دهد، حداکثر نوسانات غلظتی ازت کل (بهار) لایه غیر نوری در نیم خط سفیدرود (غرب) برابر ۱۴/۸۰ میکرومولار بوده و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر ۴۱/۵۵ و ۲۶/۷۵ میکرومولار مشاهده گردید. در فصل بهار، حداکثر و حداقل غلظت ازت کل در لایه های ۱۰۰ و ۵۰ متری نیم خط های انزلی سفیدرود (غرب) و امیرآباد (شرق) به ترتیب برابر ۷۰/۰۰ و ۱۴/۵۵ میکرومولار بود. غلظت ازت کل (بهار) در نیم خط انزلی (غرب) در مقایسه با سایر نیم خط ها حدود ۲ برابر بیشتر بوده ضمن اینکه غلظت آنها در عمق ۵۰ متری بیش از لایه ۱۰۰ متری نیم خط های سفیدرود، تنکابن، بابلسر و ترکمن مشاهده گردید. در فصل تابستان، حداکثر و حداقل غلظت ازت کل در لایه ۱۰۰ متری نیم خط های بابلسر و تنکابن (میانی) به ترتیب برابر ۶۵/۱۸ و ۲۹/۵۰ میکرومولار بود. حداکثر نوسانات غلظتی ازت کل (تابستان) لایه غیر نوری در نیم خط آستارا (غرب) برابر ۱۳/۸۴ میکرومولار بوده و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ و ۲۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر ۳۶/۴ و ۵۰/۳۰ میکرومولار مشاهده گردید. غلظت ازت کل (تابستان) در منطقه غرب افزایشی بوده و سپس حداقل کاهش در عمق ۵۰ متری نیم خط تنکابن مشاهده گردید. در ضمن، غلظت ازت کل در لایه ۵۰ متری نیم خط های آستارا، انزلی، تنکابن، نوشهر و ترکمن بیشتر از لایه عمیق غیر نوری گزارش گردید. حداکثر نوسانات غلظتی ازت کل (پاییز) لایه غیر نوری در نیم خط امیرآباد (شرق) برابر ۱۳/۱۶ میکرومولار بوده و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر ۵۶/۴۳ و ۴۳/۲۷ میکرومولار مشاهده گردید. در فصل پاییز، حداکثر و حداقل غلظت ازت کل در لایه های ۱۰۰ و ۵۰ متری نیم خط های انزلی (غرب) و تنکابن (میانی) به ترتیب برابر ۶۵/۰۴ و ۲۸/۱۹ میکرومولار بود. تغییرات غلظتی ازت کل (پاییز) لایه ۵۰ متری نیم خط تنکابن در مقایسه با سایر نیم خط ها روند کاهشی داشته و در نیم خط های انزلی، نوشهر، بابلسر و ترکمن غلظت ازت کل در لایه ۱۰۰ متری بیشتر از لایه ۵۰ متری غیر نوری بوده است. در این فصل، حداقل نوسانات غلظتی ازت کل در نیم خط سفیدرود (غرب) برابر ۰/۷۶ میکرومولار گزارش گردید. در فصل زمستان، حداکثر و حداقل غلظت ازت کل در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری نیم خط های انزلی (غرب) و بابلسر (میانی) به ترتیب برابر ۸۹/۱۱ و ۲۵/۵۷ میکرومولار بود. حداکثر نوسانات غلظتی ازت کل (زمستان) لایه غیر نوری در نیم خط انزلی (غرب) برابر ۴۷/۳۵ میکرومولار بوده و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر ۸۹/۱۱ و ۴۱/۷۶ میکرومولار مشاهده گردید. تغییرات غلظتی ازت کل (زمستان) در لایه ۵۰ متری نیم خط های انزلی و سفیدرود در مقایسه با سایر نیم خط ها روند افزایشی داشته و سپس از نیم خط تنکابن تا نیم خط بابلسر کاهش حدود ۳ برابر را نشان می‌دهد. در این فصل، حداقل نوسانات غلظتی ازت کل در نیم خط تنکابن برابر ۴/۸۳ میکرومولار گزارش گردید.



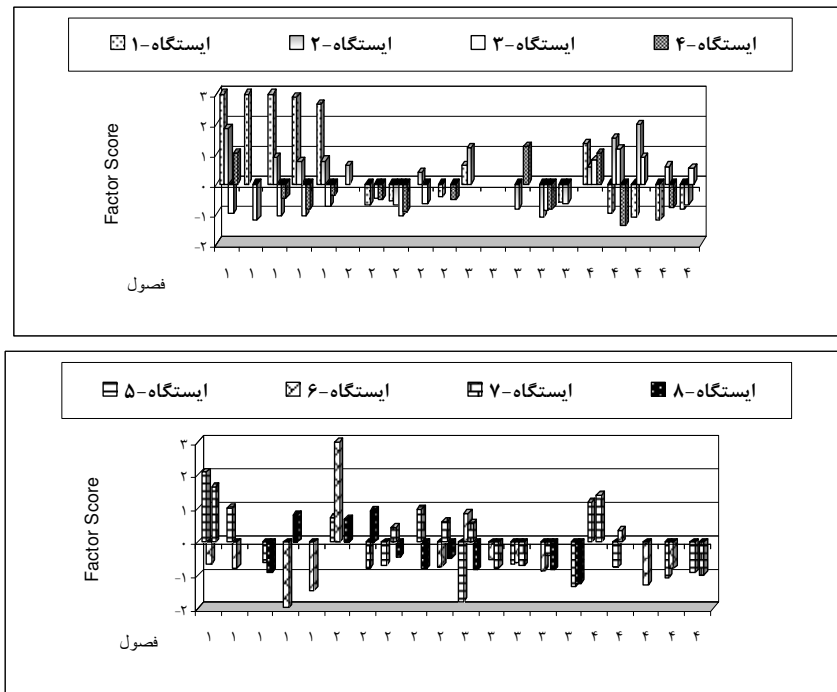
شکل ۳-۳۰: دامنه تغییرات ازت کل در نیم خط های لایه غیر نوری (چهار فصل) منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

* آنالیز فاکتورشش - پارامترهای سیلیس محلول و فسفر معدنی

جدول ۲-۳ نشان داد، فاکتور ۶ دارای بار مثبت زیاد برای پارامترهای فسفر معدنی و سیلیس محلول به ترتیب در حد ۰/۸۷ و ۰/۶۳ می باشند. بنابراین، با توجه به حد استاندارد و دامنه ضریب بار پذیری فاکتورها به ترتیب به بیش از ۰/۷۱ و ۰/۳۲ در گروه بسیار عالی و در حد خیلی ضعیف ارزیابی می گردند. حال با توجه به عالی بودن ضریب بار پذیری ۵۰ درصدی فسفر معدنی و نسبتا خیلی خوب ۵۰ درصدی سیلیس محلول فاکتور ۶ و تشریح آن با ضریب واریانس ۹/۶۷ درصدی از کل ۸۰/۴۸ درصد واریانس های مآخوذه بر میزان مشارکت هر یک از پارامترها در فاکتور یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت واریانس پارامترهای فاکتور ۶ کمتر از ۱، ۲، ۳ و ۴ درصد به ترتیب از فاکتورهای ۵، ۴، ۳ و ۲ و نیز حدود ۱۲ درصد واریانس از فاکتور ۱ در نوسان بوده است.

شکل ۳۱-۳ چگونگی امتیازگیری فاکتور ۶ برای ۲ پارامتر فیزیکوشیمیایی آب (فسفر معدنی و سیلیس محلول) در منطقه جنوبی دریای خزر را نشان میدهد. بنابراین، فاکتور امتیازگیری منفی به مثبت نیم خط ها و اختلاف بسیار کم درصد واریانس با فاکتورهای بعد مورد ارزیابی قرار گرفت. در بهار، امتیازگیری با نسبت تعادلی ۵۰ درصد منفی به ۵۰ درصد مثبت بوده و این حالت در تابستان با نسبت ۶۴ درصدی افزایش امتیاز منفی به کاهش ۳۶ درصد مثبت نیم خط ها و بواسطه افزایش غلظت مواد مغذی (فسفر معدنی) و شکوفایی نسبی آن از بهار به تابستان با تغییر موازنه امتیازگیری ها شکل گرفت. با افزایش امتیازگیری منفی به مثبت پارامترها بصورت ۷۸ به ۲۲ درصد در پاییز و نیز در زمستان، تعادل امتیازگیری منفی به مثبت برابر ۵۰ به ۵۰ درصد مشاهده شد. در زمستان، غلظت متوسط فسفر معدنی در مقایسه با فصول تابستان، پاییز و زمستان بسیار بهم نزدیک بوده ولی این حالت در سیلیس محلول از بهار تا زمستان با افزایش روبرو بوده است. در نتیجه، با توجه به رشد امتیاز

منفی در فصول مختلف و نقش بار پذیری ۵۰ درصد عالی فسفر معدنی و جایگاه تعادلی فاکتور ۶ در بین سایر فاکتورها در نیم خط های نمونه برداری نقش فسفر معدنی نسبت به پارامتر دیگر در فاکتور ۶ از اهمیت بیشتری برخوردار می باشد.



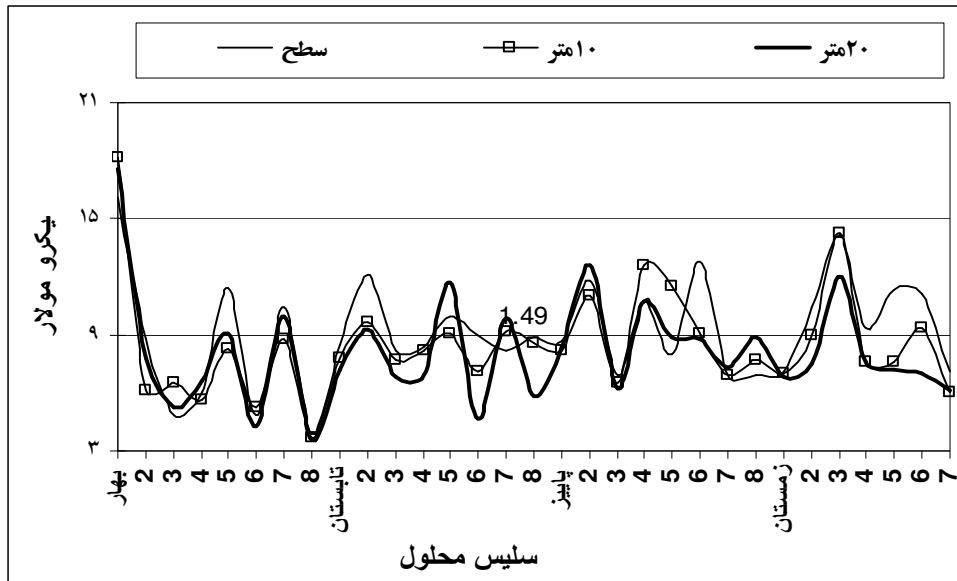
شکل ۳۱-۳: پارامترهای سیلیس محلول و فسفر معدنی ۶ - Factor Score - هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

الف - پارامتر سیلیس محلول در لایه نوری

مقدار میانگین کل و خطای استاندارد سیلیس محلول در لایه نوری در حد $۰/۲۹ \pm ۸/۶۰$ میکرومولار بود. جدول ۸ - ۳ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد سیلیس محلول در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری لایه نوری به ترتیب برابر $۹/۱۲ \pm ۰/۴۹$ ، $۸/۵۲ \pm ۰/۵۰$ و $۸/۱۵ \pm ۰/۵۰$ میکرومولار بوده است. حداکثر مقدار سیلیس محلول در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری به ترتیب برابر ۱۶/۱۴، ۱۸/۱۴ و ۱۷/۵۹ میکرومولار در نیم خط آستارا فصل بهار مشاهده گردید. کمترین مقدار سیلیس محلول در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری به ترتیب برابر ۳/۸۶، ۳/۶۷ و ۳/۶۳ میکرومولار در نیم خط ترکمن فصل بهار مشاهده گردید.

شکل ۳۲ - ۳ نشان می دهد، حداکثر نوسانات غلظتی سیلیس محلول (بهار) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط نوشهر (میانی) برابر ۳/۰۹ میکرومولار بوده و در لایه های سطحی و ۱۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر ۱۱/۳۹ و ۸/۳۰ میکرومولار مشاهده گردید. در فصل بهار، حداکثر و حداقل غلظت سیلیس محلول در لایه های ۱۰ و ۲۰ متری نیم خط های آستارا (غرب) و ترکمن (شرق) به ترتیب برابر ۱۸/۱۴ و ۳/۶۳ میکرومولار بود. سیلیس

محلول (بهار) در نیم خط های انزلی و سفیدرود (غرب) در مقایسه با نیم خط های مناطق میانی و شرقی حدود ۲ برابر بیشتر بوده ضمن اینکه غلظت آنها در عمق ۲۰ متری بیش از سایر لایه ها مشاهده گردید. در تابستان، حداکثر و حداقل غلظت سیلیس محلول در لایه های سطحی و ۲۰ متری نیم خط های انزلی (غرب) و بابلسر (میانی) به ترتیب برابر ۱۲/۰۹ و ۴/۶۵ میکرومولار بود. حداکثر نوسانات غلظت سیلیس محلول (تابستان) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط بابلسر (میانی) برابر ۴/۳۲ میکرومولار بوده و در لایه سطحی و ۲۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر ۸/۹۷ و ۴/۶۵ میکرومولار مشاهده شد. روند غلظتی سیلیس محلول (تابستان) از نیم خط های آستارا تا ترکمن کاملاً افزایشی بوده و از نیم خط نوشهر تا ترکمن غلظت آنها در عمق ۲۰ متری بیشتر از لایه های دیگر مشاهده شد. حداکثر نوسان غلظت سیلیس محلول (پاییز) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط بابلسر (میانی) برابر ۴/۰۰ میکرومولار بوده و در لایه های سطحی و ۲۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر ۱۲/۷۶ و ۸/۷۶ میکرومولار مشاهده گردید. در پاییز، حداکثر و حداقل غلظت سیلیس محلول در لایه های سطحی و ۲۰ متری نیم خط های بابلسر (میانی) و سفیدرود (غرب) به ترتیب برابر ۱۲/۷۶ و ۶/۲۵ میکرومولار بود. تغییرات غلظتی سیلیس محلول (پاییز) در تمامی لایه های نیم خط تنکابن در مقایسه با سایر نیم خط ها روند کاهشی داشته و در نیم خط های سفیدرود، تنکابن و ترکمن غلظت سیلیس محلول در لایه سطحی و ۱۰ متری بیشتر از لایه ۲۰ متری بوده است. در فصل زمستان، حداکثر و حداقل غلظت سیلیس محلول در لایه ۱۰ متری نیم خط های سفیدرود (غرب) و امیرآباد (شرق) به ترتیب برابر ۱۴/۲۵ و ۶/۰۴ میکرومولار بود. حداکثر نوسانات غلظتی سیلیس محلول (زمستان) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط بابلسر (میانی) برابر ۴/۱۲ میکرومولار بوده و در لایه های سطحی و ۲۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر ۱۱/۱۳ و ۷/۰۱ میکرومولار مشاهده گردید. تغییرات غلظتی سیلیس محلول (زمستان) در تمامی لایه های نیم خط انزلی در مقایسه با سایر نیم خط ها روند افزایشی داشته و سپس این روند تا نیم خط بابلسر کاهشی حدود ۳ برابر را نشان میدهد.



شکل ۳۲-۳: دامنه تغییرات سیلیس محلول نیم خط های لایه نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

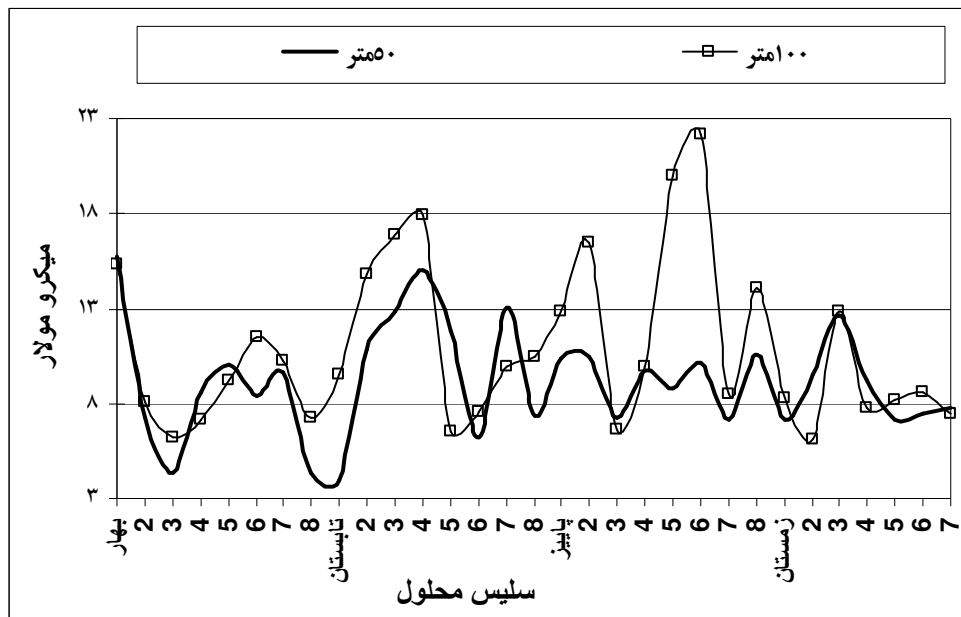
جدول ۸-۳: حداقل، حداکثر، میانگین و خطای استاندارد پارامتر فاکتور ششم لایه نوری و غیر نوری نیم خط ها در چهار فصل منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹) - میکرومولار

| پارامترها | حداقل | حداکثر | میانگین | خطای استاندارد (SE) |
|-------------------|-------|--------|---------|---------------------|
| فسفر معدنی - ۵ | 18/0 | 65/0 | 32/0 | 02/0 |
| فسفر معدنی - ۱۰ | 24/0 | 61/0 | 32/0 | 01/0 |
| فسفر معدنی - ۲۰ | 17/0 | 55/0 | 32/0 | 01/0 |
| سیلیس محلول - ۵ | 86/3 | 14/16 | 12/9 | 49/0 |
| سیلیس محلول - ۱۰ | 67/3 | 14/18 | 52/8 | .50/0 |
| سیلیس محلول - ۲۰ | 63/3 | 59/17 | 15/8 | 50/0 |
| فسفر معدنی - ۵۰ | 10/0 | 59/0 | 33/0 | 02/0 |
| فسفر معدنی - ۱۰۰ | 20/0 | ۰/۵۸ | 33/0 | 02/0 |
| سیلیس محلول - ۵۰ | 91/3 | 77/15 | 19/9 | 52/0 |
| سیلیس محلول - ۱۰۰ | ۶/۰۷ | ۱2/22 | 92/10 | 78/0 |

الف (۱) - پارامتر سیلیس محلول در لایه غیر نوری

جدول ۸-۳ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد سیلیس محلول در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری لایه غیر نوری به ترتیب برابر $۹/۱۹ \pm ۰/۵۲$ و $۱۰/۹۲ \pm ۰/۷۸$ میکرومولار بود. حداکثر مقدار سیلیس محلول در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب برابر $۱۵/۷۷$ و $۲۲/۲۱$ میکرومولار در نیم خط های آستارا (بهار) و بابلسر (پاییز) مشاهده شد. کمترین مقدار سیلیس محلول در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب برابر $۳/۹۱$ و $۶/۰۷$ میکرومولار در نیم خط آستارا (تابستان) و انزلی (زمستان) مشاهده گردید.

شکل ۳۳-۳ نشان می‌دهد، حداکثر نوسان غلظت سیلیس محلول (بهار) لایه غیر نوری در نیم خط بابلسر (میانی) برابر $۳/۱۶$ میکرومولار بوده و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر $۸/۳۶$ و $۱۱/۵۲$ میکرومولار مشاهده گردید. در فصل بهار، حداکثر و حداقل غلظت سیلیس محلول در لایه ۵۰ متری نیم خط های آستارا و سفیدرود (غرب) به ترتیب برابر $۱۵/۷۷$ و $۴/۳۷$ میکرومولار بود. غلظت سیلیس محلول (بهار) در نیم خط های انزلی و سفیدرود (غرب) در مقایسه با نیم خط های مناطق میانی و شرقی حدود ۲ برابر بیشتر بوده ضمن اینکه غلظت آنها در عمق ۲۰ متری بیش از سایر لایه ها مشاهده گردید. در فصل تابستان، حداکثر و حداقل غلظت سیلیس محلول در لایه های ۱۰۰ و ۵۰ متری نیم خط های تنکابن (میانی) و آستارا (غرب) به ترتیب برابر $۱۷/۹۵$ و $۳/۹۱$ میکرومولار بود. حداکثر نوسانات غلظتی سیلیس محلول (تابستان) لایه غیر نوری در نیم خط آستارا (غرب) برابر $۵/۶۵$ میکرومولار بوده و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر $۳/۹۱$ و $۹/۵۶$ میکرومولار مشاهده گردید. روند غلظتی سیلیس محلول (تابستان) از نیم خط های آستارا تا ترکمن کاملاً افزایشی بوده و از نیم خط نوشهر تا ترکمن غلظت آنها در عمق ۲۰ متری بیشتر از لایه های دیگر مشاهده گردید. حداکثر نوسانات غلظتی سیلیس محلول (پاییز) لایه غیر نوری در نیم خط انزلی (غرب) برابر $۵/۹۵$ میکرومولار بوده و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر $۱۰/۴۸$ و $۱۶/۴۳$ میکرومولار مشاهده گردید. در فصل پاییز، حداکثر و حداقل غلظت سیلیس محلول در لایه ۱۰۰ متری نیم خط های بابلسر (میانی) و سفیدرود (غرب) به ترتیب برابر $۲۲/۲۱$ و $۶/۶۱$ میکرومولار بود. تغییرات غلظتی سیلیس محلول (پاییز) در تمامی لایه های نیم خط تنکابن در مقایسه با سایر نیم خط ها روند کاهشی داشته و در نیم خط های سفیدرود، تنکابن و ترکمن غلظت سیلیس محلول در لایه سطح و میانی بیشتر از لایه عمیق نوری بوده است. در فصل زمستان، حداکثر و حداقل غلظت سیلیس محلول در لایه ۱۰۰ متری نیم خط های سفیدرود و انزلی (غرب) به ترتیب برابر $۱۲/۸۳$ و $۶/۰۷$ میکرومولار بود. حداکثر نوسانات غلظتی سیلیس محلول (زمستان) لایه غیر نوری در نیم خط انزلی (غرب) برابر $۳/۴۹$ میکرومولار بوده و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر $۹/۵۶$ و $۶/۰۷$ میکرومولار مشاهده گردید. تغییرات غلظتی سیلیس محلول (زمستان) در تمامی لایه های نیم خط انزلی در مقایسه با سایر نیم خط ها روند افزایشی داشته و سپس این روند تا نیم خط بابلسر کاهشی حدود ۳ برابر را نشان می‌دهد.



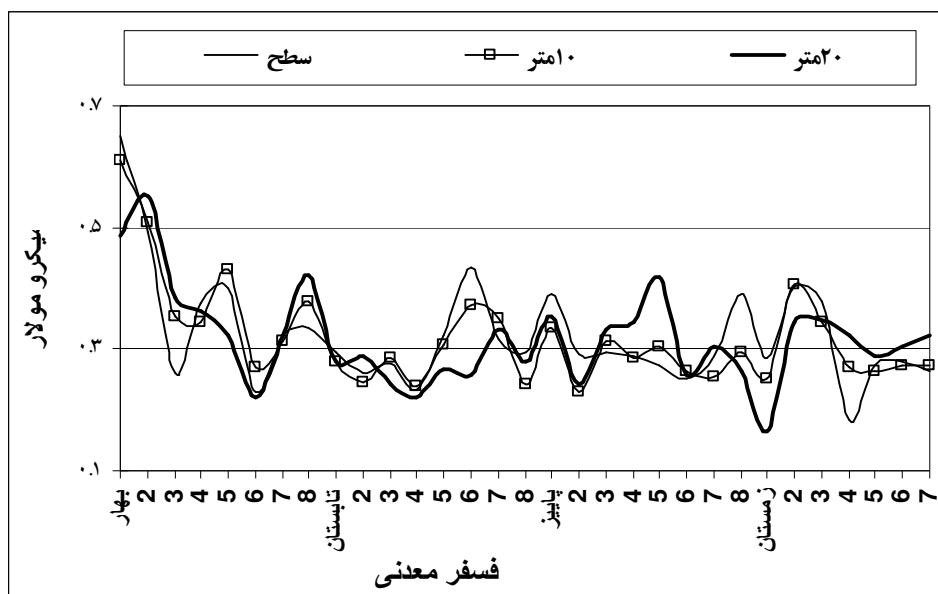
شکل ۳۳-۳: دامنه تغییرات سلیس محلول نیم خط های لایه غیر نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

ب - پارامتر فسفر معدنی در لایه نوری

مقدار میانگین کل و خطای استاندارد فسفر معدنی (DIP) در لایه نوری در حد 0.32 ± 0.01 میکرو مولار بود. جدول ۳-۸ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد DIP در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری لایه نوری به ترتیب برابر 0.32 ± 0.02 ، 0.32 ± 0.01 و 0.32 ± 0.01 میکرومولار بوده است. حداکثر مقدار فسفر معدنی در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری به ترتیب برابر 0.65 ، 0.61 و 0.55 میکرو مولار در نیم خط های آستارا و انزلی (بهار) مشاهده گردید. حداقل مقدار DIP در لایه سطحی، ۱۰ و ۲۰ متری به ترتیب برابر 0.18 ، 0.24 و 0.17 میکرومولار در نیم خط های تنکابن (زمستان)، ترکمن (تابستان) و آستارا (زمستان) بود.

شکل ۳۴-۳ نشان می‌دهد، حداکثر نوسان غلظت فسفر معدنی (بهار) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط آستارا (غرب) برابر 0.16 میکرومولار بوده و در لایه های سطحی و ۲۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر 0.65 و 0.45 میکرومولار مشاهده گردید. در فصل بهار، حداکثر و حداقل غلظت DIP در لایه های سطحی و ۲۰ متری نیم خط های آستارا (غرب) و بابلسر (میانی) به ترتیب برابر 0.65 و 0.22 میکرومولار بود. غلظت فسفر معدنی (بهار) از نیم خط های آستارا تا بابلسر با روند کاهشی روبرو بوده و سپس در منطقه شرق افزایش را نشان می‌دهد. غلظت فسفر معدنی در عمق ۲۰ متری نیم خط های انزلی، سفیدرود و ترکمن بیشتر از لایه های سطحی و میانی بوده ولی در نیم خط های آستارا و نوشهر حالت عکس را نشان می‌دهد. در فصل تابستان، حداکثر و حداقل غلظت DIP در لایه های سطحی و ۲۰ متری نیم خط های بابلسر و تنکابن (میانی) به ترتیب برابر 0.43 و 0.22 میکرومولار بود. حداکثر نوسانات غلظتی فسفر معدنی (تابستان) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط بابلسر

(میانی) برابر ۰/۱۷ میکرومولار بوده و در لایه سطح و ۲۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر ۰/۴۳ و ۰/۲۶ میکرومول نشان داد. غلظت فسفر معدنی (تابستان) در نیم خط های آستارا تا تنکابن با کاهش و دامنه نوسان لایه های آنها بهم بسیار نزدیک ولی این حالت در نیم خط های نوشهر تا ترکمن با افزایش غلظت با گسترش دامنه نوسانات لایه ها روبرو بوده است. حداکثر نوسانات غلظتی DIP (پاییز) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط نوشهر (میانی) برابر ۰/۱۵ میکرومول بوده و در لایه های سطحی و ۲۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر ۰/۲۷ و ۰/۴۲ میکرومولار مشاهده شد. در فصل پاییز، حداکثر و حداقل غلظت فسفر معدنی در لایه های ۲۰ و ۱۰ متری نیم خط های نوشهر (میانی) و انزلی (غرب) به ترتیب برابر ۰/۴۲ و ۰/۲۲ میکرومولار بود. غلظت فسفر معدنی (پاییز) در لایه سطحی منطقه غرب بیش از سایر لایه ها بوده ولی در منطقه میانی غلظت لایه ۲۰ متری نوری بیش از دیگر لایه ها گزارش گردید. در فصل زمستان، حداکثر و حداقل غلظت فسفر معدنی در لایه های ۱۰ و ۲۰ متری نیم خط های انزلی و آستارا (غرب) به ترتیب برابر ۰/۴۲ و ۰/۱۷ میکرومولار بود. حداکثر نوسان غلظت فسفر معدنی (زمستان) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط تنکابن (میانی) برابر ۰/۱۴ میکرومولار بوده و در لایه های سطح و ۲۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر ۰/۱۸ و ۰/۳۲ میکرومولار مشاهده گردید. غلظت DIP (زمستان) لایه سطح و میانی منطقه غرب بیش از لایه ۲۰ متری آن بوده و نیز در های نیم خط های تنکابن تا امیرآباد غلظت لایه ۲۰ متری بیشتر از سایر لایه ها مشاهده گردید.

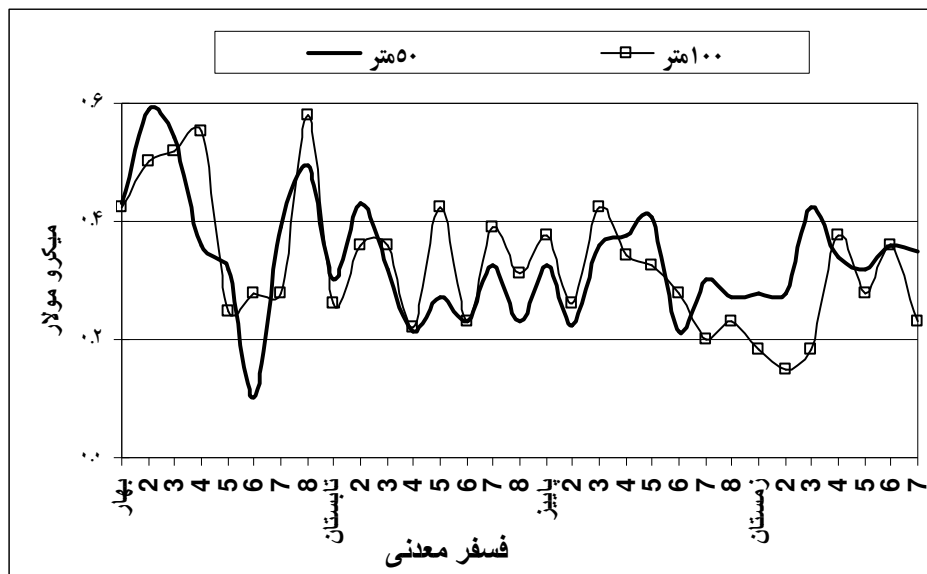


شکل ۳۴-۳: دامنه تغییرات فسفر معدنی نیم خط های لایه نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

ب (۱) - لایه غیر نوری، پارامتر فسفر معدنی

جدول ۸-۳ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد فسفر معدنی در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری لایه غیر نوری به ترتیب برابر 0.33 ± 0.02 و 0.33 ± 0.02 میکرومولار بوده است. حداکثر مقدار فسفر معدنی در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب برابر 0.59 و 0.58 میکرومولار در نیم خط های انزلی و ترکمن (بهار) مشاهده گردید. کمترین مقدار DIP در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری به ترتیب برابر 0.10 و 0.20 میکرومولار در نیم خط های بابلسر (بهار) و امیرآباد (پاییز) مشاهده گردید.

شکل ۳۵-۳ نشان میدهد، حداکثر نوسانات غلظتی فسفر معدنی (بهار) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط تنکابن (میانی) برابر 0.19 میکرومولار بوده و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر 0.36 و 0.55 میکرومولار مشاهده گردید. در فصل بهار، حداکثر و حداقل غلظت DIP در لایه ۵۰ متری نیم خط های انزلی (غرب) و بابلسر (میانی) به ترتیب برابر 0.59 و 0.10 میکرومولار بود. غلظت فسفر معدنی (بهار) در لایه ۵۰ متری منطقه غرب بیشتر از لایه ۱۰۰ متری آن بوده است. افزایش و یا کاهش غلظت فسفر معدنی نسبت به فصول دیگر در دو لایه بسیار زیاد بوده و نیز حداقل کاهش ممکن در مقایسه با سایر فصول در لایه ۵۰ متری نیم خط های بابلسر بوقوع پیوست. در فصل تابستان، حداکثر و حداقل غلظت DIP در لایه ۵۰ متری نیم خط های انزلی (غرب) و تنکابن (میانی) به ترتیب برابر 0.43 و 0.21 میکرومولار بود. حداکثر نوسان غلظت فسفر معدنی (تابستان) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط نوشهر (میانی) برابر 0.15 میکرومولار بوده و در لایه ۵۰ و ۱۰۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر 0.27 و 0.42 میکرومولار مشاهده گردید. دامنه نوسانات غلظت فسفر معدنی (تابستان) در بین لایه ها بهم نزدیک بوده و نیز غلظت آن در بیش از ۶۰ درصد لایه ۱۰۰ متری بیشتر از لایه ۵۰ متری مشاهده گردید. حداکثر نوسانات غلظتی DIP (پاییز) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط امیرآباد (شرق) برابر 0.10 میکرومولار بوده و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر 0.30 و 0.20 میکرومولار مشاهده گردید. در فصل پاییز، حداکثر و حداقل غلظت فسفر معدنی در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری نیم خط های نوشهر (میانی) و امیرآباد (شرق) به ترتیب برابر 0.41 و 0.20 میکرومولار بود. غلظت فسفر معدنی (پاییز) در منطقه شرقی در مقایسه با مناطق میانی و غربی از کاهش قابل ملاحظه ای برخوردار بوده ضمن اینکه غلظت لایه ۱۰۰ متری در نیمی از نیم خط ها بیشتر از لایه ۵۰ متری مشاهده گردید. در فصل زمستان، حداکثر و حداقل غلظت فسفر معدنی در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری نیم خط های سفیدرود و انزلی (غرب) به ترتیب برابر 0.42 و 0.15 میکرومولار بود. حداکثر نوسان غلظت فسفر معدنی (زمستان) از سطح به عمق لایه نوری در نیم خط سفیدرود (غرب) برابر 0.24 میکرومولار بوده و در لایه های ۵۰ و ۱۰۰ متری غلظت آنها به ترتیب برابر 0.42 و 0.18 میکرومولار مشاهده گردید. دامنه نوسانات غلظت DIP (زمستان) در بین لایه ها افزایش بیشتری را داشته و در اکثر نیم خط ها غلظت لایه ۵۰ متری بیشتر از لایه ۱۰۰ متری گزارش گردید. در ضمن، حداقل غلظت لایه ۱۰۰ متری در میان فصول در نیم خط انزلی بوقوع پیوست.



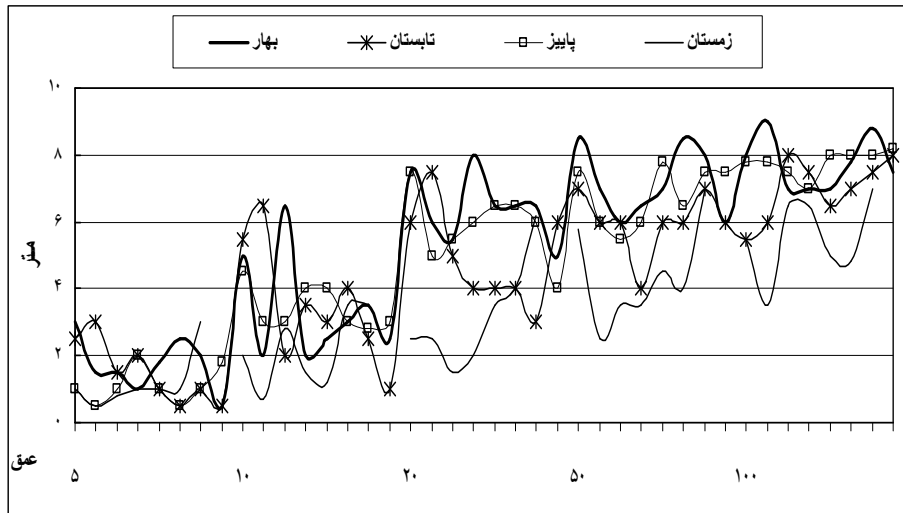
شکل ۳-۳: دامنه تغییرات فسفر معدنی نیم خط های لایه غیر نوری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

۳-۲ - دامنه تغییرات شفافیت در نیم خط ها

جدول ۳-۹ نشان داد، مقدار میانگین و خطای استاندارد شفافیت در هشت نیم خط منطقه جنوبی دریای خزر طی فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب برابر $۵/۲۴ \pm ۰/۴۲$ ، $۴/۵۰ \pm ۰/۳۶$ ، $۴/۹۱ \pm ۰/۴۱$ و $۳/۲۹ \pm ۰/۳۴$ متر بود. حداکثر مقدار شفافیت در اعماق ۱۰۰ متری در نیم خط انزلی (بهار)، در نیم خط های سفیدرود و ترکمن (تابستان)، در نیم خط ترکمن (پاییز) و در نیم خط امیرآباد (زمستان) به ترتیب برابر ۸، ۸/۲۰ و ۷ متر مشاهده گردید. حداکثر مقدار شفافیت در ایستگاه های سطحی ۵ متری نیم خط ها در فصول بهار و تابستان در آستارا و انزلی به مقدار ۳ متر مشاهده گردید. حداکثر مقدار شفافیت در ایستگاه های سطحی ۱۰ متری نیم خط ها در فصول بهار و تابستان در سفیدرود و انزلی به مقدار ۶/۵ متر مشاهده گردید. حداکثر مقدار شفافیت در ایستگاه های سطحی ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری نیم خط ها در فصل بهار و در نیم خط های تنکابن، (آستارا و بابلسر) و انزلی به ترتیب به مقدار ۸، ۸/۵ و ۹ متر مشاهده گردید.

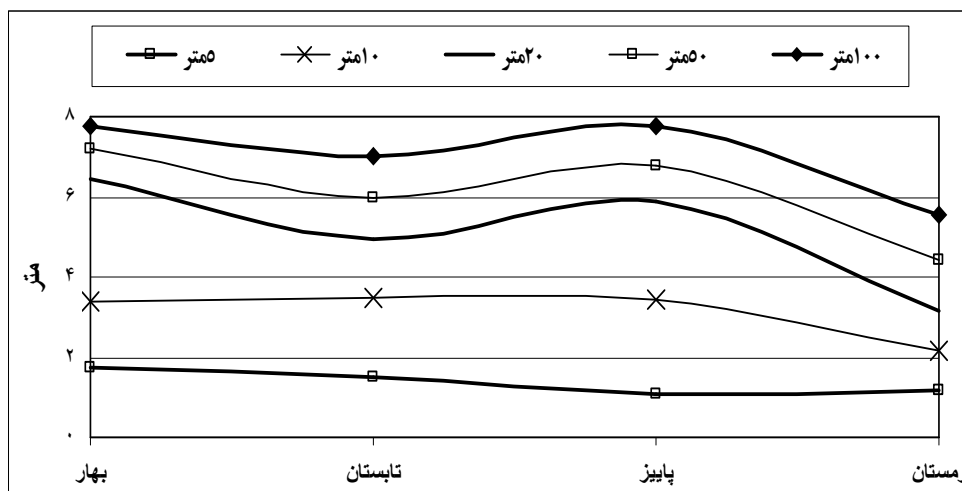
شکل ۳-۳۶ نشان می دهد، بیشترین تغییرات و نوسان شفافیت در سطح ۵ متری نیم خط های آستارا (غرب) و ترکمن (شرق) در فصل بهار، در انزلی (غرب) و ترکمن (شرق) در تابستان هر کدام به حداکثر اختلاف یعنی ۲/۵ متر رسید. بیشترین میزان تغییرات و نوسان شفافیت در سطح ۱۰ متری نیم خط های سفیدرود (غرب) و تنکابن (میانی) در فصل بهار، در انزلی (غرب) و ترکمن (شرق) در تابستان به ترتیب برابر ۴/۵ و ۵/۵ متر رسید. بیشترین تغییرات و نوسان شفافیت در سطح ۲۰ متری در نیم خط های انزلی (غرب) و امیرآباد (شرق) در تابستان، در آستارا (غرب) و ترکمن (شرق) در پاییز به حداکثر اختلاف به ترتیب برابر ۴/۵ و ۳/۵ میرسد.

بیشترین میزان تغییرات و نوسان شفافیت در سطح ۵۰ متری نیم خط های انزلی و امیرآباد (غرب و شرق) و تنکابن (میانی) در فصل تابستان، در امیرآباد (شرق) و انزلی (غرب) در زمستان به ترتیب برابر ۳ و ۴/۵ متر رسید. بیشترین میزان تغییرات و نوسان شفافیت در سطح ۱۰۰ متری نیم خط های سفیدرود (غرب) و آستارا (غرب) در فصل تابستان، در امیرآباد (شرق) و انزلی (غرب) در زمستان به ترتیب برابر ۲/۵ و ۳/۵ متر رسید.



شکل ۳۶-۳: دامنه تغییرات شفافیت در نیم خط ها با اعماق ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری طی چهار فصل در منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

شکل ۳۷-۳ نشان می‌دهد، دامنه تغییرات و نوسات میانگین شفافیت در نیم خط های سطحی از سواحل به اعماق بالا روند رو به افزایش داشته است. در نیم خط های سطحی ۵ و ۱۰ متری طی چهار فصل به ترتیب حداکثر به ۰/۵۰ متر (۱/۷۰ به ۱/۲۰ متر) و ۱/۲ متر (۳/۴۰ تا ۲/۲۰ متر) اختلاف از بهار به زمستان روند کاهشی داشته است. در نیم خط های سطحی ۲۰ متری طی چهار فصل حداکثر به ۳/۲۰ متر (۶/۴۰ به ۳/۲۰ متر) اختلاف از بهار به زمستان روند کاهشی داشته است. روند تغییرات میانگین شفافیت در نیم خط های سطحی ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری در مقایسه با نیم خط های سطحی ۵ و ۱۰ متری با اختلاف کمی طبق نمودار مشاهده گردید. در نیم خط های با اعماق ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر، عمق میانگین شفافیت فصل تابستان در مقایسه با فصول بهار و پاییز از کاهش نسبی و تقریباً یکنواختی برخوردار است ولی مقایسه فصول بهار، تابستان و پاییز با فصل زمستان همچنان روند از افزایش به کاهش روبرو است. در ایستگاههای به عمق ۵۰ و ۱۰۰ متر هشت نیم خط طی چهار فصل به ترتیب حداکثر به ۲/۸۰ متر (۷/۲۰ به ۳/۴۰ متر) و ۲/۳۰ متر (۷/۸۰ تا ۵/۵۰ متر) اختلاف از بهار به زمستان روند کاهشی داشته است.



شکل ۳-۳۷: دامنه تغییرات میانگین شفافیت در اعماق (۵، ۲۰، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر) هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

جدول ۳-۹: حداقل، حداکثر، میانگین و خطای استاندارد پارامتر شفافیت در اعماق ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری هشت نیم خط هادر چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹) - متر

| فصول و اعماق | حداقل | حداکثر | میانگین | خطای استاندارد (SE) |
|--------------|-------|--------|---------|---------------------|
| بهار | 50/0 | 00/9 | 24/5 | 42/0 |
| تابستان | 50/0 | 00/8 | 50/4 | 36/0 |
| پاییز | 50/0 | ۸/۲۰ | 91/4 | 41/0 |
| زمستان | 50/0 | 00/7 | 29/3 | 34/0 |
| ۵ متر | 50/0 | 00/3 | 38/1 | 14/0 |
| ۱۰ متر | 70/0 | 50/6 | 15/3 | 25/0 |
| ۲۰ متر | 50/1 | 00/8 | 17/5 | 31/0 |
| ۵۰ متر | 50/2 | 50/8 | 15/6 | 27/0 |
| ۱۰۰ متر | 50/3 | 00/9 | 07/7 | 022 |

۳-۳ - بررسی داده‌ها با استفاده از آنالیزهای متمایز (MDA)

در این مطالعه جهت شرح توابع خطی چند متغیره با گروه جداگانه بصورت توابع متمایز از روش آزمایشات آنالیز متمایز (MDA-Multivariate Discriminant Analysis) استفاده گردید تا از اختلاف بین دو گروه و یا بیشتر را از طریق مشارکت نسبی تمامی متغیرها جهت جدا سازی به گروه‌های مجزا مورد شناسایی قرار گیرند. سپس پیش بینی یا تخصیص آنها برای مشاهدات در گروه خطی یا توابع جبری که بصورت توابع طبقه بندی تعیین شده بود (CFs -classification functions) برای گروه‌ها استفاده گردیدند.

*** ایستگاههای با اعماق ۵ (سطحی)، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر در هشت نیم خط**

داده های ۱۳ پارامتر فیزیکوشیمیایی در آنالیز متمایز (MDA) با تکنیک های چندگانه آماری شرکت فعال داشتند. پارامتر فسفر کل از مجموعه فرآیند آنالیز متمایز، ایستگاههای با اعماق های سطحی (۵)، ۱۰، ۲۰ و ۱۰۰ متری نیم خط ها و نیز پارامتر های فسفر کل و فسفر آلی در ایستگاههای به عمق ۵۰ متر نیم خط ها (طبقه بندی مکانی) و همچنین پارامتر فسفر کل در ایستگاههای به عمق ۵۰ متری نیم خط ها (طبقه بندی زمانی) جدا و از محاسبات آماری مجزا گردید. لذا نتایج مستخرجه از داده های ۱۲ پارامتر در ایستگاههای با اعماق سطحی (۵)، ۱۰، ۲۰ و ۱۰۰ متری نیم خط ها و ۱۱ پارامتر در ایستگاههای به عمق ۵۰ متری نیم خط ها در بهار، تابستان، پاییز و زمستان از منطقه جنوبی دریای خزر به ترتیب جهت طبقه بندی مکانی و زمانی استفاده و نتایج آماری آنها بشرح زیر است.

*** ایستگاههای سطحی (۵ متر) هشت نیم خط (طبقه بندی مکانی)**

در ایستگاههای سطحی (۵ متر) هشت نیم خط، تعداد ۴۱۶ از داده پارامتر های فیزیکوشیمیایی آب طی چهار فصل با استفاده از آزمایشات آنالیز متمایز در طبقه بندی مکانی لحاظ گردید. جدول ۱۰-۳، تعداد ۷ تابع متمایز (DFs) از یکدیگر در هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) را نشان میدهد. سه تابع متمایز و موثر اول مجموعاً بوسیله ۸۷/۴۷ درصد از واریانس بین هشت نیم خط مطابق جدول فوق شرح گردید. تابع اول برابر ۵۸/۳۵ درصد از کل واریانس طبقه بندی مکانی را بخود اختصاص داده و نیز توسط توابع دوم و سوم طبق جدول فوق به ترتیب برابر ۱۸/۹۳ و ۱۰/۱۹ درصد واریانس طبقه بندی مکانی شرح گردید

جدول ۱۰-۳: تغییرات مکانی مقدار ویژه برای توابع DFs* ایستگاه سطحی (۵ متری)

هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| توابع | مقدار ویژه | درصد واریانس ها | مجموع درصد واریانس ها |
|-------|------------|-----------------|-----------------------|
| ۱ | 59/5 | 35/58 | 35/58 |
| ۲ | 82/1 | ۳9/18 | 28/77 |
| ۳ | 98/0 | 19/10 | ۷4/87 |
| ۴ | 48/0 | 98/4 | 45/92 |
| ۵ | 37/0 | ۲8/3 | ۷2/96 |
| ۶ | 21/0 | ۶1/2 | ۳4/98 |
| ۷ | 15/0 | 57/1 | 100 |

*DFs – Discriminant Functions

آزمایشات آماری جدول ۱۱-۳ نشان داد که ۳ تا ۷ توابع در بین ۷ تابع اعلام شده از پارامترهای کیفی آب در هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) نسبت به توابع دیگر از سطح اطمینان بالاتری برخوردارند. جدول ۱۱-۳ نشان میدهد، نیم خط ها نسبت بهم رابطه معنی داری را ندارند ($P > 0.05$).

جدول ۱۱-۳: تغییرات مکانی با آزمایش Wilks' Lambda برای توابع DFs* ایستگاههای سطحی (۵ متری) هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| Significant | Chi-square | Wilks' Lambda | Test of Function(s) |
|-------------|------------|---------------|---------------------|
| 499/0 | 360/90 | 010/0 | ۱ تا ۷ |
| 949/0 | 577/53 | 064/0 | ۲ تا ۷ |
| 991/0 | 396/33 | 180/0 | ۳ تا ۷ |
| 996/0 | 105/20 | 357/0 | ۴ تا ۷ |
| 992/0 | 492/12 | 527/0 | ۵ تا ۷ |
| 983/0 | 408/6 | 720/0 | ۶ تا ۷ |
| 908/0 | 740/2 | 869/0 | ۷ |

*DFs – Discriminant Functions

جدول ۱۲-۳، مشارکت نسبی هر یک پارامترها را نسبت بهم نشان میدهد. مشارکت تابع ۱ به ضریب همبستگی بسیار بالای مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای دمای آب، pH، DO، EC و ازت نیتراتی بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر و در مقایسه با ۷ پارامتر دیگر این گروه را دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع یک برای پارامترهای دمای آب، pH، DO، EC و ازت نیتراتی با اثر پذیری به ترتیب برابر ۱/۹۳، ۱/۴۹، ۱/۵۱، ۸/۵۱- و ۱/۵۷ بوده که واریانس آن ۵۸/۳۵ درصد از ۸۷/۴۷ درصد کل واریانس ها بر میزان مشارکت هر یک از پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. مشارکت تابع ۲ نیز به ضریب همبستگی بسیار بالای مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای شوری، ازت آمونومی و سیلیس محلول بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر در مقایسه با ۹ پارامتر دیگر این گروه را دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۲ برای پارامترهای شوری، ازت آمونومی و سیلیس محلول به ترتیب برابر ۳/۱۹-، ۰/۹۹ و ۰/۶۹ بوده که واریانس آن ۱۸/۹۳ درصد از کل واریانس ها بر میزان مشارکت هر یک از پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس پارامترهای تابع ۲ حدود ۴۰ درصد کمتر از تابع ۱ می باشد که نشان از مشارکت بسیار بالای تابع ۱ و تسلط آن بر دیگر تابع ها است. مشارکت تابع ۳ به ضریب همبستگی مثبت پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای ازت نیتیتی، ازت کل و فسفر آلی بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر در مقایسه با ۹ پارامتر

دیگر این گروه را دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۳، پارامترهای ازت نیتریتی، ازت کل و فسفر آلی به ترتیب برابر ۰/۷۷، ۰/۸۷ و ۰/۹۳ بوده که واریانس آن ۱۰/۱۹ درصد از کل واریانس ها بر میزان مشارکت پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس پارامترهای تابع ۳ با ۲ حدود ۸ درصد و نیز با تابع ۱ حدود ۴۸ درصد کمتر بوده و این حاکی از مشارکت بسیار بالای تابع ۱ و تسلط آن بر دیگر تابع ها است.

جدول ۱۲-۳: تغییرات مکانی ضرایب استاندارد شده کانونیکال (Canonical) برای توابع DFs*
ایستگاههای سطحی (۵ متری) هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| F-3 | F-2 | F-1 | توابع آماری پارامترها |
|-------|-------|-------|--------------------------|
| 49/0 | 42/-0 | 93/1 | دمای آب |
| 83/0 | 19/-3 | 61/1 | شوری |
| 64/-0 | 1/0 | 49/1 | pH |
| 44/0 | 62/-0 | 51/1 | اکسیژن محلول |
| 48/-1 | 88/5 | 51/-8 | هدایت الکتریکی |
| 77/0 | 33/0 | ۰4/-0 | ازت نیتریتی |
| 29/0 | 06/0 | 57/1 | ازت نیتراتی |
| 05/-0 | 99/0 | 11/0 | ازت آمونیومی |
| 87/0 | 63/0 | 16/-0 | ازت کل |
| 44/0 | 38/-0 | 32/-0 | فسفر معدنی |
| 3/۹0 | 17/-0 | 37/-0 | فسفر آلی |
| 29/-0 | 69/0 | 61/-0 | سیلیس محلول |
| 19/10 | ۳9/18 | 35/58 | درصد ها (۸۷/۴۷) |

*DFs – Discriminant Functions

جدول ۱۳-۳ نشان میدهد، مجموع میزان مشارکت تمامی هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) حدود ۸۰/۶ درصد از اصل گروه بطور صحیح و درست نمونه برداری انجام یافته است. نتایج طبقه بندی نشان میدهد که سه تابع از بین مجموع هفت تابع در هشت نیم خط از تاثیر پذیری بالاتری برخوردارند. در تمامی هشت نیم خط، درصد صحت نمونه برداری هر یک از نیم خط های انزلی، نوشهر، امیرآباد و ترکمن ۱۰۰ درصد و بطور صحیح از همان نیم خط ها صورت پذیرفته است. درصد صحت نمونه برداری از نیم خط های آستارا و تنکابن هر یک برابر ۷۵ درصد و نیم خط های سفیدرود و بابلسر هر یک برابر ۵۰ درصد و بطور صحیح از همان نیم خط انجام یافته است.

جدول ۱۳-۳: نتایج طبقه بندی مکانی MDA** ایستگاههای سطحی (۵ متری) هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| درصد صحت نمونه | ۸ | ۷ | ۶ | ۵ | ۴ | ۳ | ۲ | ۱ | نیم خط ها * |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| ۷۵ | ۰ | ۰ | 1 | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | 3 | ۱ |
| ۱۰۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | 4 | ۰ | ۲ |
| ۵۰ | ۰ | 1 | ۰ | ۰ | 1 | 2 | ۰ | ۰ | ۳ |
| ۷۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | 3 | 1 | ۰ | ۰ | ۴ |
| ۱۰۰ | ۰ | ۰ | ۰ | 4 | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۵ |
| ۵۰ | 1 | 1 | 2 | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۶ |
| ۱۰۰ | ۰ | 4 | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۷ |
| ۱۰۰ | ۳ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۸ |
| ۸۰/۶ | ۳(۰) | ۴(۰) | ۲(۲) | ۴(۰) | ۳(۱) | ۲(۲) | ۴(۰) | ۳(۱) | |

* ۸۰/۶% of original grouped cases correctly classified as samples.

**Multivariate Discriminant Analysis

*** ایستگاههای به عمق ۱۰ متر هشت نیم خط (طبقه بندی مکانی)**

در ایستگاههای به عمق ۱۰ متر هشت نیم خط، تعداد ۸۳۲ از داده پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب طی چهار فصل با استفاده از آزمایشات آنالیز متمایز در طبقه بندی مکانی لحاظ گردید. جدول ۱۴-۳، تعداد ۷ تابع متمایز (DFs) از یکدیگر در هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) را نشان میدهد. سه تابع متمایز و موثر اول مجموعاً بوسیله ۸۵/۶۶ درصد از واریانس بین هشت نیم خط مطابق جدول فوق شرح گردید. تابع اول برابر ۳۹/۹۶ درصد از کل واریانس طبقه بندی مکانی را بخود اختصاص داده و توابع دوم و سوم طبق جدول فوق به ترتیب برابر ۳۱/۴۳ و ۱۴/۲۷ درصد واریانس طبقه بندی مکانی شرح گردید.

جدول ۱۴-۳: تغییرات مکانی مقدار ویژه برای توابع DFs* ایستگاههای ۱۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| توابع | مقدار ویژه | درصد واریانس ها | مجموع درصد واریانس ها |
|-------|------------|-----------------|-----------------------|
| ۱ | ۴۷/۲ | ۹۶/۳۹ | ۹۶/۳۹ |
| ۲ | ۱۵/۲ | ۳۴/۳۱ | ۳۹/۷۱ |
| ۳ | ۸۹/۰ | ۷۲/۱۴ | ۶۶/۸۵ |
| ۴ | ۵۴/۰ | ۹۸/۷ | ۵۴/۹۳ |
| ۵ | ۲۷/۰ | ۸۹/۳ | ۵۲/۹۷ |
| ۶ | ۱۱/۰ | ۵۵/۱ | ۰۷/۹۹ |
| ۷ | ۰۶/۰ | ۳۹/۰ | ۱۰۰ |

*DFs – Discriminant Functions

آزمایشات آماری جدول ۱۵-۳ نشان داد که ۳ تا از توابع در بین ۷ تابع اعلام شده از پارامترهای کیفی آب در هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) نسبت به توابع دیگر از سطح اطمینان بالاتری برخوردارند. جدول ۱۵-۳ نشان میدهد، در عمق ۱۰ متری نیم خط ها نسبت بهم رابطه معنی داری را ندارند ($P > 0.05$).

جدول ۱۵-۳: تغییرات مکانی با آزمایش Wilks' Lambda برای توابع *DFs ایستگاههای ۱۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| Significant | Chi-square | Wilks' Lambda | Test of Function(s) |
|-------------|------------|---------------|---------------------|
| 840/0 | 646/77 | 019/0 | ۱ تا ۷ |
| 964/0 | 948/51 | 070/0 | ۲ تا ۷ |
| 998/0 | 565/29 | 220/0 | ۳ تا ۷ |
| 000/1 | 279/16 | 434/0 | ۴ تا ۷ |
| 000/1 | 862/7 | 668/0 | ۵ تا ۷ |
| 000/1 | 165/3 | 850/0 | ۶ تا ۷ |
| 991/0 | 199/1 | 940/0 | ۷ |

*DFs – Discriminant Functions

جدول ۱۶-۳، مشارکت نسبی هر یک پارامترها را نسبت بهم نشان میدهد. مشارکت تابع ۱ به ضریب همبستگی بسیار بالای مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای شوری، pH، EC و ازت آمونیومی بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر و نیز در مقایسه با ۸ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع یک برای پارامترهای شوری، pH، EC و ازت آمونیومی با اثر پذیری به ترتیب برابر $1/32$ ، $1/17$ ، $2/16$ و $0/77$ بوده که واریانس آن $39/96$ درصد از $85/66$ درصد کل واریانس ها بر میزان مشارکت پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. مشارکت تابع ۲ نیز به ضریب همبستگی بسیار بالای مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای DO و سیلیس محلول که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر در مقایسه با ۱۰ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۲ برای پارامترهای DO و سیلیس محلول به ترتیب برابر $0/88$ و $0/46$ بوده که واریانس آن $31/43$ درصد از کل واریانس ها بر میزان مشارکت پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس پارامترهای تابع ۲ با حدود ۹ درصد کمتر از مشارکت تابع ۱ می باشد که نشان از مشارکت بیشتر و تسلط تابع ۱ بر دیگر توابع ها است. مشارکت تابع ۳ به ضریب همبستگی مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای دمای آب، ازت (نیترونی، نیتراتی، کل)، فسفر (معدنی و آلی) بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر در مقایسه با ۶ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۳ برای پارامترهای دمای آب، ازت (نیترونی، نیتراتی، کل)، فسفر (معدنی و آلی) به

ترتیب برابر ۰/۵۵، ۰/۴۸، ۰/۸۴، ۰/۷۰، ۰/۷۳ و ۰/۶۰ بوده که واریانس آن ۱۴/۲۷ درصد از کل واریانس ها بر میزان مشارکت پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس پارامترهای تابع ۳ با ۲ حدود ۱۷ درصد کمتر و نیز با تابع ۱ حدود ۲۶ درصد کمتر مشارکت داشته و این حاکی از مشارکت بسیار بالای تابع ۱ و تسلط آن بر دیگر تابع ها است.

جدول ۱۶-۳: تغییرات مکانی ضرایب استاندارد شده کانونیکال (Canonical) برای توابع DFs*
ایستگاههای ۱۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| F-3 | F-2 | F-1 | توابع آماری پارامترها |
|-------|-------|-------|--------------------------|
| 55/0 | 25/0 | 36/-0 | دمای آب |
| 08/-0 | 49/-0 | ۲3/-1 | شوری |
| 57/0 | ۲6/0 | 17/1 | pH |
| 47/0 | 88/0 | 09/-0 | اکسیژن محلول |
| /۷۰-0 | 56/-1 | 16/2 | هدایت الکتریکی |
| ۸4/-0 | 33/0 | 08/-0 | ازت نیتریتی |
| 84/0 | 06/-0 | 18/-0 | ازت نیتراتی |
| 49/-0 | 09/0 | 77/0 | ازت آمونیمی |
| 70/0 | 43/0 | 01/-0 | ازت کل |
| 73/0 | 23/0 | 19/-0 | فسفر معدنی |
| 60/0 | 39/-0 | 41/-0 | فسفر آلی |
| 33/-0 | 46/-0 | 18/-0 | سیلیس محلول |
| ۷2/14 | ۳4/31 | 96/39 | درصد ها (۸۵/۶۶) |

*DFs – Discriminant Functions

همبستگی طبقه بندی مکانی آنگونه که جدول ۱۷ - ۳ نشان داد، مجموع میزان مشارکت تمامی هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) حدود ۶۷/۷۵ درصد از اصل گروه بطور صحیح و درست نمونه برداری انجام یافته است. نتایج طبقه بندی نشان میدهد که سه تابع از بین مجموع هفت تابع در هشت نیم خط از تاثیر پذیری بالاتری برخوردارند. بین تمامی هشت نیم خط، درصد صحت نمونه برداری هر یک از نیم خط های نوشهر و امیرآباد ۱۰۰ درصد و بطور صحیح از همان نیم خط صورت پذیرفته است. درصد صحت نمونه برداری از نیم خط های سفیدرود و تنکابن هر یک برابر ۷۵ درصد، نیم خط ترکمن برابر ۶۷ درصد، نیم خط های انزلی و بابلسر هر یک برابر ۵۰ درصد و نیم خط آستارا در حد کمترین درصد برابر ۲۵ درصد و بطور صحیح از همان نیم خط ها انجام یافته است.

جدول ۱۷-۳: نتایج طبقه بندی مکانی MDA** ایستگاههای ۱۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر - (۱۳۸۹)

| درصد صحت نمونه | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | نیم خط ها * |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| ۲۵ | . | 1 | 1 | 1 | . | . | . | 1 | 1 |
| ۵۰ | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 1 | 2 |
| ۷۵ | . | . | 1 | . | . | 3 | . | . | 3 |
| ۷۵ | . | . | . | . | 3 | 1 | . | . | 4 |
| ۱۰۰ | . | . | . | 4 | . | . | . | . | 5 |
| ۵۰ | . | . | 2 | . | . | 1 | 1 | . | 6 |
| ۱۰۰ | . | 4 | . | . | . | . | . | . | 7 |
| ۶۷ | 2 | . | . | . | . | . | . | 1 | 8 |
| ۶۷/۷ | ۲(۱) | ۴(۰) | ۲(۲) | ۴(۰) | ۳(۱) | ۳(۱) | ۲(۲) | ۱(۳) | |

* ۶۷/۷ % of original grouped cases correctly classified as samples.

** Multivariate Discriminant Analysis

*** ایستگاههای به عمق ۲۰ متر هشت نیم خط (طبقه بندی مکانی)**

در ایستگاههای به عمق ۲۰ متر هشت نیم خط، تعداد ۱۲۴۸ از داده پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب طی چهار فصل با استفاده از آزمایشات آنالیز متمایز در طبقه بندی مکانی لحاظ گردید. جدول ۱۸-۳، تعداد ۷ تابع متمایز (DFs) از یکدیگر هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) را نشان میدهد. سه تابع متمایز و موثر اول مجموعاً بوسیله ۸۱/۴۳ درصد از واریانس بین هشت نیم خط مطابق جدول فوق شرح گردید. تابع اول برابر ۵۱/۸۵ درصد از کل واریانس طبقه بندی مکانی را بخود اختصاص داده و نیز توابع دوم و سوم طبق جدول فوق به ترتیب برابر ۱۸/۱۸ و ۱۰/۴۰ درصد واریانس طبقه بندی مکانی شرح گردید.

جدول ۱۸-۳: تغییرات مکانی مقدار ویژه برای توابع DFs* ایستگاههای ۲۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| توابع | مقدار ویژه | درصد واریانس ها | مجموع درصد واریانس ها |
|-------|------------|-----------------|-----------------------|
| ۱ | 36/4 | 85/51 | 85/51 |
| ۲ | 61/1 | 18/19 | 03/71 |
| ۳ | ۸8/0 | 40/10 | 43/81 |
| ۴ | 69/0 | 30/8 | 73/89 |
| ۵ | 57/0 | ۲8/6 | 55/96 |
| ۶ | ۱2/0 | 47/2 | 02/99 |
| ۷ | 08/0 | ۸9/0 | 100 |

*DFs - Discriminant Functions

آزمایشات آماری جدول ۱۹-۳ نشان داد که ۳ تا از توابع در بین ۷ تابع اعلام شده از پارامترهای کیفی آب در هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) نسبت به توابع دیگر از سطح اطمینان بالاتری برخوردارند. همچنین جدول فوق نشان داد، نیم خط ها نسبت بهم رابطه معنی داری را ندارند ($P > 0.05$).

جدول ۱۹-۳: تغییرات مکانی با آزمایش Wilks' Lambda برای توابع DFs* ایستگاههای ۲۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| Significant | Chi-square | Wilks' Lambda | Test of Function(s) |
|-------------|------------|---------------|---------------------|
| 565/0 | 153/88 | 011/0 | ۷ تا ۱ |
| 926/0 | 400/55 | 058/0 | ۷ تا ۲ |
| 973/0 | 661/36 | 153/0 | ۷ تا ۳ |
| 975/0 | 400/24 | 286/0 | ۷ تا ۴ |
| 981/0 | 068/14 | 486/0 | ۷ تا ۵ |
| 995/0 | 226/5 | 765/0 | ۷ تا ۶ |
| 981/0 | 539/1 | 924/0 | ۷ |

*DFs – Discriminant Function

جدول ۲۰-۳، مشارکت نسبی هر یک پارامترها را نسبت بهم نشان میدهد. مشارکت تابع ۱ به ضریب همبستگی بسیار بالای مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای دمای آب، pH، ازت (نیترونی، نیتراتی، آمونیومی) و فسفر آلی بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر و نیز در مقایسه با ۶ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۱ برای پارامترهای دمای آب، pH، ازت (نیترونی، نیتراتی، آمونیومی) و فسفر آلی با توجه به اثر پذیری به ترتیب برابر ۱/۱۵، ۰/۸۲، ۰/۴۴، -۰/۰۸، ۰/۴۴ و ۰/۶۱ بوده که واریانس آن ۵۱/۸۵ درصد از کل ۸۱/۴۳ درصد واریانس ها بر میزان مشارکت پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. مشارکت تابع ۲ نیز به ضریب همبستگی بسیار بالای مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای شوری، DO، EC و ازت کل بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر در مقایسه با ۸ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۲ برای پارامترهای شوری، DO، EC و ازت کل به ترتیب برابر ۲/۰۸، ۱/۱۳، -۴/۹۱ و ۰/۸۷- بوده که واریانس آن ۱۹/۱۸ درصد از کل واریانس ها بر میزان مشارکت هر یک از پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس پارامترهای تابع ۲ با حدود ۳۳ درصد کمتر از مشارکت تابع ۱ می باشد که نشان از مشارکت بسیار بالا و تسلط تابع ۱ بر دیگر تابع ها است. مشارکت تابع ۳ به ضریب همبستگی مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامتر سیلیس محلول بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را

نسبت به یکدیگر در مقایسه با ۱۱ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۳ برای پارامتر سیلیس محلول ۰/۷۰ بوده که واریانس آن ۱۰/۴۰ درصد از کل واریانس ها بر میزان مشارکت هر یک از پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس پارمترهای تابع ۳ با ۲ حدود ۹ درصد کمتر و نیز با تابع ۱ حدود ۴۱ درصد کمتر مشارکت داشته و این حاکی از مشارکت بسیار بالای تابع ۱ و تسلط آن بر دیگر تابع ها است.

جدول ۲۰-۳: تغییرات مکانی ضرایب استاندارد شده کانونیکال (Canonical) برای توابع *DFs
ایستگاههای ۲۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| F-3 | F-2 | F-1 | توابع آماری پارامترها |
|-------|-------|-------|--------------------------|
| 41/-0 | 77/0 | 15/1 | دمای آب |
| 23/-1 | 08/2 | ۴7/-0 | شوری |
| 68/0 | 46/0 | 82/0 | pH |
| 62/0 | 13/1 | 85/0 | اکسیژن محلول |
| 68/1 | 91/-4 | 11/0 | هدایت الکتریکی |
| 16/-0 | 35/0 | 44/-0 | ازت نیتریتی |
| 58/-0 | 17/0 | 08/1 | ازت نیتراتی |
| 09/0 | 06/-0 | 44/-0 | ازت آمونیمی |
| 35/-0 | 87/-0 | 22/0 | ازت کل |
| 04/-0 | 17/0 | 17/-0 | فسفر معدنی |
| 18/0 | 06/-0 | 61/0 | فسفر آلی |
| 70/0 | 64/-0 | 04/-0 | سیلیس محلول |
| 40/10 | 18/19 | 85/51 | درصد ها (۸۱/۴۳) |

*DFs – Discriminant Functions

جدول ۲۱-۳ نشان داد، مجموع میزان مشارکت تمامی هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) حدود ۸۰/۶۰ درصد از اصل گروه بطور صحیح و درست نمونه برداری انجام یافته است. نتایج طبقه بندی نشان داد، سه تابع از بین مجموع هفت تابع در هشت نیم خط عمود بر ساحل از تاثیر پذیری بالاتری برخوردارند. در بین تمامی هشت نیم خط، درصد صحت نمونه برداری هر یک از نیم خط های انزلی، نوشهر، امیرآباد و ترکمن ۱۰۰ درصد و بطور صحیح از همان نیم خط ها صورت پذیرفته است. درصد صحت نمونه برداری از نیم خط های سفیدرود و

تنکابن هر یک برابر ۷۵ درصد، نیم خط های آستارا و بابلسر هر یک برابر ۵۰ درصد و بطور صحیح از همان نیم خط ها انجام یافته است.

جدول ۲۱-۳: نتایج طبقه بندی مکانی MDA**ایستگاههای ۲۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| نیم خط ها * | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | درصد صحت نمونه |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| ۱ | ۲ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ | ۵۰ |
| ۲ | ۰ | ۴ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۰۰ |
| ۳ | ۰ | ۰ | ۳ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۷۵ |
| ۴ | ۱ | ۰ | ۰ | ۳ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۷۵ |
| ۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۴ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۰۰ |
| ۶ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۲ | ۰ | ۱ | ۵۰ |
| ۷ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۴ | ۰ | ۱۰۰ |
| ۸ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۳ | ۱۰۰ |
| | ۲(۲) | ۴(۰) | ۳(۱) | ۳(۱) | ۴(۰) | ۲(۲) | ۴(۰) | ۳(۰) | ۸۰/۶ |

* ۸۰/۶% of original grouped cases correctly classified as samples.

** Multivariate Discriminant Analysis

* ایستگاههای به عمق ۵۰ متر هشت نیم خط (طبقه بندی مکانی)

در ایستگاههای به عمق ۵۰ متر هشت نیم خط، تعداد ۱۶۶۴ از داده پارامتر های فیزیکوشیمیایی آب طی چهار فصل با استفاده از آزمایشات آنالیز متمایز در طبقه بندی مکانی لحاظ گردید. جدول ۲۲-۳، تعداد ۷ تابع متمایز (DFs) از یکدیگر در هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) را نشان میدهد. چهار تابع متمایز و موثر اول مجموعاً بوسیله ۸۹/۲۵ درصد از واریانس بین هشت نیم خط مطابق جدول فوق تشریح گردید. تابع اول برابر ۳۳/۰۴ درصد از کل واریانس طبقه بندی مکانی را بخود اختصاص داده و نیز توابع دوم تا چهارم طبق جدول فوق به ترتیب برابر ۲۶/۹۳، ۱۵/۱۹ و ۱۴/۰۹ درصد واریانس طبقه بندی مکانی شرح گردید.

جدول ۲۲-۳: تغییرات مکانی مقدار ویژه برای توابع *DFs ایستگاههای ۵۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| توابع | مقدار ویژه | درصد واریانس ها | مجموع درصد واریانس ها |
|-------|------------|-----------------|-----------------------|
| ۱ | 473/2 | ۴0/33 | ۴0/33 |
| ۲ | 016/2 | ۳9/26 | ۷9/59 |
| ۳ | 138/1 | 19/15 | 16/75 |
| ۴ | 055/1 | 09/14 | 25/89 |
| ۵ | 473/0 | 31/6 | 57/95 |
| ۶ | 278/0 | 72/3 | 29/99 |
| ۷ | 053/0 | ۱7/0 | 100 |

*DFs – Discriminant Functions

آزمایشات آماری جدول ۲۳-۳ نشان داد که ۴ تا از توابع در بین ۷ تابع اعلام شده از پارامترهای کیفی آب در هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) نسبت به توابع دیگر از سطح اطمینان بالاتری برخوردارند. جدول فوق نشان داد، نیم خط ها نسبت بهم رابطه معنی داری را ندارند ($P > 0.05$).

جدول ۲۳-۳: تغییرات مکانی با آزمایش Wilks' Lambda برای توابع *DFs ایستگاههای ۵۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| Significant | Chi-square | Wilks' Lambda | Test of Function(s) |
|-------------|------------|---------------|---------------------|
| 300/0 | 266/90 | 011/0 | ۱ تا ۷ |
| 499/0 | 366/65 | 038/0 | ۲ تا ۷ |
| 738/0 | 288/43 | 115/0 | ۳ تا ۷ |
| 824/0 | 093/28 | 245/0 | ۴ تا ۷ |
| 953/0 | 686/13 | 504/0 | ۵ تا ۷ |
| 968/0 | 945/5 | 743/0 | ۶ تا ۷ |
| 984/0 | 031/1 | 950/0 | ۷ |

*DFs – Discriminant Functions

جدول ۲۴-۳، مشارکت نسبی هر یک پارامترها را نسبت بهم نشان میدهد. مشارکت تابع ۱ به ضریب همبستگی بسیار بالای مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای شوری، اکسیژن محلول، ازت آمونیومی و ازت کل بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر و نیز در مقایسه با ۷ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۱ برای پارامترهای شوری، اکسیژن محلول، ازت آمونیومی و ازت کل با توجه به اثر پذیری به ترتیب برابر $1/03$ ، $-2/55$ ، $1/79$ و $1/68$ بوده که واریانس آن

۳۳/۰۴ درصد از کل ۸۹/۲۵ درصد واریانس ها بر میزان مشارکت هر یک از پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. مشارکت تابع ۲ نیز به ضریب همبستگی بسیار بالای مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای pH و ازت نیتراتی بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر در مقایسه با ۹ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۲ برای پارامترهای pH و ازت نیتراتی به ترتیب برابر ۰/۸۰ و ۱/۸۲- بوده که واریانس آن ۲۶/۹۳ درصد از کل واریانس ها بر میزان مشارکت هر یک از پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس پارامترهای تابع ۲ با حدود ۶ درصد کمتر از مشارکت تابع ۱ می باشد که نشان از مشارکت بیشتر و تسلط نسبی تابع ۱ بر تابع ۲ است. مشارکت تابع ۳ به ضریب همبستگی مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای دمای آب، EC، ازت نیترونی و سیلیس محلول بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر در مقایسه با ۷ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۳ برای پارامترهای دمای آب، EC، ازت نیترونی و سیلیس محلول به ترتیب برابر ۰/۸۲، ۱۷/۱۷-، ۰/۶۶ و ۰/۳۵- بوده که واریانس آن ۱۵/۱۹ درصد از کل واریانس ها بر میزان مشارکت هر یک از پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس پارامترهای تابع ۳ با ۲ حدود ۱۲ درصد کمتر و نیز با تابع ۱ حدود ۱۸ درصد کمتر مشارکت داشته و این حاکی از مشارکت بالای تابع ۱ و تسلط آن بر دیگر تابع ها است. مشارکت تابع ۴ به ضریب همبستگی مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامتر فسفر معدنی بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر در مقایسه با ۱۰ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۴ برای پارامتر فسفر معدنی برابر ۱/۷۵ بوده که واریانس آن ۱۴/۰۹ درصد از کل واریانس ها بر میزان مشارکت هر یک از پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت اختلاف درصدی واریانس تابع ۴ با تابع های ۳، ۲ و ۱ به ترتیب حدود ۱، ۱۳ و ۱۹ درصد کمتر مشارکت داشته و این حاکی از مشارکت بیشتر تابع ۱ و تسلط آن بر دیگر تابع ها است.

جدول ۲۴-۳: تغییرات مکانی ضرایب استاندارد شده کانونیکال (Canonical) برای توابع DFs*
ایستگاههای ۵۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| ۴F- | F-3 | F-2 | F-1 | توابع آماری پارامترها |
|-------|--------|-------|-------|--------------------------|
| ۵.0/0 | 82/0 | 09/-0 | ۲3/-0 | دمای آب |
| 45/0 | 96/0 | 21/-0 | 03/-1 | شوری |
| 44/0 | 67/-0 | 80/0 | 53/-0 | pH |
| 29/-1 | 62/1 | 02/1 | 55/-2 | اکسیژن محلول |
| 38/5 | 17/-17 | 25/-6 | 27/16 | هدایت الکتریکی |
| 33/0 | 66/0 | 61/0 | 13/0 | ازت نیترونی |
| 11/1 | 74/-0 | 82/-1 | 65/0 | ازت نیتراتی |
| 23/0 | 45/-0 | 46/0 | 79/1 | ازت آمونیمی |
| 11/1 | ۳4/-0 | 91/-0 | 68/1 | ازت کل |
| 75/1 | ۶3/-0 | 09/-0 | 16/1 | فسفر معدنی |
| 07/-0 | 35/-0 | 16/0 | 0/09 | سیلیس محلول |
| ۱۴/۰۹ | ۱۵/۱۹ | ۳9/26 | ۴0/33 | درصد ها (۸۹/۲۵) |

*DFs – Discriminant Functions

جدول ۲۵-۳ نشان میدهد، مجموع میزان مشارکت تمامی هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) حدود ۷۷/۴ درصد از اصل گروه بطور صحیح و درست نمونه برداری انجام یافته است. نتایج طبقه بندی نشان میدهد که چهار تابع از بین مجموع هفت تابع در هشت نیم خط از تاثیر پذیری بالاتری برخوردارند. بین تمامی هشت نیم خط، درصد صحت نمونه برداری هر یک از نیم خط های تنکابن و نوشهر ۱۰۰ درصد و بطور صحیح از همان نیم خط ها صورت پذیرفته است. درصد صحت نمونه برداری از نیم خط های آستارا، سفیدرود، بابلسر و امیرآباد هر یک برابر ۷۵ درصد، نیم خط ترکمن برابر ۶۷ درصد و نیم خط انزلی برابر ۵۰ درصد و بطور صحیح از همان نیم خط ها انجام گردید (جدول ۳۶-۳).

جدول ۲۵-۳: نتایج طبقه بندی مکانی MDA** ایستگاههای ۵۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| ایستگاه ها * | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | درصد صحت نمونه |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| 1 | 3 | 1 | . | . | . | . | . | . | ۷۵ |
| 2 | 1 | 2 | 1 | . | . | . | . | . | ۵۰ |
| 3 | . | . | 3 | . | . | 1 | . | . | ۷۵ |
| 4 | . | . | . | 4 | . | . | . | . | ۱۰۰ |
| 5 | . | . | . | . | 4 | . | . | . | ۱۰۰ |
| 6 | . | 1 | . | . | . | 3 | . | . | ۷۵ |
| 7 | . | 1 | . | . | . | . | 3 | . | ۷۵ |
| 8 | . | . | 1 | . | . | . | . | 2 | ۶۷ |
| | ۳(۱) | ۲(۲) | ۳(۱) | ۴(۰) | ۴(۰) | ۳(۱) | ۲(۱) | ۳(۱) | ۷۷/۴ |

* ۷۷/۴% of original grouped cases correctly classified as samples.

** Multivariate Discriminant Analysis

*** ایستگاههای به عمق ۱۰۰ متر هشت نیم خط (طبقه بندی مکانی)**

در ایستگاههای به عمق ۱۰۰ متر هشت نیم خط، تعداد ۲۰۸۰ از داده پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب طی چهار فصل با استفاده از آزمایشات آنالیز متمایز در طبقه بندی مکانی لحاظ گردید. جدول ۲۶-۳، تعداد ۷ تابع متمایز (DFs) از یکدیگر در هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) را نشان میدهد. سه تابع متمایز و موثر اول مجموعاً بوسیله ۸۵/۷۴ درصد از واریانس بین هشت نیم خط مطابق جدول فوق شرح گردید. تابع اول برابر ۵۵/۲۱ درصد از کل واریانس طبقه بندی مکانی را بخود اختصاص داده و نیز توابع دوم و سوم طبق جدول فوق به ترتیب برابر ۱۹/۳۲ و ۱۱/۲۱ درصد واریانس طبقه بندی مکانی شرح گردید.

جدول ۲۶-۳: تغییرات مکانی مقدار ویژه برای توابع DFs* ایستگاههای ۱۰۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| توابع | مقدار ویژه | درصد واریانس ها | مجموع درصد واریانس ها |
|-------|------------|-----------------|-----------------------|
| ۱ | 91/4 | 21/55 | 21/55 |
| ۲ | ۲7/1 | ۲3/19 | ۳5/74 |
| ۳ | 99/0 | ۱2/11 | ۴7/85 |
| ۴ | 68/0 | 68/7 | 42/93 |
| ۵ | ۷3/0 | 0۱/4 | ۲5/97 |
| ۶ | ۸1/0 | 97/1 | ۹4/99 |
| ۷ | ۵0/0 | 51/0 | 100 |

*DFs – Discriminant Functions

آزمایشات آماری جدول ۲۷-۳ نشان داد که ۳ تا از توابع در بین ۷ تابع اعلام شده از پارامترهای کیفی آب هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) نسبت به توابع دیگر از سطح اطمینان بالاتری برخوردارند. جدول فوق نشان داد، نیم خط ها نسبت بهم رابطه معنی داری را ندارند ($P > 0/05$).

جدول ۲۷-۳: تغییرات مکانی با آزمایش Wilks' Lambda برای توابع *DFs
ایستگاههای ۱۰۰ متری هشت نیم خط در منطقه جنوبی دریای خزر - چهار فصل (۱۳۸۹)

| Significant | Chi-square | Wilks' Lambda | Test of Function(s) |
|-------------|------------|---------------|---------------------|
| 304/0 | 129/90 | 011/0 | ۷ تا ۱ |
| 841/0 | 590/54 | 065/0 | ۷ تا ۲ |
| 952/0 | 589/34 | 177/0 | ۷ تا ۳ |
| 980/0 | 755/20 | 354/0 | ۷ تا ۴ |
| 993/0 | 338/10 | 596/0 | ۷ تا ۵ |
| 995/0 | 120/4 | 814/0 | ۷ تا ۶ |
| 989/0 | 894/0 | 956/0 | ۷ |

*DFs – Discriminant Functions

جدول ۲۸-۳، مشارکت نسبی هر یک پارامترها را نسبت بهم نشان میدهد. مشارکت تابع ۱ به ضریب همبستگی بسیار بالای مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای دمای آب، شوری، pH، DO، EC، ازت (نیترونی، نیتراتی، کل) بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر و نیز در مقایسه با ۴ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع یک برای پارامترهای دمای آب، شوری، pH، DO، EC، ازت (نیترونی، نیتراتی، کل) با توجه به اثر پذیری به ترتیب برابر $0/93$ ، $3/07$ ، $1/55$ ، $1/12$ ، $-1/57$ ، $1/99$ ، $-2/05$ و $-2/39$ بوده که واریانس آن $55/21$ درصد از کل $85/73$ درصد واریانس ها بر میزان مشارکت پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. مشارکت تابع ۲ نیز به ضریب همبستگی بسیار بالای مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامتر ازت آمونومی بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر در مقایسه با ۱۱ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۲ برای پارامتر ازت آمونومی $1/24$ بوده که واریانس آن $19/32$ درصد از کل واریانس ها بر میزان مشارکت پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس پارامترهای تابع ۲ با حدود ۳۹ درصد کمتر از مشارکت تابع ۱ می باشد که نشان از مشارکت بسیار بالا و تسلط تابع ۱ بر دیگر تابع ها است. مشارکت تابع ۳ به ضریب همبستگی مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای فسفر معدنی، فسفر آلی و سیلیس بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر در مقایسه با ۹ پارامتر دیگر این گروه دارا

است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۳ برای پارامترهای فسفر معدنی، فسفر آلی و سیلیس به ترتیب برابر ۰/۶۵، ۰/۶۶ و ۰/۲۳ بوده که واریانس آن ۱۱/۲۱ درصد از کل واریانس ها بر میزان مشارکت هر یک از پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس پارامترهای تابع ۳ با ۲ حدود ۸ درصد کمتر و نیز با تابع ۱ حدود ۴۴ درصد کمتر مشارکت داشته و این حاکی از مشارکت بسیار بالای تابع ۱ و تسلط آن بر دیگر تابع هاست.

جدول ۲۸-۳: تغییرات مکانی ضرایب استاندارد شده کانونیکال (Canonical) برای توابع DFs* ایستگاههای ۱۰۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| توابع آماری | | | پارامترها |
|-------------|-------|-------|-----------------|
| F-3 | F-2 | F-1 | |
| 74/-0 | 19/0 | 93/0 | دمای آب |
| ۷6/0 | 56/-0 | 07/3 | شوری |
| ۲5/0 | ۱1/1 | 55/1 | pH |
| 07/-0 | 54/-0 | 12/1 | اکسیژن محلول |
| 21/-0 | ۵1/-0 | 57/-1 | هدایت الکتریکی |
| 33/-0 | ۱2/-0 | 99/1 | ازت نیتریتی |
| 27/-0 | 05/-0 | 05/-2 | ازت نیتراتی |
| 26/-0 | 24/1 | 38/0 | ازت آمونیومی |
| 43/0 | 05/0 | 39/-2 | ازت کل |
| 65/0 | 55/0 | 19/0 | فسفر معدنی |
| 66/0 | 39/0 | 21/0 | فسفر آلی |
| ۰/۲۳ | ۰/۰۴ | ۰/۲۱ | سیلیس محلول |
| ۱2/11 | ۲3/19 | 21/55 | درصد ها (۸۵/۷۳) |

*DFs – Discriminant Functions

جدول ۲۹-۳ نشان داد، مجموع میزان مشارکت تمامی هشت نیم (آستارا تا ترکمن) حدود ۷۱ درصد از اصل گروه بطور صحیح و درست نمونه برداری انجام یافته است. نتایج طبقه بندی نشان میدهد که سه تابع از بین مجموع هفت تابع در هشت نیم خط از تاثیر پذیری بالاتری برخوردارند. بین تمامی هشت نیم خط، درصد صحت نمونه برداری هر یک از نیم خط های آستارا و انزلی ۱۰۰ درصد و بطور صحیح از همان نیم خط ها صورت پذیرفته است. درصد صحت نمونه برداری از نیم خط های تنکابن، بابلسر و امیرآباد هر یک برابر ۷۵ درصد، نیم خط های ترکمن، تنکابن و سفیدرود به ترتیب برابر ۶۷، ۵۰ و ۲۵ درصد و بطور صحیح از همان نیم خط ها انجام یافته است.

جدول ۲۹-۳: نتایج طبقه بندی مکانی MDA** ایستگاههای ۱۰۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل- منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| نیم خط ها * | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | درصد صحت نمونه |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| 1 | 4 | . | . | . | . | . | . | . | ۱۰۰ |
| 2 | . | 4 | . | . | . | . | . | . | ۱۰۰ |
| 3 | . | 1 | 1 | . | . | . | 1 | 1 | ۲۵ |
| 4 | . | . | . | 2 | 1 | 1 | . | . | ۵۰ |
| 5 | . | . | 1 | . | 3 | . | . | . | ۷۵ |
| 6 | . | . | 1 | . | . | 3 | . | . | ۷۵ |
| 7 | . | . | . | . | . | . | 3 | 1 | ۷۵ |
| 8 | . | . | 1 | . | . | . | . | 2 | ۶۷ |
| | ۴(۰) | ۴(۰) | ۱(۳) | ۲(۲) | ۳(۱) | ۳(۱) | ۳(۱) | ۲(۱) | ۷۱ |

* ۷۱% of original grouped cases correctly classified as samples.

** Multivariate Discriminant Analysis

*** در ایستگاههای سطحی (۵ متر) هشت نیم خط (طبقه بندی زمانی)**

در ایستگاههای سطحی (۵ متر) هشت نیم خط، تعداد ۴۱۶ از داده پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب طی چهار فصل با استفاده از آزمایشات آنالیز متمایز در طبقه بندی زمانی (فصول) لحاظ گردید. جدول ۳۰-۳، تعداد ۳ تابع متمایز (DFs) از یکدیگر در هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) را نشان میدهد. دو تابع متمایز و موثر اول مجموعاً بوسیله ۹۷/۶۸ درصد از واریانس در بین هشت نیم خط مطابق جدول فوق تشریح گردید. تابع اول برابر ۸۹/۷۱ درصد از کل واریانس طبقه بندی زمانی را بخود اختصاص داده و نیز تابع دوم طبق جدول فوق برابر ۷/۹۷ درصد واریانس طبقه بندی فصلی شرح گردید. آزمایشات آماری جدول ۱۵-۳ نشان داد که ۲ تا از توابع در بین ۳ تابع اعلام شده از پارامترهای کیفی آب در هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) نسبت به توابع دیگر از سطح اطمینان بالاتری برخوردارند.

جدول ۳۰-۳: تغییرات زمانی مقدار ویژه برای توابع DFs* ایستگاههای سطحی (۵ متری) هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| توابع | مقدار ویژه | درصد واریانس ها | مجموع درصد واریانس ها |
|-------|------------|-----------------|-----------------------|
| ۱ | ۸۹/۴۰ | ۱۷/۸۹ | ۱۷/۸۹ |
| ۲ | ۴۶/۳ | ۹۷/۷ | ۸۶/۹۷ |
| ۳ | ۰۶/۱ | ۳/۲ | ۱۰۰ |

* DFs – Discriminant Functions

آزمایشات آماری جدول ۳۱-۳ نشان داد که ۲ تا از توابع در بین ۳ تابع اعلام شده از پارامترهای کیفی آب هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) نسبت به توابع دیگر از سطح اطمینان بالاتری برخوردارند. طبق جدول فوق، فصول نمونه برداری نسبت بهم رابطه معنی داری را دارند ($P < 0/01$).

جدول ۳۱-۳: تغییرات زمانی با آزمایش Wilks' Lambda برای توابع DFs* ایستگاههای سطحی (۵ متری) هشت نیم خط در منطقه جنوبی دریای خزر - چهار فصل (۱۳۸۹)

| Significant | Chi-square | Wilks' Lambda | Test of Function(s) |
|-------------|------------|---------------|---------------------|
| 000/0 | 89/128 | 002/0 | ۱ تا ۳ |
| 002/0 | ۵5/48 | 105/0 | ۲ تا ۳ |
| 158/0 | 55/15 | 485/0 | ۳ |

*DFs – Discriminant Functions

جدول ۳۲-۳، مشارکت نسبی هر یک پارامترها را نسبت بهم نشان میدهد. مشارکت تابع ۱ به ضریب همبستگی بسیار بالای مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای دمای آب، pH، ازت آمونیومی و فسفرآلی بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر و نیز در مقایسه با ۸ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع یک برای پارامترهای دمای آب، pH، ازت آمونیومی و فسفرآلی با توجه به اثر پذیری به ترتیب برابر ۱/۲۴، -۰/۵۰، -۰/۵۷، و ۰/۴۵ بوده که واریانس آن ۸۹/۷۱ درصد از کل ۹۷/۶۸ درصد واریانس ها بر میزان مشارکت پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. مشارکت تابع ۲ نیز به ضریب همبستگی بسیار بالای مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای شوری، DO، EC، ازت نیتراتی، ازت کل و فسفر معدنی بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر در مقایسه با ۶ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۲ برای پارامترهای شوری، DO، EC، ازت نیتراتی، ازت کل و فسفر معدنی به ترتیب برابر ۳/۱۸، -۰/۵۶، -۵/۸۴، ۰/۹۴، و -۱/۱۹ و ۰/۶۲ بوده که واریانس آن ۷/۹۷ درصد از کل واریانس های مآخوذه بر میزان مشارکت هر یک از پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس پارامترهای تابع ۲ با حدود ۸۲ درصد کمتر از مشارکت تابع ۱ می باشد که نشان از مشارکت بسیار بالای تابع ۱ و تسلط آن بر دیگر تابع ها است.

جدول ۳-۳۲: تغییرات زمانی ضرایب استاندارد شده کانونیکال (Canonical) برای توابع DFs*
ایستگاههای سطحی (۵ متری) هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| F-2 | F-1 | توابع آماری |
|-------|-------|-----------------|
| | | پارامترها |
| 22/-0 | 24/1 | دمای آب |
| 18/3 | 23/0 | شوری |
| ۰1/0 | -۰/۵۰ | pH |
| 56/-0 | ۳3/-0 | اکسیژن محلول |
| 84/-5 | ۴0/1 | هدایت الکتریکی |
| 44/0 | 41/0 | ازت نیتریتی |
| ۴9/0 | ۹1/-0 | ازت نیتراتی |
| 15/-0 | 57/-0 | ارت آمونیمی |
| 19/-1 | 09/0 | ازت کل |
| 62/0 | 43/0 | فسفر معدنی |
| ۵1/0 | 45/0 | فسفر آلی |
| 27/-0 | 04/0 | سیلیس محلول |
| ۷/۹۷ | ۸۹/۷۱ | درصد ها (۹۷/۶۸) |

*DFs – Discriminant Functions

جدول ۳-۳۳ نشان می‌دهد، مجموع میزان مشارکت تمامی هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) برابر ۱۰۰ درصد از اصل گروه بطور صحیح و درست نمونه برداری انجام یافته است. نتایج طبقه بندی نشان می‌دهد که دو تابع از بین مجموع سه تابع در هشت نیم خط از تاثیر پذیری بالاتری برخوردارند. در بین فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان و در تمامی هشت نیم خط، درصد صحت نمونه برداری هر یک از فصول ۱۰۰ درصد و بطور صحیح از همان فصل در نیم خط ها صورت پذیرفته است.

جدول ۳-۳۳: نتایج طبقه بندی زمانی MDA** ایستگاههای سطحی (۵ متری) هشت نیم خط

در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| فصول* | 1 | 2 | 3 | 4 | درصد صحت نمونه |
|-------|------|------|------|------|----------------|
| 1 | ۸ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۰۰ |
| 2 | ۰ | ۸ | ۰ | ۰ | ۱۰۰ |
| 3 | ۰ | ۰ | ۸ | ۰ | ۱۰۰ |
| 4 | ۰ | ۰ | ۰ | ۷ | ۱۰۰ |
| | ۸(۰) | ۸(۰) | ۸(۰) | ۷(۰) | ۱۰۰ |

* ۱۰۰% of original grouped cases correctly classified as samples .

** Multivariate Discriminant Analysis

*** ایستگاههای به عمق ۱۰ متر هشت نیم خط (طبقه بندی زمانی)**

در ایستگاههای عمق ۱۰ متر هشت نیم خط، تعداد ۸۳۲ از داده پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب طی چهار فصل با استفاده از آزمایشات آنالیز متمایز در طبقه بندی زمانی (فصول) لحاظ گردید. جدول ۳۴-۳، تعداد ۳ تابع متمایز (DFs) از یکدیگر در هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) را نشان میدهد. سه تابع متمایز و موثر مجموعاً بوسیله ۱۰۰ درصد از واریانس بین هشت نیم خط مطابق جدول فوق شرح گردید. تابع اول برابر ۸۴/۴۶ درصد از کل واریانس طبقه بندی زمانی را بخود اختصاص داده و نیز توابع دوم و سوم طبق جدول فوق به ترتیب برابر ۱۰/۴۴ و ۵/۰۹ درصد واریانس از طبقه بندی فصلی شرح گردید.

جدول ۳-۳۴: تغییرات زمانی مقدار ویژه برای توابع DFs* ایستگاههای ۱۰ متری

هشت نیم خط در منطقه جنوبی دریای خزر - چهار فصل (۱۳۸۹)

| توابع | مقدار ویژه | درصد واریانس ها | مجموع درصد واریانس ها |
|-------|------------|-----------------|-----------------------|
| ۱ | 53/60 | 46/84 | 46/84 |
| ۲ | 48/7 | 44/10 | 91/94 |
| ۳ | 65/3 | 09/5 | 100 |

*DFs – Discriminant Functions

آزمایشات آماری جدول ۳۵-۳ نشان داد، تمامی ۳ تابع اعلام شده از پارامترهای کیفی آب در هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) نسبت به توابع دیگر از سطح اطمینان بالاتری برخوردارند. طبق جدول فوق، فصول نمونه برداری نسبت بهم رابطه معنی داری را دارند ($P < 0/01$).

جدول ۳-۳۵: تغییرات زمانی با آزمایش Wilks' Lambda برای توابع DFs* نیم خط های

۱۰ متری در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| Significant | Chi-square | Wilks' Lambda | Test of Function(s) |
|-------------|------------|---------------|---------------------|
| 000/0 | 576/167 | 000/0 | ۱ تا ۳ |
| 000/0 | 008/79 | 025/0 | ۲ تا ۳ |
| 001/0 | 040/33 | 215/0 | ۳ |

*DFs – Discriminant Functions

جدول ۳۶-۳، مشارکت نسبی هر یک پارامترها را نسبت بهم نشان میدهد. مشارکت تابع ۱ به ضریب همبستگی بسیار بالای مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای دمای آب، هدایت الکتریکی و ازت آمونومی بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر و نیز در مقایسه با ۹ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۱ برای پارامترهای دمای آب، هدایت الکتریکی و ازت

آمونیمی با توجه به اثر پذیری به ترتیب برابر ۱/۶۴، ۰/۶۶- و ۰/۶۵ بوده که واریانس آن ۸۴/۴۶ درصد از کل ۱۰۰ درصد واریانس ها بر میزان مشارکت پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. مشارکت تابع ۲ نیز به ضریب همبستگی بسیار بالای مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای شوری، pH، ازت نیترونی و فسفر آلی بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر در مقایسه با ۸ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۲ برای پارامترهای شوری، pH، ازت نیترونی و فسفر آلی به ترتیب برابر ۲/۵۸-، ۰/۶۹-، ۰/۶۱- و ۰/۷۹ بوده که واریانس آن ۱۰/۴۴ درصد از کل واریانس ها بر میزان مشارکت پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس پارامترهای تابع ۲ با حدود ۷۴ درصد کمتر از مشارکت تابع ۱ می باشد که نشان از مشارکت بسیار بالای تابع ۱ و تسلط آن بر دیگر تابع ها است. مشارکت تابع ۳ به ضریب همبستگی مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای اکسیژن محلول، ازت کل، فسفر معدنی و سیلیس محلول بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر در مقایسه با ۹ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۳ برای پارامترهای اکسیژن محلول، ازت کل، فسفر معدنی و سیلیس محلول به ترتیب برابر ۰/۸۴، ۰/۸۳، ۰/۶۹- و ۰/۵۴ بوده که واریانس آن ۵/۰۹ درصد از کل واریانس ها بر میزان مشارکت هر یک از پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس پارامترهای تابع ۳ با ۲ حدود ۵ درصد کمتر و نیز با تابع ۱ حدود ۷۹ درصد کمتر مشارکت داشته و این حاکی از مشارکت بسیار بالای تابع ۱ و تسلط آن بر دیگر تابع ها است.

جدول ۳-۳۶ تغییرات زمانی ضرایب استاندارد شده کانونیکال (Canonical) برای توابع DFs*

ایستگاههای ۱۰ متری هشت نیم خط در منطقه جنوبی دریای خزر چهار فصل (۱۳۸۹)

| توابع آماری پارامترها | F-1 | F-2 | F-3 |
|--------------------------|-------|-------|-------|
| دمای آب | 64/1 | 25/0 | 22/0 |
| شوری | 16/0 | 85/-2 | 02/-1 |
| pH | 23/0 | 96/-0 | 30/-0 |
| اکسیژن محلول | 38/0 | 73/0 | 48/0 |
| هدایت الکتریکی | 96/-0 | 47/0 | 58/0 |
| ازت نیترونی | 01/-0 | 61/-0 | 40/-0 |
| ازت نیتراتی | 35/0 | 33/0 | 40/0 |
| ازت آمونیومی | 65/0 | 32/0 | 39/0 |
| ازت کل | 16/0 | 83/-0 | 38/0 |
| فسفر معدنی | 09/-0 | 46/0 | 96/-0 |
| فسفر آلی | 96/0 | 79/0 | 09/0 |
| سیلیس محلول | 26/0 | 03/0 | 45/0 |
| درصد ها (۱۰۰) | 46/84 | 44/10 | 09/5 |

*DFs – Discriminant Functions

همبستگی طبقه بندی زمانی آن گونه که جدول ۳-۳۷ نشان داد، مجموع میزان مشارکت تمامی هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) برابر ۱۰۰ درصد از اصل گروه بطور صحیح و درست نمونه برداری انجام یافته است. نتایج طبقه بندی نشان میدهد که تمامی سه تابع در هشت نیم خط از تاثیر پذیری بالاتری برخوردارند. در بین فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان و در تمامی هشت نیم خط، درصد صحت نمونه برداری هر یک از فصول ۱۰۰ درصد و بطور صحیح از همان فصل در نیم خط ها صورت پذیرفته است.

جدول ۳-۳۷: نتایج طبقه بندی زمانی MDA ایستگاههای ۱۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)**

| فصول* | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | درصد صحت نمونه |
|-------|------|------|------|------|----------------|
| ۱ | ۸ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۰۰ |
| ۲ | ۰ | ۸ | ۰ | ۰ | ۱۰۰ |
| ۳ | ۰ | ۰ | ۸ | ۰ | ۱۰۰ |
| ۴ | ۰ | ۰ | ۰ | ۷ | ۱۰۰ |
| | ۸(۰) | ۸(۰) | ۸(۰) | ۸(۰) | ۱۰۰ |

* ۱۰۰% of original grouped cases correctly classified as samples.

** Multivariate Discriminant Analysis

*** ایستگاههای به عمق ۲۰ متر هشت نیم خط (طبقه بندی زمانی)**

در ایستگاههای به عمق ۲۰ متر هشت نیم خط، تعداد ۱۲۴۸ از داده پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب طی چهار فصل با استفاده از آزمایشات آنالیز متمایز در طبقه بندی زمانی (فصول) لحاظ گردید. جدول ۳-۳۸، تعداد ۳ تابع متمایز (DFs) از یکدیگر در هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) را نشان میدهد. دو تابع متمایز (DFs) و موثر اول مجموعاً بوسیله ۹۵/۹۳ درصد از واریانس بین هشت نیم خط مطابق جدول فوق تشریح گردید. تابع اول برابر ۷۹/۱۱ درصد از کل واریانس طبقه بندی زمانی را بخود اختصاص داده و نیز تابع دوم طبق جدول فوق برابر ۱۶/۸۲ درصد واریانس طبقه بندی فصلی شرح گردید.

جدول ۳-۳۸: تغییرات زمانی مقدار ویژه برای توابع DFs* ایستگاههای ۲۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| توابع | مقدار ویژه | درصد واریانس ها | مجموع درصد واریانس ها |
|-------|------------|-----------------|-----------------------|
| ۱ | 32/24 | 11/79 | 11/79 |
| ۲ | 17/5 | ۲8/16 | ۳9/95 |
| ۳ | 25/1 | 07/4 | 100 |

*DFs – Discriminant Functions

آزمایشات آماری جدول ۳۹-۳ نشان داد که دو تابع اول اعلام شده از پارامترهای کیفی آب در هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) نسبت به توابع دیگر از سطح اطمینان بالاتری برخوردارند. طبق جدول فوق، فصول نمونه برداری نسبت بهم رابطه معنی داری را دارند ($P < 0/01$).

جدول ۳۹-۳: تغییرات زمانی با آزمایش Wilks' Lambda برای توابع *DFs
ایستگاههای ۲۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| Significant | Chi-square | Wilks' Lambda | Test of Function(s) |
|-------------|------------|---------------|---------------------|
| ۰/۰۰۰ | 060/126 | 003/0 | ۱ تا ۳ |
| ۰/۰۰۰ | 577/56 | 072/0 | ۲ تا ۳ |
| ۰/۰۹۵ | 451/17 | 444/0 | ۳ |

*DFs - Discriminant Functions

جدول ۴۰-۳، مشارکت نسبی هر یک پارامترها را نسبت بهم نشان میدهد. مشارکت تابع ۱ به ضریب همبستگی بسیار بالای مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای دمای آب، شوری، هدایت الکتریکی و ازت نیترونی بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر و نیز در مقایسه با ۸ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع یک برای پارامترهای دمای آب، شوری، هدایت الکتریکی و ازت نیترونی که با توجه به اثر پذیری به ترتیب برابر ۱/۱۱، -۱/۰۵، ۱/۰۱ و -۰/۷۶ بوده که واریانس آن ۷۹/۱۱ درصد از کل ۹۵/۹۳ درصد واریانس ها بر میزان مشارکت هر یک از پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. مشارکت تابع ۲ نیز به ضریب همبستگی بسیار بالای مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای pH، ازت آمونومی، ازت کل، فسفر معدنی و سیلیس محلول بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر در مقایسه با ۶ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۲ برای پارامترهای pH، ازت آمونومی، ازت کل، فسفر معدنی و سیلیس محلول به ترتیب برابر ۰/۵۹، ۰/۶۰، -۱/۲۲، ۱/۲۶ و -۰/۷۴ بوده که واریانس آن ۱۰/۴۴ درصد از کل واریانس ها بر میزان مشارکت هر یک از پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس پارامترهای تابع ۲ با حدود ۷۴ درصد کمتر از مشارکت تابع ۱ می باشد که نشان از مشارکت بسیار بالای تابع ۱ و تسلط آن بر دیگر توابعها است.

جدول ۴۰-۳: تغییرات زمانی ضرایب استاندارد شده کانونیکال (Canonical) برای توابع DFs*
ایستگاههای ۲۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| F-2 | F-1 | توابع آماری پارامترها |
|-------|-------|--------------------------|
| ۶۰/-۰ | ۱۱/۱ | دمای آب |
| ۱۷/-۰ | ۰۵/-۱ | شوری |
| ۵۹/۰ | ۷۰/۰ | pH |
| ۰۳/-۰ | ۰۶/۰ | اکسیژن محلول |
| ۳۷/-۰ | ۰۱/۱ | هدایت الکتریکی |
| ۱۰/-۰ | ۷۶/-۰ | ازت نیتریتی |
| ۴۴/۰ | ۳۰/-۰ | ازت نیتراتی |
| ۶۰/۰ | ۹۱/۰ | ازت آمونیومی |
| ۲۲/-۱ | ۰۴/-۰ | ازت کل |
| ۶۲/۱ | ۴۲/-۰ | فسفر معدنی |
| ۳۹/۰ | ۱۴/۰ | فسفر آلی |
| ۴۷/-۰ | ۲۷/۰ | سیلیس محلول |
| ۲۸/۱۶ | ۱۱/۷۹ | درصد ها (۹۵/۹۳) |

*DFs – Discriminant Functions

جدول ۴۱-۳ نشان داد، مجموع میزان مشارکت تمامی هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) برابر ۱۰۰ درصد از اصل گروه بطور صحیح و درست نمونه برداری انجام یافته است. نتایج طبقه بندی نشان میدهد که دو تابع اول در هشت نیم خط از تاثیر پذیری بالاتری برخوردارند. در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان و در تمامی هشت نیم خط، درصد صحت نمونه برداری هر یک از فصول ۱۰۰ درصد و بطور صحیح از همان فصل در نیم خط ها صورت پذیرفته است.

جدول ۴۱-۳: نتایج طبقه بندی زمانی MDA** ایستگاههای ۲۰ متری هشت نیم خط
در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| فصول* | 1 | 2 | 3 | 4 | درصد صحت نمونه |
|-------|------|------|------|------|----------------|
| 1 | ۸ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۰۰ |
| 2 | ۰ | ۸ | ۰ | ۰ | ۱۰۰ |
| 3 | ۰ | ۰ | ۸ | ۰ | ۱۰۰ |
| 4 | ۰ | ۰ | ۰ | ۷ | ۱۰۰ |
| | ۸(۰) | ۸(۰) | ۸(۰) | ۸(۰) | ۱۰۰ |

* ۱۰۰% of original grouped cases correctly classified as samples.

** Multivariate Discriminant Analysis

*** ایستگاههای به عمق ۵۰ متر هشت نیم خط (طبقه بندی زمانی)**

در ایستگاههای به عمق ۵۰ متر هشت نیم خط، تعداد ۱۶۶۴ از داده های پارامتر فیزیکوشیمیایی آب طی چهار فصل با استفاده از آزمایشات آنالیز متمایز در طبقه بندی زمانی (فصول) لحاظ گردید جدول ۴۲-۳، تعداد ۳ تابع متمایز (DFs) از یکدیگر در هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) را نشان میدهد. سه تابع متمایز و موثر مجموعاً بوسیله ۱۰۰ درصد از واریانس بین هشت نیم خط مطابق جدول فوق تشریح گردید. تابع اول برابر ۷۷/۷۱ درصد از کل واریانس طبقه بندی زمانی را بخود اختصاص داده و نیز توابع دوم و سوم طبق جدول فوق به ترتیب برابر ۱۳/۶۹ و ۸/۵۹ درصد واریانس طبقه بندی فصلی شرح گردید.

جدول ۴۲-۳: تغییرات زمانی مقدار ویژه برای توابع DFs* ایستگاههای ۵۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| توابع | مقدار ویژه | درصد واریانس ها | مجموع درصد واریانس ها |
|-------|------------|-----------------|-----------------------|
| ۱ | 057/17 | 71/77 | 71/77 |
| ۲ | 006/3 | 69/13 | 40/91 |
| ۳ | 886/1 | 59/8 | 100 |

*DFs – Discriminant Functions

آزمایشات آماری جدول ۴۳-۳ نشان داد که هر سه تابع اعلام شده از پارامترهای کیفی آب در هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) که از سطح اطمینان بالا برخوردارند. جدول فوق نشان داد، فصول نمونه برداری نسبت بهم رابطه معنی داری را دارند ($P < 0/01$).

جدول ۴۳-۳: تغییرات زمانی با آزمایش Wilks' Lambda برای توابع DFs* ایستگاههای ۵۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| Test of Function(s) | Wilks' Lambda | Chi-square | Significant |
|---------------------|---------------|------------|-------------|
| ۱ تا ۳ | 005/0 | 832/114 | 000/0 |
| ۲ تا ۳ | 087/0 | 621/52 | 001/0 |
| ۳ | 347/0 | 786/22 | 019/0 |

*DFs – Discriminant Functions

جدول ۴۴-۳، مشارکت نسبی هر یک پارامترها را نسبت بهم نشان میدهد. مشارکت تابع ۱ به ضریب همبستگی بسیار بالای مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای دمای آب و اکسیژن محلول بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر و نیز در مقایسه با ۱۰ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۱ برای پارامترهای دمای آب و اکسیژن محلول با توجه به اثر پذیری به ترتیب برابر ۱/۱۷ و ۰/۸۱- بوده که واریانس آن ۷۷/۷۰ درصد از کل ۱۰۰ درصد واریانس ها بر میزان مشارکت

هر یک از پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. مشارکت تابع ۲ نیز به ضریب همبستگی بسیار بالای مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای هدایت الکتریکی، ازت کل و فسفر آلی بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر در مقایسه با ۹ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۲ برای پارامترهای هدایت الکتریکی، ازت کل و فسفر آلی به ترتیب برابر ۱۲/۰۸، ۱/۱۱ و ۰/۶۱- بوده که واریانس آن ۱۳/۷۰ درصد از کل واریانس ها بر میزان مشارکت هر یک از پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس پارامترهای تابع ۲ با حدود ۶۴ درصد کمتر از مشارکت تابع ۱ می باشد که نشان از مشارکت بسیار بالای تابع ۱ و تسلط آن بر دیگر تابع ها است. مشارکت تابع ۳ نیز به ضریب همبستگی بسیار بالای مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای شوری، ازت نیترونی و ازت آمونیمی بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر در مقایسه با ۹ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۳ برای پارامترهای شوری، ازت نیترونی و ازت آمونیمی به ترتیب برابر ۱/۶۸-، ۰/۹۸- و ۰/۶۲ بوده که واریانس آن ۸/۶۰ درصد از کل واریانس ها بر میزان مشارکت هر یک از پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس پارامترهای تابع ۳ با توابع ۲ و ۱ به ترتیب حدود ۵ و ۶۹ درصد کمتر از مشارکت داشته و این حاکی از مشارکت بسیار بالای تابع ۱ و تسلط آن بر دیگر تابع هاست.

جدول ۴۴-۳: تغییرات زمانی ضرایب استاندارد شده کانونیکال (Canonical) برای توابع DFs*

ایستگاههای ۵۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| توابع آماری | F-1 | F-2 | F-3 |
|----------------|-------|-------|------|
| پارامترها | | | |
| دمای آب | ۷۱/۱ | ۲۵/۰ | ۹۰/۰ |
| شوری | ۳۸/۰ | ۳۵/۱ | ۶۸/۱ |
| pH | ۵۲/۰ | ۱۵/۰ | ۰۸/۰ |
| اکسیژن محلول | ۱۸/۰ | ۸۲/۰ | ۱۲/۰ |
| هدایت الکتریکی | ۷۵/۴ | ۰۸/۱۲ | ۰۳/۲ |
| ازت نیترونی | ۹۶/۰ | ۳۱/۰ | ۹۸/۰ |
| ازت نیتراتی | ۰۳/۰ | ۲۱/۰ | ۱۲/۰ |
| ازت آمونیمی | ۱۲/۰ | ۵۳/۰ | ۲۶/۰ |
| ازت کل | ۲۸/۰ | ۱۱/۱ | ۰۴/۰ |
| فسفر معدنی | ۱۷/۰ | ۳۴/۰ | ۱۹/۰ |
| فسفر آلی | ۵۲/۰ | ۶۱/۰ | ۱۷/۰ |
| سیلیس محلول | ۴۰/۰ | ۴۳/۰ | ۱۹/۰ |
| درصد ها (۱۰۰) | ۰۷/۷۷ | ۱۳/۷۰ | ۸/۶۰ |

*DFs – Discriminant Functions

جدول ۳-۴۵ نشان داد، مجموع میزان مشارکت تمامی هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) برابر ۹۶/۸ درصد از اصل گروه بطور صحیح و درست نمونه برداری انجام یافته است. نتایج طبقه بندی نشان میدهد که هر سه تابع در هشت نیم خط عمود بر ساحل از تاثیر پذیری بالاتری برخوردارند. در فصول بهار، پاییز و زمستان و در تمامی هشت نیم خط، درصد صحت نمونه برداری هر یک از فصول ۱۰۰ درصد و بطور صحیح از همان فصل در نیم خط ها صورت پذیرفته است. ولی در فصل تابستان بعلت تغییرات دمایی و افت شدید آن و تشکیل لایه ترموکلاين درصد صحت نمونه برداری آن با مشارکت فصل پاییز به ۸۷/۵ درصد و بطور صحیح از همان فصل در نیم خط ها صورت پذیرفته است.

جدول ۳-۴۵: نتایج طبقه بندی زمانی MDA ایستگاههای ۵۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)**

| فصول * | 1 | 2 | 3 | 4 | درصد صحت نمونه |
|--------|------|------|------|------|----------------|
| 1 | ۸ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۰۰ |
| 2 | ۰ | ۷ | ۱ | ۰ | ۸۷/۵ |
| 3 | ۰ | ۰ | ۸ | ۰ | ۱۰۰ |
| 4 | ۰ | ۰ | ۰ | ۷ | ۱۰۰ |
| | ۸(۰) | ۷(۱) | ۸(۰) | ۷(۰) | ۹۶/۸ |

* ۹۶/۸% of original grouped cases correctly classified as samples.

** Multivariate Discriminant Analysis

*** ایستگاههای به عمق ۱۰۰ متر هشت نیم خط (طبقه بندی زمانی)**

در ایستگاههای به عمق ۱۰۰ متر هشت نیم خط، تعداد ۲۰۸۰ از داده پارامترهای فیزیکیوشیمیایی آب طی چهار فصل با استفاده از آزمایشات آنالیز متمایز در طبقه بندی زمانی (فصول) لحاظ گردید. جدول ۳-۴۶، تعداد ۳ تابع متمایز (DFs) از یکدیگر در هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) را نشان میدهد. سه تابع متمایز و موثر مجموعاً بوسیله ۱۰۰ درصد از واریانس بین هشت نیم خط مطابق جدول فوق تشریح گردید. تابع اول برابر ۵۸/۷۶ درصد از کل واریانس طبقه بندی زمانی را بخود اختصاص داده و نیز توابع دوم و سوم طبق جدول فوق به ترتیب برابر ۲۷/۱۸ و ۱۴/۰۶ درصد واریانس فصلی شرح گردید.

جدول ۳-۴۶: تغییرات زمانی مقدار ویژه برای توابع DFs* ایستگاههای ۱۰۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| توابع | مقدار ویژه | درصد واریانس ها | مجموع درصد واریانس ها |
|-------|------------|-----------------|-----------------------|
| ۱ | 454/8 | ۶7/58 | ۶7/58 |
| ۲ | 911/3 | 18/27 | 94/85 |
| ۳ | 023/2 | ۶0/14 | 100 |

*DFs – Discriminant Functions

آزمایشات آماری جدول ۳-۴۷ نشان داد که سه تابع اعلام شده از پارامترهای کیفی آب در هشت نیم خط (آستارا تا ترکمن) که از سطح اطمینان بالاتری برخوردارند. جدول فوق نشان داد، فصول نمونه برداری نسبت بهم رابطه معنی داری را دارند ($P < 0/01$).

جدول ۳-۴۷: تغییرات زمانی با آزمایش Wilks' Lambda برای توابع DFs* ایستگاههای ۱۰۰ متری هشت نیم خط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| Significant | Chi-square | Wilks' Lambda | Test of Function(s) |
|-------------|------------|---------------|---------------------|
| 000/0 | 769/108 | 007/0 | ۱ تا ۳ |
| 000/0 | 348/59 | 067/0 | ۲ تا ۳ |
| 007/0 | 334/24 | 331/0 | ۳ |

*DFs – Discriminant Functions

جدول ۳-۴۸، مشارکت نسبی هر یک پارامترها را نسبت بهم نشان میدهد. مشارکت تابع ۱ به ضریب همبستگی بسیار بالای مثبت پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامتر دمای آب بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را در مقایسه با ۱۱ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۱ برای پارامتر دمای آب با اثر پذیری برابر ۱/۰۳ بوده که واریانس آن ۵۸/۷۶ درصد از ۱۰۰ درصد کل واریانس ها بر میزان مشارکت پارامتر در تابع یاد شده دلالت دارد. مشارکت تابع ۲ نیز به ضریب همبستگی بسیار بالای مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای شوری، ازت نیترونی، ازت کل، فسفر معدنی و فسفر آلی بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را نسبت به یکدیگر در مقایسه با ۷ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۲ برای پارامترهای شوری، ازت نیترونی، ازت کل، فسفر معدنی و فسفر آلی به ترتیب برابر ۲/۰۳، ۰/۵۳، ۰/۴۸، ۰/۴۶ و ۰/۶۸- بوده که واریانس آن ۲۷/۱۹ درصد از کل واریانس ها بر میزان مشارکت هر یک از پارامترها در تابع یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس پارامترهای تابع ۲ با حدود ۳۲ درصد کمتر از مشارکت تابع ۱ بوده که نشان از مشارکت بسیار بالای تابع ۱ و تسلط آن بر دیگر تابع ها است. مشارکت تابع ۳ به ضریب همبستگی بسیار بالای مثبت و منفی پارامترهای آن ارتباط دارد. این تابع شامل پارامترهای هدایت الکتریکی و ازت آمونیومی بوده که نفوذ پذیری و مشارکت بیشتری را در مقایسه با ۱۰ پارامتر دیگر این گروه دارا است. ضریب استاندارد کانونیکال تابع ۳ برای پارامتر هدایت الکتریکی و ازت آمونیومی با اثر پذیری برابر ۲/۳۶ و ۰/۴۳ بوده که واریانس آن ۱۴/۰۶ درصد از ۱۰۰ درصد کل واریانس ها بر میزان مشارکت پارامتر در تابع یاد شده دلالت دارد. میزان مشارکت درصدی واریانس پارامترهای تابع ۳ به ترتیب با حدود ۴۵ و ۱۳ درصد کمتر از مشارکت تابع ۱ و ۲ بوده که نشان از مشارکت بسیار بالای تابع ۱ و تسلط آن بر دیگر تابع هاست.

جدول ۴۸-۳: تغییرات زمانی ضرایب استاندارد شده کانونیکال (Canonical) برای توابع DFs*
ایستگاههای ۱۰۰ متری هشت نیم حط در منطقه جنوبی دریای خزر- چهار فصل (۱۳۸۹)

| توابع آماری | F-1 | F-2 | ۳F- |
|----------------|-------|-------|-----------|
| | | | پارامترها |
| دمای آب | ۳۰/۱ | ۲۰/۰ | ۳۵/۰ |
| شوری | ۳۶/۰ | ۳۰/۲ | ۷۰/-۲ |
| pH | ۲۳/-۰ | ۶۳/۰ | ۱۳/۰ |
| اکسیژن محلول | ۰۵/-۰ | ۱۵/۰ | ۴۳/۰ |
| هدایت الکتریکی | ۳۴/-۰ | ۸۰/-۱ | ۶۳/۲ |
| ازت نیترونی | ۳۷/۰ | ۵۳/۰ | ۸۰/-۰ |
| ازت نیتراتی | ۵۰/-۰ | ۱۳/-۰ | ۳۲/-۰ |
| ازت آمونیومی | ۳۳/-۰ | ۱۳/-۰ | ۳۴/۰ |
| ازت کل | ۱۰/۰ | ۴۸/۰ | ۴۷/۰ |
| فسفر معدنی | ۰۱/-۰ | ۴۶/-۰ | ۳۲/-۰ |
| فسفر آلی | ۲۱/-۰ | ۸۶/-۰ | ۰۶/۰ |
| سیلیس محلول | ۹۱/۰ | ۰۸/-۰ | ۲۳/۰ |
| درصد ها (۱۰۰) | ۶۷/۵۸ | ۹۱/۲۷ | ۶۰/۱۴ |

*DFs – Discriminant Functions

جدول ۴۹-۳ نشان داد، مجموع میزان مشارکت نیم خط های آستارا تا ترکمن برابر ۹۶/۸ درصد از اصل گروه بطور صحیح و درست نمونه برداری انجام یافته است. نتایج طبقه بندی نشان میدهد که دو تابع اول در هشت نیم خط از تاثیر پذیری بالاتری برخوردارند. در فصول بهار، پاییز و زمستان و در تمامی نیم خط ها، درصد صحت نمونه برداری هر یک از فصول ۱۰۰ درصد و بطور صحیح از همان فصل در نیم خط ها صورت پذیرفته است. ولی در فصل تابستان بعلت تغییرات دمایی و افت شدید آن و تشکیل لایه ترموکلاین درصد صحت نمونه برداری آن با مشارکت فصل پاییز به ۸۷/۵ درصد و بطور صحیح از همان فصل در نیم خط ها صورت پذیرفته است.

جدول ۴۹-۳: نتایج طبقه بندی زمانی MDA** ایستگاههای ۱۰۰ متری
هشت نیم حط در چهار فصل - منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| فصول* | 1 | 2 | 3 | 4 | درصد صحت نمونه |
|-------|------|------|------|------|----------------|
| 1 | ۸ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۰۰ |
| 2 | ۰ | ۷ | ۱ | ۰ | ۸۷/۵ |
| 3 | ۰ | ۰ | ۸ | ۰ | ۱۰۰ |
| 4 | ۰ | ۰ | ۰ | ۷ | ۱۰۰ |
| | ۸(۰) | ۷(۱) | ۸(۰) | ۷(۰) | ۹۶/۸ |

* ۹۶/۸% of original grouped cases correctly classified as samples.

** Multivariate Discriminant Analysis

۴-۳- بررسی آماری به روش پیرسون

همبستگی آماری پیرسون از داده های فیزیکوشیمیایی آب دریای خزر طی چهار فصل مطابق جدول ۵۰-۳ نشان میدهد، داده پارامترهای شوری، اکسیژن محلول، دمای آب، EC با مواد مغذی نظیر ازت نیترونی، ازت نیتراتی و ازت آمونیومی، همچنین پارامتر اسیدیته آب (pH) با مواد مغذی هابی نظیر ازت کل، فسفر معدنی و فسفر کل، متغیر سیلیس محلول با پارامترهای ازت آمونیم، EC، شوری و ازت نیترونی، متغیر ازت آمونیم با ازت های نیترونی و نیتراتی، متغیر اکسیژن محلول با ازت کل، فسفر کل، دمای آب دریا، پارامتر فسفر معدنی با فسفر کل و سیلیس محلول، متغیر فسفر آلی با فسفر کل، پارامتر هدایت الکتریکی با دمای آب، شوری و فسفر معدنی، پارامتر شوری با ازت کل و فسفر معدنی، و در خاتمه متغیر ازت نیترونی با ازت نیتراتی همگی دارای همبستگی بسیار قوی ($p < 0.01$) هستند.

آزمون همبستگی جدول ۵۰-۳ نشان داد، متغیر اکسیژن محلول با هدایت الکتریکی، فسفر آلی (DOP) و اکسیژن محلول، پارامتر دمای آب با متغیرهای شوری و ازت کل، فاکتور pH با پارامتر ازت آمونیمی، متغیر هدایت الکتریکی با پارامتر فسفر کل، متغیر ازت آمونیمی با پارامتر یون فسفر معدنی، متغیر ازت نیترونی با پارامتر ازت کل که همگی دارای همبستگی قوی ($p < 0.05$) هستند. درضمن طبق جدول فوق بین تمامی پارامتر سیلیس محلول با متغیرهای ازت کل، فسفر کل، فسفر آلی، ازت نیتراتی، pH و دمای آب، پارامترهای فسفر آلی و کل با متغیرهای دمای آب، شوری، EC، ازت نیترونی و نیتراتی، ازت آمونیمی و ازت کل، پارامتر فسفر آلی با متغیرهای pH و فسفر معدنی، پارامتر ازت کل با متغیرهای ازت آمونیمی و ازت نیتراتی، پارامتر pH با متغیرهای DO، EC، دمای آب، شوری، ازت نیتراتی و نیترونی، پارامتر اکسیژن محلول با متغیر شوری هیچ گونه رابطه معنی داری وجود ندارد.

جدول ۵۰-۳: ماتریکس ضریب همبستگی پیرسون پارامترهای کیفی آب هشت نیم خط (ایستگاههای ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری در چهار فصل) منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| یون سیلیس | فسفر کل | فسفر آلی | فسفر معدنی | ازت کل | یون آمونیم | ازت نیتراتی | ازت نیتریتی | EC | DO | pH | شوری | دمای آب | | |
|-----------|---------|----------|------------|--------|------------|-------------|-------------|--------|-------|--------|--------|---------|--------------|----|
| | | | | | | | | | | | | ۱ | دمای آب | |
| | | | | | | | | | | | ۱ | *17/0 | شوری | |
| | | | | | | | | | | ۱ | ۱۴/۰ | ۰۳/۰ | pH | |
| | | | | | | | | | ۱ | ۰۳/۰ | ۲۱/۰ | - | DO | |
| | | | | | | | | | ۱ | *19/۰ | ۰۹/۰ | *91/0 | *23/0 | EC |
| | | | | | | | ۱ | - | *26/0 | ۰۶/۰ | - | - | ازت نیتریتی | |
| | | | | | | | | ۶**4/0 | | | *39/0 | ۷**2/0 | | |
| | | | | | | ۱ | | - | *39/0 | ۰۴/۰ | - | - | ازت نیتراتی | |
| | | | | | | | | ۹**2/0 | | | *31/0 | *36/0 | | |
| | | | | | ۱ | ۳**3/0 | ۴**4/0 | - | *37/0 | *19/۰ | - | - | ازت آمونیومی | |
| | | | | | | | | *35/0 | | | *33/0 | *22/0 | | |
| | | | | ۱ | ۱۱/۰ | ۲۰/۰ | *18/0 | ۰۱/۰ | *38/0 | *21/0 | ۳**2/0 | *19/۰ | ازت کل | |
| | | | | ۱ | ۵۱/۰ | ۹*1/0 | ۱۰/۰ | ۸۰/۰ | - | ۵۰/۰ | - | - | فسفر معدنی | |
| | | | | | | | | *27/0 | | ۱**2/0 | *31/0 | ۳۰/۰ | | |
| | | | ۱ | ۰۹/۰ | ۱۵/۰ | ۲۰/۰ | ۲۰/۰ | ۳۱/۰ | ۵۰/۰ | *19/0 | ۶۱/۰ | ۰۴/۰ | فسفر آلی | |
| | | | | | | | | | | | | ۱۱/۰ | | |
| | ۱ | | *91/0 | ۲**3/0 | ۰۸/۰ | ۰۹/۰ | ۲۰/۰ | ۱۵/۰ | ۶۱/۰ | ۱**2/0 | - | ۱۳/۰ | فسفر کل | |
| | | | | | | | | | | | *23/0 | ۲۱/۰ | | |
| ۱ | ۰۷/۰ | ۶۰/۰ | *31/0 | ۱۱/۰ | *21/0 | ۵۱/۰ | *24/0 | - | *16/0 | ۰۷/۰ | - | ۰۱/۰ | سیلیس محلول | |
| | | | | | | | | *40/0 | | | *32/0 | | | |

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

بررسی آماری شفافیت آب در نیم خط های مختلف نشان داد، نیم خط های سطحی ۵ متری با نیم خط های ۱۰ متری، نیم خط های سطحی ۲۰ متری با نیم خط های سطحی ۵۰ و ۱۰۰ متری سطحی در نیم خط های مختلف همگی نسبت بهم رابطه معنی دار داشته و نیز دارای همبستگی بسیار قوی و مثبت ($p < 0.01$) بوده است. همچنین همبستگی آماری شفافیت آب نشان داد، نیم خط های سطحی ۵ و ۱۰ متری با نیم خط های سطحی ۲۰ و ۵۰ متری و همچنین نیم خط های سطحی ۵۰ متری با نیم خط های ۱۰۰ متری سطحی در نیم خط های مختلف همگی نسبت بهم رابطه معنی دار داشته و نیز دارای همبستگی قوی و مثبت ($p < 0.05$) بوده است (جدول ۵۱-۳). بررسی آماری شفافیت آب در فصول مختلف نشان داد که تمامی فصول نسبت به هم و همگی دارای رابطه معنی دار با یکدیگر و نیز دارای همبستگی بسیار قوی و مثبت ($p < 0.01$) بوده است.

جدول ۳-۵۱: ماتریکس ضریب همبستگی پیرسون شفافیت آب (نیم خط های سطحی ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری در چهار فصل) منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۹)

| نیم خط های سطحی | 5 | 10 | 20 | 50 | ۱۰۰ |
|-----------------|--------|-------|--------|-------|-----|
| 5 | 1 | | | | |
| 10 | **55/0 | 1 | | | |
| 20 | *44/0 | *45/0 | 1 | | |
| 50 | *43/0 | *36/0 | **71/0 | 1 | |
| 100 | 11/0 | 10/0 | **47/0 | *67/0 | 1 |

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

۴- بحث و نتیجه گیری

تحلیل پارامترهای کیفی آب از ساحل تا عمق ۱۰۰ متر منطقه جنوبی دریای خزر و تغییرات آن نسبت به گذشته به یاری مدل های آماری آنالیز فاکتورها (MFA) و آنالیز متمایز (MDA) به شرح زیر پرداخته شده است.

۴-۱- تحلیل پارامترهای آنالیز فاکتورها (MFA)

در بررسی داده ها، ابتداء با استفاده از روش آماری منجر به کاهش داده ها در آنالیز فاکتورها MFA (Multivariate-Factor Analysis) که به شش فاکتور در تقسیم بندی کلی و براساس مقدار واریانس هر فاکتور ارزش گذاری شد بدین شرح تحلیل آنها صورت گرفت.

* تجزیه و تحلیل شوری و هدایت الکتریکی (فاکتور ۱)

در تقسیم بندی آنالیز فاکتور ها (MFA)، پارامترهای مربوط به فاکتور ۱ (شوری و EC) همگی دارای بار بسیار مثبت و ارزیابی آماری آنها خیلی عالی بوده است (جدول ۲-۳).

نتایج تحقیقات اخیر نشان داد، شوری از سطح به عمق عمده تا افزایش داشته ولی در برخی موارد این تغییرات کم بوده و احتمالاً بواسطه بارندگی فصلی و اثر ورودی رودخانه ها در سطح سواحل و نفوذ آن به عمق بوده است. طبقه بندی عمودی آب بر اساس شوری و اختلاط لایه های آبی در دریای خزر صورت می پذیرد (Tuzhilkin and Kosarev, 2005a; Tuzhilkin et al., 2005b; Fedorov, 1983; Dumont, 1998). یکی از علل احتمال افزایش شوری در عمق از تاثیر آبهای رودخانه ای و نزولات جوی به لایه های زیرین و دانسیته آب و کاهش دما در اعماق نسبت می دهند (Chester, 1990; Riley and Skirrow, 1976). در تحقیق حاضر، حداکثر غلظت شوری در لایه های نوری و غیر نوری به ترتیب $13/16$ ppt و $14/21$ مشاهده شد که مقایسه آن با مطالعه سال ۱۳۸۸، ($13/82$ و $13/97$) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) با کاهش (۵ درصد) و افزایش (حدود ۲ درصد) و نیز با داده های سال ۱۳۸۷، ($13/64$ ppt و $14/20$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) در لایه نوری (حدود ۴ درصد) کاهش و در لایه غیر نوری برابر بود. در این تحقیقات، میانگین شوری آب در لایه نوری برابر $16/31 \pm 0/31$ بوده که مقایسه آن با میانگین داده های شوری سطحی سال های ۱۳۷۵ ($12/60 \pm 0/02$ ppt) و $1383-84$ ppt ($12/46 \pm 0/71$) (Nasrollahzadeh, 2008) به ترتیب برابر ۲۲ و ۲۱ درصد کاهش داشته و نیز میانگین شوری داده های سال ۱۳۸۷ ($12/26 \pm 0/62$ ppt) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) و داده های شوری ۱۳۸۸ ($11/37 \pm 0/16$ ppt) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب با کاهش برابر ۱۹ و ۱۰ درصد مشاهده شد. در این مطالعه، تغییرات غلظت شوری آب در منطقه غرب دارای نوسانات بیشتر و عموماً از غرب به شرق افزایش مشابه نتایج داده های سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) را بطور نسبی نشان داد. در ضمن نتایج تحقیق اخیر نشان داد، شوری از فصل بهار به تابستان روند کامل افزایشی داشته سپس و در فصل پاییز

در مقایسه با دیگر فصول بطور محسوس کاهش یافته و در فصل زمستان با گسترش دامنه نوسانات غلظت شوری از افزایش قابل ملاحظه ای برخوردار بود. بررسی آماری بروش پیرسون نشان داد، مقایسه شوری در اعماق ۵ تا ۱۰۰ متر مطالعه حاضر با داده های مشابه در دوره های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) دارای اختلاف معنی داری نبود ($P > 0/05$).

در تحقیق حاضر، حداکثر مقدار EC در لایه های نوری و غیر نوری به ترتیب ۱۸/۷۲ و ۲۰/۱۴ میلی زیمنس بر سانتی متر بوده که مقایسه آن با داده های لایه نوری مطالعه سال ۱۳۸۸، (۱۸/۸۶ و ۱۹/۳۵ ms/cm) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب کاهشی حدود ۱ و افزایش ۴ درصدی داشته و در تحقیق سال ۱۳۸۷، (۱۹/۴۶ ms/cm) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) به ترتیب حدود ۴ و کمتر از ۱ درصد با کاهش و افزایش روبرو بوده است. در این تحقیقات، میانگین مقدار EC آب در لایه نوری برابر $18 \pm 0/15$ ppt بوده که مقایسه آن با میانگین داده های مقدار EC تحقیقات سال ۱۳۸۷ (۱۷/۴۸ $\pm 0/24$ ms/cm) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) و داده های سال ۱۳۸۸، (۱۶/۸۶ $\pm 0/15$ ms/cm) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب حدود ۱۶ و ۱۲ درصد کاهش داشته است. در این مطالعه، میانگین مقدار EC آب در لایه غیر نوری برابر $15/46 \pm 0/27$ میلی زیمنس بر سانتی متر بوده که مقایسه آن با میانگین داده های لایه غیر نوری تحقیقات سال ۱۳۸۷ (۱۷/۷۶ $\pm 0/16$ ms/cm) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) و داده های سال ۱۳۸۸، (۱۶/۸۷ $\pm 0/24$ ms/cm) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب حدود ۱۵ و ۹ درصد کاهش داشته است. بطور کلی، میانگین سالانه هدایت الکتریکی لایه نوری در مطالعه حاضر برابر $15/26$ میلی زیمنس بر سانتیمتر بوده که در مقایسه با داده های مشابه ۸۷ و ۸۸ (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) با حدود ۱۱ و ۱۶ درصد با کاهش روبرو بوده است. نتیجه اینکه، مقدار هدایت الکتریکی لایه های نوری و غیر نوری مطالعه اخیر با دو دوره (سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸) در منطقه جنوبی دریای خزر روند کاهشی را نشان داده است. بررسی آماری بروش پیرسون نشان داد، مقایسه هدایت الکتریکی اعماق ۵ تا ۱۰۰ متر مطالعه حاضر با داده مشابه دوره های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) دارای اختلاف معنی داری نبوده است ($P > 0/05$). ماتریکس آماری پارامترهای فاکتور ۱ نشان داد، برای پارامترهای هدایت الکتریکی و شوری بین فصول مختلف اختلاف معنی دار و دارای همبستگی بسیار قوی ($P < 0/01$) مشاهده گردید.

* تجزیه و تحلیل فسفر کل و فسفر آلی (فاکتور ۲)

در بررسی آماری آنالیز فاکتور ها (MFA)، پارامترهای فسفر کل و فسفر آلی (فاکتور ۲) همگی دارای بار بسیار مثبت و خیلی عالی ارزیابی گردیدند. این فاکتور برابر ۱۴/۴۰ درصد از ۸۰/۴۸ درصد کل واریانس ها و دارای رتبه دوم درصدها بوده و اختلاف آن با فاکتور ۱ بیش از ۷ درصد مشاهده گردید (جدول ۲-۳). در این فاکتور نسبت امتیازگیری منفی به مثبت در بهار بیشتر بوده ولی در تابستان این نسبت معکوس مشاهده شد. اختلاف امتیاز

در بهار و تابستان حاکی از افزایش مصرف احتمالی پارامترهای DOP و TP از سطح به عمق در برخی از نیم خط ها بطور نسبی بوده است. نسبت امتیاز منفی به مثبت در پاییز بالا بوده ولی در زمستان با تغییرات در امتیاز منفی، موازنه آن تغییر داشته است. این اختلاف امتیاز با افزایش پارامتر مثبت در فصل زمستان حاکی از عدم مصرف پارامترهای DOP و TP و افزایش غلظت آنها از سطح به عمق بطور نسبی بوده است (شکل ۷-۳). در نتیجه، افزایش امتیاز مثبت (کمی و کیفی) در اکثر ایستگاههای نمونه برداری در فصول تابستان و زمستان حاکی از افزایش نسبی غلظت DOP و TP و نیز روند داده ها در فاکتور مشهود بوده است. فسفر به اشکال مختلف در لایه های آبی دریا وجود دارد که غلظت فسفر در آب دریا از دامنه صفر تا ۲/۲ میکرومولار در نوسان بوده و دارای دو فرم محلول و چسبیده ذرات معلق می باشد (Kennish, 2001). جذب و تبدیل فسفر معدنی به آلی حتی در تاریکی نیز در گیاهان بوقوع می پیوندد. سرعت رشد اکثر گونه های فیتوپلانکتونی به غلظت ترکیبات فسفر معدنی با بیش از ۰/۳ میکرومولار بستگی داشته و در غلظت کمتر از آن سلول ها با کمبود فسفر مواجه میگردند و پس از مرگ فیتوپلانکتون، فسفر آلی بسرعت به فسفر معدنی تبدیل شده لذا میزان فسفر در بین فصول و حتی ساعات شبانه روز متفاوت می باشد (Millero, 2006). در تحقیق حاضر، حداکثر غلظت فسفر آلی در لایه های نوری و غیر نوری به ترتیب ۱/۲۳ و ۱/۷۲ میکرومولار مشاهده شد که مقایسه آن با مطالعه سال ۱۳۸۸، (۱/۹۸ μM) و (۲/۳۳) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب با کاهش حدود ۲۲ و ۳۴ درصد روبرو بوده و نیز با داده های سال ۱۳۸۷، (۰/۹۸ μM و ۱/۹۲) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) حدود ۴۰ و ۱۲ درصد افزایش روبرو بود. میانگین غلظت فسفر آلی در لایه نوری برابر 0.02 ± 0.051 میکرومولار بوده که مقایسه آن با میانگین داده های غلظت فسفر آلی در تحقیقات سال ۱۳۸۷ (0.02 ± 0.054) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) و داده های سال ۱۳۸۸، (μM) 0.03 ± 0.060 (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب حدود ۶ و ۱۸ درصد کاهش داشته است. در این مطالعه، میانگین غلظت فسفر آلی در لایه غیر نوری برابر 0.03 ± 0.052 میکرومولار بوده که مقایسه آن با میانگین داده های لایه غیر نوری تحقیقات سال ۱۳۸۷ (0.03 ± 0.057) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) و داده های سال ۱۳۸۸، (μM) 0.04 ± 0.064 (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب حدود ۱۰ و ۲۳ درصد کاهش داشته است. نتیجه اینکه، غلظت فسفر آلی لایه های نوری و غیر نوری مطالعه اخیر با دو دوره (سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸) در منطقه جنوبی دریای خزر روند کاهشی را نشان داده است. بررسی آماری بروش پیرسون نشان داد، غلظت فسفر کل در مطالعه حاضر در اعماق ۵ تا ۱۰۰ متر در مقایسه با داده های مشابه در دوره های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) دارای اختلاف معنی داری نبوده است ($P > 0.05$).

در تحقیق حاضر، حداکثر غلظت فسفر کل در لایه های نوری و غیر نوری به ترتیب ۱/۷۲ و ۲/۲۲ میکرومولار مشاهده شد که مقایسه آن با مطالعه سال ۱۳۸۸، (2.49 و $2.16 \mu\text{M}$) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب با کاهش حدود ۲۵ و ۱۲ درصد روبرو بوده و نیز با داده های سال ۱۳۸۷، (1.20 و $1.92 \mu\text{M}$) (واحدی و

همکاران، ۱۳۸۹) در منطقه نوری و غیر نوری به ترتیب حدود ۳۰ و ۱۴ درصد افزایش داشته است. در مطالعه اخیر، میانگین غلظت فسفر کل در لایه نوری برابر 0.02 ± 0.0083 میکرو مولار بوده که مقایسه آن با میانگین داده های غلظت فسفر کل در تحقیقات سال ۱۳۸۷ (0.01 ± 0.0075 μM) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) حدود ۹ درصد افزایش و نیز با داده های سال ۱۳۸۸ (0.03 ± 0.0083 μM) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) برابر بوده است. میانگین غلظت فسفر کل این مطالعه در لایه غیر نوری برابر 0.03 ± 0.0085 میکرومولار بوده که مقایسه آن با داده های لایه غیر نوری تحقیقات سال ۱۳۸۷ (0.03 ± 0.0078 μM) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) حدود ۸ درصد افزایش و نیز داده های سال ۱۳۸۸ (0.04 ± 0.0086 μM) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) بیش از ۱ درصد درصد کاهش داشته است. بیشترین و کمترین مقدار غلظت فسفر کل و آلی به ترتیب در فصل بهار و پاییز مشاهده شد. مقایسه آنها با داده های پاییز ۱۳۸۷ (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) دارای بیشترین مقدار بوده که کاملا متفاوت است لذا احتمالا حاکی از عدم رشد و نمو مناسب فیتوپلانکتون ها در این فصل را نشان می دهد. در نتیجه، غلظت فسفر کل لایه های نوری و غیر نوری مطالعه اخیر با دو دوره (سال های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸) در منطقه جنوبی دریای خزر با روند فرود و صعود فراوانی مواجهه بود. بررسی آماری بروش پیرسون نشان داد، غلظت فسفر آلی در مطالعه حاضر در اعماق ۵ تا ۱۰۰ متر در مقایسه با داده های مشابه در دوره های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) دارای اختلاف معنی داری نبوده است ($P > 0.05$). همبستگی آماری پارامترهای فاکتور ۲ نشان داد، برای پارامترهای فسفر کل و آلی بین فصول مختلف اختلاف معنی دار و دارای همبستگی بسیار قوی مشاهده گردید ($P < 0.01$).

* تجزیه و تحلیل دمای آب، اکسیژن محلول و ازت نیتراتی (فاکتور ۳)

در بررسی آماری آنالیز فاکتور ها (MFA)، پارامترهای دمای آب، اکسیژن محلول و ازت نیتراتی (فاکتور ۳) همگی دارای بار مثبت و منفی زیاد خیلی عالی ارزیابی گردیدند (جدول ۲-۳). این فاکتور برابر $13/78$ درصد از $80/48$ درصد کل واریانس ها و دارای رتبه سوم درصدها بوده و اختلاف آن با فاکتور ۱ و ۲ به ترتیب کمتر از ۸ و ۱ درصد مشاهده گردید. در این فاکتور، نسبت امتیاز منفی به مثبت در بهار حدودا برابر بوده ولی در تابستان امتیاز کاملا منفی مشاهده گردید. این اختلاف امتیاز در فصول بهار و تابستان حاکی از افزایش دمای آب در تمامی سطوح و لایه ها و نیز مصرف بیشتر DO و مواد مغذی (ازت نیتراتی) از سطح به عمق در چرخه اکوسیستم بوده و در فصل پاییز نسبت بار منفی به مثبت پارامترها ۲ برابر ولی در زمستان این حالت کاملا مثبت بوده و احتمالا بواسطه کاهش بیش از یک سوم دمای آب در پاییز و همسویی آن با افزایش غلظت DO در زمستان نیز مواجهه شده است. در نتیجه، امتیاز تابستان و زمستان آن به ترتیب کاملا منفی و مثبت و نیز در برقراری تعادل نسبی در فصول بهار و پاییز حاکی جایگاه و نفش کلیدی دمای آب در این فاکتور محسوب می گردد (شکل ۳-۱۲).

در تحقیق حاضر، حداکثر دمای آب در لایه های نوری و غیر نوری به ترتیب $۳۲/۳۶$ و $۱۱/۵۰$ درجه سانتی گراد مشاهده شد که مقایسه آن با مطالعه سال ۱۳۸۸ ، ($۲۷/۲۸$ و $۱۹/۵۰$ °C) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب با افزایش و کاهش حدود ۱۶ و ۷۰ درصد روبرو بوده و نیز با داده های سال ۱۳۸۷ ، ($۲۹/۲۰$ و ۱۷) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) در منطقه نوری و غیر نوری به ترتیب با افزایش و کاهش حدود ۱۰ و ۵ درصد روبرو بوده است. در تحقیقات اخیر، میانگین دمای آب در لایه نوری برابر $۱/۲۱ \pm ۱۸/۲۸$ درجه سلسیوس بوده که مقایسه آن با میانگین داده های دمای آب در تحقیقات سال ۱۳۸۷ ($۱/۰۸ \pm ۱۸/۲۴$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) کمتر از ۱ درصد افزایش، با داده های سال ۱۳۸۸ ($۱/۰۳ \pm ۱۹/۵۳$) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) حدود ۷ درصد کاهش و نیز میانگین دمای سطحی سال های ۱۳۷۵ ($۰/۴۵ \pm ۱۹/۹۰$) و $۱۳۸۳-۸۴$ ($۰/۲۶ \pm ۱۹/۳۰$) (Nasrollahzadeh, 2008) به ترتیب حدود ۹ و ۵ درصد کاهش داشته است. همچنین میانگین دمای آب این مطالعه در لایه غیر نوری برابر $۰/۱۶ \pm ۹/۶۲$ درجه سانتی گراد بوده که مقایسه آن با میانگین داده های لایه غیر نوری تحقیقات سال ۱۳۸۷ ($۰/۱۸ \pm ۹/۴۸$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) حدود ۱ درصد افزایش و با داده های سال ۱۳۸۸ ($۰/۴۳ \pm ۱۱/۲۹$) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) بیش از ۱۷ درصد کاهش داشته است. تغییرات دمایی مطالعه اخیر نشان داد، مقدار گرمای آن در لایه نوری طی ۳ فصل بهار، پاییز و زمستان از مناطق غرب به شرق روند افزایشی داشته ولی در فصل تابستان بیشترین مقدار دمای آب در منطقه میانی مشاهده که در مقایسه با افزایش گرمای آب در ۴ فصل از غرب به شرق داده های ۱۳۸۷ (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) کمی تفاوت مثبت داشته است و همچنین با داده های تحقیقات ۱۳۸۸ (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) در ۴ فصل روند افزایشی از غرب به شرق دارای تفاوت دمایی بوده و بخصوص این حالت در پاییز و زمستان کاملاً محسوس می باشد (جدول ۱-۴). روند تغییرات دمایی سالانه مطالعه اخیر طبق جدول ۱-۴، مقایسه با داده های سال های ۱۳۸۷ ، ۱۳۸۸ (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) و سال های $۸۵-۱۳۷۰$ (فضلی و همکاران، ۱۳۸۸) و همچنین اطلاعات دمایی مرکز ملی مطالعات و تحقیقات دریای خزر (قانقرمه و همکاران، ۱۳۸۸) با کمی افزایش روبرو بوده همخوانی دارد. دمای سالانه آب در لایه نوری به شیب منطقه مطالعه بستگی داشته بطوری که در شیب ملایم ناحیه شرقی (داده چهار فصل) دارای بالاترین میانگین در مطالعه حاضر ($۱۹/۳۱$ درجه سانتی گراد) و دیگر داده ها نظیر داده های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ ($۱۸/۹۵$ و $۱۸/۷۶$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) و همچنین در مقایسه با اطلاعات گذشته (فضلی، ۱۳۸۸)، قانقرمه و همکاران، ۱۳۸۸) مطابقت دارد. بررسی انجام شده نشان داد، اختلاف دمای آب در لایه نوری مناطق غرب، میانی و شرق (تابستان) از سطح به عمق به ترتیب برابر $۱۹/۳۰$ ، $۱۶/۳۵$ و ۷ درجه سانتیگراد بوده بنابراین، اختلاف کم و نزدیکی حداقل تا حداکثر دمای آب (۷ °C) منطقه شرقی در مقایسه با دو منطقه دیگر احتمالاً بواسطه آب برگشتی برج های خنک کننده نیروگاه نکاء به دریا سبب اختلاف دما گردیده لذا مجموعاً منطقه شرقی گرم تر از دو منطقه دیگر بوده است. لایه شکست دمایی (ترموکلاین) در اواسط فصل بهار بواسطه باد های قوی تشکیل

سپس با شروع فصل تابستان فرآیند ترموکلاین بطور منسجم و قوی تر شکل می گیرد. لذا با ترموکلاین های قوی، پایداری دریا بیشتر شده و انرژی بیشتری جهت مخلوط شدن گرما در مناطق عمیق تر امری لازم و ضروری است (مروتی، ۱۳۸۴).

جدول ۱-۴: مقایسه دامنه تغییرات دمای آب در سه دوره (نواحی غرب، میانی و شرق) در منطقه جنوبی دریای خزر- °C

| واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ | نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱ | مطالعه حاضر | فصول (نواحی) |
|-----------------------|-----------------------------|-------------|----------------------|
| ۱۵/۹ - ۱۷/۲ | ۱۴/۷ - ۱۹/۵ | ۱۶ - ۱۹/۱ | بهار (غرب تا شرق) |
| ۲۷/۱ - ۲۸/۴ | ۲۵/۴ - ۲۶/۸ | ۲۵/۶ - ۲۷ | تابستان (غرب تا شرق) |
| ۱۷/۱ - ۱۷/۹ | ۸/۶ - ۱۱/۲ | ۱۷/۷ - ۲۰/۵ | پاییز (غرب تا شرق) |
| ۱۰/۵ - ۱۲/۳ | ۱۸/۸ - ۱۷/۷ | ۸/۴ - ۱۰/۷ | زمستان (غرب تا شرق) |
| ۱۸/۳ | ۱۸/۸ | ۱۹/۳ | سالانه |

در این مطالعه، اکثریت ترموکلاین های قوی (حدوداً ۶۸ درصد) با دریافت انرژی بیشتر در نیم خط های آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن و ترکمن در لایه نوری که لایه حاصلخیز شیلاتی است بوقوع پیوست سپس در بخشی از مناطق میانی و شرقی به لایه غیر نوری (اعماق پایین) منتقل گردید. در فصل پاییز، گرمای دریافتی در لایه های آبی کمتر از گرمای از دست رفته است لذا فرآیند ترموکلاین بطور ضعیف تری شکل گرفته و به لایه غیر نوری نقل مکان نموده و سپس در فصل سرما ترموکلاین از بین می رود (مروتی، ۱۳۸۴؛ Zaker *et al.*, 2007; Tuzhiklin and Kosarev, 2004 and 2005a; ، این مطالعه نشان داد، تمامی فرآیند ترموکلاین در فصل پاییز در لایه های غیر نوری و با پائین رفتن آب های سطحی پایداری آن با شدت باد کمتر گردیده و در فصل زمستان لایه شکست دمایی (ترموکلاین) کاملاً حذف و محو میگردد. بنابراین، موارد یاد شده با تحقیقات حاضر در منطقه جنوبی دریای خزر کاملاً مطابقت دارد.

جدول ۲-۴: لایه، اعماق، دامنه دمایی و شکست دمایی در چهار دوره در منطقه جنوبی دریای خزر

| سال | لایه (متر) | اعماق (متر) | دامنه دمایی °C | اختلاف دمایی به ازای هر متر | مراجع |
|------|------------|-------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| ۱۳۷۵ | ۲۰-۵۰ | ۵-۱۰۰ | ۱۴-۲۰ | ۰/۴۷-۰/۶۷ | Nasrollahzadeh, 2008 |
| ۱۳۸۷ | ۲۰-۵۰ | ۵-۱۰۰ | ۱۳-۱۸ | ۰/۴۳-۰/۶۰ | واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ |
| ۱۳۸۸ | ۲۰-۵۰ | ۵-۱۰۰ | ۱۲-۱۵ | ۰/۴۰-۰/۵۰ | نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱ |
| ۱۳۸۹ | ۲۰-۵۰ | ۵-۱۰۰ | ۱۶-۲۰ | ۰/۵۳-۰/۶۷ | تحقیق حاضر |

بررسی دما در تحقیق حاضر نشان داد، دمای سطحی در فصل بهار افزایش داشته بطوریکه در لایه های مختلف دارای اختلاف دما از ۴ تا ۹ درجه سانتیگراد در نوسان بوده ولی این تفاوت دما سبب تشکیل لایه شکست دمایی (ترموکلاین) نگردید. در فصل تابستان، با افزایش دما از ۹ تا ۲۰ درجه سانتیگراد از سطح تا عمق ۱۰۰ متری لایه های زیرین سبب شکست دمایی (ترموکلاین) گردید. اختلاف دمایی در فصل تابستان این تحقیق در لایه های ۲۰ تا ۵۰ متری از ۱۶ تا ۲۰ درجه سانتیگراد در نوسان بود که در مقایسه با تحقیق ۱۳۷۵ (۲۰°C - ۱۴) (Nasrollahzadeh, 2008)، داده های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ (۱۸°C - ۱۳ و ۱۵°C - ۱۲) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) با حداکثر اختلاف دمایی آنها به ازای هر متر عمق به ترتیب صفر، ۱۰ و ۲۵ درصد بیشتر در نوسان بوده ولی حداقل آن به ترتیب ۱۱، ۱۹ و ۲۴ درصد بیشتر در نوسان بوده است (جدول ۲-۴). در این مطالعه، شکست دمایی (ترموکلاین) نیم خط های آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن و ترکمن در لایه نوری قرار دارد در مقایسه با مطالعه ۱۳۸۷ که در نیم خط های بابلسر، نوشهر، تنکابن و سفید رود (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) مشابهت دارد برای استفاده در امر صنعت آبرزی پروری دریائی پایداری مناسبی از نظر دمایی بعد از لایه ترموکلاین و استقرار قفس پرورش با توجه به تثبیت دما بواسطه دسترسی در فاصله کمتر به اعماق بیش از ۲۰ متر نسبت به مناطق دیگر ارجحیت دارند.

اکسیژن محلول از عوامل مهم در آب دریا محسوب و نیز پراکنش افقی و عمودی آن موازنه ای را با اتمسفر، دمای آب، فتوسنتز و فرآیندهای بیولوژیک و دینامیک آب برقرار می نماید (Chester, 1990). پراکنش اکسیژن محلول در عمق دریا نشان داد، میزان آن از سطح تا لایه فوتیک و عمق دارای تعادل عموماً دارای روند نزولی است و مصرف آن در منابع مختلف متفاوت است (Chester, 1990, Millero, 2006). در تحقیق حاضر، حداکثر غلظت اکسیژن محلول در لایه های نوری و غیر نوری به ترتیب ۷/۵۳ و ۶/۳۷ میلی لیتر برلیتر مشاهده شد که مقایسه آن با مطالعه سال ۱۳۸۸، (۸/۲۷ و ۸/۲۳ ml/l) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب با کاهش حدود ۱۰ و ۲۹ درصد روبرو بوده و نیز با داده های سال ۱۳۸۷، (۷/۱۰ و ۶/۷۶ ml/l) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) در منطقه نوری و غیر نوری به ترتیب با افزایش و کاهش حدود ۶ و ۶ درصد روبرو بوده است. در تحقیقات اخیر، میانگین غلظت اکسیژن محلول در لایه نوری برابر ۵/۱۶ ± ۰/۶۶ میلی لیتر برلیتر بوده که مقایسه آن با میانگین داده های غلظت اکسیژن محلول در تحقیقات سال ۱۳۸۷ (۵/۶۸ ± ۰/۱۱ ml/l) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) کمتر از ۱ درصد کاهش، با داده های سال ۱۳۸۸ (۵/۷۷ ± ۰/۱۹ ml/l) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) حدود ۲ درصد کاهش و نیز میانگین غلظت اکسیژن محلول سطحی سال های ۱۳۷۵ (۴/۵۰ ± ۰/۰۵ ml/l) و ۱۳۸۳-۸۴ (۴/۵۰ ± ۰/۰۵ ml/l) (Nasrollahzadeh, 2008) به ترتیب حدود ۲۲ و ۷ درصد افزایش داشته است. بطور کلی، غلظت سالانه اکسیژن محلول لایه نوری (نواحی غرب، میانی و شرق) در مطالعه حاضر برابر ۵/۶۸ میلی لیتر برلیتر بوده که در مقایسه با داده های مشابه ۸۷ و ۸۸ (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) (۵/۸۶ و ۵/۷۷) به ترتیب برابر و بیش از ۱ درصد افزایش داشته است. میانگین غلظت اکسیژن محلول این مطالعه

در لایه غیر نوری برابر 0.13 ± 0.04 میلی لیتر برلیتر بوده که مقایسه آن با میانگین داده های لایه غیر نوری تحقیقات سال ۱۳۸۷ (0.09 ± 0.05 ml/l) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) حدود ۱۱ درصد کاهش و با داده های سال ۱۳۸۸ (0.13 ± 0.04 ml/l) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) بیش از ۶ درصد کاهش داشته است. تغییرات غلظتی اکسیژن محلول در مطالعه اخیر نشان داد، مقدار غلظت آن در لایه نوری مناطق غرب به شرق روند کاهشی داشته که مقایسه آن با داده های ۱۳۸۷ در چهار فصل از غرب به شرق با افزایش کمی روبرو بوده (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) و همچنین با داده های تحقیقات ۱۳۸۸ در چهار فصل روند افزایش در غرب بیش از میانی و شرق بوده (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) دارای تفاوت غلظتی اکسیژن محلول در برخی از فصول بوده است. بررسی آماری بروش پیرسون نشان داد، اکسیژن محلول آب در مطالعه حاضر در اعماق ۵ تا ۱۰۰ متر در مقایسه با داده مشابه دوره های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۰) دارای اختلاف معنی دار و همبستگی بسیار قوی بوده است ($p < 0.01$).

در تحقیق حاضر، حداکثر غلظت ازت نیتراتی در لایه های نوری و غیر نوری به ترتیب ۵ و 5.19 میکرومولار مشاهده شد که مقایسه آن با مطالعه سال ۱۳۸۸، (5.61 و 5.87 μM) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب با کاهش حدود ۱۲ و ۱۳ درصد روبرو بوده و نیز با داده های سال ۱۳۸۷، (2.36 و 4.64 μM) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) در منطقه نوری و غیر نوری به ترتیب با افزایش حدود ۵۳ و ۱۱ درصد روبرو بوده است. در تحقیقات اخیر، میانگین غلظت ازت نیتراتی در لایه نوری برابر 0.19 ± 0.04 میکرومولار بوده که مقایسه آن با میانگین داده های غلظت ازت نیتراتی در تحقیقات سال ۱۳۸۷ (0.08 ± 0.01 μM) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) حدود ۵ درصد افزایش، با داده های سال ۱۳۸۸ (0.18 ± 0.05 μM) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) حدود ۸ درصد کاهش و نیز میانگین غلظت ازت نیتراتی سطحی سال های ۱۳۷۵ (0.04 ± 0.00 μM) و ۱۳۸۳-۸۴ (0.07 ± 0.01 μM) (Nasrollahzadeh, 2008) به ترتیب با افزایش و کاهش بیش از ۳۹ و ۳۳ درصد روبرو بوده است. بطور کلی، غلظت سالانه ازت نیتراتی لایه نوری (نواحی غرب، میانی و شرق) در مطالعه حاضر برابر 1.67 میکرومولار بوده که در مقایسه با داده های مشابه سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ (1.36 و 1.52 μM) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب حدود ۱۹ و ۹ درصد افزایش داشته است. میانگین غلظت ازت نیتراتی این مطالعه در لایه غیر نوری برابر 0.21 ± 0.01 میکرومولار بوده که مقایسه آن با میانگین داده های لایه غیر نوری تحقیقات سال ۱۳۸۷ (0.09 ± 0.01 μM) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) حدود ۱۰ درصد افزایش و با داده های سال ۱۳۸۸ (0.12 ± 0.05 μM) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) بیش از ۱۹ درصد افزایش داشته است. تغییرات غلظتی ازت نیتراتی در مطالعه اخیر نشان داد، مقدار آن در منطقه میانی بیش از مناطق غرب و شرق لایه نوری بوده که در مقایسه با داده های ۱۳۸۷ ازت نیتراتی در چهار فصل از غرب به شرق با کمی افزایش (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) متفاوت و همچنین با داده های تحقیقات ۱۳۸۸ در چهار فصل روند افزایش در منطقه میانی بیش از غرب و شرق بوده (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) دارای تفاوت غلظتی زیاد نبوده بلکه

نزدیک بهم مشاهده گردید. بررسی آماری بروش پیرسون نشان داد، ازت نیتراتی در مطالعه حاضر در اعماق ۵ تا ۱۰۰ متر در مقایسه با داده مشابه دوره های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) دارای اختلاف معنی داری نبوده است ($P > 0/05$). همبستگی آماری پارامترهای فاکتور ۳، دمای آب نسبت به پارامترهای اکسیژن محلول و ازت نیتراتی دارای اختلاف معنی دار و ضریب همبستگی بسیار قوی و با رابطه معکوس بوده است ($P < 0/01$).

* تجزیه و تحلیل ازت آمونیومی و ازت نیتریتی (فاکتور ۴)

در بررسی آماری آنالیز فاکتور ها (MFA)، پارامترهای ازت آمونیومی و ازت نیتریتی (فاکتور ۴) همگی دارای بار مثبت زیاد و خیلی عالی ارزیابی گردیدند (جدول ۲-۳). این فاکتور برابر ۱۱ درصد از ۸۰/۴۸ درصد کل واریانس ها و در رتبه چهارم درصدها بوده و اختلاف آن با فاکتورهای ۱، ۲ و ۳ به ترتیب بیشتر از ۱۰، ۳ و ۲ درصد مشاهده گردید. در این فاکتور، نسبت امتیاز منفی به مثبت در بهار بیش از ۶ برابر بوده ولی در تابستان نسبت امتیاز منفی به مثبت به بیش از ۲ برابر رسید که در مقایسه با فصل بهار حدود ۳ برابر کاهش را نشان داد. این اختلاف در فصول بهار و تابستان حاکی از افزایش مصرف آنها در تمامی سطوح و لایه ها از سطح به عمق در چرخه اکوسیستم بوده است. در فصل پاییز و زمستان، نسبت بار منفی به مثبت پارامترها نسبت بهم برابر و بعلت کم شدن مصرف آنها در چرخه زیستی در حالت متعادل مشاهده گردید (شکل ۲۱-۳).

در تحقیق حاضر، حداکثر غلظت ازت آمونیومی در لایه های نوری و غیر نوری به ترتیب ۵/۶۷ و ۶/۹۲ میکرومولار مشاهده شد که مقایسه آن با مطالعه سال ۱۳۸۸، ($7/06 \mu M$ و $9/4$) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب با کاهش حدود ۲۵ و ۳۶ درصد روبرو بوده و نیز با داده های سال ۱۳۸۷، ($4/36 \mu M$ و $6/83$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) در منطقه نوری و غیر نوری به ترتیب با افزایش بیش از ۲۳ و ۱ درصد روبرو بوده است. در تحقیقات اخیر، میانگین غلظت ازت آمونیومی در لایه نوری برابر $1/51 \pm 0/18$ میکرومولار بوده که مقایسه آن با میانگین داده های غلظت ازت آمونیومی در تحقیقات سال ۱۳۸۷ ($1/44 \pm 0/17 \mu M$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) حدود ۵ درصد افزایش و با داده های سال ۱۳۸۸ ($3/13 \pm 0/29 \mu M$) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) بیش از ۲ برابر کاهش داشته است. بطور کلی، غلظت سالانه ازت آمونیومی لایه نوری (نواحی غرب، میانی و شرق) در مطالعه حاضر برابر $1/44$ میکرومولار بوده که در مقایسه با داده های مشابه سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ ($1/44$ و $3/25$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب برابر و بیش از یک برابر کاهش داشته است. میانگین غلظت ازت آمونیومی این مطالعه در لایه غیر نوری برابر $1/55 \pm 0/25$ میکرومولار بوده که مقایسه آن با میانگین داده های لایه غیر نوری تحقیقات سال ۱۳۸۷ ($1/38 \pm 0/15 \mu M$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) حدود ۱۱ درصد افزایش و با داده های سال ۱۳۸۸ ($2/66 \pm 0/21 \mu M$) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) بیش از ۷۱ درصد کاهش داشته است. تغییرات غلظتی ازت آمونیومی در مطالعه اخیر نشان داد،

مقدار آن در منطقه میانی بیش از مناطق غرب و شرق لایه نوری بوده که در مقایسه با داده های ۱۳۸۷ ازت آمونیومی در چهار فصل از غرب به شرق با کمی افزایش (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) متفاوت و همچنین با داده های تحقیقات ۱۳۸۸ (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) در چهار فصل روند افزایش در منطقه شرق بیش از غرب و میانی دارای تفاوت غلظتی زیاد تر بوده است. تحقیق حاضر نشان داد، غلظت ازت آمونیومی بواسطه فعالیت بیولوژیکی در لایه نوری نسبت به لایه غیر نوری بیشتر بوده و در مقایسه با تحقیقات Shiganova و همکاران (۲۰۰۳) در خزر شمالی نشان داد که وجود همبستگی مثبت بین حداکثر فراوانی شانه دار و غلظت ازت آمونیومی با نتایج تحقیق روحی و همکاران (۲۰۰۹) در خزر جنوبی که دارای بالاترین فراوانی شانه دار در لایه نوری و بیشترین ازت آمونیومی مطابقت دارد. بررسی آماری بروش پیرسون نشان داد، ازت آمونیمی مطالعه حاضر در اعماق ۵ تا ۱۰ متر در مقایسه با داده مشابه دوره های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) دارای اختلاف معنی داری نبوده است ($P > 0.05$).

جریانات آبی حوضه های آبریز بر اثر بارندگی و نشت آنها به همراه مواد مغذی که از هوازدگی سنگ ها و فساد مواد آلی بوجود آمده توسط رودخانه ها به دریا رسانده و فیتوپلانکتون های دریائی برای رشد از میکروئوتترینت های موجود تغذیه می نمایند (Riley, 1976; Chester, 1990). در این تحقیق، حداکثر غلظت ازت نیترونی در لایه های نوری و عمیق به ترتیب ۰/۲۴ و ۰/۳۲ میکرومولار مشاهده شد که مقایسه آن با مطالعه سال ۱۳۸۸، ($0.23 \mu M$ و $0.28 \mu M$) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب با افزایش حدود ۴ و ۱۳ درصد روبرو بوده و نیز با داده های سال ۱۳۸۷، ($0.16 \mu M$ و $0.15 \mu M$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) در لایه نوری و غیر نوری به ترتیب با افزایش بیش از ۳۳ و ۵۳ درصد روبرو بوده است. در تحقیقات اخیر، میانگین غلظت ازت نیترونی در لایه نوری برابر 0.1 ± 0.1 میکرومولار بوده که مقایسه آن با میانگین داده های غلظت ازت نیترونی در تحقیقات سال ۱۳۸۷ ($0.07 \pm 0.01 \mu M$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) با ۳۰ درصد افزایش و نیز با داده های سال ۱۳۸۸ ($0.08 \pm 0.01 \mu M$) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) با ۲۰ درصد افزایش روبرو بوده است. بطور کلی، غلظت سالانه ازت نیترونی لایه نوری (نواحی غرب، میانی و شرق) در مطالعه حاضر برابر ۰/۰۹ میکرومولار بوده که در مقایسه با داده های مشابه سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ ($0.07 \mu M$ و $0.08 \mu M$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب حدود ۲۲ و ۱۱ درصد افزایش داشته است. میانگین غلظت ازت نیترونی این مطالعه در لایه غیر نوری برابر 0.25 ± 0.01 میکرومولار بوده که مقایسه آن با میانگین داده های لایه غیر نوری تحقیقات سال ۱۳۸۷ ($0.06 \pm 0.01 \mu M$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) با ۷۶ درصد افزایش و با داده های سال ۱۳۸۸ ($0.08 \pm 0.01 \mu M$) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) با ۶۸ درصد افزایش روبرو بوده است. تغییرات غلظتی ازت نیترونی در مطالعه اخیر نشان داد، مقدار آن از منطقه غرب به میانی و شرق لایه نوری رو به کاهش بوده که در مقایسه با داده های ۱۳۸۷ (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) ازت نیترونی در فصول مختلف از غرب به شرق دارای تغییرات محسوسی نبوده است و همچنین با داده های تحقیقات ۱۳۸۸ (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) در چهار

فصل روند افزایش در مناطق غرب و شرق بیش از منطقه میانی دارای تفاوت غلظتی زیاد تر بوده است. بررسی آماری بروش پیرسون نشان داد، ازت نیترونی در مطالعه حاضر در اعماق ۵ تا ۱۰۰ متر در مقایسه با داده مشابه دوره های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) دارای اختلاف معنی داری نبوده است ($p > 0/05$). در همبستگی آماری فاکتور ۴، ازت آمونیومی آب دریا نسبت به پارامتر ازت نیترونی دارای اختلاف معنی دار و ضریب همبستگی بسیار قوی مثبت بوده است ($p < 0/01$).

* تجزیه و تحلیل ازت کل و pH (فاکتور ۵)

در بررسی آماری آنالیز فاکتور ها (MFA)، پارامترهای ازت کل و pH (فاکتور ۵) همگی دارای بار مثبت زیاد و خیلی عالی ارزیابی گردیدند (جدول ۲-۳). این فاکتور کمی بیش از ۱۰ درصد از ۸۰/۴۸ درصد کل واریانس ها و در رتبه پنجم درصدها بوده و اختلاف آن با فاکتورهای ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب بیشتر از ۱۱، ۴، ۳ و ۱ درصد مشاهده گردید. در فاکتور ۵، امتیاز در بهار کاملاً منفی بوده ولی در تابستان و پاییز امتیاز مثبت نسبت به منفی بسیار زیاد تر بوده که در مقایسه با فصل بهار از ۸۰ تا ۹۰ درصد رشد داشته است. اختلاف امتیاز دو فصل تابستان و پاییز حاکی از افزایش تولید و مصرف آنها در تمامی سطوح و لایه ها از سطح به عمق در چرخه اکوسیستم بوده است. در فصل زمستان، نسبت بار منفی به مثبت در مقایسه با فصول تابستان و پاییز کمی رشد داشته ولی با توجه به مصرف کم ازت کل (زمستان) در چرخه زیستی و افزایش غلظت آن امتیاز مثبت آنها بیشتر مشاهده گردید (شکل ۲۶-۳).

در این تحقیق، حداکثر غلظت ازت کل در لایه های نوری و غیر نوری به ترتیب ۹۹/۹۰ و ۸۹/۱۱ میکرومولار مشاهده شد که مقایسه آن با مطالعه سال ۱۳۸۸، ($65/46 \mu M$ و $68/93$) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب با افزایش بیش از ۳۴ و ۲۲ درصد روبرو بوده و نیز با داده های سال ۱۳۸۷، ($57/43 \mu M$ و $65/07$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) در منطقه نوری و غیر نوری به ترتیب با افزایش بیش از ۴۲ و ۲۶ درصد روبرو بوده است. در تحقیقات اخیر، میانگین غلظت ازت کل در لایه نوری برابر $3/18 \pm 46/82$ میکرومولار بوده که مقایسه آن با میانگین داده های غلظت ازت کل در تحقیقات سال ۱۳۸۷ ($1/78 \pm 41/81 \mu M$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) با افزایش بیش از ۱۰ درصد و نیز با داده های سال ۱۳۸۸ ($2/02 \pm 69/33 \mu M$) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) افزایش ۲۸ درصدی داشته است. در مطالعه حاضر، غلظت سالانه ازت کل لایه نوری (نواحی غرب، میانی و شرق) برابر ۴۷ میکرو مولار بوده که در مقایسه با داده های مشابه سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ ($41/80 \mu M$ و $33/52$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب حدود ۱۱ و ۲۹ درصد افزایش داشته است. میانگین غلظت ازت کل این مطالعه در لایه غیر نوری برابر $3/25 \pm 45/10$ میکرومولار بوده که مقایسه آن با میانگین داده های لایه غیر نوری تحقیقات سال ۱۳۸۷ ($1/20 \pm 41/29 \mu M$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) با افزایش بیش از ۸ درصد و با داده های سال ۱۳۸۸ ($1/25 \pm 31/63 \mu M$) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) با حدود

۳۰ درصد افزایش روبرو بوده است. تغییرات غلظتی ازت کل در مطالعه اخیر نشان داد، مقدار آن در منطقه میانی کمتر از غرب و شرق در لایه نوری بوده که در مقایسه با داده های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸، ازت کل در فصول مختلف در منطقه میانی کمتر از غرب و شرق بوده (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) با کمی افزایش غلظت دارای تفاوت زیادی نبوده است. بررسی آماری بروش پیرسون نشان داد، ازت کل در مطالعه حاضر در اعماق ۵ تا ۱۰۰ متر در مقایسه با داده مشابه دوره های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) دارای اختلاف معنی داری نبوده است ($p > 0/05$).

در این تحقیق، حداکثر مقدار pH در لایه های نوری و غیر نوری به ترتیب $8/62$ و $8/63$ واحد مشاهده شد که مقایسه آن با مطالعه سال ۱۳۸۸، ($8/69$ unit و $8/90$) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب با کمتر از ۱ و ۴ درصد روبرو بوده و نیز با داده های سال ۱۳۸۷، ($8/51$ unit و $8/47$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) در لایه نوری و غیر نوری به ترتیب با افزایش بیش از ۱ و ۲ درصد روبرو بوده است. در تحقیقات اخیر، میانگین مقدار pH در لایه نوری برابر $8/39 \pm 0/02$ واحد بوده که مقایسه آن با میانگین داده های مقدار pH در تحقیقات سال ۱۳۸۷ ($8/32 \pm 0/02$ unit) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) با افزایش کمتر از ۱ درصد و نیز با داده های سال ۱۳۸۸ ($8/43 \pm 0/02$ unit) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) با افزایش بیش از ۱ درصد روبرو بوده است. بطور کلی، مقدار سالانه pH در لایه نوری (نواحی غرب، میانی و شرق) در مطالعه حاضر برابر $8/38$ واحد بوده که در مقایسه با داده های مشابه ۸۷ و ۸۸ ($8/32$ unit و $8/43$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب با افزایش کمتر از ۱ درصد و با کاهش کمتر از ۱ درصد داشته است. میانگین مقدار pH این مطالعه در لایه غیر نوری برابر $8/34 \pm 0/03$ واحد بوده که مقایسه آن با میانگین داده های لایه غیر نوری تحقیقات سال ۱۳۸۷ ($8/22 \pm 0/02$ unit) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) با افزایش بیش از ۱ درصد و با داده های سال ۱۳۸۸ ($8/36 \pm 0/02$ unit) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) با کاهش کمتر از ۱ درصد روبرو بوده است. تغییرات مقدار pH در مطالعه اخیر نشان داد، مقدار آن در منطقه میانی بیش از غرب و شرق در لایه نوری بوده که در مقایسه با داده های ۱۳۸۷، مقدار pH در فصول مختلف در منطقه میانی کمتر از غرب و شرق بوده (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) تفاوت محسوسی نداشته و در داده های ۱۳۸۸، از غرب به شرق روند کاهشی اما کند داشته است (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) دارای تفاوت زیاد در روند غلظتی آنها نبوده است. بررسی آماری بروش پیرسون نشان داد، مقدار pH مطالعه حاضر در اعماق ۵ تا ۱۰۰ متر در مقایسه با داده مشابه دوره های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) دارای اختلاف معنی داری نبوده است ($p > 0/05$) ولی داده های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ با یکدیگر دارای اختلاف معنی داری بوده است ($p < 0/05$). در ماتریکس آماری پارامترهای فاکتور ۵، ازت کل آب دریا نسبت به پارامتر pH دارای اختلاف معنی دار و ضریب همبستگی بسیار قوی مثبت ($p < 0/01$) بوده است.

* تجزیه و تحلیل فسفر معدنی و سیلیس محلول (فاکتور ۶)

در بررسی آماری آنالیز فاکتور ها (MFA)، پارامترهای فسفر معدنی و سیلیس محلول (فاکتور ۶) همگی دارای بار مثبت زیاد و خیلی عالی و خوب ارزیابی شد (جدول ۲-۳). این فاکتور کمی کمتر از ۱۰ درصد از ۸۰/۴۸ درصد کل واریانس ها و در رتبه ششم قرار دارد. اختلاف فاکتور ششم با فاکتور های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب کمتر از ۱۲، ۵، ۴، ۲ و ۱ درصد بوده است. در این فاکتور، نسبت امتیاز منفی به مثبت فصل بهار برابر هم بوده ولی در تابستان، امتیاز منفی نسبت به بهار افزایش داشته که احتمالاً بواسطه افزایش غلظت فسفر معدنی شکوفایی نسبی آن از بهار به تابستان با تغییر موازنه امتیاز ها شکل گرفت. در فصل پاییز، افزایش امتیاز منفی به مثبت پارامتر ها ادامه داشته که احتمالاً تحت تاثیر تغییرات دمایی آب در چرخه بوده و سپس در فصل زمستان با کاهش دمای آب تعادل امتیاز منفی به مثبت برابر و بهم نزدیک میگردند که در این حالت سیلیس محلول از بهار تا زمستان با افزایش روبرو بوده است. در نتیجه با توجه به انعطاف و نقش فسفر معدنی در تغییرات امتیاز منفی نسبت به پارامتر دیگر از اهمیت بیشتری برخوردار بوده است (شکل ۳۱-۳).

در این تحقیق، حداکثر غلظت فسفر معدنی در لایه های نوری و غیر نوری به ترتیب ۰/۶۵ و ۰/۶۰ میکرو مولار مشاهده شد که مقایسه آن با مطالعه سال ۱۳۸۸، (۰/۳۹ μM و ۰/۴۶) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب با افزایش ۴۰ و ۲۳ درصد روبرو بوده و نیز با داده های سال ۱۳۸۷، (۰/۳۷ μM و ۰/۴۶) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) در منطقه نوری و غیر نوری به ترتیب با افزایش بیش از ۴۳ و ۲۳ درصد روبرو بوده است. در تحقیقات اخیر، میانگین غلظت فسفر معدنی در لایه نوری برابر 0.32 ± 0.01 میکرومولار بوده که مقایسه آن با میانگین داده های غلظت فسفر معدنی در تحقیقات سال ۱۳۸۷ ($0.21 \pm 0.01 \mu\text{M}$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) با افزایش بیش از ۳۴ درصد و نیز با داده های سال ۱۳۸۸ ($0.23 \pm 0.01 \mu\text{M}$) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) با افزایش بیش از ۲۸ درصد روبرو بوده است. بطور کلی، غلظت سالانه فسفر معدنی لایه نوری (نواحی غرب، میانی و شرق) در مطالعه حاضر برابر ۰/۳۲ میکرومولار بوده که در مقایسه با داده های مشابه ۸۷ و ۸۸ ($0.21 \mu\text{M}$) و ۰/۲۳) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب بیش از ۳۴ و ۲۸ درصد افزایش داشته است. میانگین غلظت فسفر معدنی این مطالعه در لایه غیر نوری برابر 0.33 ± 0.02 میکرومولار بوده که مقایسه آن با میانگین داده های لایه غیر نوری تحقیقات سال ۱۳۸۷ ($0.21 \pm 0.01 \mu\text{M}$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) با افزایش بیش از ۳۶ درصد و با داده های سال ۱۳۸۸ ($0.22 \pm 0.01 \mu\text{M}$) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) با حدود ۳۳ درصد افزایش روبرو بوده است. تغییرات غلظتی فسفر معدنی در مطالعه اخیر نشان داد، مقدار آن در منطقه میانی کمتر از غرب و شرق در لایه نوری بوده که در مقایسه با داده های ۱۳۸۸، فسفر معدنی در فصول مختلف در منطقه میانی کمتر از غرب و شرق بوده (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) که دارای تفاوت روند نبوده ولی غلظت آن افزایش را نشان داده و نیز در مقایسه با داده های ۱۳۸۷، فسفر معدنی در فصول مختلف از منطقه غرب به شرق افزایشی بوده (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) که دارای تفاوت با افزایش غلظت

همراه بوده است. بررسی آماری بروش پیرسون نشان داد، فسفر معدنی در مطالعه حاضر در اعماق ۵ تا ۱۰۰ متر در مقایسه با داده مشابه دوره های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) دارای اختلاف معنی داری نبوده است ($p > 0/05$).

در این تحقیق، حداکثر غلظت سیلیس محلول در لایه های نوری و غیر نوری به ترتیب ۱۸/۱۴ و ۲۲/۲۰ میکرومولار مشاهده شد که مقایسه آن با مطالعه سال ۱۳۸۸، ($20/28 \mu M$ و $22/53$) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب با کاهش بیش از ۱۱ و ۱ درصد روبرو بوده و نیز با داده های سال ۱۳۸۷، ($13/01 \mu M$ و $15/88$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) در منطقه نوری و غیر نوری به ترتیب با افزایش بیش از ۲۸ و ۲۹ درصد روبرو بوده است. در تحقیقات اخیر، میانگین غلظت سیلیس محلول در لایه نوری برابر $8/59 \pm 0/50$ میکرومولار بوده که مقایسه آن با میانگین داده های غلظت سیلیس محلول در تحقیقات سال ۱۳۸۷ ($7/32 \pm 0/29 \mu M$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) با افزایش بیش از ۱۴ درصد و نیز با داده های سال ۱۳۸۸ ($8/05 \pm 0/58 \mu M$) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) با ۶ درصد افزایش روبرو بوده است. بطور کلی، غلظت سالانه سیلیس محلول لایه نوری (نواحی غرب، میانی و شرق) در مطالعه حاضر برابر $8/39$ میکرومولار بوده که در مقایسه با داده های مشابه ۸۷ و ۸۸ ($7/28 \mu M$ و $7/92$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹ و نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) به ترتیب بیش از ۱۳ و ۱۲ درصد افزایش داشته است. میانگین غلظت سیلیس محلول این مطالعه در لایه غیر نوری برابر $10/41 \pm 0/65$ میکرومولار بوده که مقایسه آن با میانگین داده های لایه غیر نوری تحقیقات سال ۱۳۸۷ ($9/66 \pm 0/30 \mu M$) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) با افزایش بیش از ۷ درصد و با داده های سال ۱۳۸۸ ($10/28 \pm 0/53 \mu M$) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) با افزایش بیش از ۱ درصد روبرو بوده است. تغییرات غلظتی سیلیس محلول در مطالعه اخیر نشان داد، مقدار آن از منطقه غرب به شرق در لایه نوری روند کاهشی داشته که در مقایسه با داده های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸، سیلیس محلول در فصول مختلف از منطقه غرب به شرق با کاهش همراه بوده (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) دارای تغییرات و تفاوت چندانی در روند و غلظت نبوده است. بررسی آماری بروش پیرسون نشان داد، سیلیس محلول در مطالعه حاضر در اعماق ۵ تا ۱۰۰ متر در مقایسه با داده مشابه دوره ۱۳۸۷ (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) دارای اختلاف معنی داری نبوده است ($p > 0/05$) ولی در مقایسه با داده مشابه دوره ۱۳۸۸ (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) دارای اختلاف معنی داری و ضریب همبستگی قوی مثبت ($p < 0/05$) بوده است. در همبستگی آماری پارامترهای فاکتور ۶، فسفر معدنی آب دریا نسبت به پارامتر سیلیس محلول دارای اختلاف معنی دار و ضریب همبستگی بسیار قوی مثبت بوده است ($p < 0/01$).

* تجزیه و تحلیل شفافیت آب دریا

شفافیت آب دریا به مقدار مواد معلق و محلول، جامدات معلق معدنی، پلانکتون‌ها، موارد غنی شده از مواد آلی و رنگی تشکیل شده بستگی دارد (Sanden and Hakasson, 1996; Aarup, 2002). میزان شفافیت در منطقه جنوبی خزر با تاثیر پذیری از باد، جریان‌ات آب و مواد مغذی در لایه های سطحی و با حرکت آن از مناطق ساحلی بسمت مناطق عمیق تر افزایش می یابد (کاتونین و همکاران، ۱۳۷۴، واحدی و همکاران، ۱۳۸۹، نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱ و تحقیق حاضر). نتایج داده ها نشان داد، میانگین شفافیت سالانه در مطالعه اخیر $(4/49 \pm 0/38)$ متر) در مقایسه با داده سال ۱۳۸۷ $(4/91 \pm 0/24)$ متر) (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) با بیش از ۹ درصد کاهش، با داده تحقیق سال ۱۳۸۸ $(4/35 \pm 0/21)$ متر) (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) با بیش از ۳ درصد افزایش روبرو بوده است. همچنین در مقایسه با میانگین شفافیت داده های ۱۳۷۵ $(6/65 \pm 0/32)$ متر) و ۱۳۸۳-۸۴ $(5/83 \pm 0/26)$ متر) در اعماق ۱۰ تا ۱۰۰ متر (Nasrollahzadeh, 2008) با شفافیت آب در تحقیق حاضر نشان داد که به ترتیب بیش از ۳۵ و ۱۸ درصد کاهش داشته است. روند تغییرات در میزان شفافیت با افزایش تولیدات بیولوژیکی رابطه مرتبط دارد زیرا قبل از ورود شانه دار به دریای خزر تغییرات شفافیت آب غالباً وابسته به تولیدات فیتوپلانکتونی بوده است اما بعد از حضور شانه دار عوامل اثر گذار بر کاهش شفافیت آب بیشتر شده است. بررسی آماری بروش پیرسون نشان داد، شفافیت آب در مطالعه حاضر در اعماق ۵ تا ۱۰۰ متر در مقایسه با داده مشابه دوره ۱۳۸۷ (واحدی و همکاران، ۱۳۸۹) دارای اختلاف معنی داری و نیز با همبستگی بسیار قوی مثبت ($P < 0/01$) بوده ولی در مقایسه با داده مشابه دوره ۱۳۸۸ (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۱) دارای اختلاف معنی داری و ضریب همبستگی قوی مثبت ($P < 0/05$) مشاهده گردید.

۲-۴- تحلیل پارامترها از روش آنالیز متمایز (MDA)

بررسی داده ها بصورت ایستگاهی (Spatial) و فصلی (Temporal) با استفاده از آنالیز متمایز (Multivariate-MDA) Discriminant Analysis) شرح گردید. از گروه ها بصورت توابع طبقه بندی (CFs -classification functions) مقدار ضریب واریانس هر فاکتور بصورت گروهی به شرح زیر صورت پذیرفته است.

* تحلیل مکانی (Spatial) پارامترها از روش آنالیز متمایز (MDA)

بحث و بررسی از داده نیم خط ها از سطح به عمق (مکانی) با استفاده از آنالیز متمایز (MDA) در ۵ لایه نیم خط های عمود بر ساحل در چهار فصل به شرح زیر صورت گرفت:

در تشکیل توابع ۱، ۲ و ۳ نیم خط های سطحی ۵ متری (مکانی) به ترتیب تعداد ۵، ۳ و ۳ پارامتر فیزیکوشیمیایی بوده و بالاترین واریانس (۵۸/۳۵ درصد) از تابع ۱ مشاهده گردید. در تشکیل توابع ۱، ۲ و ۳ نیم خط ها از سطح به لایه ۱۰ متری (مکانی) به ترتیب تعداد ۴، ۲ و ۶ پارامتر فیزیکوشیمیایی بوده و بالاترین واریانس (۳۹/۹۶)

درصد) از تابع ۱ مشاهده گردید. در تشکیل توابع ۱، ۲ و ۳ نیم خط از سطح به لایه ۲۰ متری (مکانی)، به ترتیب تعداد ۶، ۴ و ۱ پارامتر فیزیکوشیمیایی بوده و بالاترین واریانس (۵۱/۸۵ درصد) از تابع ۱ مشاهده گردید. در تشکیل توابع ۱، ۲، ۳ و ۴ نیم خط از سطح به لایه ۵۰ متری (مکانی) به ترتیب تعداد ۸، ۲، ۴ و ۱ پارامتر فیزیکوشیمیایی بوده و بالاترین واریانس (۳۳/۰۴ درصد) از تابع ۱ مشاهده گردید. در تشکیل توابع ۱، ۲ و ۳ نیم خط از سطح به لایه ۱۰۰ متری (مکانی) به ترتیب تعداد ۸، ۱ و ۳ پارامتر فیزیکوشیمیایی بوده و بالاترین واریانس (۵۵/۱۲ درصد) از تابع ۱ مشاهده گردید.

در نتیجه، دامنه تغییرات درصد واریانس ماخوذه از نیم خط سطحی ۵ متری تا نیم خط دارای لایه ۱۰۰ متری (مکانی) نشان داد، تابع ۱ با توجه به نقش پذیری و اهمیت آن در مقایسه با توابع ۲ و ۳ به ترتیب بیش از ۲ و حدود ۴ برابر درصدی بوده است. تابع چهارم فقط در نیم خط سطحی دارای لایه ۵۰ متری مشاهده گردید که نقش و جایگاه آن در مقایسه با سایر توابع از اهمیت ویژه برخوردار نیست. بررسی آماری نشان داد، داده های اکثر و غالب نیم خط ها از ساحل به اعماق بالا (مکانی) که ۳ تابع از آنها در بین ۷ تابع در هشت نیم خط عمود بر ساحل که از سطح اطمینان بالاتری برخوردارند در سطح نیم خط ها نسبت بهم رابطه معنی داری را ندارند ($P > 0/05$). این بدین معنی است که دامنه افزایش و یا نیم خط های مطالعاتی تاثیر منفی بر تحقیقات آتی نخواهد گذاشت.

بررسی در تحقیق نشان داد، در نیم خط های سطحی ۵ متر و نیم خط ها از سطح تا لایه های ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری که در هشت نیم خط در موقعیت مکانی (spatial) به ترتیب ۸۰/۶، ۶۷/۷، ۸۰/۶، ۷۷/۴ و ۷۱ درصد از نمونه برداری ها بطور درست و صحیح انتخاب و طبقه بندی گردید. همچنین براساس نیم خط ها در چهار فصل، میانگین صحت انتخاب نمونه برداری از حداکثر به حداقل در حد ۹۵، ۹۰، ۸۰، ۸۰، ۷۵، ۶۵، ۶۰ و ۶۰ درصد به ترتیب در نیم خط های نوشهر (میانی)، امیرآباد (شرق)، انزلی (غرب)، ترکمن (شرق)، تنکابن (میانی)، آستارا و سفیدرود (غرب) و بابلسر (میانی) مشاهده گردید.

* تحلیل زمانی (Temporal) پارامترها از روش آنالیز متمایز (MDA)

بحث و بررسی از داده نیم خط ها از سطح به عمق (زمانی) با استفاده از آنالیز متمایز (MDA) در ۵ لایه نیم خط های عمود بر ساحل (فصول) به شرح زیر صورت گرفت:

در تشکیل توابع ۱ و ۲ نیم خط های سطحی ۵ متری (زمانی) به ترتیب تعداد ۴ و ۶ پارامتر فیزیکوشیمیایی بوده و بالاترین واریانس (۸۹/۷۱ درصد) از تابع ۱ مشاهده گردید.

در تشکیل توابع ۱، ۲ و ۳ نیم خط های از سطح به لایه ۱۰ متری (زمانی) به ترتیب تعداد ۳، ۴ و ۴ پارامتر فیزیکوشیمیایی بوده و بالاترین واریانس (۸۴/۴۶ درصد) از تابع ۱ مشاهده گردید. در تشکیل توابع ۱ و ۲ نیم خط های از سطح به لایه ۲۰ متری (زمانی) به ترتیب تعداد ۴ و ۶ پارامتر فیزیکوشیمیایی بوده و بالاترین

واریانس (۷۹/۱۱ درصد) از تابع ۱ مشاهده گردید. در تشکیل توابع ۱، ۲ و ۳ نیم خط های ۵۰ متری (زمانی) به ترتیب تعداد ۵، ۴ و ۴ پارامتر فیزیکوشیمیایی بوده و بالاترین واریانس (۷۷/۷۰ درصد) از تابع ۱ مشاهده گردید. در تشکیل توابع ۱، ۲ و ۳ نیم خط های از سطح به لایه ۱۰۰ متری (زمانی) به ترتیب تعداد ۱، ۴ و ۲ پارامتر فیزیکوشیمیایی بوده و بالاترین واریانس (۵۸/۷۶ درصد) از تابع ۱ مشاهده گردید.

در نتیجه، دامنه تغییرات درصد واریانس نیم خط سطحی ۵ متری تا نیم خط لایه ۱۰۰ متری (زمانی - temporal) نشان داد، تابع ۱ با توجه به نقش پذیری و اهمیت آن در مقایسه با توابع ۲ و ۳ به ترتیب بیش از ۵ و حدود ۹ برابر بوده است. تابع سوم در نیم خط های با اعماق ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری مشاهده گردید که نقش و جایگاه آن در مقایسه با سایر توابع از اهمیت ویژه برخوردار نیست. بررسی آماری نشان داد، داده های اکثر و غالب نیم خط ها از ساحل به اعماق بالا (زمانی) که ۲ تابع از آنها در بین ۳ تابع در هشت نیم خط عمود بر ساحل از سطح اطمینان بالاتری برخوردارند و در سطح فصول نسبت بهم رابطه معنی داری را دارند ($P < 0/01$). این بدین معنی است که کاهش احتمالی فصول در نیم خط های مطالعاتی سواحل جنوبی دریای خزر در تحقیقات آتی امکان پذیر نخواهد بود.

نتیجه اینکه تحقیق اخیر نشان داد، در تمامی نیم خط های سطحی ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری طی چهار فصل (زمانی - temporal) به ترتیب ۱۰۰، ۱۰۰، ۱۰۰، ۹۷ و ۹۷ درصد از نمونه برداری ها بطور درست و صحیح انتخاب و طبقه بندی گردید. همچنین براساس فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان در تمامی نیم خط ها در چهار فصل به ترتیب ۱۰۰، ۹۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصد مشاهده گردید که در این میان فقط فصل تابستان با توجه به دیگر فصول بعلت فعالیت بیولوژیکی بالا و مصرف مواد مغذی در اعماق ۵۰ و ۱۰۰ متری با فصل پاییز دارای هم پوشانی بوده است.

پیشنهادها

از آنجاییکه جهت دست یابی به نتایج بهتر در این پروژه با استفاده از مدل و براساس روش های آماری آنالیز چند متغیره فاکتورها (Multivariate Factor Analysis-MFA) بصورت گروهی و آنالیز چند متغیره متمایز (Multivariate Discriminant Analysis-MDA) به روش های مکانی (spatial) در تمامی نیم خط ها و فصلی (temporal) طی چهار فصل ارزش گذاری شد، لذا توصیه میگردد در صورت امکان از پروژه سالهای اخیر (سالهای ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸) و پروژه های مابقی سالهای دهه ۸۰ و دهه ۷۰ ابتدا در قالب انفرادی براساس و روش فوق الذکر و بصورت طرح در دهه های متفاوت بطور جداگانه در قالب لایه نوری و لایه غیر نوری مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار گیرد. در ضمن با توجه به اهمیت لایه ترموکلاین بهتر است پروژه مستقلی با عنوان فوق و با استفاده از اطلاعات و داده های دو دهه قبل جهت بهره برداری بهتر از داده های هیدرولوژی و هیدروشیمی (مواد مغذی) در مناطق فعال زیستی (اواسط بهار تا اواسط پاییز) تنظیم و استفاده گردد. انجام اینگونه پروژه ها و طرح ها نیاز به منابع کلان مالی نداشته بلکه با تامین اندک منابع مالی از سوی برخی از سازمان و مراکزی همچون سازمان شیلات ایران، مراکز اقیانوس شناسی، سازمان بنادر و کشتیرانی، سازمان حفاظت محیط زیست و مراکز علمی و دانشگاهی که دارای منافع مشترک می باشند در تکمیل تحقیقات دریائی این مهم در منطقه جنوبی دریای خزر کمک نمایند.

منابع

- ۱- بابامخیر، ۱۳۷۵. اقیانوس شناسی. انتشارات مرکز تحقیقات شیلات گیلان. ۶۵ صفحه.
- ۲- علیزاده، ح. ۱۳۸۳. مقدمه ای بر ویژگی های دریای خزر. انتشارات نوربخش. ۱۱۹ص.
- ۳- حسینی، س.ع. نصراله زاده، ح.س. نجف پور، ش. گنجیان، ع. مخلوق، آ. کیهان ثانی، ع. تهامی، ف.س. 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، ا. هاشمیان، ع. واحدی، ف. ۱۳۸۸. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی حوزه جنوبی دریای خزر، موسسه تحقیقات شیلات ایران. کد: ۱۳-۰۷۱۰۲۴۲۰۰۰-۷۵
- ۴- فضلوی، ح. فارابی، س،م،و. دریانبرد، غ.ر. گنجیان، ع. واحدی، ف. واردی، س.ا. هاشمیان، ع. روشن طبری، م. روحی، ا. ۱۳۸۸. پروژه تجزیه و تحلیل داده‌های هیدرولوژی و هیدروبیولوژی دریای خزر طی سالهای ۷۰-۱۳۸۵. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۸۹-۸۶۰۸۶-۱۲-۷۶-۲
- ۵- 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.
- ۶- قاسم اف.ع.و. ۱۹۸۷. دریای خزر. مترجم عادل یونس (۱۳۷۱). مرکز تحقیقات استان گیلان، انزلی. ۲۱۲ ص.
- ۷- کاتونین، دن. پورغلام، ر. نجف پور، ش. نصراله زاده، ح. روشن طبری، م. سلیمانی رودی، ع. مخلوق، آ. تکمیلیان، ک. روحی، ا. رستمیان، م.ت. گنجیان، ع. واردی، ا. کیهان ثانی، ع.ر. واحدی، ف. هاشمیان، ع. تهامی، ف.س. لالویی، ف. غلامی پور، س. سالاروند، غ.ر. ۱۳۷۴. پروژه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر با همکاری انستیتو تحقیقات کاسپرنیخ (روسیه) و مرکز تحقیقات شیلات گیلان و مازندران، ۷۴-۱۳۷۳. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران و موسسه تحقیقاتی کاسپرنیخ روسیه (آستاراخان). کد: ۰۸-۰۷۱۰۲۴۰۰۰-۷۳
- ۸- لالویی، ف.، پیری، م.، نگارستان، ح.، شفیع پور، م.م.، زلفی نژاد، ک.، کیهان ثانی، ع.ر. ۱۳۸۳. پروژه هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگی های زیست محیطی اعماق کمتر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر ۷۸-۱۳۷۷، موسسه تحقیقات شیلات ایران. کد: ۰۶-۰۷۱۰۲۱۴۰۰۰-۷۷
- ۹- مروتی، ح. ۱۳۸۴. فیزیک دریاها و اقیانوس ها. نوشته: جی. آ. ناوس. انتشارات آبریان. ۴۰۰ صفحه.
- ۱۰- نجف پور، ش. و واحدی، ف. ۱۳۷۲. بررسی روابط شوری و دما در حوزه جنوبی دریای خزر، اولین سمینار علمی بیلان و رژیم تغییرات سطح آب دریای خزر، ۱۷ تا ۱۹ مهرماه ۱۳۷۲- هتل بزرگ رامسر
- ۱۱- نصراله 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 گزیده دستاوردهای تحقیقاتی). ۱۵ص.

- ۱۲ - نصراله زاده، ح.س. نجف پور، ش. یونسی پور، ح. علوم، ی. واحدی، ف. نصراله تبار، ع. الیاسی، ف. پ. نوروزیان، م. دلیناد، غ.ح. مکرمی، ع. مخلوق، آ. گل آقایی، م. کاردر، م.ر. ۱۳۹۱. بررسی خصوصیات فیزیکی شیمیایی آب در منطقه جنوبی دریای خزر ۱۳۸۸. موسسه تحقیقات شیلات ایران. کد: ۸۸۰۳۷-۸۸۰۱-۱۲-۷۶-۲
- ۱۳ - هاشمیان، ع.، روشن طبری، م.، روحی، ا.، مخلوق، آ.، گنجیان، ع.، تهامی، ف.، رستمیان، م.ت.، کیهان ثانی، ع.ر.، سالاروند، غ.ر.، افراهی، م.ع.، شیخ الاسلامی، ع.، فراخی، ع.ج.، امانی، ق.ع.، واحدی، ف.، علوم، ی.، نصراله تبار، ع.، واردی، ا.، نجف پور، ش.، سلمانی، ع.، غلامی پور، س.، یونسی پور، ح. ۱۳۸۸. پروژه بررسی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگی های زیست محیطی اعماق کمتر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر، ۸۳-۱۳۸۲. موسسه تحقیقات شیلات ایران. کد: ۸۲-۰۷۱۰۲۴۲۰۰۰-۱۳
- ۱۴ - واحدی، ف. فارابی، س.م.و. نجف پور، ش. یونسی پور، ح. علوم، ی. نصراله تبار، ع. الیاسی، ف. نوروزیان، م. دلیناد، غ.ح. ۱۳۸۹. بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب در کرانه جنوبی دریای خزر ۸۶-۸۷. موسسه تحقیقات شیلات ایران. کد: ۸۶۰۸۷-۸۶۰۵-۱۲-۷۶-۲
- 15-Aarup, T. 2002. Transparency of the North Sea and Baltic Sea – a Secchi depth data mining study. *Oceanologia*, 44: 323-337.
- 16-Abdul-Wahab, S.A., Bakheit, C.S. and Al-Alawi, S.M. (2005) Principal component and multiple regression analysis in modeling of ground-level ozone and factors affecting its concentrations. *Environmental Modeling & Software* 20 (10), 1263-1271.
- 17- Alvin C. Rencher, (2002) *Methods of Multivariate Analysis*, Second Edition, Jhon Wiley & Sons, INC, publication.
- 18-APHA (American Public Health Association). 2005. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. American Public Health Association. Washington, U. S. A. 10.1-10.47.
- 19-Aubrey, D.G. 1994. Conservation of biological diversity of the Caspian Sea and its Coastal zone. A proposal to the Global Environment Facility, Report to GEF.
- 20-Aladin, N. and I. Plotnikov, 2004. *The Caspian Sea, Lake Basin Management Initiative Thematic Paper* – 29P.
- 21-Betoon, A.M. 1959. Relationship between Sechi Disk Readings and Light Penetration in Lake Huron. *Transactions of the American Fisheries Society*, AFS J.; 87: 73-79.
- 22-Bledzki, L.A. 2010. Sechi Disk Description. In: *Encycloppedia of Erth* Eds. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment). < <http://www.eoearth.org/article/Secchi-disk>>.
- 23-CEP (Caspian Environment Program) 1998. *National reports of the Caspian Sea countries (Azerbaijan, Iran, Kazakhstan, Russian Federation, Turkmenistan)*, CEP.
- 24-Chester, R. 1990. *Marine Geochemistry*, London, Unwin Hyman. 698P.
- 25-CSN, (Caspian Scientific Network) 2003. *Scientific Report on Caspian Sea Environment*, 122 pp. [Accessed 5 January 2005]. Available from World Wide, Web: http://www.caspinfo.net/caspian_seafacts/climate/content.htm
- 26-Dumont, H.J. 1998. The Caspian lake: History, biota, structure, and function. *Limnology and Oceanography*, 43(1): 44-52.
- 27-Fedorov, P.V. 1983. Some issues of the Caspian and Aral Paleogeography in the late Pliocene and pleistocene. II, *The Paleogeography of the Caspian and Seas in the caniosonic Era*. Part I.
- 28- García, JH., Li, WW., Arimoto, R., Okrasinski, R., Greenlee, J. and Walton, J. *et al.* (2004) Characterization and implication of potential fugitive dust sources in the Paso del Norte region. *Sci Total Environ* 325:95-112.
- 29-Hayward, T.L. 1987. The nutrient distribution and primary production in the central North Pacific. *Deep-Sea Research I*, 34:1593-1627.
- 30-Katunin, D.N. and V.V. Sapozhnikov, 1997 *Okeanologiya*. Moscow, Russia.
- 31-Kennish, M. J. 2001. *Marine science*. CRC press. 3 ed. P. 876.

- 32-Kideys, E.A. N. Soydemir, E. Eker, V. Vladymyrov, D. Soloviev and F. Melin, 2005. Phytoplankton distribution in the Caspian Sea during March 2001. *Hydrobiologia*, 543:159-168.
- 33-Kosarev, A.N. 1975. Hydrology of the Caspian and Aral seas, Moscow State Univ. 372 P.
- 34-Kosarev, A.N. and E.A. Yablonskaya, 1994 The Caspian Sea. The Hague, SPB Academic Publishing, Russia.
- 35-Leonov, A.V. and N.A. Nazarov, 2001. Nutrient input into the Caspian Sea with river runoff. *Water Resources*, 28: 656-665.
- 36-Love, D., Hallbauer, D., Amos, A. and Hranova, R. 2004. Factor analysis as a tool in groundwater quality management: two southern African case studies. *Physics and Chemistry of the Earth* 29, 1135-1143.
- 37-Mamedov, R.M. L.A. Kulizade and Y.H. Gadiyev, 1998. Impact at climate anomalies on the level of the Caspian Sea. In proceeding of The 2nd International conference on Climate and Water. Espoo, Finland, 972-980.
- 38-Millero, F. J. 2006. Chemical Oceanography. 3rd ed. CRC press. 496p.
- 39-Nasrollahzadeh, H.S. 2008. Ecological modeling on nutrient distribution and phytoplankton diversity in the southern of the Caspian Sea. Doctoral dissertation, University Science Malaysia.
- 40-Nasrollahzadeh, H. S. Z.B. Din, S.Y. Foong, and A. Makhloogh, 2008a. Trophic status of the Iranian Caspian Sea based on water quality parameters and phytoplankton diversity. *Continental Shelf Research*, 28:1153-1165.
- 41-Nasrollahzadeh, H.S. Z.B. Din, S.Y. Foong and A. Makhloogh. 2008b. Spatial and temporal distribution of macronutrients and phytoplankton before and after the invasion of the ctenophore, *Mnemiopsis leidyi*, in the Southern Caspian Sea. *Chemistry and Ecology*, 24(4): 233-246.
- 42- Nowak, B. (1998) Contents and relationship of elements in human hair for a non-industrialized population in Poland. *Sci Total Environ* 1998; 209:59- 68.
- 43-Poortman, J. 2005. Islamic Republic of Iran Cost Assessment of Environmental Degradation. World Bank publication
- 44-Psarra, S., A. Tselepidis and L. Ignatiades. 2000. Primary productivity in the oligotrophic Cretan Sea (NE Mediterranean): seasonal and interannual variability. *Progress Oceanography*, 46:187-204.
- 45-Riley, J.P. and G. Skirrow, 1976. Chemical oceanography, Academic Press, London New York San Francisco, 2nd ed. Vol- 1.606p.
- 46-Roohi, A. A.E. Kideys, A. Sajjadi, A. Hashemian, R. Pourgholam, H. Fazli, A.Kh. Ganjian, and E. Eker-Develi, 2009. Changes in biodiversity of phytoplankton, zooplankton, fishes and macrobenthos in the Southern Caspian Sea after the invasion of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi*, *Biology Invasions*, DOI 10.1007/s10530-009-9648-4.
- 47-Rozengurt, M.A. and J.O. Hedgpeth. 1989. The Impact of Altered River Flow on the Ecosystem of The Caspian Sea. San Francisco State University, USA
- 48-Sandén, P. and B. Håkansson, 1996. Long-term trends in Secchi depth in the Baltic Sea. *Limnology and Oceanography*, 41: 346-351.
- 49-Sapozhnikov, V.V. D.N. Katunin, O.N. Lukyanova, K.V. Batrak and A. Azarenko. 2006. Hydrological and hydrochemical studies in the central and southern Caspian Sea aboard R/V Issledovatel Kaspiya (September 6- 24, 2005). *Oceanology*, 46(3): 446-448.
- 50-Sarbu, C. and Pop, H.F. 2005. Principal component analysis versus fuzzy Principal component analysis. A case study: the quality of Danube water (1985-1996). *Talanta* 65, 1215-1220.
- 51-Semenov, Y. 1984. DIN/DIP and DSi/DIP ratios in the central and southern Caspian Sea. *Hydrobiologia*, 3:71-73.
- 52-Shiganova, T.A. V.V. Sapozhnikov, E.I. Musaeva, M.M. Domanov, Yu.V. Bulgakova, A.A. Belov, N.I. Zazulya, V.V. Zernova, A.F. Kuleshov, A.F. Sokol'skii, R.I. Imirbaeva, and A.S. Mikuiza. 2003. Factors determining the conditions of distribution and quantitative characteristics of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the North Caspian. *Oceanology*, 43:676-693.
- 53-Singh, K.P., Malik, A., Mohan, D. and Sinha, S. 2004. Multivariate statistical techniques-for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India): a case study. *Water Research* 38, 3980-3992.
- 54-Solorzano, L. 1969. Determination of ammonia in natural waters by phenolhypochlorite method. *Limnology and Oceanography*, 14: 799-801.
- 55-Stolberg, F.O. Borysova, I. Mitrofanov, V. Barannik and P. Eghtesadi, 2003. The Caspian Sea. GIWA Regional Assessment 23. Global International waters Assessment. UNEP/ GEF/KALMAR. University of Kalmar, Sweden.

- 56-The Sea Project, Hydrometeorology and Hydrochemistry of Sea, Vol. VI , the Caspian Sea, No.1, Hydro-meteorological Conditions 1992, Saint Peter Burg, Gidrometeoizdat, 360P.
- 57-The Sea Project, Hydro-meteorology and Hydrochemistry of Sea, Vol. VI, the Caspian Sea, No.2, Hydrochemical Conditions and Oceanological Principles in the Formation of Bio- productivity, 1996, Saint Peter Burg, Gidrometeoizdat, 322P.
- 58-Tuzhilkin, V. S. and A. N. Kosarev. 2004. Long-term variations in the vertical thermohaline structure in deep-water zones of the Caspian Sea, *Journal of Water Resources*, 31:376-383.
- 59-Tuzhilkin, V. S. and A. N. Kosarev. 2005a. Thermo-haline structure and general circulation of the Caspian Sea waters, in: *The Caspian Sea Environment*, edited by: Kostianoy, A. G. and Kosarev, A. N., Springer, Berlin/Heidelberg.
- 60-Tuzhilkin, V. S., D. N. Katunin, and Y. R. Nalbandov. 2005b. Natural Chemistry of Caspian Sea Waters. In: Kostianov, A. G. and Kosarev, A. N. (Ed.), *The Caspian Sea Environment (Handbook of Environmental Chemistry)*. Springer.
- 61-Valderrama, J.C. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Marine Chemistry*, 10:109-122.
- 62-Yurkovskis, A. 2004. Long-term land-based and internal forcing of the nutrient state of the Gulf of Riga (Baltic Sea). *Journal of Marine Systems*, 50:181-197.
- 63-Zaker, N.H., P. Ghaffari and S. Jamshidi, 2007. Physical Study of the Southern Coastal Waters of the Caspian Sea, off Babolsar, Mazandaran in Iran, *Journal of Coastal Research*, Special Issue 50:564-569.
- 64-Zonn, I.S. 2000. Three centuries at the Caspian -The Synchronism of Major Historica.

Abstract:

In this study, the characteristics of physico-chemical parameters of water done in coastal part of the southern Caspian Sea during 2010-2011 (four seasons) in 8 transects (Astara, Anzali, Sefidrou, Tonkabon, Noshahr, Babolsar, Amirabad and Torkman). For measurement of water quality parameters, 480 samples were collected in different water layers by using of APHA standards methods. According to modeling and statistical methods was used multivariate for evaluation of factor analysis (MFA) in general groups and discriminant analysis (MDA) for spatial and temporal with water quality parameters. The statistical procedure of MFA was used for data reduction and finally six factors selected with about 80.48 percent of total variances related to them. The statistical procedures of MDA were used for the role of spatial and temporal of water quality parameters in different water layer. The function one gave eight parameters (pH, salinity, EC, DO, NO₃⁻, water temperature, NH₄⁺ and N-total) affording more than 80, 67, 80, 77 and 71 % correct assignments (return to the same transects) in spatial analysis. In all transects during four seasons, function one gave five parameters (water temperature, salinity, EC, NO₂⁻ and NH₄⁺) to afford 100, 100, 100, 97 and 97 % correct assignments in temporal analysis.

The results showed that, the average amounts in light penetration layers during four seasons were for EC (15.04±0.18ms/cm), pH (8.38±0.01unit), salinity (10.31±0.16g/l), DO (5.67±0.09ml/l) and water temperature (18.28 ±0.72°C). The average amount of nutrients for parameters such as organic and inorganic phosphorus, total phosphorus, NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, N-Total and SiO₂ were 0.50±0.02, 0.32±0.01, 0.82±0.02, 1.76±0.10, 0.10±0.01, 1.51±0.10, 46.82±1.80 and 8.60±0.29µM, respectively. The average amounts in dark layers during four seasons were for EC (15.46±0.38ms/cm), pH (8.34±0.03unit), salinity (10.70±0.35g/l), DO (4.55±0.13ml/l) and water temperature (9.62 ±0.16°C). The average amount of nutrients for parameters such as organic and inorganic phosphorus, total phosphorus, NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, N-Total and SiO₂ were 0.54 ±0.05, 0.33 ±0.02, 0.87±0.06, 1.92±0.21, 0.08± 0.01, 1.55±0.25, 45.10±3.25 and 10.05±0.62 µM, respectively. The average amounts of light penetration in all transects during four seasons was 4.49±0.38 meters. The maximum light penetrations during spring, summer, fall and winter seasons were 9, 8, 8.20 and 7 meters, respectively. The maximum water temperatures in light and dark layers were 32.36 and 11.50°C. Also, the maximum differences about thermocline temperature during summer and fall seasons were 19.6°C and 10°C, respectively in southern part of Caspian Sea.

Data in spatial analysis were not significant (p>0.05), it means if add or removed any transect did not change occurred. But in temporal analysis were significant (p<0.01), and it means no way remove any seasons for a research work on Caspian Sea in southern part. In those transects with 100m depth. Water temperature is only highly effective parameter between other parameters. In function 1 between 3 functions in transects with 100m depth water temperature with 60% variance was the main role and effective between different seasons in depth part were very high.

Keywords: Physico-chemical parameters, Nutrient matters, Sea water and Caspian Sea.

**Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES SCIENCE RESEARCH INSTITUTE – Caspian Sea Ecology
Research Center**

Project Title : Study on physico-chemical Characteristics of Water in the southern of Caspian Sea

Approved Number: 12-76-12-8906-89101

Author: Shaban Najafpour

Project Researcher : Shaban Najafpour

Collaborator(s) : Pourgholam, R., Nasrollahzadeh saravi, H., Younesipour, H., Yousefian, Mehdi., Olomi, Y., Nasrollatabar, A., Vahedi, F., Elyasi, F., Noroozi, M., Mokarami, A, Makhloogh, A., Rostam nejad, Ebrahimzadeh, M ., Roudbarian, M. Kardar, M

Advisor(s): -

Supervisor: Mahmood Ebrahimi

Location of execution : Mazandaran province

Date of Beginning : 2011

Period of execution : 3 Years & 8 Months

Publisher : *Iranian Fisheries Science Research Institute*

Date of publishing : 2016

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

**MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES SCIENCE RESEARCH INSTITUTE - Caspian Sea Ecology
Research Center**

Project Title :

**Study on physico-chemical Characteristics of Water in the
southern of Caspian Sea**

Project Researcher :

Shaban Najafpour

Register NO.

46436