

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

عنوان :

بررسی آلاینده های زیست محیطی
(سموم ارگانوکلره، فلزات سنگین،
هیدروکربورهای نفتی و سورفاکتانت)
در سواحل منطقه جنوبی دریای خزر

مجری :

شعبان نجف پور

شماره ثبت

۴۲۰۱۲

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

عنوان پروژه: بررسی آلاینده های زیست محیطی (سموم ارگانوکلره، فلزات سنگین، هیدروکربورهای نفتی و سورفکتانت) در

سواحل منطقه جنوبی دریای خزر

شماره مصوب: ۱۲-۷۶-۱۲-۸۸۰۱-۸۸۰۳۴

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 همکاران: نیما پورنگ، رضا پورغلام، سید محمد وحید فارابی، حسن نصراله زاده ساروی، سیدابراهیم

واردی، حوریه یونسی پور، سلیمان غلامی پور، مریم رضایی، یوسف علومی، عبدالله نصراله تبار و احد احمد نژاد

نام و نام خانوادگی مشاوران: -

نام و نام خانوادگی ناظر: -

محل اجرا: استان مازندران

تاریخ شروع: ۸۸/۶/۱

مدت اجرا: ۲ سال

ناشر: مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

تاریخ انتشار: سال ۱۳۹۲

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

«سوابق طرح یا پروژه و مجری»

پروژه: بررسی آلاینده های زیست محیطی (سموم ارگانوکلره، فلزات سنگین،

هیدروکربورهای نفتی و سورفاکتانت) در سواحل منطقه جنوبی دریای خزر

کد مصوب: ۱۲-۷۶-۱۲-۸۸۰۱-۸۸۰۳۴

شماره ثبت (فروست): ۴۲۰۱۲ تاریخ: ۹۱/۹/۲۱

با مسئولیت اجرایی جناب آقای شعبان نجف پور دارای مدرک تحصیلی دکتری در

رشته آلودگی دریا می باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش اکولوژی منابع آبی در تاریخ

۹۰/۷/۱۲ مورد ارزیابی و با نمره ۱۶ 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.

به نام خدا

صفحه	« فهرست مندرجات »	عنوان
۱	چکیده
۳	۱- مقدمه
۳	۱-۱- آلاینده سموم ارگانوکلره.....
۶	۱-۲- آلاینده ترکیبات نفتی.....
۹	۱-۳- آلاینده شوینده ها.....
۱۱	۱-۴- آلاینده فلزات سنگین.....
۱۵	۲- مواد و روش ها.....
۱۵	۲-۱- محل نمونه برداری.....
۱۷	۲-۲- نحوه بررسی نمونه ها و تعداد آنها در اعماق مختلف.....
۱۷	۲-۳- سموم ارگانوکلره.....
۱۹	۲-۴- هیدروکربن های نفتی.....
۲۲	۲-۵- شوینده ها.....
۲۴	۲-۶- فلزات سنگین.....
۲۸	۳- نتایج.....
۲۸	۳-۱- آلاینده های سموم ارگانوکلره در آب.....
۲۸	۳-۱-۱- فصل بهار.....
۳۷	۳-۱-۲- فصل تابستان.....
۴۷	۳-۱-۳- فصل پاییز.....
۵۶	۳-۱-۴- فصل زمستان.....
۶۶	۳-۲- آلاینده های سموم ارگانوکلره در رسوبات دریایی.....
۶۶	۳-۲-۱- فصل تابستان.....
۷۵	۳-۲-۲- فصل زمستان.....
۸۳	۳-۳- آلاینده های هیدروکربن های نفتی.....
۸۳	۳-۳-۱- ترکیبات نفتی (GRO, DRO, TPHs) در آب.....
۸۷	۳-۳-۲- ترکیبات GRO, DRO, TPHs در رسوبات.....
۸۹	۳-۴- شوینده ها.....
۹۶	۳-۵- آلاینده های فلزات سنگین در آب.....

به نام خدا

صفحه	عنوان	« فهرست مندرجات »
۹۹.....	۳-۶- آلاینده های فلزات سنگین در رسوب (فصل تابستان).....	
۱۰۴.....	۳-۷- آلاینده های فلزات سنگین در رسوب (فصل زمستان).....	
۱۱۳.....	۴- بحث و نتیجه گیری	
۱۱۳.....	۴-۱- آلاینده های سموم ارگانوکلره.....	
۱۲۲.....	۴-۲- آلاینده های هیدروکربن های نفتی.....	
۱۲۶.....	۴-۳- آلاینده های فلزات سنگین	
۱۳۰.....	۴-۴- شوینده ها	
۱۳۲.....	پیشنهادها.....	
۱۳۳.....	منابع.....	
۱۳۸.....	چکیده انگلیسی	

چکیده

پروژه "بررسی آلاینده های زیست محیطی (سموم ارگانوکلره، فلزات سنگین، هیدروکربورهای نفتی و سورفاکتانت) در سواحل منطقه جنوبی دریای خزر" بصورت فصلی در هشت نیم خط (آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و بندر ترکمن) و در ایستگاههای سطحی اعماق ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر از تاریخ ۱۳۸۸/۶/۱ لغایت ۱۳۹۰/۳/۳۱ با اهداف برآورد و تعیین آلاینده های زیست محیطی در نمونه آبهای سطحی و رسوبات کف مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، حداکثر درصد سموم ارگانوکلره در نمونه های آب لایه های سطحی اعماق ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر بین فصول مختلف ترکیبات (Heptachlor epoxide, Endrin DDD, δ -BHC) (aldehyde, DDD) و (β - Endosulfan, aldrin) بترتیب ۶۲/۵، ۷۵ و ۱۰۰ درصد در فصل بهار مشاهده گردید. حداکثر مقدار باقی مانده سموم ارگانوکلره در نمونه های آب لایه های سطحی اعماق مذکور در بین فصول مختلف برای ترکیب آلدین (بابلسر)، آلدین (تنکابن) و هپتاکلراپوکساید (آستارا) بترتیب در حد ۵/۰۳، ۳/۰۸ و ۳۱/۴۳ میکروگرم برلیتر (ppb) در فصل بهار مشاهده گردید. حداکثر درصد سموم ارگانوکلره رسوبات در اعماق ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر برای ترکیبات α -BHC و aldrin (زمستان)، α -BHC (فصول تابستان و زمستان) و aldrin (تابستان) بترتیب ۱۰۰، ۷۵ و ۸۷/۵ درصد گزارش گردید. حداکثر مقدار غلظتی باقی مانده سموم ارگانوکلره رسوبات در اعماق مشابه برای ترکیب α -BHC (تابستان- نوشهر)، α -BHC (تابستان- سفیدرود) و α -BHC (زمستان- تنکابن) بترتیب ۵/۹۶، ۳/۷۷ و ۳/۰۷ میلی گرم بر کیلوگرم (ppm) مشاهده گردید.

روند تغییرات غلظتی و پراکنش هیدروکربورهای نفتی (TPHs) در نمونه های آب منطقه جنوبی دریای خزر به صورت تابستان < بهار < پاییز < زمستان می باشد. اما این تغییرات در غلظت TPHs رسوبات به ترتیب زمستان < تابستان مشاهده گردید. میانگین غلظت TPHs در نمونه های آب تمامی فصول، نواحی، اعماق و نیم خط ها کمتر از حد مجاز MPC به ثبت رسید. در این تحقیق، مقایسه ترکیبات نفتی با استاندارد های جهانی نشان داد

غلظت DRO در مقایسه با استاندارد EPA وضعیت مشابه TPHs بوده بطوریکه ۹۵ درصد داده ها غلظتی کمتر از حد مجاز بوده اند. اما مقادیر غلظتی GRO در تمام ایستگاه کمتر از حد مجاز EPA بر آورد گردید. مقایسه میزان مواد نفتی رسوبات نشان داد، بغیر از ایستگاههای ناحیه غربی در برخی ایستگاه های سایر نواحی کمتر از استاندارد NRC بود.

حداکثر میانگین سالانه عناصر جیوه و سرب نمونه آب در ایستگاه سطحی عمق ۵۰ متر بترتیب در نیم خط های نوشهر و امیرآباد مشاهده گردید. نتایج اکثر داده های عناصر کادمیم، سرب و جیوه در مقایسه با غلظت استاندارد اروپا، آمریکا و ژاپن زیر حد غلظت بحرانی بوده است. توزیع فراوانی عناصر کادمیم، سرب، جیوه و نیکل بترتیب ۹۸، ۹۶، ۷۷ و ۶ درصد زیر حد مقادیر کیفیت راهنمای استاندارد کانادا مشاهده گردید. مقادیر حداکثر و متوسط جیوه در فصل زمستان مشاهده بطوریکه متوسط مقادیر جیوه از کیفیت راهنمای استاندارد کانادا (ISQG) فراتر بود. تجمع کادمیم و سرب در رسوبات ایستگاههای حوزه جنوبی تا عمق ۵۰ متر نسبتا پایین و زیر حد کیفیت راهنمای استاندارد کانادا (ISQG) بود.

حداکثر غلظت آلکیل بنزین سولفانات خطی (LAS) در فصول بهار (ایستگاه انزلی)، تابستان (ایستگاه تنکابن)، پاییز (ایستگاه انزلی) و زمستان (ایستگاه نوشهر) به ترتیب در حد ۷۰، ۴۵۰، ۱۴۵۰ و ۸۷ میکروگرم بر لیتر (ppb) گزارش شد. بیشترین تجمع غلظتی در فصول بهار و پاییز (منطقه غرب) و فصول تابستان و زمستان (منطقه میانی) بوقوع پیوست ولی در منطقه شرق کمترین مقدار مشاهده گردید. براساس استانداردهای موجود، غلظت کنونی شوینده های حوزه جنوبی دریای خزر بحرانی نمی باشد.

کلمات کلیدی: سموم ارگانوکلره، هیدروکربورهای نفتی، فلزات سنگین، شوینده ها، آب، رسوب، دریای

خزر

۱-۱- آلاینده سموم ارگانوکلره

براساس آمار سرشماری جهانی میزان جمعیت هر روز در حال افزایش می باشد. جمعیت دنیا در سال ۱۹۹۷ میلادی حدود ۵٫۸ بلیون نفر بوده است. براساس تخمین، جمعیت جهان در سال ۲۰۲۵ میلادی به حدود ۸٫۰۴ بلیون نفر خواهد رسید (Yu, 2008). بنابراین، با توجه به افزایش جمعیت، محدودیت زمینهای کشاورزی و نیاز روز افزون انسان به غذا و پوشاک تا ۵۰ سال آینده، افزایش سریع راندمان در تولیدات کشاورزی به شدت احساس میگردد. متخصصین کشاورزی براین باورند که نیل به دستیابی راندمان بالا نیاز به افزایش مصرف سموم در واحد سطح را در پی خواهد داشت که امری ضروری محسوب میگردد (Yu, 2008). بنابراین، با توجه به این افزایش هر روز زمین های زیادتری بواسطه شهرک سازیهای مسکونی و صنعتی از گردونه کشت و تولیدات کشاورزی خارج و عملاً سطح زیر کشت روند کاهشی را نشان میدهد. در ضمن با فشار مداوم از سوی کشاورزان به زمینهای کشاورزی جهت کشت مجدد و برداشت محصول چند مرحله ائی در یکسال سبب می گردد که خاک از حاصلخیزی تهی گشته، لذا جهت بهره گیری بیشتر از خاک، نرخ کود دهی و سموم افزایش یافته و این روند در چرخه تولید بطور مرتب هر سال بصورت تکرار ادامه می یابد. امروزه حدود ۹۰۰ ترکیب شیمیایی با تایید سازمان حفاظت محیط زیست امریکا شامل علف کشها، حشره کشها، موش کشها هستند که بترتیب ۲۸، ۲۵، ۲۰، ۴ و ۲۳ درصد از ترکیبات فوق را شکل میدهند مورد استفاده قرار میگیرند (Ware and Whitacre, 2004). در بین سالهای ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۲ حدود ۷۵ ترکیب سمی فعال در آژانس حفاظت محیط زیست امریکا ثبت گردید که بیش از نصف آنها جزء ترکیبات متعارف شیمیایی و اکثر مابقی آنها به ترکیبات شیمیایی ریسک پذیر تقلیل یافته است (Ware and Whitacre, 2004). حال با استفاده گسترده سموم و حاصلخیز کنندهها، بخش قابل ملاحظه ائی از آنها سبب آغشته شدن غلات و حبوبات به قارچ کشها، حشره کشها و علف کشها گشته و با تداوم این امر، لایه های زمین، آبهای زیر زمینی و سطحی به میلیونها تن مواد سمی و شیمیایی آلوده میگرددند. با تخریب حوزه

آبخیز استانهای شمالی کشور و شستشوی خاک بر اثر بارندگی های مداوم باقی مانده سموم در خاکهای مزارع به همراه نشتاب و پساب شالیزارها به رودخانه ها سرازیر و سبب آلوده نمودن مناطق ساحلی و نواحی اقتصادی دریا میگردد. با مخاطره دریا، نظم اکوسیستم دریایی دستخوش تغییرات گشته و ادامه حیات ماهیان و آبزیان در آبهای آلوده دریا عملاً سلامت انسانها را با خطر جدی مواجه خواهد ساخت. تحقیقات انجام شده در تالاب ونیز ایتالیا نشان می دهد، ترکیبات پلی کلروبی فینیل ها، DDT و مشتقات آن (DDE, DDA و DDD)، لیندین، بنزن هگزاکلراید و در ماکروآلگها، ساقه و برگ جلبکها وجود داشته است. سموم لیندین و هگزاکلروبنزن در اکثر نمونه های فوق بهم نزدیک بوده و یا در برخی از نمونه ها در حد مشاهده نبود. مقدار غلظت نمونه ها بر حسب وزن خشک (۰/۱ نانوگرم بر گرم) برای مجموع د.د.ت، بنزن هگزاکلراید و PCBs به ترتیب ۶، ۱۰، ۰.۶ و ۱۳ نانوگرم بر گرم گزارش گردید (Sfrios et al., 1993; Babu Rajendran et al., 1992).

سم کلره BHC دارای فرمول شیمیایی $C_6H_6Cl_6$ است که دارای ایزومرهای متفاوت از جمله $\alpha, \beta, \delta, \gamma$ می باشد که ایزومر گامای آن لیندین است. تحقیقات انجام شده نشان می دهد، سم فوق عامل سرطانزایی برای موشها و انسانها بوده است (Tomlin, 2000).

سم DDE دارای فرمول شیمیایی $C_{14}H_8Cl_4$ می باشد که با از دست دادن یک کلر از گروه CCl_3 - از DDT مشتق گردیده است. مقدار سمیت DDE در مقایسه با DDT از درجه کمتری برخوردار بوده و بعنوان علف کش مورد استفاده قرار نمی گیرد. اکثر هیدروکربن کلرینه دریا و حدود ۸۰ درصد هیدروکربورهای موجود در آرگانیزمهای دریایی از DDT تشکیل می شوند و به احتمال قوی تمامی DDE با شکستن DDT مشتق می گردد (Clark, 1992).

استان های شمالی کشور (گیلان، مازندران و گلستان) از قطب های مهم و کلیدی محصولات و فرآورده های کشاورزی در کشور محسوب میگردند. تراکم کشت های مختلف نظیر کشت مرکبات و گسترده گی کشت برنج در استانهای گیلان و مازندران و تراکم کشت گندم، سویا و پنبه در استان گلستان سبب میشود که حجم وسیعی

از سموم کشاورزی شامل حشره کشها، قارچ کشها و علف کشها در مزارع جهت بهره وری و افزایش راندمان تولید مورد استفاده قرار گیرد. در جمع بندی کلی، نیمه عمر تقریبی برخی از ترکیبات سموم ارگانوکلره بین ۳ الی ۱۵۰ سال است (UBA, 1993). با مصرف بیش از حد آنها سبب میگردد که سموم وارد زنجیره غذایی انسانها گردیده و هر روز مردم زیای را به بیماریهای لاعلاج مبتلا نماید. حال براساس موارد یاد شده، مطالعاتی در زمینه باقی مانده سموم ارگانوکلره در آب، رسوب و ماهی از نوار ساحلی دریای خزر (آستارا تا بندرترکمن) و برخی از رودخانه های مهم استانها طی دو دهه گذشته نظیر مناطق ساحلی با اعماق کمتر از ۱۰ متر در چند دوره، رودخانه های بابلرود، چالوس رود، شیروود، چشمه کیله تنکابن و رودخانه تجن که منتهی به اندازه گیری باقی مانده سموم در دریا میشود صورت پذیرفته است (نجف پور و همکاران، ۱۳۸۴، ۱۳۸۶، لالوئی و همکاران ۱۳۷۵، ۱۳۸۳ و ۱۳۸۹، واردی و همکاران- ۱۳۸۹، شرکت مهندسین مشاور خزر آب، ۱۳۷۷). تحقیقات نسبتا کاملی در زمینه سموم کشاورزی ارگانوکلره در رودخانه های بابلرود (شش ایستگاه) و چالوسرود (چهار ایستگاه) در خصوص ترکیبات شیمیائی نظیر DDE، DDT، کلتان، ایزومر های آلفا و بتا بنزن هگزا کلراید و لیندین طی یک سال در چهار فصل صورت پذیرفته است (نجف پور و همکاران، ۱۳۸۰). حداکثر روند تغییرات فصلی ترکیبات شیمیائی اندازه گیری شده نظیر DDT، DDE، کلتان، ایزومر های آلفا و بتا بنزن هگزا کلراید و لیندین در رودخانه بابلرود مربوط به ایستگاه پل محمد حسن خان بابل در فصل کشاورزی (بهار) در حدود ۱۹، ۲۷، ۵۴، ۱۶، ۲۰ و ۳۸ میکروگرم برلیتر بوده است. مقدار در صد سموم مشاهده شده ترکیبات شیمیائی نظیر DDE، DDT، کلتان، ایزومر های آلفا و بتا بنزن هگزا کلراید و لیندین در چهار فصل نمونه برداری در شش ایستگاه بترتیب ۵۸، ۴۶، ۷۵، ۳۸، ۷۵ و ۵۰ در صد از کل نمونه ها می باشند (نجف پور و همکاران، ۱۳۸۰).

۱-۲- آلاینده ترکیبات نفتی

فلات قاره دریای خزر از یک قرن پیش مورد بهره برداری اتحاد شوروی سابق بوده و صدها چاه فعال و متروکه نفت و گاز در بستر آن وجود دارد. در حاشیه این دریا و اطراف رودهای بزرگی نظیر ولگا، دهها پالایشگاه، مجتمع پتروشیمی، صنایع سنگین و سبک، صنایع سلولزی و چوب و کارخانجات مختلف به همراه دهها شهر بزرگ وجود دارند که اکثرا فاضلابهای شهری و صنعتی خود را بصورت تصفیه نشده به دریا تخلیه می نمایند. این فعالیت ها آسیب های زیست محیطی قابل توجه به دریا خزر تحمیل می نمایند (بذرافشان و همکاران، ۱۳۷۴). دریای خزر با توجه به موقعیت جغرافیایی، وسعت، وجود ذخایر زیستی (گیاهی، جانوری و شیلاتی) و غیر زیستی (وجود منابع نفت، گاز، شن و ماسه، نمک) وجود زیستگاههای پرندگان، وجود تالابها، خلیج ها، خورها و دلتاها، ترانزیت دریایی و صنایع شیلاتی و تامین مواد پروتئینی و مهاجرت پرندگان مهاجر و صید ماهی استروژن و استحصال خاویار یکی از منحصر به فردترین دریاچه های بسته جهان است. در سال ۱۹۷۰ آلودگی نفتی به وسعت ۲۰۰۰ مایل مربع در شمال دریای خزر ثبت و در سال ۱۹۷۱، وقوع آتش سوزی در یکی از چاههای نفت سطح وسیعی از شمال دریای خزر را آلوده نمود. طبق آمار منتشره، ۴۷۰۰۰ تن نفت در سال ۱۹۶۶ از حوزه نفتی آذربایجان وارد دریای خزر گردید (جهانی و قدرت نما، ۱۳۷۵). وجود پالایشگاه ها، کارخانجات و مراکز صنعتی مهم و کارخانجات پتروشیمی با عدم تصفیه و پالایش آب و رها سازی آنها به دریا می تواند خطری جدی در آلودگی دریا محسوب شود. بنابراین، شهروندان کشور آذربایجان و شهروندان حاشیه رود ولگا و شهرهای مهم و کشورهای حاشیه دریا و رودهای شمال ایران قرار دارند همگی فاضلاب خود را بدون هیچگونه تصفیه ای به دریای وارد می کنند (Efendieva and Dzhafarov, 1993).

خطر آلودگی های محیطی تهدید کننده حوزه جنوبی دریای خزر بشرح زیر است:

الف- آلودگیهای ناشی از فاضلابهای شهری و خانگی

ب- آلودگیهای ناشی از فاضلابهای صنعتی

ج- آلودگیهای ناشی از فاضلابهای کشاورزی

د- آلودگی ناشی از منابع ساحلی و پسماندها

بطور کلی بهره برداری از نفت به روشهای مختلف نظیر استخراج، اکتشاف به روشهای لرزه نگاری و انفجاری، پالایش، نشت طبیعی از مخازن زیر زمینی و حمل و نقل دریایی (تردد و تصادفات شناورها) سبب آلودگی دریا می گردد (پاکباز و پورخسوری، ۱۳۷۵). در ارتباط با آلاینده های زیست محیطی مرتبط با تحقیق حاضر، مختصراً و به تفکیک در زیر شرح می گردد:

۱-۲-۱- هیدروکربن های نفتی^۱ (TPHs)

هیدروکربن های نفتی واژه ای است که برای توصیف خانواده بزرگی از صدها ترکیب شیمیایی که از نفت خام مشتق می شوند بکار می رود. تقریباً تمامی ترکیبات آن از هیدروژن و کربن تشکیل شده اند (ATSDR, 1999). دانشمندان این ترکیبات را به گروه هایی از هیدروکربن های نفتی اطلاق می کنند که در خاک و آب مشابه عمل می کنند. این گروه ها تحت عنوان برش های هیدروکربن های نفتی نامیده می شوند و هر برش شامل تعداد خاصی از هیدروکربن ها است و این تقسیم بندی در تفهیم بهتر دانشمندان از وقوع اتفاقات در محیط برش های نفتی کمک بیشتری می نماید (ATSDR, 1999). برخی از ترکیبات شیمیایی و نفتی نظیر هگزان، سوخت هواپیمای جت، روغن های معدنی، تولوئن، زایلن، نفتالن، فلورن و سایر محصولات نفتی و ترکیبات بنزین، دیزل، روغن موتور، نفت خام ممکن است در TPHs یافت شوند. اگرچه این مسئله امکان دارد که نمونه های TPHs تنها شامل برخی و یا ترکیبی از این مواد شیمیایی باشد (TPHCWG, 1997, 1998). بخشهایی از مواد نفتی در سطح آب شناور می شوند و یک قشر نازکی را بر روی سطح آب تشکیل می دهند. مولکولهای سنگین آن در رسوبات کف بستر

¹-Total Petroleum Hydrocarbons

تجمع یافته و موجب اختلال در تغذیه ماهیان و میکروارگانسیم های کفزی میگردند. برخی میکروارگانسیم ها (باکتری ها و قارچ ها) داخل آب برخی برش های آن را تجزیه می کنند. برخی از برشهای آن در داخل خاک حرکت می کنند و وارد آب های زیرزمینی می شوند. برخی ترکیبات خاص ممکن است بر اساس خصوصیات شیمیایی از مخلوط اصلی جدا می شوند و بعضی وارد هوا شده و بعضی دیگر در آب های زیرزمینی حل می شوند و از محل انتشارشان دور می گردند. برخی از برش ها ممکن است که به ذرات خاک چسبیده و مدت های طولانی در آن باقی بمانند و برخی از آنها توسط میکروارگانسیم های موجود در خاک تجزیه شوند. افزایش سطح دریا و به زیر آب رفتن دکل های نفتی بخصوص در منطقه باکو اثرات شدید زیست محیطی را به بار آورده است بطوریکه بستر خلیج باکو در آذربایجان ۱ تا ۱/۵ متر پوشیده از بقایای نفت از جمله مازوت گردید (کردوانی، ۱۳۷۴). بر این اساس دانشمندان محیط زیست عقیده دارند که آلودگی این بندر چندین برابر بالاتر از حد مجاز است و متعاقب آن در پیرامون این منطقه آلوده تقریباً موجودی زیست نمی کند. یکی دیگر از منابع آلوده ساز این دریا می توان از رودخانه های حوضه آبریز نام برد. رودخانه های اصلی واقع در شمال نظیر ولگا و اورال که مجموعاً ۸۸-۸۷ درصد، رودهای واقع در غرب و شرق دریای خزر مجموعاً ۷ درصد و رودخانه های ایران نظیر سفیدرود، ارس، اترک، هراز و تجن تنها ۵ درصد آب ورودی به دریای خزر را تامین می کنند. طی سال های ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۰ از طریق رودخانه ولگا ۶۰ تا ۲۰۰ هزار تن، رودخانه های مهم دیگر مناطق دریای خزر در دو دهه اخیر ۱۳۲/۳ هزار تن محصولات و مواد نفتی وارد دریای خزر شده است (جهانی و قدرت نما، ۱۳۷۵). تحقیقات نشان میدهد، طی سالهای ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۰ از رودخانه های مهم شمال، شرق و غرب مقادیر قابل توجهی از آلاینده های محصولات نفتی وارد دریای خزر شده است (CEP^۲, Moscow, 1998). در ادامه، از طریق رودخانه ولگا طی سالهای ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۸ مقادیر ۲۸-۸ هزار تن محصولات نفتی وارد دریای خزر شده است. مقادیر غلظتی مواد نفتی در رسوبات منطقه جمهوری آذربایجان ۲۰۰۰-۱۰۰۰۰ میلیگرم بر کیلوگرم بوده است (CEP)

²Caspian Environment Programme

(Baku, 1998). در سالهای ۱۹۹۴-۱۹۹۶، مقادیر غلظتی مواد نفتی در سواحل کشور قزاقستان دارای تغییرات ۲۶-
 ۰/۷۶ میلیگرم بر کیلوگرم بوده است (CEP, Almaty, 1998). جدول ۱-۱ میزان ورودی ترکیبات نفتی به دریای
 خزر بیش از ۱۲۲۰۰۰ تن از سوی (Korotenko et al, 2004) اعلام گردیده است.

جدول ۱-۱: میزان مواد نفتی ورودی به دریای خزر و سهم کشورهای حاشیه دریای خزر

مواد نفتی (تن بر سال)	سهم ایران	سهم چهار کشور دیگر	
۷۵۰۰۰	۳۷۵۰	۶۰۰۰۰	رودخانه ها
۱۹۰۰۰	۹۵۰	۱۵۰۰۰	شهرها
۲۸۰۰۰	۱۴۰۰	۲۲۰۰۰	صنایع
۳۵۰	۳۵	۲۰۰	اتمسفر
۱۲۲۳۵۰	۶۱۳۵	۹۷۲۰۰	کل

Source: Korotenko et al., 2004

۳-۱- آلاینده شوینده ها

شوینده ها ترکیبات آلی زنجیره ای کربن داری هستند که دارای دو قطب هیدروفیل و لیپوفیل می باشند. قطب هیدروفیل، آب دوست و قطب لیپوفیل، چربی دوست می باشد. قطب هیدروفیل به سه گروه زیر تقسیم می شوند:
 ۱- شوینده های آنیونی: این ترکیبات در اثر یونیزاسیون در محیط آبی به یونهای منفی که در آن R یک زنجیر کربنی طولانی الکیلی و یک یون مثبت که اغلب سدیم است تفکیک می شوند. بیشترین شوینده ها مصرفی منازل و عمومی در این گروه قرار دار د.

۲- شوینده های کاتیونی: این شوینده ها در اثر یونیزاسیون به یونهای مثبت گروه آمونیومی که دافع آب است و گروه یونهای منفی جاذب آب تبدیل می شود و دارای قدرت زیاد باکتری کشی می باشند.

۳- شوینده های خنثی: این پاک کننده ها از ترکیب چند شاخه اتیلن بر روی یک ریشه ای که دافع آب است حاصل می شود و بهترین مثال از آنها پلی گلیکول اتوالکیل فنل است که قدرت پاک کنندگی شدیدی دارد.

آثار سوء حیاتی شوینده ها بر محیط زیست عبارتند از:

- ۱- تجمع کف بر روی آبهای سطحی و جلوگیری از عمل اکسیژن گیری آب، ۲- تولید بو و طعم نامطبوع در آب
- ۳- اثرات سمی بر موجودات زنده مانند انسان، موجودات آبی و گیاهان، ۴- تخریب و انهدام اکوسیستم
- ۵- حذف و کاهش مواد معلق آب در حضور شوینده ها به صورت دلخواه مقدور نیست، ۶- بخودگیری میکروارگانیسم ها و بیماری زا و مساعد نمودن شرایط محیطی در جهت شیوع بیماریها، ۷- اشکال در امر انعقاد و ته نشینی و صاف کردن آب، ۸- وقوع پدیده یوتروفیکاسیون با مصرف فسفاتها. اثرات سوء محیط زیستی دترجنت ها به شرح ذیل می باشند:

- ۱- اثر سوء بر سیستم های تصفیه فاضلاب، ۲- اثر سوء بروی آب رودخانه ها، ۳- اثر سوء بر روی آبهای آشامیدنی، ۴- اثر سوء بر آبزیان و انسان، ۵- اثر سوء در علم انعقاد سازی، ۶- اثر سو بر روی ابهای زیر زمینی، ۷- تشکیل کف ماهیان و آبزیان نیز از آثار سوء شوینده ها بی بهره نیستند زیرا شوینده ها باعث کاهش میزان اکسیژن گیری آب می شوند. شوینده ها قادرند حالت و کیفیت پروتئین را تغییر دهند و متابولسیم باکتریها را مختل سازند و موجب کندی اعمال حیاتی آنها گردند، این امر ناشی از اثر شوینده ها در کاهش کشش سطحی آب می باشد (دبیری، ۱۳۷۵). شوینده ها به عنوان عامل خیس کننده عمل کرده کشش سطحی آب را کم می کنند در نتیجه آب بهتر وارد بافت الیاف می گردد. این مواد همچنین ذرات کثیف و آب را به یکدیگر اتصال می دهند. وجود کف در حوضهای هوادهی در تصفیه خانه های فاضلاب میزان انتقال اکسیژن به فاضلاب را به شدت تقلیل می دهد به طوری که گاهی تقلیل راندمان تصفیه در اثر کف شوینده ها به ۸۰ درصد می رسد. در حوضهای ته نشینی اولیه وجود ماده مؤثر دترجنت مانع ته نشینی کامل مواد معلق می شود و چربی موجود در

فاضلاب در اثر کف زیاد به سایر قسمت های تصفیه خانه نیز راه می یابد. ماهیان و آبزیان نیز از آثار سوء شوینده ها بی بهره نیستند زیرا شوینده ها باعث کاهش میزان اکسیژن گیری آب می شوند. شوینده ها قادرند حالت و کیفیت پروتئین را تغییر دهند و متابولسیم باکتری ها را مختل سازند و موجب کندی اعمال حیاتی آنها گردند، این امر ناشی از اثر شوینده ها در کاهش کشش سطحی آب می باشد (Rand, 1995).

۴-۱- آلاینده فلزات سنگین

با تخلیه پساب های صنایع به محیط های آبی کشور نقش مهمی را در آلوده سازی آنها ایفا می نمایند. از میان صنایع، تعداد معدودی از آنها دارای سیستم تصفیه بوده و برخی از میان دارای سیستم نسبتاً فعال و کامل هستند که بخوبی عمل می نمایند. در پساب صنعت رنگرزی، صنایع تولید شیمیایی، منسوجات و صنایع مرتبط با بنزین و ذغال سنگ فلزات استخراج سرب، نیکل، کروم، کادمیم وجود دارد. شایان ذکر است، اغلب صنایع در جوار رودخانه نظیر نساجی ۱، ۲ و ۳ قائمشهر در کنار سیاهرود، کارخانه فرش البرز در کنار بابلرود، کارخانه تغلیظ سرب دونا، کارخانه تغلیظ باریت در جوار رودخانه چالوس، کارخانه چوکا در کنار رودخانه نوکنده به دریای خزر می ریزند (واردی و همکاران، ۱۳۸۹).

فلزات سنگین تجمع یافته در رسوبات از طریق این فرآیندها ممکن است نقش بالقوه ایی در آلوده کردن ستون منابع آبی و ارگانسیم های دریایی ایفا نمایند (Choi et al, 2008، واردی و همکاران، ۱۳۸۹). سطح برخی از فلزات نظیر مس، روی، سرب و کادمیم در آب رودخانه ولگا که سهم بیش از ۹۰ درصد جریان آب دریای خزر بیش از ۱۵ سال گذشته افزایش داشته اند (Karpinsky, 1992; Dumont, 1998). علاوه بر این، غلظت بعضی از عناصر کمیاب در رسوب گزارش شد (Winkels et al., 1998). شاخص آلودگی ترکیبات آهن و مس در ساحل Atyrau قزاقستان بترتیب ۲۰ و ۱۲ برابر حد مجاز فراتر رفته است. در پایین دست اورال فلزات مس و منگنز بترتیب ۵/۳ و ۱/۹ برابر بیش از حد مجاز گزارش گردیده است (CEP, Almaty, 1998). تخلیه سالانه از طریق

رودخانه ولگا به دریای خزر بطور متوسط از مشتقات نفت حدود ۶۰۰۰۰ تن متریک ، سولفیت حدود ۲۴۰۰۰ تن و ۴۰۰۰۰۰ تن کلر تخمین زده می شود (Parizanganeh et al, 2007; Neville, 2006).

آلودگی فلز سرب در مجاورت ایستگاه گمیشان با تخلیه فاضلاب چرم و صنایع پالایش مرکز صنعتی بندر ترکمن ارتباط مستقیم دارد. منبع اصلی آلاینده نیکل نزدیک به مختم قلی تحت نفوذ از منابع متعددی از آلاینده مجتمع صنعتی بهشهر است که به دریا تخلیه می شود. این منطقه به دلیل وجود آلاینده ها با جریان آنتی سیکلونی در حال تبدیل شدن به منطقه بشدت آلوده می باشد (Parizanganeh et al, 2007). مطالعات انجام شده نشان میدهد، حداکثر غلظت فلزات سنگین سرب، مس، روی و آهن در آبهای اعماق کمتر از ۱۰ متر سال ۱۳۷۸ بترتیب ۵۰، ۱۱۱۷، ۱۷۲ و ۴۲۲ میکروگرم برلیتر و حداقل غلظتی آنها بترتیب ۵، ۱۱، ۱۰ و ۱۰ میکروگرم برلیتر بوده است. میزان فلزات سنگین در آب دریا از حد مجاز تعیین شده برای حفظ حیات ماهیان دریایی و غلظت های بحرانی استانداردهای اروپا، آمریکا و ژاپن کمتر بوده است (لالویی و همکاران، ۱۳۸۳). نتایج تحقیق سال ۱۳۸۷ در آبهای حوزه جنوبی (ستون آبهای سطحی ۵، ۱۰ و ۵۰ متر) نشان داد که مقادیر فلزات سنگین (کادمیم، کروم، مس، آهن، سرب و روی) دارای شرایط حفاظت شده و قابل قبول برای زندگی آبریان بوده است (واردی و همکاران، ۱۳۸۹).

مواد رسوبی کف دریای خزر را رسوبات آبرفتی رودخانه ای، بقایای رستنیهای دریایی، مواد تخریبی سواحل دریا و مناطق مجاور آن که قسمتی از آنها بوسیله باد از خشکی به دریا آورده می شوند تشکیل می دهند. ویژگی اصلی جمع شدن رسوبات فعلی دریای خزر به ترکیبات متشکله عناصری مثل $CaCO_3 - Fe - Mn - P$ و مواد آلی نسبت داده شده است که تحت تاثیر عوامل هیدرودینامیکی در کف پخش شده و با تک تک مواد ارتباط دارند (کریلف، ۱۹۸۷). بررسی میزان آلودگیهای نفتی و فلزات سنگین در آبهای اعماق کمتر از ۱۰ متر حوزه جنوبی دریای مازندران در سالهای ۷۵-۱۳۷۴، ۱۳۷۸ و ۸۳-۱۳۸۲ (نصراله زاده، ۱۳۷۵، لالویی و همکاران، ۱۳۸۹ و

(۱۳۸۳) صورت پذیرفت. بطور کلی سرب و کادمیم در خزر شمالی غلظت های آن چندین برابر شرایط موجود بودند بطوریکه متوسط غلظت سالانه فلزات سنگین در مناطق ساحلی فدراتیو روسیه در سال ۱۹۹۵ برای مس (۲۷/۹-۴/۶)، سرب (۲/۴-۰/۱) و نیکل (۱۵۷۱-۶۵) میکروگرم بر گرم نشان داد (بذرافشان، ۱۳۷۴). عمده ورودی آلودگی های دریای خزر از طریق جریان آب رودخانه ها حدود ۹۰ درصد حجم مقادیر کلی را نشان می دهد. مطالعه بر روی فلزات سنگین در آب و بستر سواحل جنوب شرقی دریای خزر (آبهای ساحلی مقابل نیروگاه نکا تا صیدگاه خواجه نفس) در سالهای ۷۳-۷۴ (قبل از حفاری چاههای نفت) انجام گرفت نشان میدهد، حداکثر غلظت فلزات سنگین سرب، مس، روی، آهن و کروم در رسوبات کف بستر دریا بترتیب ۳۳، ۱۰/۷، ۴۱، ۲۹/۹، ۱۳/۷ میکروگرم بر گرم وزن خشک و حداقل غلظتی آنها بترتیب ۲۹، ۹، ۳۴، ۲۹/۴، ۱۳/۳ میکروگرم بر گرم وزن خشک گزارش گردید (بذرافشان، ۱۳۷۴). غلظت فلزات Al, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Pb و Hg در رسوبات سطحی و مغزی (core) از ۱۲ ناحیه ساحل دریای کره جنوبی با فرض مناطق آلوده تبیین شد. خطرات زیست محیطی آلودگی فلزات سنگین با خطوط راهنمای رسوبات (SQGS) مقایسه و ارزیابی گردید. همچنین روند آلودگی فلزات سنگین در رسوبات بصورت منطقه ای بحث گردید. متوسط مقادیر آهن، مس، روی، کادمیم، سرب و جیوه بیش از یک و نیم برابر در هر منطقه بود. نتایج تحقیق سال ۱۳۸۷ در آبهای حوزه جنوبی (رسوبات سطحی ۵، ۱۰ و ۵۰ متر) نشان داد. تجمع قابل ملاحظه فلزات کبالت، مس و کروم در رسوبات نیم خط های سفیدرود و انزلی در مقایسه با ۶ نیم خط (ترکمن، امیرآباد، بابلسر، نوشهر، تنکابن و آستارا) و تجمع نیکل در رسوبات نیم خط های سفیدرود و آستارا در مقایسه ۶ نیم خط (ترکمن، امیرآباد، بابلسر، نوشهر، تنکابن و انزلی) مشاهده گردید (واردی و همکاران، ۱۳۸۹).

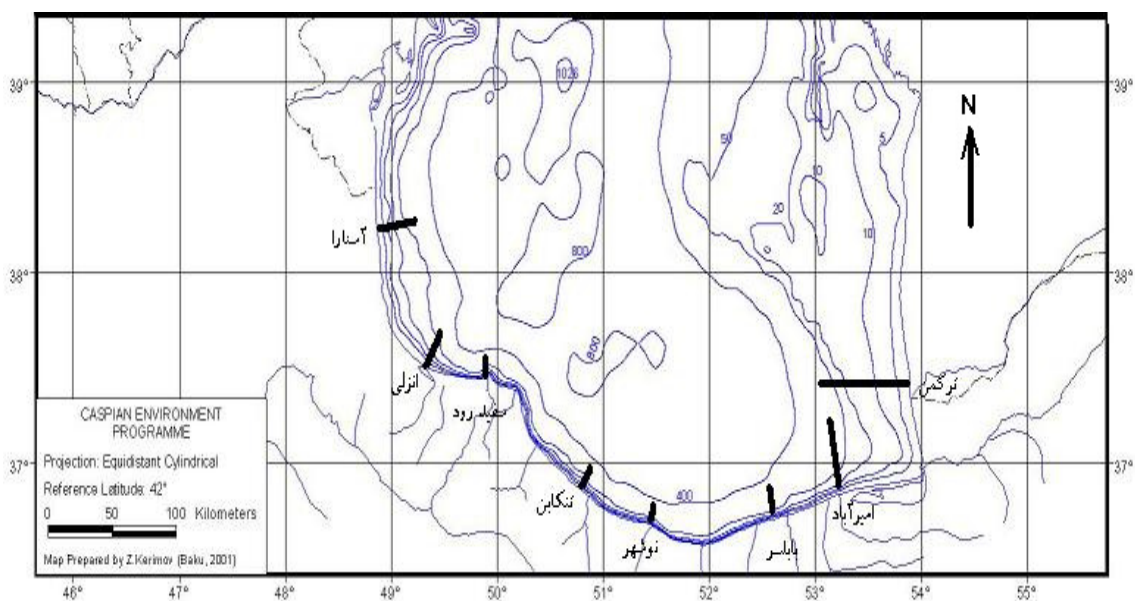
بنابراین، در مطالعه حاضر (سال ۱۳۸۸)، تعیین باقی مانده سموم ارگانوکلره، ترکیبات نفتی، شوینده ها و فلزات سنگین در لایه های آبی طی چهار فصل از هشت نیم خط عمود بر ساحل (آستارا تا ترکمن) در سه ایستگاه

سطحی با اعماق ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر (ترکیبات سموم ارگانوکلره و شوینده ها) و همچنین در سه ایستگاههای سطحی با اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر (ترکیبات فلزات سنگین و مواد نفتی) مجموعاً ۹۶ نمونه در سال برای هر گروه مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین رسوبات دریا در فصول تابستان و زمستان (گرم و سرد) برای گروههای سموم ارگانوکلره، مواد نفتی و فلزات سنگین به تعداد ۴۸ نمونه (دو فصل از هشتت نیم خط در بستر سه ایستگاه) مورد ارزیابی قرار گرفت. در خاتمه مقایسه تمامی داده های لایه های آبی و رسوب مطالعه اخیر با داده های دوره ۱۳۸۷ حوزه جنوبی دریای خزر، استاندارد های جهانی در زمینه آلاینده ها و اطلاعات مربوط به برنامه زیست محیطی دریای خزر (CEP) و جهت دستیابی به راه حل مناسب منطقه جنوبی دریای خزر صورت می پذیرد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- محل نمونه برداری

مطالعه حاضر در منطقه جنوبی دریای خزر با طول و عرض جغرافیایی بین ۳۶ تا ۳۸ درجه شمالی و ۴۸ تا ۵۳ درجه شرقی صورت پذیرفت. نمونه برداری در هشت نیم خط عمود بر ساحل آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و ترکمن در طول منطقه به انجام رسید. ایستگاه های نمونه برداری بر اساس موقعیت مکانی، حوضه های مهم مصبی دریا با رودخانه (نزدیک بودن به بنادر و رودخانه های مهم) و همچنین با توجه به نتایج دوره قبلی برای برخی از پارامترها از نقاط ساحلی به نقاط بالا دست تر با توجه به امکانات دریانوردی و همپوشانی داده ها از ۱۶ ایستگاه به ۸ ایستگاه تقلیل یافته است (شکل ۱-۲). همچنین فاصله محاسباتی ایستگاه های نمونه برداری بر اساس طول و عرض جغرافیایی به شرح جدول ۱-۲ می باشد.



شکل ۱-۲- محل استقرار ایستگاه های نمونه برداری در منطقه جنوبی دریای خزر

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

محل نمونه برداری	عمق	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
آستارا	۱۰ متر	۴۸° ۵۸' ۹۰۳"	۳۸° ۱۰' ۷۱۶"
	۲۰ متر	۴۹° ۰۲' ۱۱۹"	۳۸° ۱۱' ۷۱۰"
	۵۰ متر	۴۹° ۰۸' ۴۰۰"	۳۸° ۱۱' ۲۴۰"
	۱۰۰ متر	۴۹° ۱۴' ۹۱۴"	۳۸° ۱۲' ۴۸۷"
انزلی	۱۰ متر	۴۹° ۲۸' ۹۸۴"	۳۷° ۲۹' ۵۰۸"
	۲۰ متر	۴۹° ۳۰' ۲۴۰"	۳۷° ۳۰' ۹۴۷"
	۵۰ متر	۴۹° ۳۰' ۱۹۹"	۳۷° ۳۵' ۰۹۰"
	۱۰۰ متر	۴۹° ۳۰' ۱۸۶"	۳۷° ۳۹' ۹۵۷"
سفیدرود	۱۰ متر	۴۹° ۵۵' ۸۹۸"	۳۷° ۲۹' ۳۷۳"
	۲۰ متر	۴۹° ۵۵' ۴۱۷"	۳۷° ۳۰' ۵۴۵"
	۵۰ متر	۴۹° ۵۵' ۰۶۷"	۳۷° ۳۱' ۳۷۴"
	۱۰۰ متر	۴۹° ۵۵' ۶۵۰"	۳۷° ۳۱' ۵۱۵"
تنکابن	۱۰ متر	۵۰° ۵۳' ۵۹۶"	۳۶° ۴۹' ۶۱۰"
	۲۰ متر	۵۰° ۵۳' ۶۷۳"	۳۶° ۵۰' ۷۹۱"
	۵۰ متر	۵۰° ۵۵' ۸۹۸"	۳۶° ۵۳' ۷۱۸"
	۱۰۰ متر	۵۰° ۵۷' ۸۴۸"	۳۶° ۵۶' ۱۳۳"
نوشهر	۱۰ متر	۵۱° ۳۱' ۲۴۹"	۳۶° ۴۰' ۲۵۵"
	۲۰ متر	۵۱° ۳۲' ۲۹۷"	۳۶° ۴۰' ۸۱۲"
	۵۰ متر	۵۱° ۳۱' ۱۰۱"	۳۶° ۴۳' ۲۴۹"
	۱۰۰ متر	۵۱° ۳۲' ۶۹۵"	۳۶° ۴۵' ۰۷۱"
بابلسر	۱۰ متر	۵۲° ۳۸' ۹۶۱"	۳۶° ۴۳' ۵۶۷"
	۲۰ متر	۵۲° ۳۸' ۵۶۲"	۳۶° ۴۵' ۲۱۶"
	۵۰ متر	۵۲° ۳۶' ۹۴۰"	۳۶° ۴۸' ۱۵۹"
	۱۰۰ متر	۵۲° ۳۶' ۸۷۲"	۳۶° ۴۸' ۸۴۵"
امیرآباد	۱۰ متر	۵۳° ۲۲' ۷۲۱"	۳۶° ۵۳' ۷۷۸"
	۲۰ متر	۵۳° ۲۰' ۴۸۵"	۳۶° ۵۷' ۲۸۷"
	۵۰ متر	۵۳° ۱۵' ۶۸۶"	۳۷° ۰۰' ۶۸۰"
	۱۰۰ متر	۵۳° ۱۳' ۰۵۸"	۳۷° ۰۳' ۲۶۹"
ترکمن	۱۰ متر	۵۳° ۴۳' ۲۰۹"	۳۷° ۱۱' ۵۹۳"
	۲۰ متر	۵۳° ۲۴' ۵۲۴"	۳۶° ۱۶' ۲۰۰"
	۵۰ متر	۵۳° ۱۱' ۶۴۵"	۳۷° ۱۸' ۴۶۳"
	۱۰۰ متر	۵۳° ۰۸' ۴۴۲"	۳۷° ۱۹' ۱۵۲"

منبع: طول و عرض جغرافیایی ایستگاهها با استفاده از سیستم عمق یاب و GPS کشتی تحقیقاتی گیلان تعیین گردید

۲-۲- نحوه بررسی نمونه ها و تعداد آنها در اعماق مختلف

نمونه برداری با استفاده از کشتی گیلان در سال ۱۳۸۸ از هشت نیم خط عمود بر ساحل بصورت فصلی در ایستگاه لایه های سطحی ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر جهت سموم ارگانوکلره و شوینده ها و ایستگاههای سطحی ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر (فلزات سنگین و نفتی) برای نمونه آب و در دو فصل تابستان و زمستان (گرم و سرد) در هشت نیم خط از رسوب بستر اعماق ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر صورت گرفت. جدول ۲-۲، نحوه تامین و تعداد نمونه های آب و رسوب را نشان میدهد.

جدول ۲-۲: نحوه تامین و تعداد نمونه آلاینده های زیست محیطی از ایستگاههای سطحی اعماق و بستر دریا

پارامتر	فلزات سنگین		هیدروکربن های نفتی		سموم ارگانوکلره		سورفاکتانت
	رسوب (نمونه ۴۸)	آب (نمونه ۹۶)	رسوب (نمونه ۴۸)	آب (نمونه ۹۶)	رسوب (نمونه ۴۸)	آب (نمونه ۹۶)	آب (نمونه ۹۶)
ایستگاه ۱۰ متر	*	*	*	*	*	*	*
ایستگاه ۲۰ متر	--	*	--	*	--	--	--
ایستگاه ۵۰ متر	*	*	*	*	*	*	*
ایستگاه ۱۰۰ متر	*	--	*	--	*	*	*

۲-۳- سموم ارگانوکلره

۲-۳-۱- مکانیزم تهیه و آماده سازی نمونه های آب

در هر ایستگاه، نمونه های آب در قسمت سطحی (لایه های ۳۰ تا ۵۰ سانتی متری) بصورت ترکیبی در چند نقطه و در محدوده ائی به شعاع تقریبی کمتر از یک کیلومتر و به حجم تقریبی ۱۵-۲۰ لیتر از تمامی هشت نیم خط عمود بر ساحل (آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و ترکمن) در نقاط سطحی که دارای عمق ۱۰، ۵۰، ۱۰۰ متری می باشند به تعداد ۹۶ نمونه (جدول ۲-۳) در چهار فصل (بهار، تابستان، پاییز و زمستان) جمع آوری که پس از اختلاط کامل مقدار یک لیتر از آن جدا و در ظرف شیشه ای تیره رنگ قرار

داده و با مواد آلی (هگزان نرمال) در محل نمونه برداری فیکس میگردد. نمونه فیکس شده به آزمایشگاه منتقل و سپس در سه مرحله با افزودن حلال آلی با استفاده از شیکر و دکانتور عمل جدا سازی فاز آلی و فاز مایع صورت می پذیرد. در این مرحله، نمونه با استفاده از مواد شیمیائی آب زدایی گردیده و سپس با استفاده از روتاری اوپوراتور مقدار آن تا ۲ میلی لیتر تغلیظ میگردد. نمونه با استفاده روش US-EPA - ۵۰۸ تغلیظ شده و به همراه نمونه شاهد (Spike) مطابق نمونه فوق عمل فیکس و جداسازی آن با افزودن استاندارد آماده گردیده و سپس با استفاده از دستگاه GC-ECD نمونه ها مورد قرائت قرار می گیرد. دستگاه GC-ECD با مدل استفاده Shimadzu-14 A، گاز حامل هلیوم و make up آن گاز ازت (N_2) با خلوص ۹۹.۹۹۹ درصد می باشد. ستون مویی بطول ۲۵ متر با ضخامت فیلم ۰.۲۵ میکرون و با قطر داخلی ۰/۲۲ میلی متر که نوع فاز آن CPB1 غیر قطبی است (EPA, 1995).

۲-۳-۲ - مکانیزم تهیه و آماده سازی نمونه های رسوب

نمونه های مرطوب رسوبی که توسط گِرپ (Grap Van Don Sampler) از بستر دریا از ایستگاههای سطحی ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری از تمامی هشت نیم خط عمود بر ساحل (آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و ترکمن) به تعداد ۴۸ نمونه در فصول گرم و سرد (تابستان و زمستان) برداشت گردید. نمونه های رسوب در محل نمونه برداری در نایلون فریزر بسته بندی و با برچسب به فریزرهای آزمایشگاه مرکز منتقل گردید. سپس نمونه ها بیش از ۲۴ ساعت در دستگاه فریزدرایر خشک و آماده بهره برداری گردید. در آزمایشگاه، نمونه های خشک شده رسوب با استفاده از فیلتر در اوزان ۳-۵ گرم وزن گردید. فیلتر حاوی نمونه رسوب در سیستم سوکسله که شامل مواد حلال آلی (ان-هگزان و دی کلرومتان) است قرار داده و با عمل چرخشی (Circulation) در سوکسله بمدت بیش از ۲۴ ساعت جهت جداسازی فاز سموم احتمالی در رسوب صورت پذیرفت. سپس مراحل تغلیظ اولیه توسط دستگاه روتاری و کلیناپ (Clean Up) آن با استفاده از ستون کروماتوگرام جهت آزدائی و رنگبری

احتمالی نمونه انجام یافته است. در مرحله بعد، عمل تغلیظ نمونه تا ۲cc توسط دستگاه روتاری صورت می پذیرد. در خاتمه ۲cc از نمونه نهائی در ظروف تیره رنگ ذخیره و به بخش آنالیز دستگاهی جهت قرائت توسط دستگاه GC ارسال میگردد. شرح عملیات قرائت نمونه های رسوب بمانند زیر بخش های نمونه های آب صورت پذیرفت (EPA, 1995).

۳-۳-۲- تجزیه و تحلیل آماری

در مطالعه سموم ارگانوکلره، با استفاده از نرم افزار (SPSS-Statistical Package of Social Science- 11.5) ، روش آزمایشات غیر پارامتریک (Kruskal Wallis Test) برای آزمایشات چندین نمونه مستقل از هم شامل فصول با سموم کلره، ایستگاههای سطحی با سموم کلره، نیم خط های عمود بر ساحل با سموم کلره جهت مقایسه با یکدیگر اعم از نمونه های آب و رسوب نیز استفاده گردید. همچنین از روش پیرسون (Pearson) برای تعیین ضریب همبستگی ترکیبات در هر دو حالت ($P < 0.05$, $P < 0.01$) در نمونه های آب و رسوب در این تحقیق نیز استفاده شده است (Hastie and Tibshirani, 1990).

۴-۲- هیدروکربن های نفتی

۴-۲-۱- مکانیزم تهیه و آماده سازی نمونه های آب:

محصولات نفتی نظیر گازوئیل، دیزل و بنزین و غیره شامل صدها و یا هزاران ترکیبات مختلف است. در این تحقیق، اندازه گیری TPHs بر اساس مشتقات نفت خام میتوان درصد (C2-C9) GRO (Gasoline Range Organic) و (C10-C32) DRO (Diesel Range Organic) صورت پذیرفت. در مرحله استخراج، آلاینده ها بکمک حلال از نمونه آب خارج شده و وارد فاز حلال گردیدند. مرحله آزدایی نمونه با استفاده از ستون انجام می پذیرد سپس در مرحله تغلیظ حلال حاصله از مرحله استخراج آنقدر تغلیظ میگردد تا ترکیب مورد نظر به فراتر از حد

تشخیص دستگاه گاز کروماتوگرافی برسد (حد تشخیص دستگاه گاز کروماتوگرافی مورد استفاده ۰/۰۱ میلیگرم برلیتر است). در مرحله تزریق، حلال تغلیظ شده توسط میکروسرنجک به دستگاه تزریق گردید (MOOPAM, 1999).

۲-۴-۲- مکانیزم تهیه و آماده سازی نمونه های رسوب

مقدار ۳۰۰-۵۰۰ گرم از رسوبات نیم خط های مختلف برداشت و در محل نمونه برداری، هر کدام از نمونه ها در فویل آلومینومی جداگانه قرار داده و به آزمایشگاه انتقال یافت. نمونه ها در یخچال در دمای ۴- درجه سانتی گراد نگهداری شد. جهت خشک نمودن از روش فریزدرایر^۳ استفاده گردید. در این روش مقدار ۱۰۰ گرم از رسوب را به بالن ته گرد ۵۰۰ سانتی متر مکعب انتقال و با دستگاه فریزدرایر فرآیند آبگیری صورت گرفت. برای اطمینان از خوب خشک شدن نمونه ها مقدار ۱ تا ۲ گرم از نمونه خشک شده را برداشته و توزین گردید، سپس به مدت ۲۴ ساعت در دستگاه قرار داده و مجدداً توزین شد. اگر اختلاف وزن این دو مرحله کمتر از نیم درصد باشد از خشک شدن کامل نمونه می باشد. سپس جهت استخراج ترکیبات نفتی، مقدار ۵ تا ۱۰ گرم از نمونه رسوب خشک شده را در کاغذ صافی مخصوص ریخته و به دستگاه سوکسیله^۴ منتقل و سپس با اضافه نمودن ۲۵۰-۳۰۰ میلی لیتر حلال مخلوط هگزان نرمال و دی کلرومتان (۵۰:۵۰)، عملیات استخراج با این دستگاه به مدت یک تا دو روز صورت پذیرفت. در این مرحله در هر ۳۰-۲۰ دقیقه، یک دور عملیات سیفون در سوکسیله انجام شده و در طی این مدت می بایست نمونه رسوب جهت استخراج کامل ترکیبات نفتی، حداقل ۱۵-۱۰ بار سیفون گردد. پس عملیات تغلیظ محلول استخراج شده به وسیله دستگاه روتاری^۵ صورت گرفت. میزان تغلیظ به ازای هر گرم نمونه برابر یک میلی لیتر می باشد یعنی برای هر ۱۰ گرم نمونه، حجم تغلیظ ۱۰

³ Freeze dryer

⁴ Soxhlet extractor

⁵ Rotary evaporator

میلی لیتر است. در مرحله نهایی ۱۰ میلی لیتر تغلیظ شده با دستگاه روتاری، بوسیله جریان گاز نیتروژن به ۲ میلی لیتر تغلیظ و جهت قرائت با دستگاه گاز کروماتوگرافی آماده میگردد (MOOPAM, 1999). هنگام قرائت در ابتدا استاندارد با غلظت مشخص تهیه شده و به دستگاه و دتکتور یونیزاسیون شعله ای (FID^۶) تزریق و بر اساس زمان بازداری^۷ هر ترکیب، میزان سطح زیر پیک محاسبه گردید. مشخصات دستگاه گاز کروماتوگرافی با دتکتور یونیزاسیون شعله ای (GC-FID) بشرح ذیل می باشد:

Column: 30m, 0.25 (ID), 0.05 μ m (Thickness) , RTX-5; Carrier gas: He

Oven: 100 °C (2 min.) to 320 °C at (8 °C /min.) final time 15 ,min.

Injection Temp.: 320 °C (split less) Detector: 330 °C Flow/min.: 50ml/min

Injection volume: 20 μ l , Air: 0.6 , H₂: 0.05

جهت تهیه راندمان روش آزمون مقدار مشخصی از استاندارد آب و رسوب را برداشته^۸ و همانند نمونه های اصلی تمامی فرآیند ها را انجام داده و به دستگاه تزریق گردید. سپس با استفاده از استاندارد اولیه مقایسه صورت پذیرفت و راندمان^۹ محاسبه شد. در ارزیابی آلودگی آب های محدوده مورد مطالعه به مشتقات هیدروکربن های نفتی به دلیل عدم وجود استاندارد برای منطقه دریای خزر، به ناچار از استانداردهای ارائه شده توسط سازمان حفاظت از محیط زیست امریکا استفاده شد (جدول ۳-۲).

جدول ۳-۲: استاندارد های هیدروکربن های نفتی (GRO & DRO)
آژانس حفاظت محیط زیست امریکا در محیط آبی

ترکیبات	برحسب میلیگرم بر لیتر
GRO ^{۱۰}	۰/۷۴
DRO ^{۱۱}	۰/۴۷
Source: ATSDR, 1999	

⁶ Flame Ionization Detector (FID)

⁷ Retention time

⁸ Spike

⁹ Recovery

¹⁰ Gasoline Range Organic

¹¹ Diesel Range Organic

همچنین کل هیدروکربن نفتی (TPHs^{۱۲}) در آب و رسوبات از استاندارد های روسی و NRC^{۱۳} استفاده گردید. شایان ذکر است که با توجه به نوع روش مورد استفاده در آنالیز، مقادیر ارائه شده برای هیدروکربن ها متفاوت خواهد بود.

۳-۴-۲- تجزیه تحلیل آماری

داده های هیدروکربن های نفتی (TPHs و DRO) با نرمال کردن در برنامه آماری SPSS.11.5 تحت آزمون پارامتریک مورد مقایسه قرار گرفتند. اما در خصوص GRO با توجه میزان کم آن در آب و پایین بوده غلظت آن کار آماری انجام نپذیرفت.

۵-۲- شوبنده ها

حدود یک لیتر از نمونه آبی که در ظروف شیشه ای تیره بمقدار ۲ لیتر که در طول سواحل از ۸ نیم خط (آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و بندر ترکمن) در سه ایستگاه سطحی (اعماق ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر) از هر نیم خط بصورت فصلی جمع آوری میگردد جدا و براساس دستورکار ارائه شده در کتاب استاندارد متد، به روش سابلیشن - متیلن بلو آنالیز نمونه ها انجام گرفته است (APHA, 2005).

۱-۵-۲- مرحله فیلتراسیون

برای رفع مزاحمتهای مواد معلق در آب، نمونه ها را با کاغذ صافی با مش متوسط صاف و سپس یک لیتر از آن را برای مرحله بعد آماده میگردد.

¹² Total Petroleum Hydrocarbon

¹³ National Research Council

۲-۵-۲- مرحله سابلشین

فرایند سابلشین (تغییر از فاز جامد به فاز گاز بدون عبور از فاز مایع) از طریق ایجاد حباب از جریان نیتروژن در بالای ستون انجام می شود. در یک لیتر از نمونه صاف شده ۱۰۰ گرم نمک کلرید سدیم و ۵ گرم نمک بی کربنات سدیم حل کرده و به سابلیتور منتقل می گردد. مقدار ۱۰۰ میلی لیتر حلال اتیل استات را از بالای سابلیتور به نمونه اضافه و با پمپ خلاء به سابلیتور وصل و عملیات حباب دهی را بمدت ۵ دقیقه انجام می داده و سپس به مدت ۱۰ دقیقه مکث تا دو فاز آبی و آلی تفکیک شود. آنگاه کل فاز اتیل استات را از شیر بالای سابلیتور جمع آوری کرده و برای مرحله بعدی نگه داری میگردد.

۲-۵-۳- مرحله حذف حلال اتیل استات

اتیل استات جمع آوری شده را به بالن ته گرد منتقل و سپس بوسیله دستگاه روتای در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد با سرعت ۶۰ دور در دقیقه با ایجاد خلاء، حذف کامل اتیل استات صورت می پذیرد. با حذف حلال، شوینده ها که بصورت لایه نازک در دیواره بالن باقی مانده سه مرحله با آب مقطر طی شستشو و هر مرحله آنها در یک بالن ژوژه ۵۰cc جمع آوری و به حجم میرسد.

۲-۵-۴- مرحله متیلن بلو

مقدار ۵۰cc از محلول جمع آوری شده مرحله قبل را وارد قیف دکانتور نموده و سپس در چندین مرحله صورت می پذیرد:

- الف - مقدار ۱۲.۵ cc محلول متیلن بلو و ۵ cc کلروفورم افزوده، بمدت ۳۰ ثانیه بشدت بهم زده و سپس بمدت ۳ دقیقه اجازه داده تا دو فاز کاملاً "تفکیک شود. فاز کلروفورم (لایه زیرین) را جمع آوری میگردد.
- ب- دو بار دیگر هر بار با ۵ cc کلروفورم تکرار میگردد.

ج - کل فاز آلی را جمع آوری کرده و به قیف دکانتور منتقل کرده و 25°C محلول شستشو به آن افزوده و به مدت ۳۰ ثانیه شیک کرده و سپس بمدت ۳ دقیقه اجازه می دهیم تا دو فاز کاملاً تفکیک شود. لایه زیری را جمع کرده و مرحله ب را مجدداً انجام میگردد.

د - حجم محلول جمع آوری شده را به 50°C رسانده و بعد از ۱۰ دقیقه در طول موج ۶۲۵ نانومتر، جذب قرائت میگردد. حال با توجه به معادله خط کالیبراسیون، غلظت شوینده بر حسب میلی گرم بر لیتر گزارش میگردد.

۲-۶- فلزات سنگین

۲-۶-۱- روش نمونه برداری های آب و رسوب

روش نمونه برداری آب، رسوب بشرح جدول ۴-۲ خلاصه گردید. ضمناً مشخصات نمونه ها شامل تاریخ نمونه برداری، زمان نمونه برداری، ایستگاه، عمق، کد نمونه و نام پروژه بر روی ظرف نمونه درج می شد.

جدول ۴-۲- نحوه و انجام عملیات نمونه برداری آب و رسوب فلزات سنگین

عوامل	فلزات سنگین
دستگاه نمونه بردار / ظرف نگهداری	نسکین ساخت شرکت هیدروبیوز / ظرف پلاستیکی یک لیتری
شستشوی ظرف نمونه برداری	شستشوی با اسید نیتریک ۱-۱
میزان فیکساتیو	$1/5^{\circ}\text{C}$ نیتریک اسید به ازای هر لیتر نمونه آب دریا (برای
تعداد نمونه آب و رسوب در هر ترانسکت (سالانه)	فلز جیوه محلول ۲۰ درصد $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ به میزان ۲ میلی لیتر) نمونه آب ۱۲ تا و رسوب ۶ تا

۲-۶-۲- تفکیک و تعداد نمونه های رسوب

اندازه گیری فلزات سنگین متنوع در تحقیقات قبلی و صنایع احتمالی موجود در سواحل جنوبی دریای خزر قرار گردید که در این تحقیق اندازه گیری ترکیبات Ni و Cd , Pb , Hg در نمونه آبهای سطحی اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر در نیم خط های عمود بر ساحل (آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و ترکمن) طی چهار فصل ۹۶ نمونه صورت خواهد گرفت. در ضمن اندازه گیری فلزات سنگین یادشده در نمونه های رسوبات

سطحی اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر در هشت نیم خط عمود بر ساحل طی دو فصل تابستان (گرم) و زمستان (سرد) به تعداد ۴۸ نمونه صورت خواهد پذیرفت.

۳-۶-۲- آماده سازی نمونه آب

نمونه های سطحی (در اعماق ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر) از هر عمق در ۸ نیم خط (اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر) مجموعاً در هر فصل ۲۴ نمونه جمع آوری گردید. روشهای آماده سازی و اندازه گیری آلاینده فلزات سنگین در آب براساس روش استاندارد (APHA, 2005) انجام گردید.

نمونه های آب از ممبران فیلتر با ۰/۴۵ میکرون عبور و با افزایش ۱/۵^{CC} نیتریک اسید ۶۵ درصد جهت انجام استخراج آماده و فیکس می گردد. ابتدا pH نمونه ها را به حداکثر بازیابی فلزات مورد اندازه گیری رسانده و سپس مقدار ۱۰۰^{CC} از هر نمونه را به قیف دکانه انتقال داده و بمقدار ۱^{CC} APDC یک درصد به آن افزوده شده و در ادامه دو دقیقه بعد ۱۰^{CC} حلال MIBK (متیل ایزو بوتیل کتون) اضافه و بمدت دو دقیقه محلول هم زده و پس از آن شیک صورت می پذیرد. نمونه را بمدت ۲ دقیقه بحالت سکون رها نموده و سپس فاز جدا شده آلی را در بشر ۲۵^{CC} ریخته در دمای پایین (حمام آب) و یا هوای آزمایشگاه تبخیر و با ۱۰^{CC} محلول نیتریک اسید ۶۵ درصد (۱:۱) شستشو، فیلتر و به حجم رسانده میشود. نمونه آماده شده به دستگاه جذب اتمی تزریق می گردد (AAS-M5-Thermo-USA). به همراه تمام نمونه ها، نمونه شاهد آماده سازی و نیز به دستگاه تزریق می گردید.

۴-۶-۲- آماده سازی نمونه رسوب

نمونه های رسوب در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد با استفاده از دستگاه آون (ATYEH TEB AZMA CO) خشک و پس از پودر و مخلوط کردن برای آنالیز آماده می گردد (برای آماده سازی فلز جیوه در دمای ۶۰ درجه خشک می گردد). مقدار ۰/۳ گرم نمونه خشک شده رسوب را درون ویال با افزودن ۱/۵^{CC} نیتریک اسید ۶۵ درصد و

4.5°C هیدروکلریک اسید ۳۷ درصد کاملاً مخلوط نموده و بمدت یک شب در دمای آزمایشگاه نگهداری می گردد. سپس بر روی صفحه داغ در 120°C درجه سانتیگراد بمدت ۳ ساعت و ۳۰ دقیقه عمل هضم برای ترکیبات غیر جیوه صورت می پذیرد. برای اندازه گیری جیوه، مقدار 0.3 گرم نمونه رسوب را با افزودن ۴ میلی لیتر نیتریک اسید ۶۵ درصد و ۲ میلی لیتر سولفوریک اسید ۹۶ درصد مخلوط نموده و بمدت یک ساعت در دمای اتاق قرار داده سپس برای عمل هضم در دمای 90°C درجه سانتیگراد از هات پلیت بمدت ۳ ساعت استفاده گردید. آنگاه پس از سرد شدن نمونه بمقدار ۲۰ میلی لیتر آب مقطر و ۱ میلی لیتر بی کرومات پتاسیم (۲ درصد) افزوده و پس از فیلتر نمودن بحجم نهایی 50°C میرسد. در تمام نمونه ها، نمونه ای بعنوان نمونه شاهد برای تزریق دستگاه آماده سازی می گردد (MOOPAM,1999).

۵-۶-۲- تعیین میزان فلزات

فلزات شامل Hg, Cd, Pb و Ni با استفاده از جذب اتمی مجهز به سه سیستم شعله، گرافیتی و سیستم بخار با لامپ زمینه دوتریم (AAS [Atomic Absorption System] M5-Thermo-USA) تعیین غلظت گردید. اندازه گیری جیوه بروش جذب اتمی (بخارات سرد) انجام گردید (APHA,2005). در تمام آزمونها از مواد شیمیایی خالص از شرکت MERCK آلمان استفاده گردید. درضمن گواهینامه ماده مرجع (CRM) مصرفی بشرح زیر است.

R.T. Corporation-2931 soldier springs Rd.-Larmie.WY,82070-USA

Trace Metals – AA- QCI – 049(1,2,3) Lot No: 001016,001017,001018

۷-۶-۲- نحوه محاسبه مقدار فلز در رسوب

برای محاسبه مقدار فلز مورد نظر در نمونه ها بر حسب ppm وزن خشک از فرمول زیر استفاده گردید.

$$C \times V / W = \text{مقدار فلز موجود در نمونه (بر حسب ppm وزن خشک یا میکروگرم بر گرم)}$$

$C = \text{مقدار فلز مورد نظر در نمونه بر حسب ppm}$ که با استفاده از منحنی کالیبراسیون مشخص گردید.

$$V = \text{حجم نهایی بر حسب میلی لیتر} \quad W = \text{وزن خشک نمونه بر حسب گرم}$$

۸-۶-۲- تجزیه و تحلیل آماری

برای مشخص شدن نرمال بودن داده ها، از آزمونهای Kolmogorov-Smirnov و همچنین Shapiro-Wilk استفاده گردید. چون در اکثر موارد نرمال بودن داده ها مورد تایید قرار نگرفت لذا الزاما برای تحلیل داده ها از روش های آماری غیر پارامتریک استفاده گردید. به منظور بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار بین اعماق نمونه برداری و همچنین ترانسکت ها از دیدگاه میزان تجمع هر یک از فلزات در رسوبات (به تفکیک فصول) از آزمون Kruskal-Wallis استفاده گردید. به منظور مقایسه دو فصل نمونه برداری از دیدگاه میزان تجمع هر یک از فلزات در رسوبات از آزمون Wilcoxon استفاده گردید.

از آنالیز خوشه ای با استفاده از مقیاس اقلیدسی (Euclidean distance) برای گروه بندی فلزات سنگین مورد نظر از دیدگاه تجمع در رسوبات منطقه مطالعاتی (به تفکیک دو فصل) استفاده گردید. آنالیزهای آماری فوق الذکر بر روی داده ها با استفاده از نسخه جدید بسته نرم افزاری SPSS (Version 18.0) انجام گردید.

۳- نتایج

۳-۱- آلاینده های سموم ارگانوکلره در آب

۳-۱-۱- فصل بهار

در این فصل، باقی مانده سموم ارگانوکلره در نمونه آب سه منطقه غرب، میانی و شرق شامل، DDE, DDD, endosulfan sulfate, heptachlor, dieldrin, endrin, β -endosulfan, α -endosulfan, DDT, δ -BHC, β -BHC, α -BHC, aldrin, (γ -BHC) or lindane, heptachlor epoxide, endrin aldehyde, می باشند اندازه گیری گردیده است. نتایج حاصل از هشت نیم خط که به تعداد (۳×۸) ایستگاه از نقاط سطحی اعماق ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری می باشند بشرح زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت:

• ایستگاههای سطحی با اعماق ۱۰ متری

بررسی درصد ترکیبات ارگانوکلره مشاهده شده در تمامی نمونه های هشت ایستگاه سطحی فصل بهار با عمق ۱۰ متر از حداکثر به حداقل بشرح زیر ارزیابی گردید:

سموم Aldrin, Endrin, DDE ترکیبات DDD, Heptachlor epoxide, Endrin aldehyde, δ -BHC برابر ۶۲/۵ درصد، ترکیبات DDT, δ -BHC, β -BHC, α -BHC برابر ۲۵ درصد، سم dieldrin برابر ۳۷/۵ درصد، ترکیبات heptachlor, β -endosulfan, α -endosulfan برابر ۱۲/۵ درصد مشاهده گردید. در ضمن ترکیب endosulfan sulfate در هیچ یک از ایستگاههای هشت گانه مشاهده نگردیده است.

در لایه سطحی ایستگاههای مطالعاتی، تمامی شانزده ترکیب ارگانوکلره (۱۰۰ درصد) مشاهده گردید. تعداد ترکیبات ارگانوکلره در خطوط نمونه برداری تنکابن، نوشهر، امیرآباد، آستارا، سفیدرود، ترکمن، بابلسر و انزلی بترتیب ۹، ۷، ۷، ۶، ۶، ۵، ۴ و ۲ سم بود. بنابراین، بیشترین تراکم ترکیبی در نیم خط های تنکابن، نوشهر، امیرآباد، آستارا، سفیدرود و کمترین تراکم آن در نیم خط بابلسر و انزلی مشاهده گردید.

جدول ۳-۱: میزان سموم ارگانوکلره (در نمونه های آب) ایستگاههای سطحی با عمق ۱۰ متر منطقه جنوبی دریای خزر

(آستارا تا ترکمن) بهار ۱۳۸۸ – ppb

Stations Comps	α -HCB	β -BHC	γ -BHC (Lind)	δ -BHC	Heptachl	Aldrin	Hept- Epoxi	α -Endosl.
آستارا	n.d	n.d	۰/۱۰	۰/۴۴	n.d	n.d	۰/۴۸	n.d
انزلی	n.d	n.d	۰/۱۰	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
سفیدرود	۰/۱۶	۰/۱۴	n.d	n.d	n.d	۰/۱۰	n.d	n.d
تنکابن	n.d	n.d	n.d	۰/۳۸	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۵۱	۰/۱۰
نوشهر	۰/۱۰	n.d	n.d	۰/۱۱	n.d	n.d	n.d	n.d
بابلسر	n.d	n.d	n.d	۰/۷۱	n.d	۵/۰۳	۱/۱۲	n.d
امیرآباد	n.d	۰/۱۰	n.d	۰/۴۵	n.d	۱/۰۶	۰/۲۲	n.d
ترکمن	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۱۸	n.d
Stations Comps	DDE	Dieldrin	Endrin	β -Endosl.	DDD	End-Aldeh	Endo- Sulfat	DDT
آستارا	۰/۱۱	۰/۳۲	۰/۲۲	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
انزلی	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۲۳
سفیدرود	n.d	۰/۱۰	n.d	n.d	۰/۱۰	۰/۱۰	n.d	n.d
تنکابن	۰/۱۱	n.d	۰/۲۱	n.d	۰/۱۰	۰/۱۱	n.d	n.d
نوشهر	۰/۴۶	n.d	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۴	n.d	n.d
بابلسر	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۲۳
امیرآباد	n.d	۰/۱۰	n.d	n.d	۰/۱۰	۰/۱۰	n.d	n.d
ترکمن	۰/۱۱	n.d	۰/۲۱	n.d	۰/۱۰	۱/۱	n.d	n.d

n.d= not detected

حداکثر غلظت سم ارگانوکلره در سه منطقه غرب، میانی و شرق مربوط به ترکیب Aldrin است که برابر ۵/۰۳ میکروگرم برلیتر در ایستگاه بابلسر (میانی) مشاهده گردید. ترکیبات ارگانوکلره بلحاظ میزان غلظت بصورت نزولی به ترتیب از بیشترین مقدار غلظت مشاهده شده تا ۰/۱۴ میکروگرم برلیتر در ایستگاههای مختلف بشرح زیر می باشد.

> آستارا تنکابن, Heptachlor Epoxide, بابلسر, δ -BHC > امیرآباد Aldrin, بابلسر > Aldrin, Heptachlor Epoxide, > آستارا تنکابن, Heptachlor Epoxide, بابلسر, δ -BHC > نوشهر, DDE, Dieltrin, آستارا > DDT, بابلسر, انزلی, > Heptachlor تنکابن, آستارا, امیرآباد, δ -BHC > نوشهر, DDE, Heptachlor Epoxide, α -BHC > ترکمن, آستارا, تنکابن, > Endrin, امیرآباد, Epoxide, سفیدرود, β -BHC, α -BHC > ترکمن, آستارا, تنکابن, Endrin aldehyde, نوشهر, β -BHC, سفیدرود, سفیدرود ثبت گردیده است.

طبق جدول ۳-۱ می توان دریافت، از میان شانزده سم ارگانوکلره که در سه منطقه نمونه برداری، بترتیب تعداد ۱۲ ترکیب (بغیر از سموم Heptachlor, α - Endosulfan, β - Endosulfan, Endosulfan sulfate) در غرب، ۱۲ ترکیب (بغیر از سموم α -BHC, β -BHC, Endosulfan sulfate, γ -BHC, β -BHC, DDT) در منطقه میانی و ۹ ترکیب (بغیر از سموم α -BHC, β -BHC, DDT, Heptachlor, α - Endosulfan, β - Endosulfan, Endosulfan sulfate) در شرق مشاهده گردیده اند. در میان ایستگاهها سموم Endrin aldehyde, Heptachlor epoxide, δ -BHC, DDD, بیشترین پراکنش ایستگاهی (۵ ایستگاه) و سموم α , β Endosulfan, Heptachlor کمترین پراکنش ایستگاهی (۱ ایستگاه) در مناطق مطالعاتی بوده است (جدول ۳-۱).

• ایستگاههای سطحی با اعماق ۵۰ متری

• بررسی درصد ترکیبات ارگانوکلره مشاهده شده در تمامی نمونه های هشت ایستگاه سطحی فصل بهار با عمق ۵۰ متر از حداکثر به حداقل بشرح زیر ارزیابی گردید:

ترکیب DDD برابر ۷۵ درصد، سموم endrin aldehyde, β -endosulfan, برابر ۶۲/۵ درصد، ترکیب Endosulfan sulfate برابر ۵۰ درصد، سموم α -endosulfan, γ -BHC, heptachlor epoxide, dieltrin, δ -BHC, برابر ۳۷/۵ درصد، ترکیبات aldrin, DDT, DDE, heptachlor, endrin برابر ۲۵ درصد، سموم α - BHC, β - BHC برابر ۱۲/۵

درصد مشاهده گردید. در لایه سطحی ایستگاههای مطالعاتی، تمامی شانزده ترکیب ارگانوکلره (۱۰۰ درصد) مشاهده گردید. تعداد سموم ارگانوکلره در خطوط نمونه برداری تنکابن، انزلی، سفیدرود، امیرآباد، بابلسر، آستارا و نوشهر بترتیب ۱۶، ۹، ۷، ۶، ۵، ۲ و ۲ ترکیب بوده است. بنابراین، بیشترین تراکم ترکیبی در نیم خط های تنکابن، انزلی، سفیدرود، امیرآباد، بابلسر و کمترین تراکم آن در نیم خط های آستارا و نوشهر مشاهده گردیده است. حداکثر غلظت سم ارگانوکلره در سه منطقه غرب، میانی و شرق مربوط به ترکیب heptachlor epoxid است که برابر ۳/۰۸ میکروگرم برلیتر در ایستگاه تنکابن (میانی) مشاهده گردید. مقایسه آن با حداکثری مناطق ۱۰ متری در حد کمتر از ۵۰ درصد بوده است. ترکیبات ارگانوکلره بلحاظ میزان غلظت بصورت نزولی به ترتیب از بیشترین مقدار غلظت مشاهده شده تا ۰/۲۱ میکروگرم برلیتر در ایستگاههای مختلف بشرح زیر می باشد:

Aldrin, > تنکابن, Aldrin, δ-BHC, > امیرآباد, DDT, Endosulfan sulfate > تنکابن, انزلی, heptachlor epoxid,
DDD, > تنکابن, DDT, DDE, α-Endosulfan, α-BHC, Endrin, > انزلی, δ-BHC, > تنکابن, β-BHC, > سفیدرود
γ-Endrin aldehyde, heptachlor, Endosulfan sulfate, DDD, Dieldrin, > نوشهر, آستارا, Endrin aldehyde,
..... سفیدرود, β-Endosulfan, > تنکابن, BHC(lindane),

موارد فوق نشان میدهد، سم کلره هپتاکلراپوکساید با بیشترین مقدار (۳/۰۸ میکروگرم برلیتر) در ایستگاه تنکابن و سم β-Endosulfan دارای کمترین غلظت (۰/۲۱ میکروگرم برلیتر) در ایستگاه سفیدرود ثبت گردیده است.

جدول ۲-۳: میزان سموم ارگانوکلره (در نمونه های آب) ایستگاههای سطحی با عمق ۵۰ متر منطقه جنوبی

دریای خزر

(آستارا تا ترکمن) بهار ۱۳۸۸ – ppb

Stations Comps								Stations
α -HCB	β -BHC	γ -BHC (Lind)	δ -BHC	Heptachl	Aldrin	Hept-Epoxi	α -Endosul.	
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	آستارا
n.d	n.d	۰/۱۰	۰/۳۴	n.d	n.d	۱/۰۹	۰/۱۳	انزلی
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۳۸	۰/۱۰	۰/۱۰	سفیدرود
۰/۳۲	۰/۳۷	۰/۲۳	۰/۶۵	۰/۲۵	۰/۴۱	۳/۰۸	۰/۳	تنکابن
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	نوشهر
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	بابلسر
n.d	n.d	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۱۱	n.d	n.d	n.d	امیرآباد
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	ترکمن
Stations Comps								Stations
DDE	Dieldrin	Endrin	β - Endosul.	DDD	End- Aldh	Endo sulfat	DDT	
n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۳۰	۰/۲۹	n.d	n.d	آستارا
n.d	۰/۱۰	n.d	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۲۳	n.d	انزلی
۰/۱۰	n.d	۰/۱۱	۰/۲۱	۰/۱۰	n.d	n.d	n.d	سفیدرود
۰/۳۱	۰/۲۹	۰/۳۴	۰/۱۱	۰/۲۷	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۳۱	تنکابن
n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۳۰	۰/۲۹	n.d	n.d	نوشهر
n.d	۰/۱۰	n.d	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۲۳	n.d	بابلسر
n.d	n.d	n.d	۰/۱۱	n.d	n.d	۰/۶۶	۰/۷۶	امیرآباد
n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	ترکمن

n.d= not detected

جدول ۲-۳ نشان می دهد، از میان شانزده سم ارگانوکلره که در سه منطقه نمونه برداری، بترتیب تعداد ۱۲ ترکیب

(بغیر از سموم α -BHC, β -BHC, DDT, Heptachlor) در غرب، تمامی ۱۶ ترکیب در منطقه میانی و ۶ ترکیب شامل

DDT, Endosulfan sulfate, β -Endosulfan, Heptachlor, δ -BHC, γ -BHC در شرق مشاهده گردیده است. در میان

ایستگاهها، ترکیب DDD دارای بیشترین پراکنش ایستگاهی (۶ ایستگاه) و سموم β -BHC, α -BHC دارای کمترین

پراکنش ایستگاهی (۱ ایستگاه) در مناطق مطالعاتی بوده است (جدول ۲-۳).

• ایستگاههای سطحی با اعماق ۱۰۰ متری

• بررسی درصد ترکیبات ارگانوکلره مشاهده شده در تمامی نمونه های هشت ایستگاه سطحی فصل بهار با عمق

۱۰۰ متر از حداکثر به حداقل بشرح ذیل ارزیابی گردید:

ترکیبات, β - Endosulfan, aldrin برابر ۱۰۰ درصد، سم heptachor epoxide برابر ۷۵ درصد، ترکیبات α - heptachlor

BHC, برابر ۶۲/۵ درصد، سموم α -endosulfan, , β -BHC, , endrin, endrin aldehyde, DDD, δ -BHC, γ -BHC برابر ۵۰

درصد، ترکیبات endosufan sulfate, DDE, Dieldrin برابر ۲۵ درصد، سم DDT برابر ۱۲/۵ درصد مشاهده گردید.

در لایه سطحی ایستگاههای مطالعاتی، تمامی شانزده ترکیب (۱۰۰ درصد) مشاهده گردید. تعداد سموم

ارگانوکلره در خطوط نمونه برداری آستارا، نوشهر، بابلسر، امیرآباد، ترکمن، سفیدرود، انزلی و تنکابن بترتیب

۱۶، ۱۵، ۹، ۹، ۸، ۵، ۲ و ۲ ترکیب بوده است. بنابراین، بیشترین تراکم ترکیبی در نیم خط های آستارا، نوشهر و

کمترین تراکم آن در نیم خط های انزلی و تنکابن مشاهده گردیده است. حداکثر غلظت سم ارگانوکلره در سه

منطقه غرب، میانی و شرق مربوط به ترکیب Heptachor epoxide است که برابر ۳۱/۴۳ میکروگرم برلیتر در

ایستگاه آستارا (غرب) مشاهده گردید. ترکیبات ارگانوکلره بلحاظ میزان غلظت بصورت نزولی به ترتیب از

بیشترین مقدار غلظت مشاهده شده تا ۰/۲۲ میکروگرم برلیتر در ایستگاههای مختلف بشرح زیر می باشد:

Endrin, DDE, α -Endosulfan, آستارا, δ -BHC, Heptachor, آستارا و بابلسر, Heptachor epoxide,

Heptachor epoxide, آستارا, δ -BHC, β -BHC, Aldrin, آستارا, DDT, Endosulfan sulfate, α -BHC,

.....> نوشهر, Aldrin, بابلسر, Heptachor, δ -BHC, γ -BHC, آستارا, Endrin aldehyde, DDD, ترکمن

موارد فوق نشان میدهد، سم کلره هپتاکلراپوکساید با بیشترین مقدار (۳۱/۴۳ میکروگرم برلیتر) در ایستگاه آستارا

و سم آلدترین دارای کمترین غلظت (۰/۲۲ میکروگرم برلیتر) در ایستگاه نوشهر ثبت گردیده است.

جدول ۳-۳ : میزان سموم ارگانوکلره (در نمونه های آب) ایستگاههای سطحی با عمق ۱۰۰ متر منطقه جنوبی دریای خزر (آستارا تا ترکمن) بهار ۱۳۸۸ – ppb

Stations Comps	α -HCB	β -BHC	γ -BHC (Lind)	δ -BHC	Heptachl	Aldrin	Hept- Epoxi	α -Endosl.
آستارا	۲/۸۵	۲/۷۵	۲/۱۸	۳/۳۲	۳/۶۷	۳/۲۱	۳۱/۴۳	۲/۹۸
انزلی	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۱۱	n.d	n.d
سفیدرود	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۱۱	۰/۱۱	n.d
تنکابن	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۴۵	n.d	n.d
نوشهر	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۳۸	۰/۱۴	۰/۲۲	۱/۴۱	۰/۱۳
بابلسر	۰/۱۱	۰/۴۲	۰/۸۵	۰/۸۸	۰/۸۴	۲/۲۶	۲۱/۶	۳/۰۳
امیرآباد	۰/۱۰	n.d	n.d	n.d	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۱۱
ترکمن	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۲۸	۰/۱۱	۰/۲۰	۱/۵۳	n.d

Stations Comps	DDE	Dieldrin	Endrin	β -Endosul	DDD	Endo- Aldh	Endo sulfat	DDT
آستارا	۲/۸۹	۲/۰۱	۲/۸۹	۰/۶۴	۱/۲۲	۱/۲۱	۲/۶۳	۲/۶۲
انزلی	n.d	n.d	n.d	۰/۱۱	n.d	n.d	n.d	n.d
سفیدرود	n.d	n.d	۰/۱۶	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۱۱	n.d	n.d
تنکابن	n.d	n.d	n.d	۰/۱۰	n.d	n.d	n.d	n.d
نوشهر	۰/۱۹	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۱	n.d
بابلسر	n.d	n.d	n.d	۰/۱۱	n.d	n.d	n.d	n.d
امیرآباد	n.d	n.d	۰/۱۶	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۱۱	n.d	n.d
ترکمن	n.d	n.d	n.d	۰/۱۰	n.d	n.d	n.d	n.d

n.d= not detected

همانطور که در جدول ۳-۳ اشاره شد، از میان شانزده سم که در سه منطقه نمونه برداری اندازه گیری شده بترتیب تعداد ۱۶ ترکیب در غرب، تعداد ۱۵ ترکیب (بغیر از سم DDT) در منطقه میانی و به تعداد ۱۱ ترکیب (بغیر از سموم α -Endosulfan, dieldrin, DDE, DDT) در شرق مشاهده گردیده است. در میان ایستگاهها، ترکیبات β -Endosulfan, Aldrin دارای بیشترین پراکنش ایستگاهی (۸ ایستگاه) و سم DDT دارای کمترین پراکنش ایستگاهی (۱ ایستگاه) در مناطق مطالعاتی بوده است (جدول ۳-۳). بنابراین، تغییرات غلظتی از

مناطق ساحلی به اعماق بالاتر در این فصل روند افزایشی را نشان می دهد. درصد ترکیبات مشاهده شده در نیم خط های آستارا، نوشهر، بابلسر، امیرآباد، ترکمن، سفیدرود، انزلی و تنکابن از حداکثر به حداقل بترتیب در حد ۱۰۰، ۹۴، ۵۶، ۵۶، ۵۰، ۱۲ و ۱۲ درصد بوده است.

• بررسی آماری فصل بهار

داده های فصل بهار با استفاده از آزمون آماری غیر پارامتریک Kruskal Wallis Test جهت مقایسه داده های و تعیین ارتباط میانگین رتبه بندی سموم ارگانوکلره در هشت نیم خط عمود بر ساحل (آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و ترکمن) در سه ایستگاه سطحی ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری از ساحلی به دریا بشرح زیر ارزیابی گردیده است.

• در این آزمون آماری، داده های سموم اندازه گیری شده ایستگاههای ساحل به دریا برابر جدول ۳-۸ نشان می دهد، هیچ گونه اختلاف معنی داری بین شانزده سم ارگانوکلره نسبت به ایستگاهها در فصل بهار مشاهده نگردید.

کمترین میانگین رتبه بندی سموم بترتیب در نیم خط های انزلی و سفیدرود (لیندین و اندرین) و بیشترین آن در نیم خط نوشهر (DDE) گزارش گردید.

ضریب همبستگی بروش آماری پیرسون در جدول ۴-۳ نشان می دهد، سموم اندازه گیری شده در داده های آب فصل بهار، سم DDT با تمامی ترکیبات بغیر از α -BHC, β -BHC و aldrin، ترکیبات α -BHC, β -BHC با تمامی سموم بغیر از DDT, β -endosulfan, endrin, سموم, aldrin, heptachlor, δ -BHC با تمامی ترکیبات بغیر از ترکیب endrin، ترکیبات α -endosulfan, Lindane, heptachlor epoxide, DDE, dieldrin، تمامی ترکیبات، سم endrin با ترکیبات β -endosulfan, α -endosulfan, DDT, dieldrin, endosulfan sulfate, DDD, DDE, Lindane, endrin aldehyde،

DDD, endrin سموم α -BHC, β -BHC ترکیبات بغیر از heptachlor epoxide, ترکیب β -endosulfan با تمامی ترکیبات بغیر از aldrin همگی با یکدیگر دارای ضریب همبستگی بسیار قوی ($P < 0/01$) و مثبت و رابطه معنی داری را با هم دارند (جدول ۴-۳).

جدول ۴-۳: ضریب همبستگی بروش پیرسون سموم ارگانوکلره در هشت نیم خط عمود بر ساحل و سه ایستگاه سطحی داده های (آب) بهار-۱۳۸۸

Compounds	α -BHC	β -BHC	Lindane	HC δ	Heptachloro	Aldrin	Hepta. Epoxy	α -Endo	DE	Dieldrin	Endrin	β -End	DDD	End-Aldy	EndSulf	DDT
α -BHC	۱															
β -BHC	.۹۹**	۱														
Lindane	.۹۴**	.۹۷**	۱													
δ -BHC	.۹۴**	.۹۶**	.۹۶*	۱												
Heptachloro	.۹۸**	.۹۹**	.۹۹**	.۹۶*	۱											
Aldrin	.۴۶*	.۴۹*	.۵۳**	.۶۴*	.۵۱*	۱										
Hepta. Epo.	.۸۲*	.۸۸**	.۹۷**	.۸۹**	.۹۲**	.۵۷*	۱									
α -Endosulf	.۶۹**	.۷۷**	.۸۹**	.۷۹**	.۸۲**	.۵۴*	.۹۸**	۱								
DDE	.۷۳**	.۸۰**	.۹۱**	.۸۲**	.۸۵**	.۵۳*	.۹۸**	.۹۹**	۱							
Dieldrin	.۶۶**	.۷۴**	.۸۷**	.۷۷*	.۷۹**	.۵۱*	.۹۶*	.۹۹**	.۹۸**	۱						
Endrin	.۳۷	.۴۵*	.۵۸**	.۴۷*	.۵۱*	.۳۴	.۶۹*	.۷۵**	.۷۴**	.۷۵**	۱					
β -Endosul	.۳۸	.۴۸*	.۶۷**	.۵۵**	.۵۶**	.۵۳*	.۸۳*	.۹۲**	.۸۹**	.۹۱*	.۷۴*	۱				
DDD	.۵۲**	.۶۱**	.۷۷**	.۶۵**	.۶۸**	.۴۸*	.۹۱*	.۹۷**	.۹۵**	.۹۶*	.۷۷*	.۹۶*	۱			
End. Ald eh	.۵۲**	.۶۱**	.۷۷**	.۶۵**	.۶۸**	.۴۸*	.۹۱*	.۹۷**	.۹۵**	.۹۶*	.۷۷*	.۹۶*	.۹۹*	۱		
d. E Sulfate	.۶۲**	.۷۰**	.۸۴**	.۷۳**	.۷۶**	.۵۱*	.۹۴*	.۹۹*	.۹۷**	.۹۶*	.۷۶*	.۹۴*	.۹۶*	.۹۶**	۱	
DDT	.۴۱*	.۵۱*	.۶۹**	.۵۶**	.۵۸**	.۴۵*	.۸۵*	.۹۳**	.۹۱**	.۹۳*	.۷۷*	.۹۸*	.۹۷*	.۹۶**	.۹۶**	۱

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

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

در این میان، ترکیبات α -BHC, β -BHC با سموم DDT, β -endosulfan سم α -BHC, β -BHC با ترکیبات δ -BHC, α -BHC, aldrin, BHC, aldrin, و سموم DDD, endrin aldehyde, endosulfan sulfate با ترکیب همگی با یکدیگر دارای ضریب همبستگی قوی ($P < 0/05$) و مثبت و رابطه معنی داری را با هم دارا بودند (جدول ۴-۳). ترکیب شیمیایی α -BHC با سموم β -endosulfan و endrin همچنین سم آلدترین با ترکیب اندرین با توجه به دامنه تغییرات و عدم یکنواختی در پراکنش داده ها (جداول ۱-۳ الی ۳-۳) در هر دو حالت رابطه معنی داری مشاهده نگردید.

۲-۱-۳- فصل تابستان

در این فصل، باقی مانده سموم ارگانوکلره در نمونه آب سه منطقه غرب، میانی و شرق که شامل شانزده ترکیب مشابه از ترکیبات فصل بهار می باشند مورد اندازه گیری قرار گرفته است. نتایج حاصل از هشت نیم خط که به تعداد (۳×۸) ایستگاه از نقاط سطحی اعماق ۱۰، ۵۰، و ۱۰۰ متری می باشند بشرح زیر تجزیه و تحلیل گردید:

• ایستگاههای سطحی با اعماق ۱۰ متری

بررسی درصد ترکیبات ارگانوکلره مشاهده شده در تمامی نمونه های هشت ایستگاه سطحی فصل تابستان با عمق ۱۰ متر از حداکثر به حداقل بشرح زیر ارزیابی گردید:

ترکیبات α -BHC, δ -BHC, Aldrin, dieldrin, DDE, Endrin, Endrin aldehyde, DDT برابر ۱۲/۵ درصد مشاهده گردید. درلایه سطحی ایستگاههای مطالعاتی، هشت ترکیب (۵۰ درصد) از شانزده سم ارگانوکلره مشاهده شده است. تعداد سموم ارگانوکلره در خطوط انزلی و تنکابن بترتیب ۶ و ۲ ترکیب بوده است ولی در مابقی ایستگاههای سطحی سموم مشاهده نگردیده است. بنابراین بیشترین تراکم ترکیبی در نیم خط انزلی و کمترین تراکم آن در نیم خط تنکابن مشاهده گردیده است. حداکثر غلظت سم ارگانوکلره در سه منطقه غرب، میانی و

شرق مربوط به ترکیب Aldrin است که برابر ۱/۹۱ میکروگرم برلیتر در ایستگاه تنکابن (میانی) مشاهده گردید. سموم ارگانوکلره بلحاظ میزان غلظت بصورت نزولی به ترتیب از بیشترین مقدار غلظت مشاهده شده تا ۰/۱ میکروگرم برلیتر در ایستگاههای مختلف بشرح زیر می باشد:

Aldrin, Endrin aldehyde, Endrin, DDT, α -BHC, δ -BHC, Dieldrin, DDE, Dieldrin, تنکابن > تنکابن > انزلی

موارد فوق نشان میدهد، سم کلره آلدین با بیشترین مقدار (۱/۹۱ میکروگرم برلیتر) در ایستگاه تنکابن و سموم کلره α -BHC, δ -BHC, Dieldrin, DDE, Dieldrin دارای کمترین غلظت (۰/۱ میکروگرم برلیتر) در ایستگاه انزلی ثبت گردیده است.

جدول ۳-۵ نشان میدهد، از میان شانزده سم ارگانوکلره که در سه منطقه نمونه برداری، بترتیب تعداد ۶ ترکیب (α -BHC, δ -BHC, DDE, DDT, dieldrin, endrin) در منطقه غرب، تعداد ۲ ترکیب (Aldrin, Endrin aldehyde) در منطقه میانی و هیچ ترکیبی در شرق مشاهده نگردیده است.

در میان ایستگاهها، حداکثر پراکنش ایستگاهی برای سموم یاد شده فقط برای ایستگاه انزلی بوده است. همانگونه که جدول ۳-۵ فوق نشان میدهد، در خطوط نمونه برداری آستارا، سفیدرود، نوشهر، بابلسر، امیرآباد، ترکمن هیچ یک از شانزده سم ارگانوکلره مشاهده نگردیده است، ضمن اینکه ترکیباتی نظیر β -Endosulfan sulfate, DDE, β -Endosulfan, Heptachlor, Hepchlor epoxide, β -BHC, δ -BHC, ایستگاه سطحی مناطق غرب، میانی و شرق مشاهده نگردیده است.

نتیجه اینکه، حدود ۷۰ درصد از ترکیبات شانزده گانه در نمونه های مناطق غرب، میانی و شرق مشاهده نگردید. روند غلظتی در ایستگاههای سطحی این فصل (تابستان) در مقایسه با فصل بهار رو به کاهش بوده و برای برخی از ترکیبات شدت کاهش تا حدود ۳۰ برابر رسیده است.

جدول ۳-۵: میزان سموم ارگانوکلره (در نمونه های آب) ایستگاههای سطحی با عمق ۱۰ متر منطقه جنوبی دریای خزر (آستارا تا ترکمن) تابستان ۱۳۸۸ - ppb

Stations		Compts	α-HCB	β-BHC	γ-BHC (Lind)	δ-BHC	Heptachl	Aldrin	Hept-Epoxi	α-Endosl.
Compts	Stations									
آستارا		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
انزلی		۰/۱۰	n.d	n.d	۰/۱۰	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
سفیدرود		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
تنکابن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۱/۹۱	n.d	n.d	n.d
نوشهر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
بابلسر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
امیرآباد		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
ترکمن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Stations		Compts	DDE	Dieldri	Endrin	β-Endosl.	DDD	Endr- Aldehy	Endo sulfat	DDT
Compts	Stations									
آستارا		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
انزلی		۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۶	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۱۱
سفیدرود		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
تنکابن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۱/۱۸	n.d	n.d
نوشهر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
بابلسر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
امیرآباد		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
ترکمن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

n.d= not detected

ایستگاههای سطحی با اعماق ۵۰ متری

• بررسی درصد ترکیبات ارگانوکلره مشاهده شده در تمامی نمونه های هشت ایستگاه سطحی فصل تابستان با

عمق ۵۰ متر از حداکثر به حداقل بشرح ذیل ارزیابی می گردد:

سم δ-BHC برابر ۵۰ درصد، ترکیبات DDD, α-Endosulfan, α-BHC, endrin برابر ۲۵ درصد، سموم heptachlor,

β-endosulfan, DDT, dieldrin, γ-BHC, β-BHC, Aldrin, dieldrin, DDE, endrin aldehyde, برابر ۱۲/۵ درصد مشاهده

گردید (جدول ۳-۶). در لایه سطحی ایستگاههای مطالعاتی، ۱۵ ترکیب (بیش از ۹۰ درصد) از شانزده سموم

مشاهده شده است. تعداد سموم ارگانوکلره در خطوط نمونه برداری انزلی، سفیدرود، بابلسر، امیرآباد و تنکابن بترتیب ۱۵، ۲، ۲، ۱ و ۲ ترکیب بوده است. بنابراین بیشترین تراکم ترکیبی در نیم خط انزلی و کمترین تراکم آن در نیم خط تنکابن مشاهده گردیده است.

حداکثر غلظت سم ارگانوکلره در سه منطقه غرب، میانی و شرق مربوط به ترکیب δ -BHC است که برابر ۰/۶۷ میکروگرم برلیتر در ایستگاه تنکابن (میانی) مشاهده گردید. مقایسه آنها با حداکثری مناطق ۱۰ متری (تابستان) در حد ۳ برابر کمتر بوده است. سموم ارگانوکلره بلحاظ میزان غلظت بصورت نزولی به ترتیب از بیشترین مقدار غلظت مشاهده شده تا ۰/۱۰ میکروگرم برلیتر در ایستگاههای مختلف بشرح زیر می باشد:

δ -BHC, Aldrin, α -BHC, انزلی، بابلسر, δ -BHC > انزلی, Endrin Aldehyde, DDE, α - Endosulfan, تنکابن, δ -BHC, Heptachlor, Heptachlor epoxide, dieldrin, Endrin, β -BHC, β -BHC, DDE, α - Endosulfan, Endrin, β - Endosulfan, DDT, DDD, انزلی، سفیدرود و امیرآباد, انزلی، سفیدرود و امیرآباد ثبت گردیده است.

جدول ۳-۶ نشان میدهد، از میان شانزده سم ارگانوکلره در سه منطقه نمونه برداری، بترتیب تعداد ۱۵ ترکیب (بغیر از Endosulfan sulfate) در منطقه غرب، تعداد ۲ ترکیب شامل α -BHC, δ -BHC در منطقه میانی و به تعداد ۲ ترکیب شامل δ -BHC, DDD که در شرق مشاهده گردیده است. در میان ایستگاهها، ترکیب δ -BHC دارای بیشترین پراکنش ایستگاهی (۴ ایستگاه) و سموم Heptachlor, heptachlor epoxide, β -BHC, DDE, Dieldrin, در میان ایستگاهها، ترکیب δ -BHC دارای کمترین پراکنش ایستگاهی (یک ایستگاه) در مناطق مطالعاتی بوده است (جدول ۳-۶).

جدول ۳-۶: میزان سموم از گانوکله (در نمونه های آب) ایستگاههای سطحی با عمق ۵۰ متر منطقه جنوبی دریای خزر (آستارا تا ترکمن) تابستان ۱۳۸۸ - ppb

Stations Comps		α -HCB	β -BHC	γ -BHC (Lind)	δ -BHC	Heptachl	Aldrin	Hept- Epoxi	α -Endosl.
آستارا	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
انزلی	۰/۲۶	۰/۲۲	۰/۱۶	۰/۲۸	۰/۲۵	۰/۲۷	۰/۲۴	۰/۳۲	
سفیدرود	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۱۰
تنکابن	n.d	n.d	n.d	۰/۶۷	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
نوشهر	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
بابلسر	۰/۱۰	n.d	n.d	۰/۲۸	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
امیرآباد	n.d	n.d	n.d	۰/۱۰	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
ترکمن	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

Stations Comps		DDE	Dieldri	Endrin	β -Endosl.	DDD	Endr- Aldhy	Endo sulfat	DDT
آستارا	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
انزلی	۰/۳۵	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۶۱	n.d	۰/۱۰	
سفیدرود	n.d	n.d	۰/۱۰	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	
تنکابن	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	
نوشهر	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	
بابلسر	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	
امیرآباد	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۱۰	n.d	n.d	n.d	
ترکمن	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	

n.d= not detected

در نیم خط های آستارا، نوشهر و ترکمن هیچ یک از سموم مشاهده نگردیده است. سموم DDE, Dieldrin, Endrin, Endrin aldehyde, Endosulfan sulfate, β -Endosulfan, DDT, Dieldrin, و بابلسر مشاهده نگردیده است. در ایستگاههای آستارا تا ترکمن سم کلره Endosulfan sulfate مشاهده نگردیده است. بنابراین، در نیم خط های انزلی، سفیدرود، بابلسر، امیرآباد و تنکابن بترتیب بیش از ۹۳، ۱۲، ۱۲، ۱۲ و ۶ درصد از ترکیبات سموم مشاهده گردیده اند.

• ایستگاههای سطحی با اعماق ۱۰۰ متری

بررسی درصد ترکیبات ارگانوکلره مشاهده شده در تمامی نمونه های هشت ایستگاه سطحی فصل تابستان با

عمق ۱۰۰ متر از حداکثر به حداقل بشرح زیر ارزیابی می گردد:

ترکیب Endrin aldehyde برابر ۶۲/۵ درصد، سموم Endrin, δ -BHC, DDT, Dieldrin, DDE برابر ۱۲/۵ درصد

مشاهده گردید. در لایه سطحی ایستگاههای مطالعاتی، ۶ ترکیب (۳۷/۵ در صد) از شانزده ترکیب مشاهده شده

است. تعداد سموم ارگانوکلره در خطوط نمونه برداری نوشهر، سفیدرود، امیرآباد، بابلسر و انزلی بترتیب ۳، ۲،

۲، ۱ و ۱ ترکیب بوده است. بنابراین، بیشترین تراکم ترکیبی در نیم خط نوشهر و کمترین تراکم آن در نیم خط

های بابلسر و انزلی مشاهده گردیده است. حداکثر مقدار غلظتی سم ارگانوکلره مشاهده شده در سه منطقه

غرب، میانی و شرق مربوط به ترکیب Endrin aldehyde برابر ۰/۸۳ میکروگرم برلیتر در ایستگاه سفیدرود (غرب)

بوده است. سموم ارگانوکلره بلحاظ میزان غلظت بصورت نزولی به ترتیب از بیشترین مقدار غلظت مشاهده شده

تا ۰/۱۰ میکروگرم برلیتر در ایستگاههای مختلف بشرح زیر می باشد:

Endrin aldehyde, Dieldrin, Endrin, DDT, > نوشهر، امیرآباد, Endrin aldehyde, > سفیدرود, δ -BHC, > سفیدرود, Endrin aldehyde,

بابلسر، نوشهر، امیرآباد, DDE, Endrin aldehyde,

موارد فوق نشان میدهد، سم Endrin aldehyde با بیشترین مقدار (۰/۸۳ میکروگرم برلیتر) در ایستگاه سفیدرود و

سموم ارگانوکلره, Dieldrin, DDE, Endrin, DDT, Endrin aldehyde دارای کمترین غلظت (۰/۱۰ میکروگرم برلیتر)

در ایستگاههای نوشهر، بابلسر و امیرآباد ثبت گردیده است.

جدول ۷-۳ نشان داد، در میان نمونه های سه منطقه غرب، میانی و شرق، تعداد ۶ سم مشاهده گردیده است. در

میان ایستگاهها، سم Endrin aldehyde دارای بیشترین پراکنش ایستگاهی (۵ ایستگاه) و سموم DDE, Dieldrin,

ترکمن سموم کلره Endosulfan sulfate, DDD, β -endosulfan, α -Endosulfan, Heptachlor, α -BHC, γ -BHC, Aldrin, Heptachlor epoxide, β -BHC, مشاهده نگردیده است. همچنین روند تغییرات غلظتی سموم در ایستگاههای عمق ۱۰۰ متری این فصل (تابستان) در مقایسه با ایستگاههای فصل بهار روند کاهشی شدیدی را نشان میدهد. بنابراین، در نیم خط های سفیدرود، نوشهر، امیرآباد، انزلی و بابلسر بترتیب کمتر از ۱۹، ۱۹، ۱۳، ۷ و ۷ درصد از ترکیبات سموم مشاهده گردیده اند.

• بررسی آماری فصل تابستان

داده های فصل تابستان با استفاده از آزمون آماری غیر پارامتریک Kruskal Walis Test جهت مقایسه داده های و تعیین ارتباط میانگین رتبه بندی سموم ارگانوکلره در هشت نیم خط عمود بر ساحل (آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و ترکمن) در سه ایستگاه سطحی ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری از ساحلی به دریا بشرح زیر ارزیابی گردیده است:

• در این آزمون آماری، داده های سموم ایستگاههای ساحل به دریا برابر جدول ۸-۳ نشان میدهد، ترکیبات DDD, Endrin, heptachlor epoxide دارای اختلاف معنی داری نسبت به ایستگاهها در تابستان بوده است. ارتباط میانگین رتبه بندی سموم در بین سه ایستگاه سطحی در هشت نیم خط، با توجه به مشاهده نوسان قابل ملاحظه در تغییرات غلظتی اکثر ترکیبات یاد شده فوق در ایستگاههای سطحی ۵۰ متری، میانگین رتبه بندی بیشترین و کمترین مقدار را به خود اختصاص داده است (جدول ۹-۳). در این بررسی، ارتباط میانگین رتبه بندی سموم ارگانوکلره از هشت نیم خط عمود بر ساحل (آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و ترکمن) هیچ گونه اختلاف معنی داری مشاهده نگردیده است.

جدول ۸-۳: مقایسه داده های سموم ارگانوکلره (آب) در سه ایستگاه سطحی از هشت نیم خط

Kruskal-Wallis Test با ۱۳۸۸ تابستان ساحل به دریا، تابستان ۱۳۸۸

Sig.	Compd	α-BHC	β-BHC	γ-BHC (Linda)	δ-BHC	Heptachl	Aldrin	Epoxy	Hept	Endosl	α-
Asy. Sig.	۰/۲۱	۰/۷۱	۰/۲۲	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۷۱	۰/۴۹	۰/۱۲	۰/۱۲		

Sig	Compd	DDE	Dieldrin	Enrin	β-Endo	DDD	.Aldehy	End.	Sulfa	Endo	DDT
Asy. Sig.	۰/۳۹	۰/۲۱	۰/۰۴۸	۰/۸۵	۰/۰۰۴	۰/۱۰	۰/۴۷	۰/۰۷۵			

Grouping Variable: Depth

جدول ۹-۳: ارتباط میانگین رتبه بندی داده های سموم ارگانوکلره (آب) در سه ایستگاه سطحی از هشت نیم

Kruskal-Wallis Test با ۱۳۸۸ تابستان خط ساحل به دریا، تابستان ۱۳۸۸

Stations.	Compd	α-BHC	β-BHC	γ-BHC (Linda)	δ-BHC	Heptachl	Aldrin	Epoxy	Hept	α-Endosl
S50M	۱۶/۷	۱۲/۲	۱۵/۸	۱۶/۵	۸/۷	۱۴/۵	۸/۲	۱۶/۵		
S100M	۱۰/۵	۱۴	۱۰/۶	۱۲/۱	۱۴/۳	۱۲/۵	۱۲/۷	۱۰/۲		

Stations	Compd	DDE	Dieldrin	Enrin	β-Endo	DDD	End.Alde	Endo Sulfa	DDT
S50M	۱۰	۹/۲	۱۷/۳	۱۱/۹	۱۹	۸/۶	۱۰/۱	۱۰/۱	
S100M	۱۲/۸	۱۳/۳	۱۰	۹۱۱	۱۰/۲	۱۶/۱	۱۳/۷	۱۰/۴	

ضریب همبستگی بروش پیرسون در جدول ۱۰-۳ نشان میدهد، سموم ارگانوکلره اندازه گیری شده در داده

های (آب) فصل تابستان سم کلره DDT با ترکیبات heptachlor epoxide, β-endosulfan, endrin aldehyde ترکیب

با سم aldrin، سم β-BHC با ترکیبات α-endrin, dieldrin, heptachlor, DDE, heptachlor epoxide, lindane،

ترکیب lindane با سموم α-endrin, dieldrin, DDD, heptachlor, DDE, heptachlor epoxide،

heptachlor epoxide, endrin, α -endosulfan DDE, dieldrin, heptachlor سم با ترکیبات
 α -endosulfan سم با ترکیبات β -endosulfan, DDT, α -endosulfan DDE, dieldrin, heptachlor epoxide با سموم
 DDE, endrin, DDT, dieldrin، ترکیب DDE با سموم endrin, dieldrin سم با ترکیب endrin، ترکیب
 شیمیائی endrin با سم DDD که همگی با یکدیگر دارای ضریب همبستگی بسیار قوی ($P < 0/01$) و مثبت و
 رابطه معنی داری را با هم دارا می باشند. در این میان، سموم β -endosulfan, DDD, با ترکیبات β -BHC, DDE,
 dieldrin، ترکیب heptachlor با سموم DDT, β -endosulfan همگی دارای ضریب همبستگی قوی ($P < 0/05$) و مثبت
 و رابطه معنی داری را دارا می باشند. ترکیبات ارگانوکلره نظیر endosulfan sulfate, δ -BHC, α -BHC با توجه به
 دامنه تغییرات و عدم یکنواختی در پراکنش داده ها (جداول ۳-۵ تا ۳-۷) در هر دو حالت با هیچ یک از ترکیبات
 شیمیائی دیگر رابطه معنی داری نداشته اند (جدول ۳-۱۰).

جدول ۱۰-۳: ضریب همبستگی پرورش پیرسون سموم ارگانوکلره در هشت نیم خط عمود بر ساحل و سه ایستگاه سطحی داده های (آب) - تابستان ۱۳۸۸

Compds	α-BHC	β-BHC	Lindan	δ-BHC	Hepta	Aldrin	Hep Epoxy	α-Endo	DDE	Dieldri	End	β-End	DDD	End-Aldy	EndSulf	DDT
α-BHC	۱															
β-BHC	.۳۷	۱														
Lindan	.۲۳	.۶۰**	۱													
δ-BHC	.۱۶	.۰۷	.۲۷	۱												
Hepta	.۲۸	.۹۰**	.۷۲**	.۱۶	۱											
Aldrin	.۰۳	-.۱۲	-.۰۵	-.۱۰	.۰۰	۱										
Hep-Epxy	.۱۷	.۷۹**	.۷۶**	.۰۶	.۹۱*	-.۰۵	۱									
α-Endosul	.۳۸	.۸۶**	.۷۸**	.۲۱	.۸۶*	.۰۸	.۷۲**	۱								
DDE	.۳۳	.۸۴**	.۸۲**	.۲۸	.۹۴*	.۰۲	.۸۵**	.۹۲**	۱							
Dieldrin	.۲۳	.۸۶**	.۷۰**	.۰۷	.۹۰*	-.۰۱	.۷۹**	.۸۸**	.۹۱**	۱						
Endrin	.۳۸	.۶۰**	.۵۴**	.۲۲	.۶۰*	.۱۱	.۳۵	.۸۰**	.۷۳**	.۷۶*	۱					
β-Endosl	.۱۷	.۴۸*	.۳۱	-.۰۱	.۵۰*	-.۲۵	.۶۲**	.۳۶	.۴۴*	.۴۰*	.۰۵	۱				
DDD	.۲۱	.۴۶*	.۵۶**	.۲۴	.۳۳	-.۱۶	.۲۰	.۶۶**	.۵۱*	.۵۰*	.۷۳**	-.۰۲	۱			
EndAl dh	.۰۵	.۰۶	.۱۸	.۱۶	.۲۸	.۷۸*	.۱۷	.۳۴	.۳۶	.۲۶	.۲۷	-.۱۱	-.۰۳	۱		
EndSulf	.۲۴	.۰۴	.۱۴	-.۱۰	.۰۷	-.۱۴	.۲۸	-.۱۰	-.۰۱	-.۱۳	-.۳۰	.۳۰	-.۰۶	-.۲۳	۱	
DDT	-.۰۱	.۳۳	.۱۴	-.۲۰	.۴۱*	.۰۱	.۵۲**	.۲۷	.۳۳	.۳۶	.۱۲	.۵۶*	-.۲۲	.۰۴	.۰۱	۱

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

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

۳-۱-۳ فصل پاییز

در این فصل، باقی مانده سموم ارگانوکلره در نمونه آب سه منطقه غرب، میانی و شرق که شامل شانزده

ترکیب مشابه از ترکیبات سایر فصول (بهار و تابستان) می باشند مورد اندازه گیری قرار گرفته است. نتایج حاصل

از هشت نیم خط که به تعداد (۳×۸) ایستگاه از نقاط سطحی اعماق ۱۰،۵۰ و ۱۰۰ متری می باشند بشرح زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت:

• ایستگاههای سطحی با اعماق ۱۰ متری

• بررسی درصد ترکیبات ارگانوکلره مشاهده شده در تمامی نمونه های هشت ایستگاه سطحی فصل پاییز با عمق ۱۰ متر از حداکثر به حداقل بشرح زیر می باشد:

سموم δ -BHC, endrin aldehyde, برابر ۲۵ درصد، ترکیبات α -BHC, β -BHC, dieldrin, DDE, heptachlor برابر ۱۲/۵ درصد مشاهده گردید. در لایه سطحی ایستگاههای مطالعاتی، تعداد ۷ ترکیب (کمتر از ۵۰ درصد) از شانزده ترکیب مشاهده گردید. تعداد سموم ارگانوکلره در خطوط نمونه برداری نوشهر، آستارا، تنکابن، سفیدرود و بابلسر بترتیب ۳، ۲، ۲، ۱ و ۱ ترکیب بوده است. بنابراین، بیشترین تراکم ترکیبی در نیم خط نوشهر و کمترین تراکم آن در نیم خط های سفیدرود و بابلسر مشاهده گردیده است. حداکثر غلظت سم ارگانوکلره که در سه منطقه غرب، میانی و شرق مربوط به ترکیب dieldrin است که برابر ۰/۵۹ میکروگرم برلیتر در ایستگاه آستارا (منطقه غرب) مشاهده گردید. سموم ارگانوکلره بلحاظ میزان غلظت بصورت نزولی به ترتیب از بیشترین مقدار غلظت مشاهده شده تا ۰/۱۰ میکروگرم برلیتر در ایستگاههای مختلف بشرح زیر می باشد:

Heptachlor, Endrin Aldehyde, > نوشهر, α -BHC, β -BHC, > بابلسر, Endrin Aldehyde, > آستارا, Dieldrin, DDE, نوشهر, تنکابن, سفیدرود, δ -BHC

موارد فوق نشان میدهد، سم Dieldrin با بیشترین مقدار (۰/۵۹ میکروگرم برلیتر) در ایستگاه آستارا و سموم ارگانوکلره, Heptachlor, δ -BHC Endrin Aldehyde دارای کمترین غلظت (۰/۱۰ میکروگرم برلیتر) در ایستگاههای تنکابن، سفیدرود و نوشهر ثبت گردیده است.

جدول ۱۱-۳ نشان میدهد، از میان شانزده سم ارگانوکلره در سه منطقه نمونه برداری، بترتیب ۳ ترکیب γ -BHC، مشاهده گردیده است. هیچ یک از شانزده ترکیب کلره در منطقه شرق مشاهده نگردید. در میان ایستگاهها، سموم α -BHC، Heptachlor، Endrin aldehyde دارای بیشترین پراکنش ایستگاهی (۲ ایستگاه) و ترکیبات α -BHC، Heptachlor، Dieldrin، DDE، β -BHC، کمترین پراکنش ایستگاهی (یک ایستگاه) در مناطق مطالعاتی مشاهده گردید.

جدول ۱۱-۳: میزان سموم ارگانوکلره (در نمونه های آب) ایستگاههای سطحی با عمق ۱۰ متر منطقه جنوبی دریای خزر

(آستارا تا ترکمن) پاییز ۱۳۸۸ - ppb

Stations	Comps	α -HCB	β -BHC	γ -BHC (Lind)	δ -BHC	Heptachl	Aldrin	Hept-Epoxi	α -Endosl.
آستارا		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
انزلی		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
سفیدرود		n.d	n.d	n.d	۰/۸۰	n.d	n.d	n.d	n.d
تنکابن		n.d	n.d	n.d	۰/۸۰	n.d	n.d	n.d	n.d
نوشهر		۰/۱۵	۰/۱۳	n.d	n.d	۰/۸۰	n.d	n.d	n.d
بابلسر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
امیرآباد		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
ترکمن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Stations	Comps	DDE	Dieldrin	Endrin	β -Endosu	DDD	End. Aldehy	End. Sulfate	DDT
آستارا		۰/۵۴	۰/۵۹	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
انزلی		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
سفیدرود		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
تنکابن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۸۰	n.d	n.d
نوشهر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
بابلسر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۱۷	n.d	n.d
امیرآباد		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
ترکمن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

n.d= not detected

در ایستگاههای انزلی، امیرآباد و ترکمن هیچ یک از ۱۶ سم کلره مشاهده نگردیده است. در ایستگاههای آستارا تا ترکمن، سموم، Endosulfan sulfate, DDD, β -endosulfan, α -Endosulfan, Aldrin, Heptachlor epoxide, endrin, DDT, γ -BHC, مشاهده نگردیده است. بنابراین، در نیم خط های نوشهر، آستارا، تنکابن، سفیدرود و بابلسر بترتیب کمتر از ۱۹، ۱۳، ۱۳، ۷ و ۷ درصد از ترکیبات سموم مشاهده گردیده اند (جدول ۱۱-۳).

• ایستگاههای سطحی با اعماق ۵۰ متری

بررسی درصد ترکیبات ارگانوکلره مشاهده شده در تمامی نمونه های هشت ایستگاه سطحی فصل پاییز با عمق ۵۰ متر از حداکثر به حداقل بشرح زیر ارزیابی می گردد:

ترکیبات δ -BHC, endrin aldehyde, DDT برابر ۲۵ درصد مشاهده گردید. در این ایستگاههای سطحی ۳ ترکیب شیمیائی (کمتر از ۲۰ درصد) از شانزده ترکیب مشاهده شده است. تعداد سموم ارگانوکلره در خطوط نمونه برداری سفیدرود، نوشهر و تنکابن بترتیب ۳، ۲ و ۱ ترکیب بوده است. بنابراین، بیشترین تراکم ترکیبی در نیم خط های سفیدرود و کمترین تراکم آن در نیم خط تنکابن مشاهده گردیده است. حداکثر مقدار غلظتی سم ارگانوکلره که در سه منطقه غرب، میانی و شرق مشاهده گردید مربوط به ترکیب DDT برابر ۰/۱۶ میکروگرم برلیتر در ایستگاه ترکمن (میانی) بوده است. سموم ارگانوکلره بلحاظ میزان غلظت بصورت نزولی به ترتیب از بیشترین مقدار غلظت مشاهده شده تا ۰/۱۰ میکروگرم برلیتر در ایستگاههای مختلف بشرح زیر می باشد:

سفیدرود، نوشهر، δ -BHC, DDT, endrin aldehyde > تنکابن، δ -BHC, سفیدرود، DDT
 موارد فوق نشان میدهد، سم DDT با بیشترین مقدار (۰/۱۶ میکروگرم برلیتر) در ایستگاه سفیدرود و سموم ارگانوکلره، δ -BHC, DDT, endrin aldehyde دارای کمترین غلظت (۰/۱۰ میکروگرم برلیتر) در ایستگاههای سفیدرود و نوشهر ثبت گردیده است.

جدول ۱۲-۳: میزان سموم ارگانوکلره (در نمونه های آب) ایستگاههای سطحی با عمق ۵۰ متر منطقه جنوبی دریای خزر

(آستارا تا ترکمن) پاییز ۸۸ - ppb

Stations	Comps	α -BHC	β -BHC	γ -BHC (Lindan)	δ -BHC	Heptachl	Aldrin	Hept. Epoxy	α -Endosulf.
آستارا		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
انزلی		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
سفیدرود		n.d	n.d	n.d	۰/۱۰	n.d	n.d	n.d	n.d
تنکابن		n.d	n.d	n.d	۰/۱۱	n.d	n.d	n.d	n.d
نوشهر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
بابلسر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
امیرآباد		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
ترکمن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

Stations	Comps	DDE	Dieldrin	Endrin	β -Endosu	DDD	End. Aldehy	End. Sulfate	DDT
آستارا		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
انزلی		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
سفیدرود		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۱۰	n.d	۰/۱۶
تنکابن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
نوشهر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۱۰	n.d	۰/۱۰
بابلسر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
امیرآباد		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
ترکمن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

n.d= not detected

جدول ۱۲-۳ نشان میدهد، از میان شانزده سم ارگانوکلره بترتیب در مناطق نمونه برداری غرب و میانی تعداد ۳ ترکیب (δ -BHC, Endrin Aldehyde, DDT,) مشاهده ولی در منطقه شرق هیچ یک از شانزده ترکیب مشاهده نگردیده است. در میان ایستگاهها، هر یک از سموم δ -BHC, Endrin Aldehyde, DDT, دارای پراکنش ایستگاهی در حد ۲ ایستگاه می باشند. در نیم خط های سطحی آستارا، انزلی، بابلسر، امیرآباد و ترکمن هیچ یک از ۱۶ سموم ارگانوکلره مشاهده نگردیده است. در ایستگاههای آستارا تا ترکمن، سموم, heptachlor, endosulfan sulfate

β -endosulfan, α -endosulfan, α -BHC, β -BHC, γ -BHC, heptachlor epoxide, Aldrin, dieldrin, endrin, DDD, DDE, در هیچ یک از مشاهده نگردیده است.

• ایستگاههای سطحی با اعماق ۱۰۰ متری

• بررسی درصد ترکیبات ارگانوکلره مشاهده شده در تمامی نمونه های هشت ایستگاه سطحی فصل پاییز با عمق ۱۰۰ متر از حداکثر به حداقل بشرح زیر ارزیابی می گردد:

ترکیب Endrin aldehyde برابر ۵۰ درصد، سم DDT برابر ۲۵ درصد مشاهده گردید. در لایه سطحی ایستگاههای مطالعاتی، فقط ۲ ترکیب مشاهده شده است. تعداد سموم ارگانوکلره در خطوط نمونه برداری آستارا، نوشهر، سفیدرود، بابلسر، بترتیب ۲، ۲، ۱ و ۱ ترکیب بوده است. بنابراین، بیشترین تراکم ترکیبی در نیم خط های آستارا، نوشهر و کمترین تراکم آن در نیم خط های سفیدرود، بابلسر مشاهده گردیده است. حداکثر مقدار غلظتی سم ارگانوکلره که در سه منطقه غرب، میانی و شرق مشاهده گردید مربوط به ترکیب Endrin aldehyde برابر ۰/۴۷ میکروگرم برلیتر در ایستگاه سفیدرود (منطقه غرب) بوده است. ترکیبات ارگانوکلره بلحاظ میزان غلظت بصورت نزولی به ترتیب از بیشترین مقدار غلظت مشاهده شده تا ۰/۱۰ میکروگرم برلیتر در ایستگاههای مختلف بشرح زیر می باشد:

، آستارا بابلسر، Endrin aldehyde, DDT > نوشهر، Endrin aldehyde, DDT > سفیدرود، Endrin aldehyde، موارد فوق نشان میدهد، سم Endrin aldehyde با بیشترین مقدار (۰/۴۷ میکروگرم برلیتر) در ایستگاه سفیدرود و سموم ارگانوکلره، DDT, endrin aldehyde دارای کمترین غلظت (۰/۱۰ میکروگرم برلیتر) در ایستگاههای بابلسر و آستارا ثبت گردیده است.

جدول ۱۳-۳: میزان سموم ارگانوکلره (در نمونه های آب) ایستگاههای سطحی با عمق ۱۰۰ متر منطقه جنوبی دریای خزر (آستارا تا ترکمن) پاییز ۱۳۸۸ - ppb

Stations	Compds	α -BHC	β -BHC	γ -BHC (Lindane)	δ -BHC	Hepachl	Aldrin	Hept. Epoxy	α -Endosulf.
آستارا		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
انزلی		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
سفیدرود		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
تنکابن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
نوشهر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
بابلسر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
امیرآباد		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
ترکمن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Stations	Compds	DDE	Dieldrin	Endrin	β -Endosulf.	DDD	End. Aldehy	End. Sulfate	DDT
آستارا		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۱۰	n.d	۰/۱۰
انزلی		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
سفیدرود		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۴۷	n.d	n.d
تنکابن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
نوشهر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۴۱	n.d	۰/۱۶
بابلسر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۱۰	n.d	n.d
امیرآباد		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
ترکمن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

n.d= not detected

جدول ۱۳-۳ نشان می‌دهد، از میان شانزده سم ارگانوکلره بترتیب در مناطق نمونه برداری غرب و میانی تعداد ۲ ترکیب (، Endrin Aldehyde, DDT) مشاهده ولی در منطقه شرق هیچ یک از شانزده ترکیب مشاهده نگردیده است. در میان ایستگاهها، سموم Endrin aldehyde دارای بیشترین پراکنش ایستگاهی (۴ ایستگاه) و ترکیب DDT دارای کمترین پراکنش ایستگاهی (۲ ایستگاه) در مناطق مطالعاتی مشاهده گردید.

در ایستگاههای انزلی، تنکابن، امیرآباد و ترکمن هیچ یک از ۱۶ سم ارگانوکلره مشاهده نگردیده است. در ایستگاههای آستارا تا ترکمن، سموم α -endosulfan sulfate, heptachlor, δ -BHC, β -BHC, dieldrin, Aldrin، سموم β -endosulfan, α -BHC, heptachlor epoxide, endosulfan, γ -BHC, endrin, DDD, DDE، مشاهده نگردیده است (جدول ۱۳-۳). بنابراین، فقط در نیم خط های آستارا، نوشهر، سفیدرود و بابلسر بترتیب کمتر از ۱۳، ۱۳، ۷ و ۷ درصد از ترکیبات سموم مشاهده گردیده است.

• بررسی آماری فصل پاییز

داده های فصل پاییز با استفاده از آزمون آماری غیر پارامتریک Kruskal Walis Test جهت مقایسه داده های و تعیین ارتباط میانگین رتبه بندی سموم ارگانوکلره در هشت نیم خط عمود بر ساحل (آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و ترکمن) در سه ایستگاه سطحی ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری از ساحلی به دریا بشرح زیر ارزیابی گردیده است:

در این آزمون آماری، داده های سموم اندازه گیری شده ایستگاههای ساحل به دریا برابر جدول ۱۴-۳ نشان میدهد، ترکیب DDT دارای اختلاف معنی داری نسبت به ایستگاهها در فصل پاییز بوده است. ارتباط میانگین رتبه بندی سموم ارگانوکلره در بین سه ایستگاه سطحی و در هشت نیم خط، با توجه به تغییرات و روند عدم مشاهده سم در اکثر ایستگاههای سطحی ۱۰۰ متری، میانگین رتبه بندی سموم ارگانوکلره از هشت نیم خط عمود بر ساحل (آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و ترکمن) هیچ گونه رابطه مغنی داری مشاهده نگردیده است. کمترین و بیشترین میانگین رتبه بندی سموم در نیم خط های سفیدرود بترتیب برای ترکیبات هپتاکلر و δ -BHC بوده است.

جدول ۱۴-۳: مقایسه داده های سموم ارگانوکلره (آب) در سه ایستگاه سطحی از هشت نیم خط ساحل به

دریا، پاییز ۱۳۸۸ با Kruskal-Wallis Test

Sig	Compd	α -BHC	β -BHC	γ -BHC (Linda)	δ -BHC	Heptachlor	Aldrin	Hept Epox	α -Endosl
		Chi-square	۰/۵۵	۵/۳۵	۲/۷۶	۰/۴۵	۰/۶۶	۰/۹۴	۰/۲۷
Asy. Sig.	۰/۷۵	۰/۰۷	۰/۲۵	۰/۷۹	۰/۷۲	۰/۶۲	۰/۸۷	۰/۸۲	
Sig	Compd	DDE	Dieldrin	Enrin	β -Endo	DDD	End. Aldhy	Endo. Sulfa	DDT
		Chi-square	۰/۵۴	۰/۳۶	۰/۸۵	۱/۶۱	۰/۸۹	۳/۷۹	۰/۵۵
Asy. Sig.	۰/۷۶	۰/۸۳	۰/۵۰	۰/۴۴	۰/۶۳	۰/۱۵	۰/۷۵	۰/۴۵	

Grouping Variable: Depth

بررسی آماری در جدول ۱۵-۳ بروش پیرسون نشان میدهد، سموم ارگانوکلره اندازه گیری شده در داده های (آب) فصل پاییز، ترکیب δ -BHC با سموم heptachlor, lindane ترکیب شیمیائی heptachlor با سم β -BHC، سم DDE با ترکیب dieldrin که همگی با یکدیگر دارای ضریب همبستگی بسیار قوی ($P < 0.01$) و در اغلب موارد منفی و رابطه معنی داری را با هم دارا می باشند. در این میان، سم ارگانوکلره β -BHC با ترکیبات α -BHC Lindan, همگی دارای ضریب همبستگی قوی ($P < 0.05$) و در برخی موارد منفی و رابطه معنی داری را دارا می باشند. ترکیبات ارگانوکلره نظیر DDT و Endrin aldehyde با توجه به دامنه تغییرات و عدم یکنواختی در پراکنش داده ها (جداول ۱۱-۳ تا ۱۳-۳) در هر دو حالت با هیچ یک از ترکیبات شیمیائی دیگر رابطه معنی داری نداشته اند (جدول ۱۵-۳).

جدول ۱۵-۳: ضریب همبستگی بروش پیرسون سموم ارگانوکلره در هشت نیم خط عمود بر ساحل و سه ایستگاه سطحی داده های (آب) - پاییز ۱۳۸۸

Comps	α -BHC	β -BHC	Lindn	δ -BHC	Heptachlor	DDE	Dield	End-Aldy	DDT
α -BHC	۱								
β -BHC	.۵۱*	۱							
Lindan	-.۱۱	-.۴۹*	۱						
δ -BHC	.۰۹	.۱۸	-.۷۸**	۱					
Heptachlor	.۱۷	.۶۱**	.۲۲	-.۵۷**	۱				
DDE	-.۱۰	.۱۵	-.۱۶	.۱۳	.۰۳	۱			
Dieldrin	-.۱۷	.۰۸	-.۱۷	.۱۴	-.۰۳	.۹۸**	۱		
EndAldh	-.۲۶	.۰۶	-.۱۲	.۲۲	-.۰۷	-.۱۹	-.۱۵	۱	
DDT	-.۰۵	-.۰۷	.۱۹	-.۰۲	.۱۱	-.۲۹	-.۳۲	.۱۹	۱

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

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

۴-۱-۳- فصل زمستان

در این فصل، باقی مانده سموم ارگانوکلره در نمونه آب سه منطقه غرب، میانی و شرق که شامل شانزده ترکیب مشابه از ترکیبات سایر فصول (بهار، تابستان و پاییز) می باشند مورد اندازه گیری قرار گرفته است. نتایج حاصل از هشت نیم خط که به تعداد (۳×۸) ایستگاه از نقاط سطحی اعماق ۱۰، ۵۰، و ۱۰۰ متری می باشند بشرح زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است:

• ایستگاههای سطحی با اعماق ۱۰ متری

بررسی درصد ترکیبات ارگانوکلره مشاهده شده در تمامی نمونه های هشت ایستگاه سطحی فصل زمستان با عمق ۱۰ متر از حداکثر به حداقل بشرح ذیل ارزیابی می گردد:

ترکیبات δ -BHC, dieldrin, DDE برابر ۳۷/۵ درصد، سموم- α , heptachlor epoxide, β -endosulfan, endrin، ۱۲/۵ درصد مشاهده گردید. در لایه سطحی ایستگاههای مطالعاتی، ۱۱ ترکیب (کمتر از ۷۰ درصد) از شانزده ترکیب مشاهده شده است. تعداد ترکیبات سموم ارگانوکلره در خطوط نمونه برداری بابلسر، آستارا، تنکابن، ترکمن، سفیدرود، نوشهر و امیرآباد بترتیب ۷، ۴، ۴، ۱، ۱ و ۱ ترکیب بوده است. بنابراین، بیشترین تراکم ترکیبی در نیم خط بابلسر و کمترین تراکم آن در نیم خط های سفیدرود، نوشهر و امیرآباد مشاهده گردیده است. حداکثر غلظت سم ارگانوکلره در سه منطقه غرب، میانی و شرق مربوط به ترکیب Dieldrin است که برابر ۰/۴۷ میکروگرم برلیتر در ایستگاه تنکابن (میانی) بوده است. سموم ارگانوکلره بلحاظ میزان غلظت بصورت نزولی به ترتیب از بیشترین مقدار غلظت مشاهده شده تا ۰/۱۰ میکروگرم برلیتر در ایستگاههای مختلف بشرح زیر می باشد.

β - سفیدرود δ -BHC > بابلسر، DDD > ترکمن α -Endosulfan, heptachlor epoxide > تنکابن، Dieldrin, DDE, Endosulfan, γ -BHC, β -Endosulfan, Endrin, γ -BHC > ترکمن، امیرآباد، DDE, Dieldrin, Endrin, بابلسر، آستارا، نوشهر، تنکابن، heptachlor epoxide, β -BHC, γ -BHC, α -Endosulfan, endrin aldehyde، موارد فوق نشان میدهد، سم Dieldrin با بیشترین مقدار (۰/۴۷ میکروگرم برلیتر) در ایستگاه تنکابن و سموم DDE, β -BHC, γ -BHC, heptachlor epoxide, Endrin, endrin aldehyde, α -Endosulfan, Dieldrin، کمترین غلظت (۰/۱۰ میکروگرم برلیتر) در ایستگاههای آستارا، تنکابن، نوشهر و بابلسر ثبت گردیده است.

جدول ۱۶-۳ نشان میدهد، از میان شانزده سم ارگانوکلره در سه منطقه نمونه برداری، بترتیب تعداد ۵ ترکیب شامل α -Endosulfan, Dieldrin, δ -BHC, heptachlor epoxide, DDE، ۹ ترکیب (بغیر از سموم، α -BHC, endosulfan sulfate, heptachlor epoxide, aldrin, DDT, α -Endosulfan, heptachlor، ۵ ترکیب شامل γ -BHC, DDE, β -Endosulfan, α -Endosulfan, heptachlor epoxide، در شرق مشاهده گردیده است.

جدول ۱۶-۳: میزان سموم ارگانوکلره (در نمونه های آب) ایستگاههای سطحی با عمق ۱۰ متر منطقه جنوبی دریای خزر (آستارا تا ترکمن) زمستان ۸۸ – ppb

Stations	Comps	α -BHC	β -BHC	γ -BHC (Lindan)	δ -BHC	Heptachl	Aldrin	Hept. Epoxy	α -Endosulf.
آستارا	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۱۰	۰/۱۰
انزلی	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
سفیدرود	n.d	n.d	n.d	۰/۲۰	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
تنکابن	n.d	n.d	n.d	۰/۸۰	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
نوشهر	n.d	n.d	۰/۱۰	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
بابلسر	n.d	n.d	n.d	۰/۱۱	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
امیرآباد	n.d	n.d	n.d	۰/۱۱	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
ترکمن	n.d	n.d	n.d	۰/۱۰	n.d	n.d	n.d	۰/۳۵	۰/۳۶
Stations	Comps	DDE	Dieldrin	Endrin	β -Endosu	DDD	End. Aldehy	End. Sulfat	DDT
آستارا	۰/۸۰	۰/۱۰	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
انزلی	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
سفیدرود	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
تنکابن	۰/۴۶	۰/۴۷	۰/۱۱	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
نوشهر	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
بابلسر	۰/۸۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۳۵	۰/۱۰	n.d	n.d	n.d
امیرآباد	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
ترکمن	n.d	n.d	n.d	۰/۱۹	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

n.d= not detected

نتیجه اینکه در مناطق غرب، میانی و شرق بترتیب بیش از ۳۲، ۵۵ و ۳۲ درصد از سموم ارگانوکلره مشاهده گردیده است. در میان ایستگاهها، سموم DDE, Dieldrin, δ -BHC دارای بیشترین پراکنش ایستگاهی (۳) ایستگاه) و ترکیبات β -BHC, endrin aldehyde, DDD, endrin دارای کمترین پراکنش ایستگاهی (یک ایستگاه) در مناطق مطالعاتی مشاهده گردید (جدول ۱۶-۳). در ایستگاه انزلی هیچ یک از ۱۶ سم ارگانوکلره مشاهده نگردیده است. در ایستگاههای آستارا تا ترکمن، سموم Aldrin, α -BHC, DDT, heptachlor, endosulfan sulfate مشاهده نگردیده

است (جدول ۱۶-۳). بنابراین، فقط در نیم خط های سفیدرود، نوشهر و امیرآباد هر کدام کمتر از ۷ درصد از سموم مشاهده گردیده است.

• ایستگاههای سطحی با اعماق ۵۰ متری

بررسی درصد ترکیبات ارگانوکلره مشاهده شده در تمامی نمونه های هشت ایستگاه سطحی فصل زمستان با عمق ۵۰ متر از حداکثر به حداقل بشرح زیر ارزیابی می گردد.

ترکیبات heptachlor epoxide, δ -BHC, endrin aldehyde, endosulfan sulfate, β -BHC, DDE, dieldrin برابر ۱۲/۵ درصد مشاهده گردید. در این ایستگاههای سطحی، ۸ ترکیب (۵۰ درصد) از شانزده ترکیب مشاهده شده است. تعداد سموم ارگانوکلره در خطوط نمونه برداری تنکابن، سفیدرود امیرآباد و ترکمن بترتیب ۴، ۲، ۱ و ۱ ترکیب بوده است. بنابراین بیشترین تراکم ترکیبی در نیم خط تنکابن و کمترین تراکم در نیم خط امیرآباد مشاهده گردیده است. حداکثر غلظت سم ارگانوکلره که در سه منطقه غرب، میانی و شرق مربوط به ترکیب δ -BHC است که برابر ۲/۳ میکروگرم برلیتر در ایستگاه سفیدرود (غرب) بوده است. سموم ارگانوکلره بلحاظ میزان غلظت بصورت نزولی به ترتیب از بیشترین مقدار غلظت مشاهده شده تا ۰/۱۰ میکروگرم برلیتر در ایستگاههای مختلف بشرح زیر می باشد.

δ -BHC, endosulfan sulfate, Dieldrin, DDE, α -Endosulfan, heptachlor epoxide, endrin > ترکمن سفیدرود, δ -BHC, aldehyde, β -BHC, تنکابن و امیرآباد و سفیدرود، امیرآباد و تنکابن، سفیدرود، سم δ -BHC با بیشترین مقدار (۲/۳ میکروگرم برلیتر) در ایستگاه سفیدرود و سموم ارگانوکلره δ -BHC, DDE, α -Endosulfan, heptachlor epoxide, endrin aldehyde, β -BHC دارای کمترین غلظت (۰/۱۰ میکروگرم برلیتر) در ایستگاههای سفیدرود، تنکابن و امیرآباد ثبت گردیده است.

جدول ۱۷-۳: میزان سموم ارگانوکلره (در نمونه های آب) ایستگاههای سطحی با عمق ۵۰ متر منطقه جنوبی دریای خزر (آستارا تا ترکمن) زمستان ۸۸- ppb

Stations	Comps	α -BHC	β -BHC	γ -BHC (Lindan)	δ -BHC	Heptachl	Aldrin	Hept. Epoxy	α -Endosulf.
آستارا	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
انزلی	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
سفیدرود	n.d	n.d	n.d	۲/۳۰	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
تنکابن	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۸۰	۰/۸۰
نوشهر	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
بابلسر	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
امیرآباد	n.d	n.d	۰/۸۰	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
ترکمن	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

Stations	Comps	DDE	Dieldrin	Endrin	β -Endosu	DDD	End. Aldehy	End. Sulfate	DDT
آستارا	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
انزلی	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
سفیدرود	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۸۸	n.d	n.d
تنکابن	n.d	۰/۸۰	۰/۸۰	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
نوشهر	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
بابلسر	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
امیرآباد	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
ترکمن	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۸۸	n.d	n.d

n.d= not detected

جدول ۱۷-۳ نشان میدهد، از میان شانزده سم ارگانوکلره در سه منطقه نمونه برداری، بترتیب تعداد ۲ ترکیب

شامل δ -BHC, endrin aldehyde, در منطقه غرب، تعداد ۴ ترکیب شامل α -BHC, DDE, Dieldrin, heptachlor epoxide,

endosulfan, در منطقه میانی و تعداد ۲ ترکیب شامل β -BHC, endosulfan sulfate, در شرق مشاهده گردیده است.

نتیجه اینکه در مناطق غرب، میانی و شرق بترتیب بیش از ۱۲، ۲۵ و ۱۲ درصد از سموم ارگانوکلره مشاهده

گردیده است. تعداد ۸ سم مورد مشاهده دارای حداقل پراکنش ایستگاهی (یک ایستگاه) در مناطق مطالعاتی

مشاهده گردیده اند (جدول ۱۷-۳). در ایستگاههای آستارا، انزلی، نوشهر، بابلسر و ترکمن هیچ یک از شانزده

ترکیب مشاهده نگردیده است. در ایستگاههای آستارا تا ترکمن، ترکیبات α -BHC, γ -BHC, DDT, heptachlor, endrin, β -Endosulfan, DDD, مشاهده نگردیده است. بنابراین، فقط در نیم خط های سفیدرود، تنکابن، امیرآباد و ترکمن بترتیب کمتر از ۱۳، ۲۶، ۷ و ۷ درصد از ترکیبات سموم مشاهده گردید.

• ایستگاههای سطحی با اعماق ۱۰۰ متری

بررسی درصد ترکیبات ارگانوکلره مشاهده شده در تمامی نمونه های هشت ایستگاه سطحی فصل زمستان با عمق ۱۰۰ متر از حداکثر به حداقل بشرح زیر ارزیابی می گردد:

ترکیب δ -BHC برابر ۶۲/۵ درصد، سموم α -endosulfan, aldrin, heptachlor epoxide, α -BHC, DDE, DDD, BHC, γ -BHC, DDT برابر ۱۲/۵ درصد مشاهده گردید. در این ایستگاههای سطحی تمامی ترکیبات (۱۰۰ درصد) مشاهده شده است. سموم ارگانوکلره در خطوط نمونه برداری بترتیب تنکابن، امیرآباد، آستارا، انزلی و نوشهر در حد ۱۶، ۱۴، ۱، ۱ و ۱ ترکیب بوده است. بنابراین بیشترین پراکنش در نیم خط های تنکابن و امیرآباد بوده ولی کمترین پراکنش در نیم خط های آستارا، انزلی و نوشهر مشاهده گردید.

حداکثر غلظت سم ارگانوکلره در سه منطقه غرب، میانی و شرق مربوط به ترکیب endosulfan sulfate است که برابر ۵/۳۳ میکروگرم برلیتر در ایستگاه امیرآباد (منطقه شرق) بوده است. سموم ارگانوکلره بلحاظ میزان غلظت بصورت نزولی به ترتیب از بیشترین مقدار غلظت مشاهده شده تا ۰/۱۱ میکروگرم برلیتر در ایستگاههای مختلف بشرح زیر می باشد:

> امیرآباد، DDD > تنکابن، aldrin، DDD, DDE, dieldrin, endrin، امیرآباد، تنکابن، endosulfan sulfate
> تنکابن، β -endosulfan, α -endosulfan, heptachlor epoxide، امیرآباد، DDT، endrin, DDE, dieldrin، تنکابن، α -endosulfan, heptachlor epoxide، امیرآباد، endrin aldehyde, heptachlor، تنکابن، aldrin, α -BHC, γ -BHC، تنکابن، انزلی، نوشهر و امیرآباد، α -BHC, δ -BHC, endrin aldehyde، امیرآباد، heptachlor، تنکابن، heptachlor،

موارد فوق نشان می‌دهد، سم endosulfan sulfate با بیشترین مقدار (۵/۳۳ میکروگرم برلیتر) در ایستگاه امیرآباد و سموم ارگانوکلره، endrin aldehyde, δ -BHC, α -BHC دارای کمترین غلظت (۰/۱۱ میکروگرم برلیتر) در ایستگاه‌های تنکابن، انزلی، نوشهر و امیرآباد ثبت گردیده است.

جدول ۱۸-۳ نشان می‌دهد، از میان شانزده سم ارگانوکلره در سه منطقه نمونه برداری، بترتیب تعداد ۱ ترکیب شامل δ -BHC در منطقه غرب، تعداد ۱۵ ترکیب (بغیر از β -BHC) در منطقه میانی و تعداد ۱۴ ترکیب (بغیر از DDT, γ -BHC) در شرق مشاهده گردیده است.

نتیجه اینکه، در مناطق غرب، میانی و شرق بترتیب بیشتر از ۶، ۹۳ و ۸۶ درصد از سموم ارگانوکلره مشاهده گردیده است. جدول ۱۸-۳ نشان می‌دهد، سم δ -BHC دارای بیشترین پراکنش ایستگاهی (۵ ایستگاه) و ترکیبات DDT, γ -BHC, β -BHC دارای کمترین پراکنش ایستگاهی (۱ ایستگاه) در مناطق مطالعاتی مشاهده گردید. در نیم خط‌های سفیدرود، بابلسر و ترکمن هیچ یک از شانزده سموم ارگانوکلره مشاهده نگردیده است. بنابراین، در نیم خط‌های تنکابن، امیرآباد، آستارا، انزلی و نوشهر بترتیب بیش از ۹۳، ۸۶، ۶، ۶ و ۶ درصد از ترکیبات سموم مشاهده گردیده اند.

جدول ۱۸-۳: میزان سموم ارگانوکلره (در نمونه های آب) ایستگاههای سطحی با عمق ۱۰۰ متر منطقه جنوبی دریای خزر (آستارا تا ترکمن) زمستان ۸۸ – ppb

Stations	Comps	α -BHC	β -BHC	γ -BHC (Lindan)	δ -BHC	Hepachl	Aldrin	Hepht. Epoxy	α -Endosulf
آستارا		n.d	n.d	n.d	۰/۱۰	n.d	n.d	n.d	n.d
انزلی		n.d	n.d	n.d	۰/۱۱	n.d	n.d	n.d	n.d
سفیدرود		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
تنکابن		۰/۲۱	n.d	۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۲۰	۰/۳۹	۰/۶۲	۰/۶۳
نوشهر		n.d	n.d	n.d	۰/۱۱	n.d	n.d	n.d	n.d
بابلسر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
امیرآباد		۰/۱۱	۰/۱۰	n.d	۰/۱۱	۰/۱۲	۲/۰۱	۰/۴۳	۰/۴۴
ترکمن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Stations	Comps	DDE	Dieldrin	Endrin	β -Endosu	DDD	End. Aldehy	End. Sulfate	DDT
آستارا		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
انزلی		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
سفیدرود		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
تنکابن		۰/۸۸	۰/۸۹	۰/۵	۰/۴۶	۱/۳۲	۰/۱۴	۲/۳۳	۰/۵۱
نوشهر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
بابلسر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
امیرآباد		۰/۴۸	۰/۴۹	۰/۵۷	۰/۴۴	۰/۶۳	۰/۱۱	۵/۳۳	n.d
ترکمن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

n.d= not detected

• بررسی آماری فصل زمستان

داده های فصل زمستان با استفاده از آزمون آماری غیر پارامتریک Kruskal Walis Test جهت مقایسه داده های و تعیین ارتباط میانگین رتبه بندی سموم ارگانوکلره در هشت نیم خط عمود بر ساحل (آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و ترکمن) در سه ایستگاه سطحی ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری از ساحلی به دریا بشرح زیر ارزیابی گردیده است:

در این آزمون آماری، داده های سموم اندازه گیری شده ایستگاههای ساحل به دریا برابر جدول ۱۹-۳ نشان میدهد، ترکیب endosulfan sulfate دارای اختلاف معنی داری نسبت به ایستگاهها در فصل زمستان بوده است.

جدول ۱۹-۳ : مقایسه داده های سموم ارگانوکلره (آب) در سه ایستگاه سطحی از هشت نیم خط ساحل به

دریا، زمستان ۱۳۸۸ با Kruskal-Wallis Test

Sig	Compds	α -BHC	β -BHC	γ -BHC (Linda)	δ -BHC	Hepatchl or	Aldrin	Hept Epox	α -Endosl
Chi-square		۰/۵۷	۳/۵۰	۰/۸۴	۲/۱۰	۱/۸۲	۳/۴۲	۰/۰۲	۰/۵۷
Asy. Sig.		۰/۷۵	۰/۱۷	۰/۶۵	۰/۳۵	۰/۴۰	۰/۱۸	۰/۹۹	۰/۴۷
Sig	Compds	DDE	Dieldrin	Enrin	β -Endo	DDD	End. Aldhy	Endo. Sulfate	DDT
Chi-square		۱/۰۸	۱/۸۴	۴/۶۸	۲/۹۵	۳/۹۲	۰/۴۷	۶/۰۷	۰/۵۷
Asy. Sig.		۰/۵۸	۰/۳۹	۰/۰۹	۰/۲۳	۰/۱۴	۰/۷۸	۰/۰۴۸	۰/۷۵

Grouping Variable: Depth

ارتباط میانگین رتبه بندی سموم در بین سه ایستگاه سطحی در هشت نیم خط، با توجه به تغییرات و روند عدم مشاهده سم در اکثر ایستگاههای سطحی ۱۰۰ متری، میانگین رتبه بندی سموم از ترانسکت آستارا تا ترکمن هیچ گونه رابطه معنی داری مشاهده نگردیده است. کمترین میانگین رتبه بندی در نیم خط آستارا برای سم α -BHC و بیشترین میانگین رتبه بندی در نیم خط تنکابن برای ترکیبات DDE و dieldrin بوده است.

در جدول ۲۰-۳ بررسی آماری بروش پیرسون نشان میدهد، سموم ارگانوکلره اندازه گیری شده در داده های

(آب) فصل زمستان، سم α -BHC با تمامی ترکیبات بغیر از lindane, δ -BHC, β -BHC, lindane, aldrin با سموم

heptachlor epoxide, DDD, DDT، ترکیب شیمیائی heptachlor، DDE، dieldrin، (α, β) -endosulfan، heptachlor epoxide، تمامی سموم

بغیر از lindane, δ -BHC, β -BHC، سم aldrin با ترکیبات، α -endosulfan، heptachlor epoxide، endrin،

heptachlor epoxide، endosulfan، endosulfan sulfate، ترکیبات، (α, β) -endosulfan، endrin، heptachlor epoxide،

تمامی سموم بغیر از δ -BHC، β -BHC، سموم، endrin aldehyde، DDD، DDE، dieldrin با تمامی ترکیبات بغیر از β ،

α-BHC, aldrin, endosulfan sulfate با ترکیب DDT، δ-BHC, aldrin با تمامی سموم بغیر از α-BHC, aldrin, endosulfan sulfate که همگی با یکدیگر دارای ضریب همبستگی بسیار قوی ($P < 0.01$) و مثبت و رابطه معنی داری را با هم دارا می باشند (جدول ۲۰-۳).

جدول ۲۰-۳: ضریب همبستگی بروش پیرسون سموم ارگانوکلره در هشت نیم خط عمود بر ساحل و سه ایستگاه سطحی داده های (آب) - زمستان ۱۳۸۸

Comps	α-BHC	β-BHC	Lindn	δ-BHC	Hepta	Aldrin	Hep Epoxy	α-Endo	DDE	Dield	End	β-End	DDD	End-Aldy	EndSul	DDT
α-BHC	۱															
β-BHC	-.۱۹	۱														
Lindan	.۴۱	-.۴۰	۱													
δ-BHC	.۰۲	-.۳۳	.۰۲	۱												
Hepta	.۶۹**	.۰۷	.۴۳*	-.۰۲	۱											
Aldrin	.۴۱	.۳۷	-.۰۷	-.۰۲	.۴۲*	۱										
Hep-Epxy	.۷۹**	-.۱۰	.۶۸**	-.۰۸	.۷۲**	.۵۴**	۱									
α-Endosul	.۸۱**	-.۰۷	.۶۸**	-.۰۷	.۷۱**	.۵۶**	.۹۸**	۱								
DDE	.۷۹**	-.۰۳	.۵۵**	-.۰۶	.۸۶**	.۴۷*	.۷۶**	.۷۷**	۱							
Dieldrin	.۷۹**	-.۰۲	.۵۴**	-.۰۷	.۸۵**	.۴۷*	.۷۷**	.۷۸**	.۹۹**	۱						
Endrin	.۸۷**	.۰۶	.۴۹*	-.۰۷	.۷۹**	.۶۶**	.۸۸**	.۹۰**	.۹۱**	.۹۱**	۱					
β-Endosl	.۷۹**	.۰۱	.۵۴**	-.۰۴	.۷۵**	.۷۱**	.۹۳**	.۹۳**	.۸۰**	.۸۹**	.۹۴**	۱				
DDD	.۹۳**	-.۰۴	.۵۳**	-.۰۶	.۷۸**	.۴۷*	.۸۳**	.۸۶**	.۸۹**	.۸۹**	.۷۹**	.۸۹**	۱			
EndAldh	.۶۹**	-.۰۳	.۳۷	.۲۸	.۷۰**	.۴۰	.۶۵**	.۶۳**	.۵۸**	.۵۹**	.۶۵**	.۶۷**	.۶۹**	۱		
EndSulf	.۷۲**	.۲۳	.۲۳	-.۰۴	.۶۹**	.۸۹**	.۷۹**	.۸۱**	.۷۶**	.۷۶**	.۹۱**	.۹۱**	.۷۹**	.۵۹**	۱	
DDT	.۸۴**	-.۱۶	.۶۴**	-.۱۰	.۷۸**	.۰۶	.۷۴**	.۷۴**	.۷۹**	.۷۹**	.۷۶**	.۶۵**	.۸۵**	.۵۸**	.۴۹*	۱

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

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

در این میان، ترکیب heptachlor با سموم aldrin, lindane, aldrin با ترکیبات dieldrin, DDD, endrin aldehyde، ترکیب DDT با سم endosulfan sulfate که همگی با یکدیگر دارای ضریب همبستگی قوی ($P < 0.05$) و مثبت و رابطه معنی داری را با هم دارا می باشند. ترکیبات از گاموکلره نظیر β-BHC و δ-BHC با توجه به دامنه

تغییرات و عدم یکنواختی در پراکنش داده ها (جداول ۱۶ تا ۱۸) در هر دو حالت با هیچ یک از ترکیبات شیمیایی دیگر رابطه معنی داری نداشته اند (جدول ۲۰-۳).

۲-۳- آلاینده های سموم ارگانوکلره در رسوبات دریایی

در این بررسی، تعداد ۴۸ نمونه رسوبات بستر دریا در اعماق ۱۰، ۵۰، ۱۰۰ متر در فصول تابستان و زمستان (گرم و سرد) سال ۱۳۸۸ از هشت نیم خط عمود بر ساحل شامل آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و ترکمن بشرح زیر مورد ارزیابی قرار گرفت.

۱-۲-۳- فصل تابستان

در این فصل، باقی مانده شانزده سم ارگانوکلره در نمونه های رسوبات بستر دریا واقع در سه منطقه غرب، میانی و شرق حوضه جنوبی دریای خزر که شامل DDE, DDT, β -endosulfan, DDD, heptachlor, dieldrin, endrin, lindane, heptachlor epoxide, endrin aldehyde, endosulfan sulfate, α -endosulfan, δ -BHC, β -BHC, α -BHC, aldrin or (γ -BHC) می باشند مورد اندازه گیری قرار گرفته است. نتایج حاصل از هشت نیم خط که به تعداد ۲۴ ایستگاه از رسوبات اعماق یاد شده فوق بشرح زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت:

• رسوبات ایستگاههای با عمق ۱۰ متر

بررسی درصد ترکیبات ارگانوکلره مشاهده شده در تمامی نمونه های رسوبات بستر هشت ایستگاه به عمق ۱۰ متر فصل تابستان (فصل گرم) از حداکثر به حداقل بدین شرح ارزیابی گردید.

ترکیب α -BHC برابر ۸۷/۵ درصد، سم aldrin برابر ۵۰ درصد، ترکیب lindane برابر ۳۷/۵ درصد و ترکیبات کلره δ -BHC β -endosulfan برابر ۱۲/۵ درصد مشاهده گردید. در این ایستگاهها، ۵ ترکیب (بیش از ۳۱ درصد)

از شانزده ترکیب مشاهده شده است. تعداد سموم ارگانوکلره در خطوط نمونه برداری آستارا، سفیدرود، امیرآباد، ترکمن، نوشهر، تنکابن و بابلسر بترتیب ۳، ۳، ۳، ۲، ۱ و ۱ ترکیب بوده است. بنابراین، بیشترین تراکم ترکیبی در نیم خط های آستارا، سفیدرود، امیرآباد، ترکمن و کمترین تراکم در نیم خط های تنکابن و بابلسر مشاهده گردیده است. حداکثر غلظت سم ارگانوکلره در بین سه منطقه غرب، میانی و شرق مربوط به ترکیب α -BHC است که برابر ۵/۹۶ میلیگرم بر کیلوگرم در ایستگاه نوشهر (میانی) بوده است. سموم ارگانوکلره بلحاظ میزان غلظت بصورت نزولی به ترتیب از بیشترین مقدار غلظت مشاهده شده تا ۰/۰۵ میلیگرم بر کیلوگرم در ایستگاههای مختلف بشرح زیر می باشد.

> سفیدرود، > aldricin، تنکابن، سفیدرود، بابلسر و ترکمن، α -BHC، > امیرآباد، aldricin، α -BHC، > نوشهر، α -BHC، β -سفیدرود، δ -BHC، > آستارا، aldricin، > نوشهر و امیرآباد، γ -BHC، > ترکمن، aldricin، > آستارا، α -BHC، endosulfan، موارد فوق نشان میدهد، سم endosulfan sulfate با بیشترین مقدار (۵/۹۶ میلیگرم بر کیلوگرم) در ایستگاه نوشهر و سم ارگانوکلره β -endosulfan دارای کمترین غلظت (۰/۰۵ میلیگرم بر کیلوگرم) در ایستگاه آستارا ثبت گردید. جدول شماره ۳-۲۱ نشان میدهد، از شانزده سم ارگانوکلره اندازه گیری شده در سه منطقه نمونه برداری بترتیب ۴ ترکیب شامل α -BHC، δ -BHC، β -endosulfan، aldricin در منطقه غرب، ۲ ترکیب شامل α -BHC، lindane در منطقه میانی و ۳ ترکیب شامل aldricin، α -BHC، lindane در شرق مشاهده گردیده است.

نتیجه اینکه، بیشترین مقدار غلظتی سم α -BHC در بین تمامی ایستگاهها فقط در ایستگاه نوشهر مشاهده گردید. کمترین سهم درصدی ترکیبات یاد شده مربوط به ایستگاههای میانی در حد ۲۲ درصد گزارش شده است. در ایستگاه انزلی، هیچ یک از ۱۶ ترکیب کلره مشاهده نگردید. در ایستگاههای آستارا تا ترکمن، ترکیبات β -BHC، DDE، DDD، DDT، dieldrin، endrin aldehyde، heptachlor، heptachlor epoxide، α -Endosulfan، endrin، endosulfan sulfate، مشاهده نگردید. بنابراین، درصد سموم مشاهده شده در ایستگاههای تنکابن، بابلسر، نوشهر، آستارا، سفیدرود، امیرآباد و ترکمن در حد ۷ تا ۱۹ درصد در نوسان بوده است.

جدول ۲۱-۳: میزان سموم ارگانوکلره در رسوبات عمق ۱۰ متری منطقه جنوبی دریای خزر (آستارا تا ترکمن) - فصل تابستان ۸۸ - mg/kg

Stations	Comps	α -BHC	β -BHC	γ -BHC (Lindan)	δ -BHC	Heptachl	Aldrin	Hept. Epoxy	α -Endosulf.
آستارا		۰/۸۶	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۲۵	n.d	n.d
انزلی		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
سفیدرود		۲/۰۲	n.d	n.d	۰/۱۷	n.d	۰/۹۰	n.d	n.d
تنکابن		۲/۲۶	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
نوشهر		۵/۹۶	n.d	۰/۳۳	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
بابلسر		۱/۷۸	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
امیرآباد		۴/۷۱	n.d	۰/۳۱	n.d	n.d	۲/۲۸	n.d	n.d
ترکمن		۱/۱۹	n.d	۰/۰۱	n.d	n.d	۰/۵۰	n.d	n.d

Stations	Comps	DDE	Dieldrin	Endrin	β -Endosul	DDD	End. Aldehy	End. Sulfate	DDT
آستارا		n.d	n.d	n.d	۰/۰۵	n.d	n.d	n.d	n.d
انزلی		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
سفیدرود		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
تنکابن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
نوشهر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
بابلسر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
امیرآباد		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
ترکمن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

n.d= not detected

• رسوبات ایستگاههای با عمق ۵۰ متر

بررسی درصد ترکیبات ارگانوکلره مشاهده شده در تمامی نمونه های رسوب بستر هشت ایستگاه به عمق ۵۰ متر

تابستان (فصل گرم) از حداکثر به حداقل بدین شرح می باشد.

ترکیب α -BHC برابر ۷۵ درصد، سم aldrin برابر ۵۰ درصد، ترکیبات β -BHC, lindane برابر ۲۵ درصد و

ترکیبات δ -BHC, DDE برابر ۱۲/۵ درصد مشاهده گردید. در این ایستگاهها، ۶ ترکیب (بیش از ۳۷ درصد) از

شانزده ترکیب مشاهده شده است. تعداد سموم ارگانوکلره در خطوط نمونه برداری امیرآباد، انزلی، سفیدرود، نوشهر، ترکمن و بابلسر بترتیب ۵، ۳، ۲، ۲ و ۱ ترکیب بوده است. بنابراین بیشترین تراکم ترکیبی در نیم خط های امیرآباد، انزلی، سفیدرود و کمترین تراکم در نیم خط بابلسر مشاهده گردیده است.

حداکثر غلظت سم ارگانوکلره در بین سه منطقه غرب، میانی و شرق مربوط به ترکیب α -BHC است که برابر ۳/۷۷ میلیگرم بر کیلوگرم در ایستگاه سفیدرود (غرب) مشاهده گردید. سموم ارگانوکلره بلحاظ میزان غلظت بصورت نزولی به ترتیب از بیشترین مقدار غلظت مشاهده شده تا ۰/۰۳ میلیگرم بر کیلوگرم در ایستگاههای مختلف بشرح زیر می باشد.

δ -BHC > نوشهر، α -BHC > امیرآباد، α -BHC, aldrin > سفیدرود و انزلی، aldrin > سفیدرود، انزلی و بابلسر، α -BHC بندر ترکمن، α -BHC > ترکمن، β -BHC > امیرآباد، lindane > نوشهر، aldrin > انزلی، lindane > سفیدرود، BHC موارد فوق نشان میدهد، سم α -BHC با بیشترین مقدار (۳/۷۷ میلیگرم بر کیلوگرم) در ایستگاه سفیدرود و سموم ارگانوکلره، α -BHC دارای کمترین غلظت (۰/۰۳ میلیگرم بر کیلوگرم) در ایستگاه ترکمن ثبت گردیده است.

جدول شماره ۳-۲۲ نشان میدهد، از شانزده سم ارگانوکلره اندازه گیری شده در سه منطقه نمونه برداری بترتیب ۴ ترکیب کلره شامل δ -BHC, lindane, α -BHC, aldrin در منطقه غرب، ۲ ترکیب شامل α -BHC, aldrin در منطقه میانی و ۵ ترکیب شامل lindane, α -BHC, β -BHC, aldrin, DDD در شرق مشاهده گردیده است.

جدول ۲۲-۳: میزان سموم ارگانوکلره در رسوبات عمق ۵۰ متری منطقه جنوبی دریای خزر (آستارا تا ترکمن) - فصل تابستان ۸۸ - mg/kg

Stations	Comps	α -BHC	β -BHC	γ -BHC (Lindan)	δ -BHC	Heptachl	Aldrin	Hept. Epoxy	α -Endosulf.
آستارا		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
انزلی		۲/۶۵	n.d	۰/۲۰	n.d	n.d	۱/۰۴	n.d	n.d
سفیدرود		۳/۷۷	n.d	n.d	۰/۲۷	n.d	۱/۸۹	n.d	n.d
تنکابن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
نوشهر		۰/۳۷	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۰۹	n.d	n.d
بابلسر		۲/۵۷	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
امیرآباد		۰/۸۹	۰/۰۱	۰/۰۶	n.d	n.d	۰/۵۸	n.d	n.d
ترکمن		۰/۰۳	۰/۰۴	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Stations	Comps	DDE	Dieldrin	Endrin	β -Endosulf.	DDD	End. Aldehy	End. Sulfate	DDT
آستارا		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
انزلی		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
سفیدرود		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
تنکابن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
نوشهر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
بابلسر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
امیرآباد		n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۰۱	n.d	n.d	n.d
ترکمن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

n.d= not detected

نتیجه اینکه، بیشترین مقدار غلظتی سم α -BHC در بین ایستگاههای سه منطقه فقط در ایستگاه سفیدرود مشاهده گردیده است. کمترین سهم درصدی ترکیبات یاد شده مربوط به ایستگاههای میانی برابر ۱۸ درصد گزارش شده است. در ایستگاههای آستارا و تنکابن هیچ یک از ۱۶ ترکیب ارگانوکلره مشاهده نگردیده است. در ایستگاههای آستارا تا ترکمن، ترکیبات β -Endosulfan, heptachlor, endrin aldehyde, heptachlor epoxide, DDE, DDT, dieldrin, n.d

α -Endosulfan, endrin, endosulfan sulfate, مشاهده نگردید. بنابراین، درصد سموم مشاهده شده در ایستگاههای بابلسر، نوشهر، ترکمن، انزلی، سفیدرود و امیرآباد در حد ۷ تا ۳۲ درصد در نوسان بوده است.

• رسوبات ایستگاههای با عمق ۱۰۰ متر

بررسی درصد ترکیبات ارگانوکلره مشاهده شده در تمامی نمونه های رسوب بستر هشت ایستگاه به عمق ۱۰۰ متر تابستان (فضل گرم) از حداکثر به حداقل بدین شرح می باشد.

سم aldrin برابر ۸۷/۵ درصد، ترکیب α -BHC برابر ۷۵ درصد، سم lindane برابر ۵۰ درصد و ترکیب δ -BHC برابر ۲۵ درصد و سموم β -Endosulfan, β -BHC برابر ۱۲/۵ درصد مشاهده گردید. در این ایستگاهها، ۶ ترکیب (بیش از ۳۷ درصد) از شانزده ترکیب مشاهده شده است. تعداد سموم ارگانوکلره در خطوط نمونه برداری تنکابن، آستارا، انزلی، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و سفیدرود بترتیب ۴، ۳، ۳، ۳ و ۱ ترکیب بوده است. بنابراین، بیشترین تراکم ترکیبی در نیم خط تنکابن و کمترین تراکم در نیم خط سفیدرود مشاهده گردیده است. حداکثر غلظت سم ارگانوکلره در بین سه منطقه غرب، میانی و شرق مربوط به ترکیب α -BHC است که برابر ۲/۶۲ میلیگرم بر کیلوگرم در ایستگاه بابلسر (میانی) بوده است. سموم ارگانوکلره بلحاظ میزان غلظت بصورت نزولی به ترتیب از بیشترین مقدار غلظت مشاهده شده تا ۰/۱۰ میلیگرم بر کیلوگرم در ایستگاههای مختلف بشرح زیر می باشد.

تنکابن، آستارا، نوشهر، aldrin > انزلی، تنکابن، امیرآباد، آستارا، α -BHC > سفیدرود، aldrin > بابلسر، α -BHC، نوشهر، γ -BHC > امیرآباد، γ -BHC > انزلی، δ -BHC > بابلسر، تنکابن، γ -BHC > انزلی، بابلسر، امیرآباد،

موارد فوق نشان میدهد، سم α -BHC با بیشترین مقدار (۲/۶۲ میلیگرم بر کیلوگرم) در ایستگاه بابلسر و سم ارگانوکلره، α -BHC دارای کمترین غلظت (۰/۱۰ میلیگرم بر کیلوگرم) در ایستگاه نوشهر ثبت گردیده است.

جدول ۲۳-۳: میزان سموم ارگانوکلره در رسوبات عمق ۱۰۰ متری منطقه جنوبی دریای خزر (آستارا تا ترکمن) - فصل تابستان ۸۸ - mg/kg

Stations	Comps	α -BHC	β -BHC	γ -BHC (Lindane)	δ -BHC	Heptachl	Aldrin	Hept. Epoxy	α -Endosulf.
آستارا		۱/۲۰	n.d	n.d	۰/۰۲	n.d	۰/۵۶	n.d	n.d
انزلی		۲/۰۲	n.d	n.d	۰/۱۷	n.d	۰/۹۰	n.d	n.d
سفیدرود		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۲/۲۸	n.d	n.d
تنکابن		۱/۹۲	n.d	n.d	۰/۱۸	n.d	۰/۸۰	n.d	n.d
نوشهر		۰/۸۵	n.d	n.d	۰/۱۰	n.d	۰/۲۵	n.d	n.d
بابلسر		۲/۶۲	n.d	n.d	۰/۲۱	n.d	۰/۸۸	n.d	n.d
امیرآباد		۱/۳۳	۰/۰۱	n.d	۰/۱۴	n.d	۰/۴۰	n.d	n.d
ترکمن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

Stations	Comps	DDE	Diieldrin	Endrin	β -Endosu	DDD	End. Aldehy	End. Sulfate	DDT
آستارا		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
انزلی		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
سفیدرود		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
تنکابن		n.d	n.d	n.d	۰/۰۲	n.d	n.d	n.d	n.d
نوشهر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
بابلسر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
امیرآباد		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
ترکمن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

n.d= not detected

جدول ۲۳-۳ نشان می‌دهد، از شانزده سم ارگانوکلره اندازه گیری شده در سه منطقه نمونه برداری بترتیب ۳

ترکیب شامل α -BHC, aldrin در منطقه غرب، ۳ ترکیب شامل aldrin, α -BHC, lindane در منطقه میانی و

۴ ترکیب شامل aldrin, β -Endosulfan, β -BHC, α -BHC, lindane در شرق مشاهده گردیده است. نتیجه اینکه،

بیشترین مقدار غلظتی سم α -BHC در بین ایستگاههای سه منطقه فقط در ایستگاه بابلسر مشاهده گردید. در

ایستگاههای آستارا تا ترکمن، ترکیبات DDE, DDT, DDD, diieldrin, heptachlor, endrin aldehyde, endosulfan

sulfate, endrin, heptachlor epoxide, α -Endosulfan، بنابراین، درصد سموم مشاهده شده در ایستگاههای سفیدرود، آستارا، انزلی، تنکابن، نوشهر، بابلسر و امیرآباد در حد ۷ تا ۲۵ درصد در نوسان بوده است.

• بررسی آماری رسوبات دریا در فصل تابستان

از داده های رسوبات دریائی در فصل تابستان، آزمون آماری غیر پارامتریک Kruskal Wallis Test جهت جهت مقایسه داده ها و تعیین میانگین رتبه بندی سموم ارگانوکلره در بستر ۸ نیم خط عمود بر ساحل (آستارا تا ترکمن) و ایستگاههای کف بستر در اعماق ۱۰، ۵۰، ۱۰۰ متری از ساحلی به دریا بشرح زیر ارزیابی گردیده است:

جدول ۲۴-۳: مقایسه داده های سموم ارگانوکلره در سه ایستگاه بستر ساحل به دریا از داده های رسوبات

فصل تابستان ۱۳۸۸ با Kruskal-Wallis Test

Sig	Compd	α -BHC	β -BHC	γ -BHC (Linda)	δ -BHC	Hepachlor	Aldrin	Hept Epox	α -Endosl
		Chi-square	۱/۲۸	۱/۴۹	۰/۰۹	۸/۲۴	۰/۸۴	۲/۳۶	۰/۷۸
Asy. Sig.	۰/۵۳	۰/۴۷	۰/۹۵	۰/۰۱۶	۰/۶۵	۰/۳۱	۰/۶۷	۰/۰۸	
Sig	Compd	DDE	Dieldri	Enrin	β -Endo	DDD	End. Althy	Endo. Sulfa	DDT
		Chi-square	۲/۷۹	۰/۵۱	۱/۱۵	۰/۰۷	۲/۷۱	۰/۹۲	۰/۵۹
Asy. Sig.	۰/۱۵	۰/۷۷	۰/۵۶	۰/۹۶	۰/۲۵	۰/۶۳	۰/۷۴	۰/۰۸	

Grouping Variable: Depth

در آزمون آماری ایستگاههای بستر دریا با سموم اندازه گیری شده طبق جدول ۳-۲۴ نشان میدهد، δ -BHC در ارتباط ایستگاهها در فصل تابستان اختلاف معنی داری داشته است. ارتباط میانگین رتبه بندی سموم در بین سه ایستگاه از ساحل به دریا در هشت نیم خط، با توجه به تغییرات و روند عدم مشاهده اکثر سموم در ایستگاههای بستر با عمق ۱۰ متر، میانگین رتبه بندی سموم از ترانسکت آستارا تا ترکمن هیچ گونه اختلاف معنی داری

مشاهده نگردید. کمترین میانگین رتبه بندی در نیم خط تنکابن برای سم heptachlor و بیشترین میانگین رتبه بندی در نیم خط سفیدرود برای ترکیب aldrin بوده است.

جدول ۲۵-۳: ضریب همبستگی بروش پیرسون سموم ارگانوکلره در هشت نیم خط عمود بر ساحل و سه ایستگاه بستر ساحل به دریا از داده های رسوبات فصل تابستان - ۱۳۸۸

Comps	α -BHC	β -BHC	Lindan	δ -BHC	Aldrin	β -End	DDD
α -BHC	۱						
β -BHC	-.۲۱	۱					
Lindan	.۷۱**	.۰۱	۱				
δ -BHC	.۳۱	-.۱۴	-.۱۷	۱			
Aldrin	.۳۴	-.۱۲	.۲۸	.۴۳*	۱		
β -Endoslf	-.۰۸	-.۱۵	-.۰۵	-.۱۱	-.۰۷	۱	
DDD	-.۱۸	-.۰۷	-.۱۲	-.۱۲	-.۱۴	.۱۲	۱

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

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

در بررسی آماری بروش پیرسون، جدول ۳-۲۵ نشان میدهد که سموم ارگانوکلره اندازه گیری شده در داده های رسوبات دریایی فصل تابستان، سم α -BHC با ترکیب lindane دارای ضریب همبستگی بسیار قوی ($P < ۰.۰۱$) و مثبت و رابطه معنی داری را با هم دارا می باشند. در این میان، سم aldrin با ترکیب δ -BHC دارای ضریب همبستگی قوی ($P < ۰.۰۵$) و مثبت و رابطه معنی داری را با هم دارا می باشند. ترکیبات β -BHC, DDD, β -Endosulfan, با توجه به دامنه تغییرات و عدم یکنواختی در پراکنش داده ها (جداول ۲۱ تا ۲۳) در هر دو حالت با هیچ یک از ترکیبات شیمیائی دیگر رابطه معنی داری نداشته اند ($p > ۰.۰۵$) (جدول ۲۵-۳).

۲-۲-۳ - فصل زمستان

در این فصل، باقی مانده شانزده سم ارگانوکلره در نمونه های رسوبات بستر دریا واقع در سه منطقه غرب، میانی و شرق حوضه جنوبی دریای خزر شامل δ - DDE, DDT, aldrin β -endosulfan, DDD, heptachlor, dieldrin, endrin, γ - or lindane, heptachlor epoxide, endrin aldehyde, endosulfan sulfate, α -endosulfan, BHC, β -BHC, α -BHC, می باشند مورد اندازه گیری قرار گرفته است. نتایج حاصل از هشت نیم خط که به تعداد ۲۴ ایستگاه از رسوبات اعماق یاد شده فوق بشرح زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

• رسوبات ایستگاههای با عمق ۱۰ متر

بررسی درصد ترکیبات ارگانوکلره مشاهده شده در تمامی نمونه های رسوب بستر هشت ایستگاه به عمق ۱۰ متر زمستان (فصل سرد) از حداکثر به حداقل بدین شرح می باشد.

ترکیبات α -BHC و aldrin برابر ۱۰۰ درصد، سم Heptachlor برابر ۵۰ درصد، ترکیبات lindane و δ -BHC برابر ۲۵ درصد و سم β -endosulfan برابر ۱۲/۵ درصد مشاهده گردید. در این ایستگاهها، ۶ ترکیب (بیش از ۳۷ درصد) از شانزده ترکیب مشاهده شده است. تعداد سموم ارگانوکلره در خطوط نمونه برداری نوشهر، آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، بابلسر، امیرآباد و ترکمن بترتیب ۴، ۳، ۳، ۳، ۳، ۳، ۳ و ۳ ترکیب بوده است. بنابراین، بیشترین تراکم ترکیبی در نیم خط نوشهر و کمترین تراکم در نیم خط های آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، بابلسر، امیرآباد و ترکمن مشاهده گردیده است. حداکثر غلظت سم ارگانوکلره در بین سه منطقه غرب، میانی و شرق مربوط به ترکیب α -BHC است که برابر ۴/۹۲ میلیگرم بر کیلوگرم در ایستگاه انزلی (غرب) بوده است. سموم ارگانوکلره بلحاظ میزان غلظت بصورت نزولی به ترتیب از بیشترین مقدار غلظت مشاهده شده تا ۰/۰۵ میلیگرم بر کیلوگرم در ایستگاههای مختلف بشرح زیر می باشد.

α -BHC, انزلی, آستارا, aldryn, سفیدرود, α -BHC, بابلسر, aldryn, انزلی, بابلسر, امیرآباد, نوشهر, α -BHC,

aldryn, تنکابن, α -BHC, نوشهر, lindane, ترکمن, α -BHC, سفیدرود, نوشهر, امیرآباد, aldryn, آستارا

سفیدرود, تنکابن, δ -BHC, heptachlor, تنکابن, aldryn, انزلی, بابلسر, heptachlor, ترکمن

موارد فوق نشان می‌دهد، سم α -BHC با بیشترین مقدار (۴/۹۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در ایستگاه انزلی و سموم ارگانوکلره δ -BHC, heptachlor دارای کمترین غلظت (۰/۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در ایستگاههای سفیدرود و تنکابن ثبت گردیده است.

جدول ۲۶-۳ نشان می‌دهد، از شانزده سم ارگانوکلره اندازه گیری شده در سه منطقه نمونه برداری بترتیب ۴ ترکیب ارگانوکلره شامل aldryn, α -BHC, lindane, heptachlor در منطقه غرب، ۵ ترکیب شامل α -aldryn, δ -BHC, BHC, lindane, heptachlor در منطقه میانی و ۴ ترکیب شامل α -BHC, δ -BHC, β -endosulfan, aldryn در شرق مشاهده گردیده است.

نتیجه اینکه، بیشترین مقدار غلظتی سم α -BHC در بین ایستگاههای سه منطقه فقط در ایستگاه انزلی مشاهده گردیده است. در ایستگاههای آستارا تا ترکمن، ترکیبات β -BHC, DDE, DDD, DDT, dieldrin, endrin aldehyde, heptachlor epoxide, α -Endosulfan, endrin, endosulfan sulfate, انزلی, سفیدرود, تنکابن, بابلسر, امیرآباد, ترکمن و نوشهر حدود ۱۹ درصد سموم و در ایستگاه نوشهر ۲۵ درصد از ترکیبات شیمیایی مشاهده گردیدند.

جدول ۲۶-۳: میزان تغییرات سموم ارگانوکلره در رسوبات عمق ۱۰ متری منطقه جنوبی دریای خزر (آستارا تا ترکمن) فصل زمستان ۸۸ - mg/kg

Stations	Comps	α -BHC	β -BHC	γ -BHC (Lindan)	δ -BHC	Heptachl	Aldrin	Hept. Epoxy	α -Endosulf.
آستارا		۱/۷۰	n.d	۰/۱۴	n.d	n.d	۱/۹۵	n.d	n.d
انزلی		۴/۹۲	n.d	n.d	n.d	۰/۱۶	۲/۵۴	n.d	n.d
سفیدرود		۲/۸۶	n.d	n.d	n.d	۰/۰۵	۱/۲۵	n.d	n.d
تنکابن		۰/۵۷	n.d	n.d	۰/۰۵	n.d	۰/۱۳	n.d	n.d
نوشهر		۳/۹۲	n.d	۰/۷۱	n.d	۰/۰۳	۱/۲۳	n.d	n.d
بابلسر		۴/۶۸	n.d	n.d	n.d	۰/۱۴	۳/۵۸	n.d	n.d
امیرآباد		۴/۰۸	n.d	n.d	۰/۰۳	n.d	۱/۰۲	n.d	n.d
ترکمن		۰/۸۴	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۲۴	n.d	n.d
Stations	Comps	DDE	Dieldrin	Endrin	β -Endosu	DDD	End. Aldehy	End. Sulfate	DDT
آستارا		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
انزلی		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
سفیدرود		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
تنکابن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
نوشهر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
بابلسر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
امیرآباد		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
ترکمن		n.d	n.d	n.d	۰/۰۲	n.d	n.d	n.d	n.d

n.d= not detected

• رسوبات ایستگاههای با عمق ۵۰ متر

بررسی مقدار درصد ترکیبات ارگانوکلره مشاهده شده در تمامی نمونه های رسوب بستر هشت ایستگاه به عمق

۵۰ متر زمستان (فصل سرد) از حداکثر به حداقل بدین شرح می باشد.

ترکیب α -BHC برابر ۷۵ درصد، سم aldrin برابر ۵۰ درصد، ترکیبات DDT, δ -BHC, heptachlor, β -BHC برابر

۱۲/۵ درصد مشاهده گردید. در این ایستگاهها، ۶ ترکیب (بیش از ۳۷ درصد) از شانزده ترکیب مشاهده شده

است. تعداد سموم ارگانوکلره در خطوط نمونه برداری سفیدرود، نوشهر، ترکمن، آستارا، انزلی، تنکابن و بابلسر

بترتیب ۳، ۳، ۲، ۱، ۱ و ۱ ترکیب بوده است. بنابراین، بیشترین تراکم ترکیبی در نیم خط های سفیدرود، نوشهر، ترکمن و کمترین تراکم در نیم خط های انزلی، تنکابن و بابلسر مشاهده گردیده است. حداکثر غلظت سم ارگانوکلره در بین سه منطقه غرب، میانی و شرق مربوط به ترکیب aldrin است که برابر ۳/۷۰ میلیگرم بر کیلوگرم در ایستگاه انزلی (غرب) بوده است. سموم ارگانوکلره بلحاظ میزان غلظت بصورت نزولی به ترتیب از بیشترین مقدار غلظت مشاهده شده تا ۰/۰۵ میلیگرم بر کیلوگرم در ایستگاههای مختلف بشرح زیر می باشد.

β -BHC > نوشهر, aldrin, α -BHC > آستارا, aldrin > ترکمن, آستارا و بابلسر, α -BHC > انزلی, ترکمن, aldrin, سفیدرود, α -BHC > تنکابن, α -BHC > ترکمن

موارد فوق نشان میدهد، سم aldrin با بیشترین مقدار (۳/۷۰ میلیگرم بر کیلوگرم) در ایستگاه انزلی و سم ارگانوکلره α -BHC دارای کمترین غلظت (۰/۰۵ میلیگرم بر کیلوگرم) در ایستگاه سفیدرود ثبت گردیده است.

جدول ۳-۲۷ نشان میدهد، از شانزده سم ارگانوکلره اندازه گیری شده در سه منطقه نمونه برداری بترتیب ۴ ترکیب کلره شامل α -BHC, heptachlor, δ -BHC, aldrin در منطقه غرب، ۳ ترکیب شامل aldrin, DDT, α -BHC در منطقه میانی و ۳ ترکیب شامل α -BHC, β -BHC, aldrin در شرق مشاهده گردیده است.

نتیجه اینکه، بیشترین مقدار غلظتی سم aldrin در بین ایستگاههای سه منطقه فقط در ایستگاه انزلی مشاهده گردیده است. ضمناً کمترین سهم درصدی ترکیبات یاد شده مربوط به اسیتگاههای شرق در حد ۵۰ درصد گزارش شده است. در ایستگاه آستارا هیچ یک از ۱۶ ترکیب ارگانوکلره مشاهده نگردیده است. در ایستگاههای آستارا تا ترکمن، ترکیبات α -heptachlor epoxide, aldehyde, endrin, β -Endosulfan, dieldrin, lindane, DDD, DDE, Endosulfan, endrin, endosulfan sulfate مشاهده نگردید. بنابراین، سموم مشاهده شده در ایستگاههای انزلی، تنکابن، بابلسر، آستارا، سفیدرود، نوشهر و ترکمن در حد ۷ تا ۱۹ درصد در نوسان بود.

جدول ۲۷-۳: میزان سموم ارگانوکلره در رسوبات عمق ۵۰ متری منطقه جنوبی دریای خزر (آستارا تا ترکمن) فصل زمستان ۱۳۸۸ - mg/kg

Stations	Comps	α -BHC	β -BHC	γ -BHC (Lindan)	δ -BHC	Heptachl	Aldrin	Hept. Epoxy	α -Endosulf.
آستارا		۳/۲۴	n.d	n.d	n.d	n.d	۱/۸۱	n.d	n.d
انزلی		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۳/۷۰	n.d	n.d
سفیدرود		۰/۰۵	n.d	n.d	۰/۰۱	۰/۰۲	n.d	n.d	n.d
تنکابن		۰/۰۹	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
نوشهر		۱/۶۴	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۵۳	n.d	n.d
بابلسر		۳/۱۳	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
امیرآباد		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
ترکمن		۳/۴۹	۰/۲۲	n.d	n.d	n.d	۳/۵۵	n.d	n.d
Stations	Comps	DDE	Dieldrin	Endrin	β -Endosu	DDD	End. Aldehy	End. Sulfate	DDT
آستارا		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
انزلی		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
سفیدرود		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
تنکابن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
نوشهر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۰۴
بابلسر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
امیرآباد		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
ترکمن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

n.d= not detected

• رسوبات ایستگاههای با عمق ۱۰۰ متر

بررسی مقدار درصد ترکیبات ارگانوکلره مشاهده شده در تمامی نمونه های رسوب بستر هشت ایستگاه به عمق

۱۰۰ متر زمستان (فصل سرد) از حداکثر به حداقل بدین شرح می باشد.

سم α -BHC برابر ۷۵ درصد، ترکیب aldrin برابر ۵۰ درصد، سم δ -BHC, DDT, Endrin برابر ۲۵ درصد مشاهده

گردید. در این ایستگاهها، ۵ ترکیب (بیش از ۳۱ درصد) از شانزده ترکیب مشاهده شده است. تعداد سموم

ارگانوکلره در خطوط نمونه برداری آستارا، نوشهر، امیرآباد، انزلی، سفیدرود، تنکابن و بابلسر بترتیب ۳، ۳، ۳، ۲، ۲، ۲ و ۲ ترکیب بوده است. بنابراین بیشترین تراکم ترکیبی در نیم خط های آستارا، نوشهر، امیرآباد و کمترین تراکم در نیم خط های انزلی، سفیدرود، تنکابن و بابلسر مشاهده گردیده است. حداکثر غلظت سم ارگانوکلره در بین سه منطقه غرب، میانی و شرق مربوط به ترکیب α -BHC است که برابر ۳/۰۷ میلیگرم بر کیلوگرم در ایستگاه تنکابن (میانی) بوده است. سموم ارگانوکلره بلحاظ میزان غلظت بصورت نزولی به ترتیب از بیشترین مقدار غلظت مشاهده شده تا ۰/۰۲ میلیگرم بر کیلوگرم در ایستگاههای مختلف شرح زیر می باشد.

امیرآباد سفیدرود، α -BHC، δ -BHC، α -BHC، نوشهر، امیرآباد، انزلی، α -BHC، δ -BHC، تنکابن، α -BHC، تنکابن، نوشهر، α -BHC، DDT، انزلی، α -BHC، δ -BHC، آستارا، DDT، بابلسر، موارد فوق نشان میدهد، سم α -BHC با بیشترین مقدار (۳/۰۷ میلیگرم بر کیلوگرم) در ایستگاه انزلی و سموم DDT، α -BHC دارای کمترین غلظت (۰/۰۲ میلیگرم بر کیلوگرم) در ایستگاه تنکابن، نوشهر ثبت گردیده است.

جدول ۳-۲۸ نشان میدهد، از شانزده سم ارگانوکلره اندازه گیری شده در سه منطقه نمونه برداری بترتیب ۵ ترکیب کلره شامل α -BHC، δ -BHC، DDT، endrin، aldrin در منطقه غرب، ۴ ترکیب شامل α -BHC، DDT، aldrin، δ -BHC در منطقه میانی و ۳ ترکیب شامل α -BHC، endrin، aldrin در شرق مشاهده گردیده است.

نتیجه اینکه، بیشترین مقدار غلظتی سم α -BHC در بین ایستگاههای سه منطقه فقط در ایستگاه تنکابن مشاهده گردیده است. در ایستگاه بندر ترکمن هیچ یک از ۱۶ سم ارگانوکلره مشاهده نگردیده است. در ایستگاههای آستارا تا ترکمن، ترکیبات DDE، DDD، dieldrin، β -BHC، lindane، heptachlor، heptachlor epoxide، endrin، aldehyde، β -Endosulfan، α -Endosulfan، endosulfan sulfate، مشاهده نگردید. بنابراین، در هر یک ایستگاههای آستارا، سفیدرود، تنکابن و بابلسر حدود ۱۳ درصد، ایستگاههای انزلی، نوشهر و امیرآباد هریک حدود ۱۹ درصد از ترکیبات سموم مشاهده گردیدند.

جدول ۲۸-۳: میزان سموم ارگانوکلره در رسوبات عمق ۱۰۰ متری منطقه جنوبی دریای خزر (آستارا تا ترکمن) فصل زمستان ۸۸ - mg/kg

Stations	Comps	α -BHC	β -BHC	γ -BHC (Lindan)	δ -BHC	Heptachl	Aldrin	Hept. Epoxy	α -Endosulf.
آستارا		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
انزلی		۰/۵۱	n.d	n.d	۰/۰۴	n.d	۰/۱۱	n.d	n.d
سفیدرود		۱/۵۱	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۴۸	n.d	n.d
تنکابن		۳/۰۷	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
نوشهر		۰/۰۲	n.d	n.d	۲/۰۳	n.d	۲/۶۳	n.d	n.d
بابلسر		۱/۱۸	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۳۶	n.d	n.d
امیرآباد		۰/۹۰	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۲۴	n.d	n.d
ترکمن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Stations	Comps	DDE	Dieldrin	Endrin	β -Endosu	DDD	End. Aldehy	End. Sulfate	DDT
آستارا		n.d	n.d	۰/۰۱	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۲۳
انزلی		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
سفیدرود		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
تنکابن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۰۲
نوشهر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
بابلسر		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
امیرآباد		n.d	n.d	۰/۰۱	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
ترکمن		n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

n.d= not detected

• بررسی آماری رسوبات دریا در فصل زمستان

داده های رسوبات دریائی در فصل زمستان با استفاده از آزمون آماری غیر پارامتریک Kruskal Walis جهت

مقایسه داده ها و تعیین میانگین رتبه بندی سموم ارگانوکلره در بستر ۸ نیم خط عمود بر ساحل (آستارا تا

ترکمن) و ایستگاههای بستر در اعماق ۱۰، ۵۰، ۱۰۰ متر ساحل به دریا بشرح زیر ارزیابی گردیده است:

در آزمون آماری ایستگاههای بستر دریا با سموم اندازه گیری شده طبق جدول ۲۹-۳، ترکیبات α -BHC,

heptachlor، دارای اختلاف معنی داری نسبت به ایستگاههای کف ۸ نیم خط در فصل زمستان بوده است (جدول

۳-۲۹). ارتباط میانگین رتبه بندی سموم در بین سه ایستگاه از ساحل به دریا در هشت نیم خط، با توجه به تغییرات و روند عدم مشاهده اکثر سموم در ایستگاههای بستر با عمق ۱۰ متر، میانگین رتبه بندی سموم از نیم خط آستارا تا ترکمن هیچ گونه رابطه معنی داری مشاهده نگردیده است. بیشترین و کمترین میانگین رتبه بندی در نیم خط نوشهر بترتیب برای سموم β -endosulfan و DDT بوده است.

جدول ۲۹-۳: مقایسه داده های سموم ارگانوکلره در سه ایستگاه بستر ساحل به دریا از داده های رسوبات فصل زمستان ۱۳۸۸ با Kruskal-Wallis Test

Sig	Comps	α -BHC	β -BHC	γ -BHC (Linda)	δ -BHC	Hepachlor	Aldrin	Hept Epox	α -Endosl
		Chi-square	۶/۲۱	۳/۲۹	۳/۸	۱/۱۱	۷/۰۹	۴/۴۲	۰/۰۹
Asy. Sig.	۰/۰۴۵	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۵۷	۰/۰۲۹	۰/۱۱	۰/۹۵	۰/۱۴	
Sig	Comps	DDE	Dieldri	Enrin	β -Endo	DDD	End. Aldhy	Endo. Sulfa	DDT
		Chi-square	۱/۹۳	۱/۹۳	۱/۹۳	۲/۸۲	۲/۳۵	۴/۰۹	۳/۴۲
Asy. Sig.	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۲۴	۰/۳۱	۰/۱۳	۰/۱۸	۰/۴۶	

Grouping Variable: Depth

در بررسی آماری بروش پیرون با استفاده از داده های رسوبات دریایی فصل زمستان نشان میدهد (جدول ۳-۳۰)، سم α -BHC با ترکیب heptachlor ترکیب DDE با سم DDT، همگی با یکدیگر دارای ضریب همبستگی بسیار قوی ($P < ۰.۰۱$) و مثبت و رابطه معنی داری را با هم دارا می باشند. در این میان، سم aldrin با ترکیبات α -BHC, β -BHC, heptachlor که همگی با یکدیگر دارای ضریب همبستگی قوی ($P < ۰/۰۵$) و مثبت و رابطه معنی داری را با هم دارا می باشند. ترکیبات ارگانوکلره نظیر β -endosulfan, endrin, lindane با توجه به دامنه تغییرات و عدم یکنواختی در پراکنش داده ها (جداول ۲۶-۳ تا ۲۸-۳) در هر دو حالت با هیچ یک از ترکیبات شیمیایی دیگر رابطه معنی داری نداشته اند ($P > ۰/۰۵$) (جدول ۳۰-۳).

جدول ۳-۳۰: ضریب همبستگی بروش پیرسون سموم ارگانوکلره در هشت نیم خط عمود بر ساحل و سه ایستگاه بستر ساحل به دریا از داده های رسوبات فصل زمستان - ۱۳۸۸

Compds	α -BHC	β -BHC	Lindan	δ -BHC	Heptaachl or	Aldrin	Endrin	β -Endosulf	DDT
α -BHC	۱								
β -BHC	.۲۳	۱							
Lindane	.۱۸	-.۰۴	۱						
δ -BHC	-.۲۳	-.۰۳	-.۰۴	۱					
Heptachlor	.۶۱**	-.۰۹	.۰۳	-.۰۶	۱				
Aldrin	.۴۳*	.۴۳*	.۰۶	.۲۵	.۴۶*	۱			
Endrin	.۰۴	.۰۷	-.۱۶	-.۱۷	.۰۵	-.۱۴	۱		
β -Endosulf	-.۱۵	-.۰۵	-.۱۱	-.۱۱	-.۰۷	-.۱۱	-.۳۱	۱	
DDT	-.۲۱	-.۰۵	-.۰۴	-.۰۴	-.۰۹	-.۱۸	.۵۸**	-.۱۴	۱

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

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

۳-۳- آلاینده های هیدروکربن های نفتی

۳-۳-۱- ترکیبات نفتی (GRO, DRO, TPHs) در آب

میانگین تغییرات غلظت TPHs در فصول مختلف از $۱۹/۳۹ \pm ۵/۱۲$ (تابستان) تا $۴/۰۱ \pm ۰/۵۵$ میکروگرم بر لیتر (زمستان) در نمونه های آب ۸ نیم خط منطقه جنوبی دریای خزر در نوسان بوده است. میانگین غلظتی DRO در چهار فصل از $۲/۵۲ \pm ۸/۹۴$ (بهار) تا $۳/۳۹ \pm ۰/۳۶$ میکروگرم بر لیتر (زمستان) در نمونه های آب ۸ نیم خط دارای تغییرات بوده است. میانگین تغییرات و نوسانات غلظتی GRO در فصول تابستان و زمستان بترتیب در حد $۱۰/۷۰ \pm ۳/۷۶$ و $۰/۶۲ \pm ۰/۴۴$ میکروگرم بر لیتر در نمونه های آب ۸ نیم خط منطقه جنوبی دریای خزر مشاهده گردید (جدول ۳-۳۱). بالاترین میانگین غلظت سالانه بین ترکیبات مربوط به TPHs در حد $۱۲/۳۳ \pm ۱/۷۶$ میکروگرم بر لیتر بوده است.

نتایج حاصل از کار آماری بر روی داده های نرمال شده نشان داد که بین فصول مختلف بر اساس میانگین غلظت TPHs اختلاف معنی داری وجود دارد ($p < ۰/۰۵$) و بر اساس تست دانکن فصل بهار و تابستان در یک گروه و

فصول پاییز و زمستان در گروه دیگر قرار گرفتند. اما میانگین غلظت DRO بر اساس تست AVOVA اختلاف معنی داری را نشان نداد ($p > 0.05$).

جدول ۳۱-۳: میانگین میزان ترکیبات نفتی آب بصورت فصلی و سالانه در منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۸) - میکروگرم بر لیتر

فصول	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	سالانه
TPHs (Mean±SE)	۱۸/۰۶±۳/۳۱	۱۸/۳۹±۵/۱۲	۸/۱۱±۲/۷۰	۴/۰۱±۰/۵۵	۱۲/۳۳±۱/۷۶
DRO (Mean±SE)	۸/۹۴±۲/۵۲	۸/۳۷±۱/۹۳	۸/۱۱±۲/۷۰	۳/۳۹±۰/۳۶	۷/۱۹±۱/۰۲
GRO (Mean±SE)	۹/۱۵±۲/۶۶	۱۰/۷۰±۳/۷۶	Nd	۰/۶۲±۰/۴۴	۵/۰۶±۱/۲۲

TPHs=Total Petroleum Hydrocarbons, DRO=Dessil Range Organic, GRO= Gasoline Range Organic

• حروف مربوط به مقایسه آماری در سطح ۵ درصد (آزمون دانکن)

جدول ۳۲-۳: محدوده غلظتی TPHs, GRO, DRO در سه ناحیه (اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر) طی چهار فصل در نمونه آب منطقه جنوبی دریای خزر را نشان می دهد. میانگین حداقل و حداکثر غلظت TPHs بترتیب در ناحیه شرقی و غربی مشاهده گردید. غلظت DRO در هر سه ناحیه تقریباً یکسان بوده است. حداقل و حداکثر غلظت GRO مشابه TPHs بوده و به ترتیب در ناحیه شرقی و غربی مشاهده گردیده است. نتایج حاصل از کار آماری بر روی داده های نرمال شده نشان داد که بین نواحی مختلف بر اساس میانگین غلظت TPHs و DRO اختلاف معنی داری وجود ندارد ($p > 0.05$).

جدول ۳-۳۲: میانگین میزان ترکیبات نفتی آب در سه ناحیه طی چهار فصل در منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۸) - میکروگرم برلیتر

ترکیبات	نواحی سه گانه		
	غربی	مرکزی	شرقی
TPHs(Mean±SE)	۱۳/۸۵ ±۳/۴۲	۱۳/۲۵±۲/۶۷	۸/۷۰±۲/۷۷
DRO(Mean±SE)	۷/۱۲±۱/۲۵	۵/۱۳±۱/۹۲	۷/۳۹±۲/۳۳
GRO(Mean±SE)	۶/۳۷±۲/۵۹	۵/۹۲±۱/۷۴	۱/۳۲±۱/۳۰

TPHs=Total Petroleum Hydrocarbons, DRO=Dessil Range Organic, GRO= Gasoline Range

Organic

جدول ۳-۳۳ محدوده غلظتی میانگین TPHs, GRO, DRO در هشت نیم خط (اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر) طی چهار فصل در نمونه آب منطقه جنوبی دریای خزر را نشان می دهد. بالاترین میانگین غلظت TPH در نیم خط آستارا و حداقل آن در نیم خط های مختلف مشاهده گردید. حداقل و حداکثر میانگین غلظت DRO به ترتیب در نیم خط های تنکابن و نوشهر بوده است. بالاترین میانگین غلظت GRO در نیم خط آستارا مشاهده گردید و حداقل آن در نیم خط بندر ترکمن زیر حد تشخیص دستگاه (nd) ثبت گردیده است. نتایج حاصل از کار آماری بر روی داده های نرمال شده نشان داد که بین فصول مختلف بر اساس میانگین غلظت TPHs اختلاف معنی داری وجود دارد ($p < 0.05$) و بر اساس تست دانکن فصل بهار و تابستان در یک گروه و فصول پاییز و زمستان در گروه دیگر قرار گرفتند. اما میانگین غلظت DRO بر اساس تست AVOVA اختلاف معنی داری را نشان نداد ($p > 0.05$).

جدول ۳-۳۳: میانگین میزان ترکیبات نفتی آب در هشت نیم خط طی چهار فصل در منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۸) - میکروگرم برلیتر

نیم خطها		نیم خطها	
آستارا	بندر انزلی	سفید رود	تنکابن
TPHs(Mean±SE)	۲۳/۸۹±۸/۵۲	۱۰/۲۰±۳/۶۳	۷/۱۷±۳/۳۱
DRO(Mean±SE)	۸/۷۱±۲/۳۳	۶/۵۵±۱/۷۸	۴/۶۱±۱/۶۷
GRO(Mean±SE)	۱۵/۱۸±۶/۶۸	۳/۶۵±۲/۴۶	۱/۹۵±۱/۱۴
نیم خطها		نیم خطها	
نوشهر	بابلسر	امیر آباد	بندر ترکمن
TPHs(Mean±SE)	۱۷/۳۴±۶/۲۶	۱۵/۲۵±۳/۵۵	۷/۸۱±۴/۱۳
DRO(Mean±SE)	۹/۴۲±۵/۱۵	۷/۳۲±۲/۲۱	۷/۸۱±۴/۱۳
GRO(Mean±SE)	۹/۲±۴/۲۱	۷/۹۰±۲/۹۸	۲/۶۳±۲/۶۰
	nd		

TPHs=Total Petroleum Hydrocarbons, DRO=Dessil Range Organic, GRO= Gasoline Range Organic

جدول ۳-۳۴: میانگین میزان ترکیبات نفتی آب در ایستگاههای سطحی ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متری طی چهار فصل در منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۸) - میکروگرم برلیتر

ایستگاههای سطحی		ایستگاههای سطحی	
۱۰ متر	۲۰ متر	۲۰ متر	۵۰ متر
TPHs(Mean±SE)	۱۴/۰۹±۳/۷۵	۱۰/۶۲±۲/۷۸	۱۲/۳۲±۲/۸۱
DRO(Mean±SE)	۸/۲۸±۲/۲۳	۵/۹۶±۱/۲۴	۷/۳۶±۱/۷۵
GRO(Mean±SE)	۵/۸۱±۲/۴۶	۴/۴۳±۱/۹۳	۴/۹۵±۲/۰۱

TPHs=Total Petroleum Hydrocarbons, DRO=Dessil Range Organic, GRO= Gasoline Range Organic

جدول ۳-۳۴، میانگین محدوده غلظتی TPHs, GRO, DRO در ایستگاههای سطحی ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متری آب در هشت نیم خط طی چهار فصل در منطقه جنوبی دریای خزر را نشان می دهد. حداقل و حداکثر میانگین غلظت TPHs، DRO و GRO به ترتیب در اعماق ۲۰ و ۱۰ متر مشاهده گردید. نتایج حاصل از کار آماری بر روی داده های نرمال شده نشان داد که بین نواحی مختلف بر اساس میانگین غلظت TPHs و DRO اختلاف معنی داری وجود ندارد ($p > 0.05$).

۳-۳-۲ - ترکیبات GRO, DRO, TPHs در رسوبات

جدول ۳-۳۵، میانگین محدوده غلظتی TPHs, GRO, DRO در نمونه های رسوب طی فصول تابستان و زمستان در سه ایستگاه (اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر) و در ۸ نیم خط منطقه جنوبی دریای خزر را نشان می دهد. حداقل و حداکثر میانگین غلظت TPHs، DRO و GRO بترتیب در فصول تابستان و زمستان مشاهده گردید. نتایج حاصل از کار آماری (T-test) بر روی داده های نرمال شده نشان داد که بین فصول مختلف بر اساس میانگین غلظت TPHs و DRO اختلاف معنی داری وجود ندارد ($p > 0/05$)

جدول ۳-۳۵: میانگین میزان ترکیبات نفتی رسوبات در فصول تابستان، زمستان و سالانه در منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۸) - میکروگرم بر گرم

سالانه	زمستان	تابستان	فصول
			ترکیبات
۳۳/۰۷±۹/۳۶	۳۶/۶۰±۱۷/۲۶	۲۶/۵۴±۷/۵۱	TPHs(Mean±SE)
۳۰/۰۸±۹/۱۹	۳۵/۹۱±۱۷/۰۲	۲۴/۲۶±۷/۲۵	DRO(Mean±SE)
۲/۹۹±۱/۲۳	۳/۶۹±۲/۱۹	۲۸۲±۱/۱۸	GRO(Mean±SE)

TPHs=Total Petroleum Hydrocarbons, DRO=Dessil Range Organic, GRO= Gasoline Range Organic

جدول ۳-۳۶، میانگین محدوده غلظتی TPHs, GRO, DRO در رسوبات سه ناحیه و ایستگاههای (۱۰، ۰ و ۵۰ متر) در ۸ نیم خط طی تابستان و زمستان در منطقه جنوبی دریای خزر را نشان می دهد. حداقل و حداکثر میانگین غلظت TPHs و بترتیب در ناحیه شرقی و غربی مشاهده گردید. حداقل و حداکثر میانگین غلظت DRO مشابه TPHs بوده و به ترتیب در ناحیه شرقی و غربی مشاهده گردیده است. بالاترین میانگین غلظت GRO در ناحیه مرکزی و حداقل آن در ناحیه شرقی ثبت گردیده است. نتایج حاصل از کار آماری بر روی داده های نرمال شده نشان داد که بین نواحی مختلف بر اساس میانگین غلظت TPHs و DRO اختلاف معنی داری وجود ندارد ($p > 0/05$).

جدول ۳-۳۶: میانگین میزان ترکیبات نفتی رسوبات در سه ناحیه (غربی، مرکزی و شرقی) بصورت سالانه در منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۸) - میکروگرم بر گرم

شرقی	مرکزی	غربی	نواحی سه گانه ترکیبات
۲۳/۳۹±۱۳/۰۲	۲۶/۸۷±۶/۳۶	۴۵/۷۳ ±۲۲/۷۴	TPHs(Mean±SE)
۲۳/۳۹±۱۳/۰۲	۲۱/۴۳±۴/۳۵	۴۳/۲۰±۲۲/۶۸	DRO(Mean±SE)
nd	۵/۴۴±۲/۸۹	۲/۵۳±۱/۴۷	GRO(Mean±SE)

TPHs=Total Petroleum Hydrocarbons, DRO=Dessil Range Organic, GRO= Gasoline Range Organic

جدول ۳-۳۷: میانگین میزان ترکیبات نفتی رسوبات در هشت نیم خط بصورت سالانه در منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۸) - میکروگرم بر گرم

تنگابن	سفید رود	بندر انزلی	آستارا	نیم خط ها ترکیبات
۷/۱۷±۳/۳۱	۷/۱۷±۲/۷۴	۱۰/۲۰±۳/۶۳	۲۳/۸۹±۸/۵۲	TPHs(Mean±SE)
۴/۶۱±۱/۶۷	۶/۰۷±۲/۳۹	۶/۵۵±۱/۷۸	۸/۷۱±۲/۳۳	DRO(Mean±SE)
۱/۹۵±۱/۱۴	۱/۱۰±۰/۷۶	۳/۶۵±۲/۴۶	۱۵/۱۸±۶/۶۸	GRO(Mean±SE)
بندر ترکمن	امیر آباد	بابلسر	نوشهر	نیم خط ها ترکیبات
۷/۸۱±۴/۱۳	۹/۵۹±۳/۸۵	۱۵/۲۵±۳/۵۵	۱۷/۳۴±۶/۲۶	TPHs(Mean±SE)
۷/۸۱±۴/۱۳	۶/۹۶±۱/۹۱	۷/۳۲±۲/۲۱	۹/۴۲±۵/۱۵	DRO(Mean±SE)
nd	۲/۶۳±۲/۶۰	۷/۹۰±۲/۹۸	۷/۹۲±۴/۲۱	GRO(Mean±SE)

TPHs=Total Petroleum Hydrocarbons, DRO=Dessil Range Organic, GRO= Gasoline Range Organic

جدول ۳-۳۷، میانگین محدوده غلظتی TPHs, GRO, DRO در نمونه های رسوب هشت نیم خط (اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر) طی فصول تابستان و زمستان در منطقه جنوبی دریای خزر را نشان می دهد. حداقل و حداکثر میانگین غلظت TPHs و DRO در نیم خط های آستارا و بندر انزلی مشاهده گردید. بالاترین میانگین غلظت GRO در نیم خط تنگابن مشاهده گردید و حداقل آن در نیم خط مختلف زیر حد تشخیص دستگاه (nd) ثبت گردیده است. نتایج حاصل از کار آماری بر روی داده های نرمال شده نشان داد که بین فصول مختلف بر اساس میانگین غلظت TPHs و DRO اختلاف معنی داری وجود ندارد ($p > 0.05$).

جدول ۳-۳۸، میانگین محدوده غلظتی TPHs, GRO, DRO در نمونه های رسوب ایستگاههای سطحی ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متری در هشت نیم خط طی فصول تابستان و زمستان در منطقه جنوبی دریای خزر را نشان می دهد. حداقل و

حداکثر میانگین غلظت TPHs ، DRO و GRO به ترتیب در اعماق ۵۰ و ۲۰ متر بوده است. نتایج حاصل از کار آماری بر روی داده های نرمال شده نشان داد که بین نواحی مختلف بر اساس میانگین غلظت TPHs و DRO اختلاف معنی داری وجود ندارد ($p > 0/05$).

جدول ۳-۳۸: میانگین میزان ترکیبات نفتی رسوبات در ایستگاههای سطحی ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متری بصورت سالانه

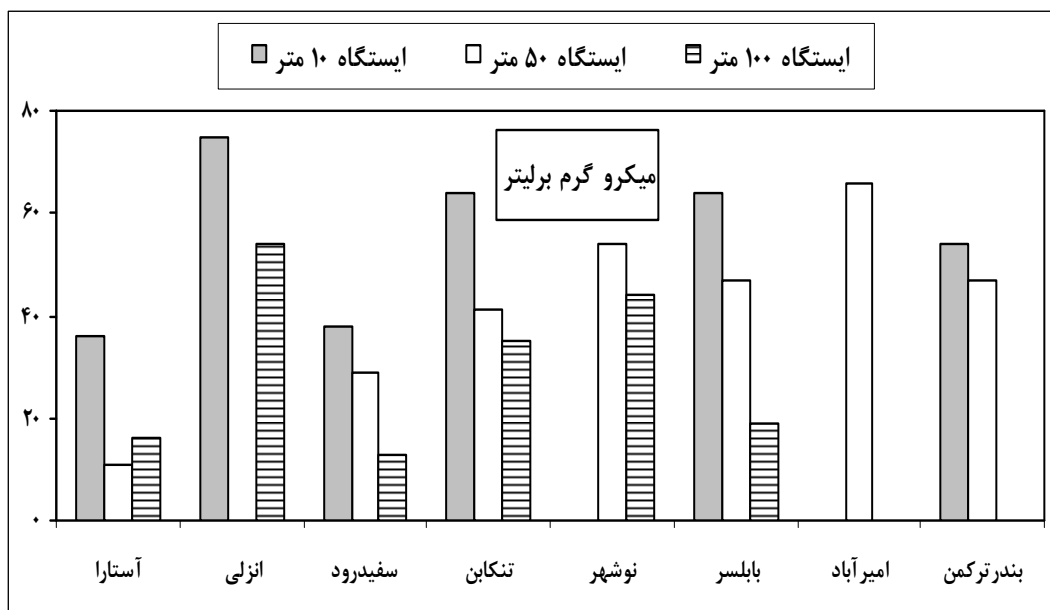
در منطقه جنوبی دریای خزر (۱۳۸۸) - میکروگرم بر گرم

ایستگاههای سطحی ترکیبات	۱۰ متر	۲۰ متر	۵۰ متر
TPHs(Mean±SE)	۲۱/۱۳±۴/۷۴	۵۹/۱۰±۲۶/۵۷	۱۸/۹۹±۵/۱۸
DRO(Mean±SE)	۱۹/۲۶±۳/۹۴	۵۳/۱۴±۲۶/۵۳	۱۷/۸۵±۴/۶۶
GRO(Mean±SE)	۱/۸±۱/۰۹	۵/۹۵±۳/۴۱	۱/۱۴±۰/۷۸

TPHs=Total Petroleum Hydrocarbons, DRO=Dessil Range Organic, GRO= Gasoline Range Organi

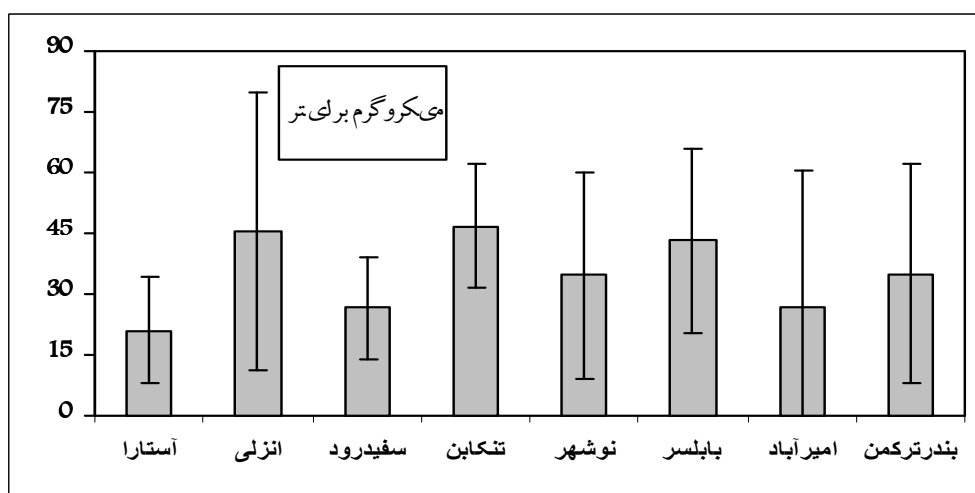
۳-۴- شوینده ها

شکل ۳-۱ نشان میدهد، حداکثر و حداقل نوسانات غلظت شوینده ها (LAS) در فصل بهار در حد ۷۵ و ۱۱ میکروگرم برلیتر در ایستگاههای سطحی با عمق ۱۰ و ۵۰ متر بترتیب در نیم خط های انزلی و آستارا مشاهده گردید. روند افزایشی غلظت شوینده ها در ایستگاه سطحی با عمق ۱۰ متر در مقایسه با دیگر ایستگاه های سطحی با عمق ۵۰ و ۱۰۰ متر بیشتر بوده است. در فصل بهار، غلظت شوینده ها در نیم خط های (نوشهر و امیرآباد)، انزلی و (امیرآباد و ترکمن) بترتیب در ایستگاههای سطحی با عمق ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری کمتر از حد تشخیص دستگاه ($9 \mu\text{g/l}$) بوده است.



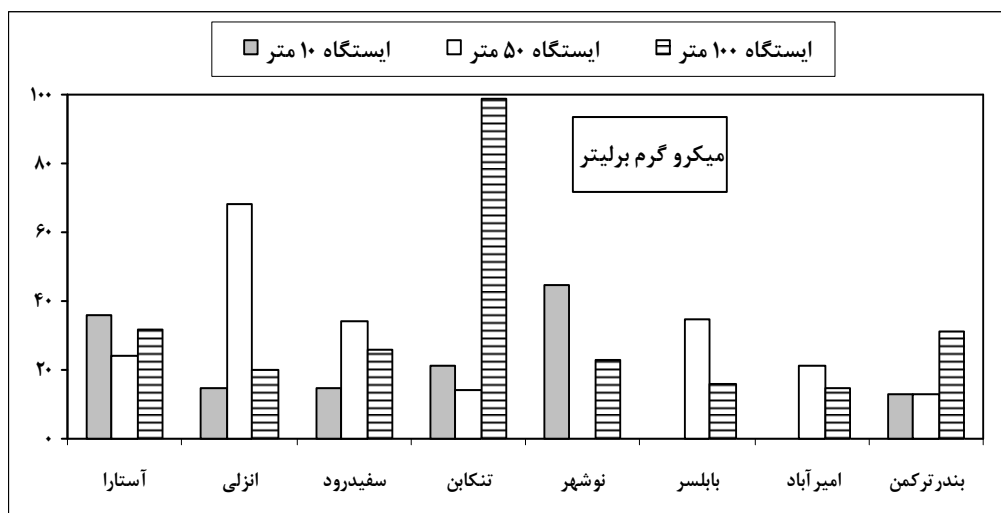
شکل ۱-۳: تغییرات غلظتی شوینده ها در هشت نیم خط با سه ایستگاه سطحی عمق ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر منطقه جنوبی دریای خزر، بهار - ۱۳۸۸

شکل ۲-۳ نشان می‌دهد، حداکثر و حداقل مقدار میانگین غلظت و خطای استاندارد شوینده ها در فصل بهار در نیم خط های آستارا و تنکابن بترتیب $46/67 \pm 15/31$ و $21/00 \pm 13/22$ بر حسب میکروگرم برلیتر مشاهده گردید.



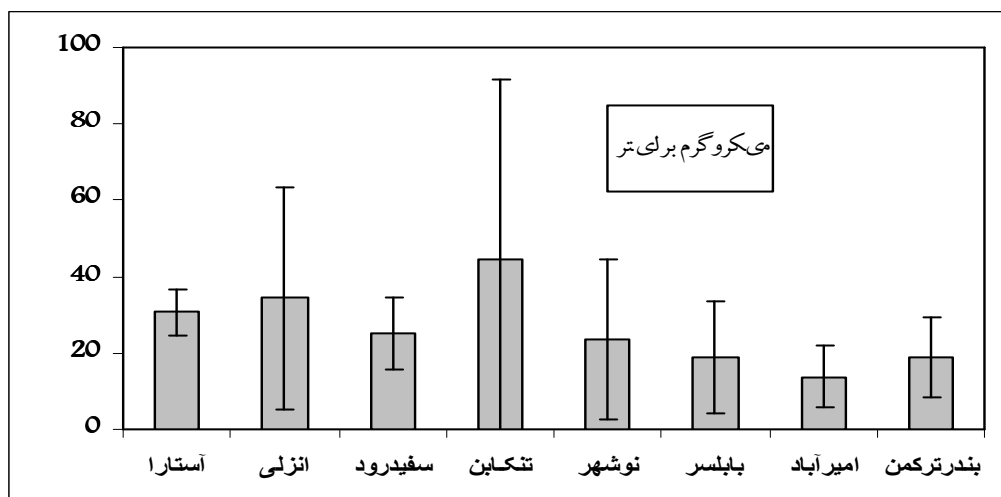
شکل ۲-۳: تغییرات میانگین غلظت شوینده ها در هشت نیم خط منطقه جنوبی دریای خزر، بهار - ۱۳۸۸

شکل ۳-۳ نشان می‌دهد، حداکثر و حداقل نوسانات غلظت شوینده ها (LAS) در فصل تابستان در حد ۹۹ و ۱۳ میکروگرم برلیتر در ایستگاههای سطحی با عمق ۱۰۰ و (۱۰،۵۰ متر) بترتیب در نیم خط های تنکابن و بندر ترکمن مشاهده گردید. غلظت شوینده ها در اکثر ایستگاه سطحی با عمق ۱۰ متر در مقایسه با ایستگاه های سطحی با عمق ۵۰ و ۱۰۰ متر کمتر بوده است. در فصل تابستان، غلظت شوینده ها در نیم خط های (بابلسر و امیرآباد) و نوشهر بترتیب در ایستگاههای سطحی با عمق ۱۰ و ۵۰ متری کمتر از حد تشخیص دستگاه ($9 \mu\text{g/l}$) بوده است. در ایستگاه سطحی با عمق ۱۰۰ متری، روند تغییرات غلظتی در تمامی نیم خط ها از ۹۹ (تنکابن) تا ۱۵ (امیرآباد) برحسب میکروگرم برلیتر در نوسان بوده است.



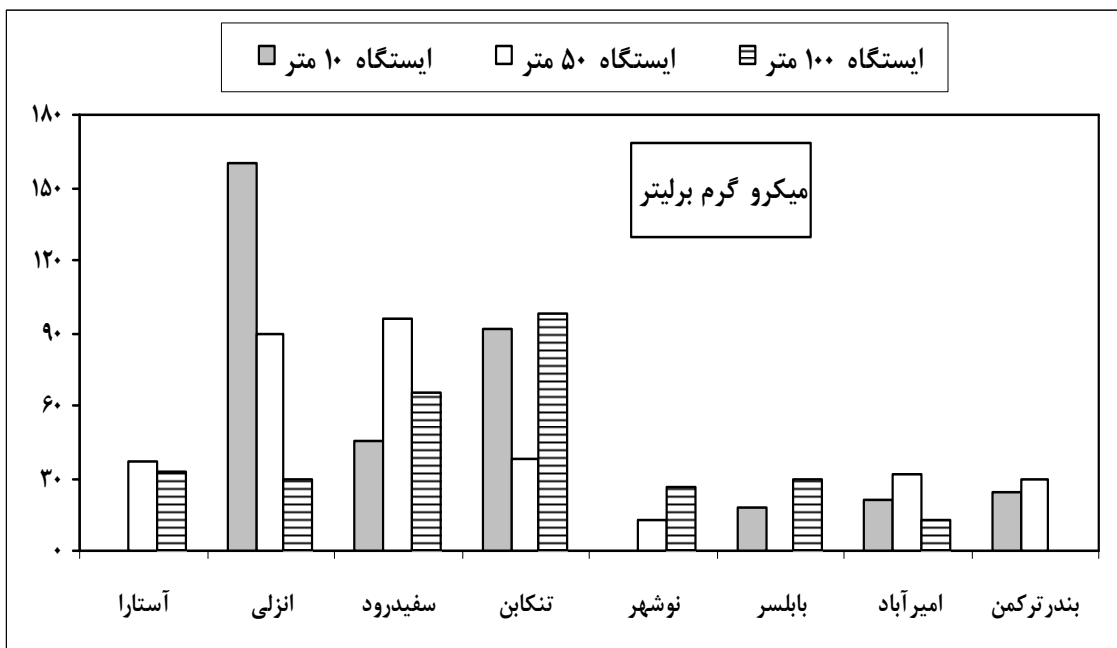
شکل ۳-۳: تغییرات غلظتی شوینده ها در هشت نیم خط با سه ایستگاه سطحی اعماق ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر منطقه جنوبی دریای خزر، تابستان - ۱۳۸۸

بررسی ها نشان می‌دهد، حداکثر و حداقل مقدار میانگین غلظت و خطای استاندارد شوینده ها در فصل تابستان در نیم خط های تنکابن و امیرآباد بترتیب $47/18 \pm 44/67$ و $13/67 \pm 8/08$ بر حسب میکروگرم برلیتر مشاهده گردید (شکل ۳-۴).



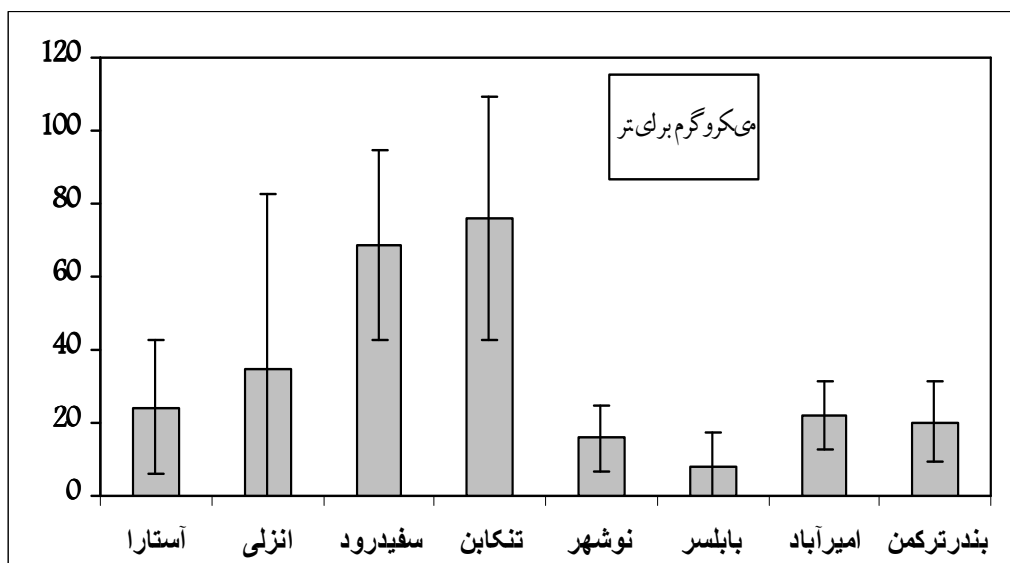
شکل ۴-۳: تغییرات میانگین غلظت شوینده ها در هشت نیم خط منطقه جنوبی دریای خزر، تابستان - ۱۳۸۸

شکل ۳-۵ نشان می‌دهد، حداکثر و حداقل نوسانات غلظت شوینده ها (LAS) در فصل پاییز در حد ۱۶۰ و ۱۳ میکروگرم برلیتر در ایستگاههای سطحی با عمق ۱۰ و (۵۰، ۱۰۰ متر) بترتیب در نیم خط های انزلی و (نوشهر و امیرآباد) مشاهده گردید. غلظت شوینده ها در اکثر ایستگاه سطحی با عمق ۱۰ متر در مقایسه با ایستگاه های سطحی با عمق ۵۰ و ۱۰۰ متر (بغیر از ایستگاههای انزلی و تنکابن) کمتر بوده است. در فصل پاییز، غلظت شوینده ها در نیم خط های (آستارا و نوشهر)، بابلسر و بندرترکمن بترتیب در ایستگاههای سطحی با عمق ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متری کمتر از حد تشخیص دستگاه ($9 \mu\text{g/l}$) بوده است. در ایستگاه سطحی با عمق ۱۰۰ متری، روند تغییرات غلظتی در تمامی نیم خط ها از ۹۸ (تنکابن) تا ۱۳ (امیرآباد) برحسب میکروگرم برلیتر در نوسان بوده است (شکل ۳-۵).



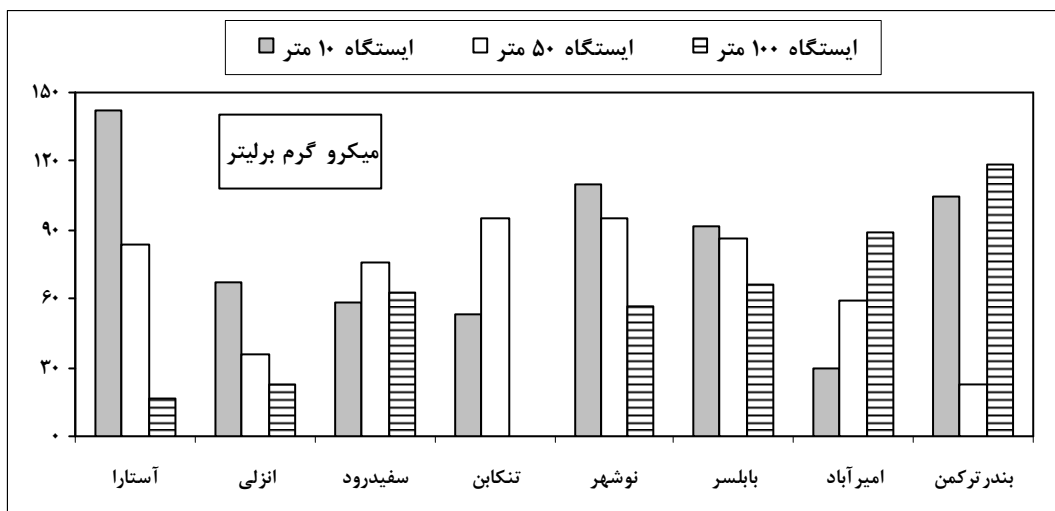
شکل ۵-۳: تغییرات غلظتی شوینده ها در هشت نیم خط با سه ایستگاه سطحی اعماق ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر منطقه جنوبی دریای خزر، پاییز - ۱۳۸۸

شکل ۶-۳ نشان می‌دهد، حداکثر و حداقل مقدار میانگین غلظت و خطای استاندارد شوینده ها در فصل پاییز در نیم خط های تنکابن و نوشهر بترتیب $76/00 \pm 33/04$ و $15/67 \pm 9/29$ بر حسب میکرو گرم برلیتر مشاهده گردید.



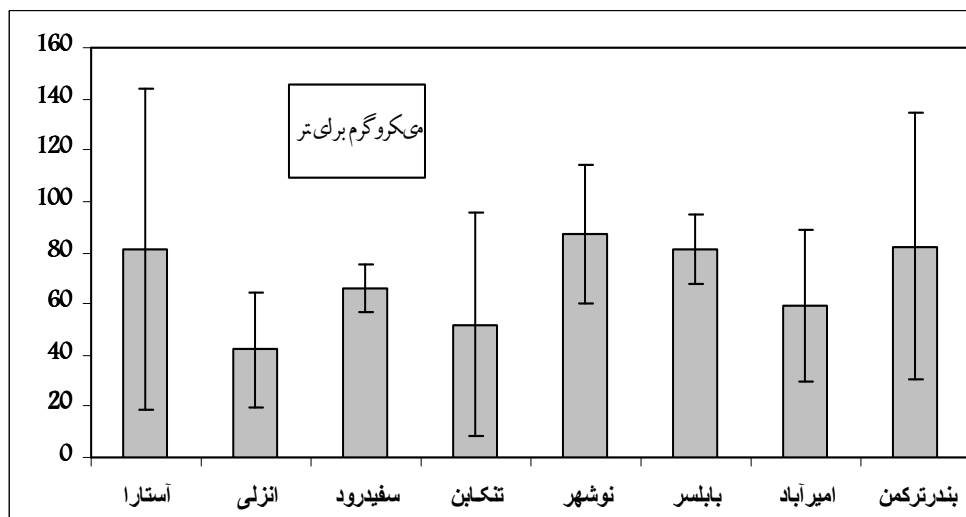
شکل ۶-۳: تغییرات میانگین غلظت شوینده ها در هشت نیم خط منطقه جنوبی دریای خزر، پاییز - ۱۳۸۸

شکل ۷-۳ نشان می‌دهد، حداکثر و حداقل نوسانات غلظت شوینده ها (LAS) در فصل زمستان در حد ۱۴۲ و ۱۷ میکروگرم بر لیتر در ایستگاههای سطحی با عمق ۱۰ و ۱۰۰ متر فقط در نیم خط آستارا مشاهده گردید. غلظت شوینده ها در اکثر ایستگاههای سطحی با عمق ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر در مقایسه با یکدیگر بترتیب بیش، متوسط و کمتر بوده است. در فصل زمستان، غلظت شوینده ها فقط در نیم خط تنکابن در ایستگاه سطحی با عمق ۱۰۰ متر کمتر از حد تشخیص دستگاه ($9 \mu\text{g/l}$) بوده است. در ایستگاه سطحی با عمق ۱۰۰ متری، روند تغییرات غلظتی در تمامی نیم خط ها از ۹۸ (تنکابن) تا ۱۳ (امیرآباد) برحسب میکروگرم بر لیتر در نوسان بوده است (شکل ۷-۳).



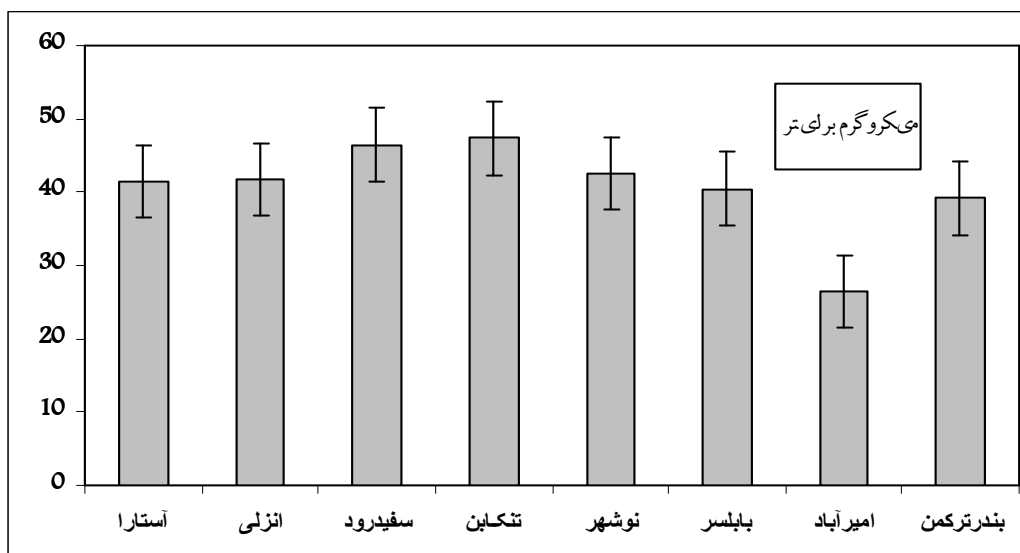
شکل ۷-۳: تغییرات غلظتی شوینده ها در هشت نیم خط با سه ایستگاه سطحی اعماق ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر منطقه جنوبی دریای خزر، زمستان - ۱۳۸۸

بررسی ها نشان میدهد، حداکثر و حداقل مقدار میانگین غلظت و خطای استاندارد شوینده ها در فصل زمستان در نیم خط های نوشهر و انزلی بترتیب $87/33 \pm 27/32$ و $42/00 \pm 22/61$ بر حسب میکروگرم برلیتر مشاهده گردید (شکل ۸-۳).



شکل ۸-۳: تغییرات میانگین غلظت شوینده ها در هشت نیم خط منطقه جنوبی دریای خزر، زمستان - ۱۳۸۸

شکل ۳-۹ نشان می‌دهد، حداکثر، حداقل میانگین تغییرات غلظتی و خطای استاندارد شوینده ها طی چهار فصل در نیم خط های تنکابن و امیرآباد در منطقه جنوبی دریای خزر بترتیب در حد $30/97 \pm 47/33$ و $21/16 \pm 26/50$ برحسب میکروگرم برلیتر مشاهده گردید.



شکل ۳-۹: مقایسه میانگین تغییرات غلظتی شوینده ها در هشت نیم خط منطقه جنوبی دریای خزر طی چهار فصل، ۱۳۸۸

۳-۵-۳-آلاینده های فلزات سنگین در آب

۳-۵-۱- فلز سرب

دامنه تغییرات فلز سرب در نمونه آب ۸ نیم خط منطقه جنوبی در سه ایستگاه سطحی (اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر) در فصل بهار بین حداکثر $0/034$ (در عمق ۲۰ متر- ایستگاه بابلسر) تا کمتر از $0/011$ میلیگرم برلیتر (حد تشخیص دستگاه) متغیر بود. مقادیر همین فلز در تابستان بین حداکثر $0/052$ در ایستگاه سطحی با عمق ۵۰ متر (امیرآباد) تا کمتر از $0/011$ میلیگرم برلیتر نوسان داشت. حداکثر غلظت سرب در فصول پاییز و زمستان بترتیب در ایستگاههای سطحی با عمق ۱۰ متر (آستارا) و ۲۰ متر (نوشهر) با مقادیر یکسان $0/026$ میلیگرم برلیتر مشاهده شد (جدول ۳-۳۹).

۲-۵-۳- فلز نیکل

دامنه تغییرات فلز نیکل در نمونه آب ۸ نیم خط منطقه جنوبی در سه ایستگاه سطحی (اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر) طی چهار فصل (۱۳۸۸) از نوسانات کمی برخوردار بود. در فصل بهار بین حداکثر ۰/۰۱۲ در ایستگاه سطحی با عمق ۵۰ متر بابلسر تا کمتر از ۰/۰۰۱ میلیگرم برلیتر (حد تشخیص دستگاه) متغیر بود. مقادیر همین فلز در فصل تابستان بین حداکثر ۰/۰۰۸ میلیگرم برلیتر در ایستگاه سطحی با عمق ۲۰ متر نیم خط امیرآباد بوده است. در فصول پاییز و زمستان مقادیر فلز نیکل بطور یکسان در حد ۰/۰۰۴ میلیگرم برلیتر پایدار نشان داد (جدول ۳۹-۳).

۳-۵-۳- فلز جیوه

نوسانات غلظتی جیوه در نمونه آب ۸ نیم خط منطقه جنوبی در سه ایستگاه سطحی (اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر) در بهار و تابستان بترتیب بین حداکثر ۱/۲ و ۱/۶ در ایستگاه سطحی با عمق ۱۰ متر بین خط های تنکابن و نوشهر تا کمتر از ۰/۴ میکروگرم برلیتر (حد تشخیص دستگاه) متغیر بوده است. تغییرات حداکثری فصل پاییز نسبت به سایر فصول در حد ۱۲/۱ در ایستگاه سطحی با عمق ۲۰ متر (نوشهر) نشان داد. حداکثر غلظت جیوه در فصل زمستان در حد ۱.۳ میکروگرم برلیتر در ایستگاه سطحی با عمق ۱۰ متر (آستارا) مشاهده گردید که در مقایسه با فصل پاییز حدود ۱۰ برابر کاهش نشان داد (جدول ۳۹-۳).

جدول ۳۹-۳: غلظت فلزات سنگین (متوسط، حداقل، حداکثر و حد تشخیص دستگاهی) در آب ایستگاههای سطحی (اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر) در ۸ نیم خط منطقه جنوبی دریای خزر طی چهار فصل - ۱۳۸۸

	اعماق	Pb (ppm)				Ni (ppm)				Hg (ppb)			
		بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
آستارا	۱۰	n.d	n.d	۰/۰۲۶	n.d	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۶۰	n.d	۰/۴۷	۱/۲۹
	۲۰	n.d	n.d	۰/۰۱۳	n.d	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۴۹	n.d	۰/۴۹	۰/۴۴
	۵۰	n.d	n.d	۰/۰۱۶	n.d	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	n.d	n.d	۰/۴۴	۰/۴۲
انزلی	۱۰	n.d	n.d	n.d	n.d	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۸۸	n.d	۰/۹۶	n.d
	۲۰	n.d	n.d	۰/۰۱۳	n.d	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۱/۱۲	n.d	n.d	n.d
	۵۰	n.d	n.d	۰/۰۱۵	n.d	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۷۰	n.d	n.d	n.d
سفیدرود	۱۰	n.d	n.d	۰/۰۱۸	n.d	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۱/۰۸	n.d	n.d	n.d
	۲۰	n.d	n.d	۰/۰۱۲	n.d	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۷۰	n.d	n.d	n.d
	۵۰	n.d	n.d	۰/۰۱۲	n.d	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۶۰	n.d	۱/۹۱	۰/۴۵
تنگابن	۱۰	n.d	n.d	۰/۰۱۶	n.d	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۱/۱۶	n.d	۰/۸۵	۰/۴۱
	۲۰	n.d	۰/۰۱۸	۰/۰۱۷	n.d	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۷۵	n.d	۰/۴۹	۰/۶۰
	۵۰	۰/۰۲۶	n.d	۰/۰۱۹	n.d	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	n.d	۰/۶۰	۰/۵۳	۰/۵۰
نوشهر	۱۰	۰/۰۳۲	n.d	n.d	n.d	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	n.d	۱/۶۳	n.d	۰/۶۱
	۲۰	۰/۰۳۰	۰/۰۲۰	n.d	۰/۰۲۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	n.d	n.d	۱۲/۱	۰/۸۱
	۵۰	۰/۰۲۱	n.d	n.d	۰/۰۱۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	n.d	n.d	۰/۸۸	n.d
بابلسر	۱۰	۰/۰۲۸	n.d	۰/۰۱۲	n.d	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	n.d	n.d	n.d	n.d
	۲۰	۰/۰۳۴	۰/۰۲۲	n.d	n.d	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	n.d	n.d	n.d	n.d
	۵۰	۰/۰۲۱	۰/۰۲۲	n.d	n.d	۰/۰۱۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۸۹	n.d	n.d	n.d
امیرآباد	۱۰	۰/۰۱۹	۰/۰۲۱	n.d	n.d	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	n.d	n.d	n.d	n.d
	۲۰	۰/۰۲۳	۰/۰۳۲	۰/۰۱۷	n.d	۰/۰۰۴	۰/۰۰۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	n.d	n.d	n.d	n.d
	۵۰	۰/۰۱۷	۰/۰۵۲	۰/۰۱۲	n.d	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	n.d	n.d	n.d	n.d
ترکمن	۱۰	۰/۰۱۴	۰/۰۲۶	۰/۰۱۷	n.d	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	n.d	n.d	۰/۴۱	n.d
	۲۰	۰/۰۱۸	۰/۰۲۲	۰/۰۱۵	n.d	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	n.d	n.d	n.d	n.d
	۵۰	n.d	۰/۰۱۷	۰/۰۲۰	n.d	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	n.d	n.d	n.d	n.d
حداکثر		۰/۰۳۴	۰/۰۵۲	۰/۰۲۶	۰/۰۲۶	۰/۰۱۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۱/۱۶	۱/۶۳	۱۲/۱	۱/۲۹
حداقل		۰/۰۱۴	۰/۰۱۷	۰/۰۱۲	۰/۰۱۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۴۹	۰/۶۰	۰/۴۴	۰/۴۱
میانگین		۰/۰۲۴	۰/۰۲۵	۰/۰۱۶	۰/۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۸۲	۰/۸۸	۱/۲۸	۰/۵۹
حد تشخیص دستگاهی		۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴

۴-۵-۳- فلز کادمیم

مقادیر فلز کادمیم در نمونه آب ۸ نیم خط منطقه جنوبی در سه ایستگاه سطحی (اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر) طی چهار فصل (۱۳۸۸) کمتر از ۰/۰۰۴ میکروگرم برلیتر، زیر حد تشخیص دستگاه (۰/۰۰۱ میکروگرم برلیتر) بود.

۵-۵-۳- نتایج فصلی فلزات سنگین سرب، نیکل و جیوه در آب:

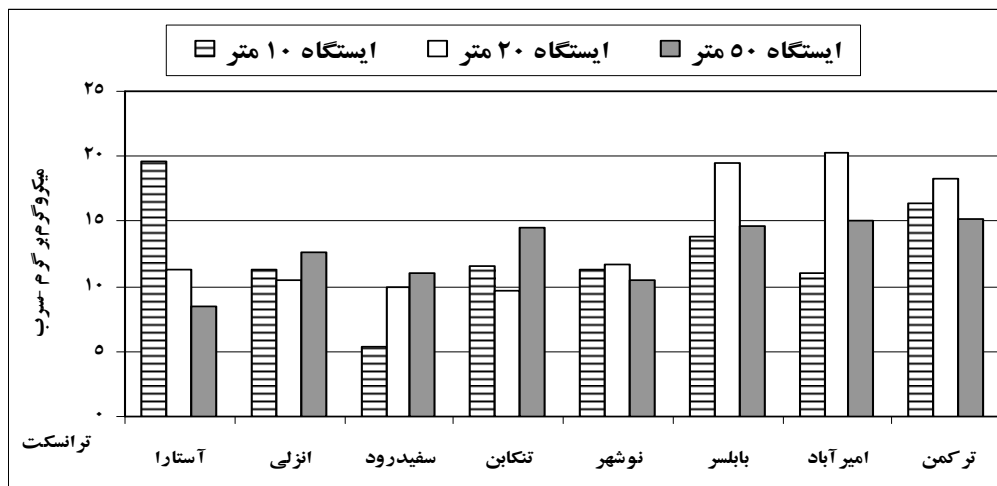
حداکثر و حداقل غلظت فصلی سرب در نمونه آب ۸ نیم خط منطقه جنوبی دریای خزر بترتیب در فصل تابستان بمقدار ۰/۰۵۲ و در فصل پاییز در حد ۰/۰۱۲ میلیگرم برلیتر مشاهده گردید. حداکثر و حداقل (مشاهده شده) غلظت فصلی فلز نیکل بترتیب در فصل بهار بمقدار ۰/۰۱۲ و در فصول پاییز و زمستان بمقدار ۰/۰۰۴ میلیگرم برلیتر مشاهده گردید. حداکثر غلظت جیوه (۱۲/۱ppb) در نمونه آب ایستگاه سطحی با عمق ۲۰ متر نیم خط نوشهر مشاهده گردید (جدول ۳-۳۹).

۶-۳- آلاینده های فلزات سنگین در رسوب (فصل تابستان)

۱-۶-۳- فلز سرب

مقدار میانگین و خطای استاندارد سرب در رسوبات سه ایستگاه (اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر) ۸ نیم خط در فصل تابستان بترتیب در حد $۱۲/۵۴ \pm ۰/۵۳$ ، $۱۳/۹۲ \pm ۰/۵۸$ و $۱۲/۷۵ \pm ۳۰/۳۱$ میکروگرم برگرم مشاهده گردید. حداکثر غلظت فلز سرب سه ایستگاه (اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر) در نیم خط های آستارا، امیرآباد و بندرترکمن بترتیب در حد ۱۹.۷، ۲۰.۳ و ۱۵.۲ میکروگرم برگرم مشاهده گردید. حداقل غلظت سرب سه ایستگاه (اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر) در نیم خط های سفیدرود، تنکابن و آستارا بترتیب در حد ۵.۳، ۹.۷ و ۸.۵ میکروگرم برگرم مشاهده گردید (شکل ۳-۱۰).

شکل ۱۰-۳ نشان می‌دهد، غلظت سرب در رسوبات عمق ۱۰ متر نیم خط های آستارا، انزلی و سفیدرود (ناحیه غرب) روبه کاهش بوده و در نواحی میانی و شرق نوسانات افزایش یافته و این روند تا آخرین نیم خط (بندر ترکمن) افزایش را نشان می‌دهد. تغییرات در عمق ۲۰ متر از آستارا تا نوشهر تقریباً یکنواخت بوده ولی از ایستگاه بابلسر تا بندر ترکمن افزایش حدود ۲ برابر مشاهده گردید. نوسانات غلظتی سرب در رسوبات عمق ۵۰ متر دارای حداقل مقدار در ایستگاه آستارا و سپس تغییرات از انزلی تا ترکمن افزایش کاملاً نرمی را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج آزمون Kruskal-Wallis، هیچ اختلاف معنی‌داری بین غلظت فلز سرب در عمق های ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر و همچنین بین ۸ نیم خط مشاهده نگردید.

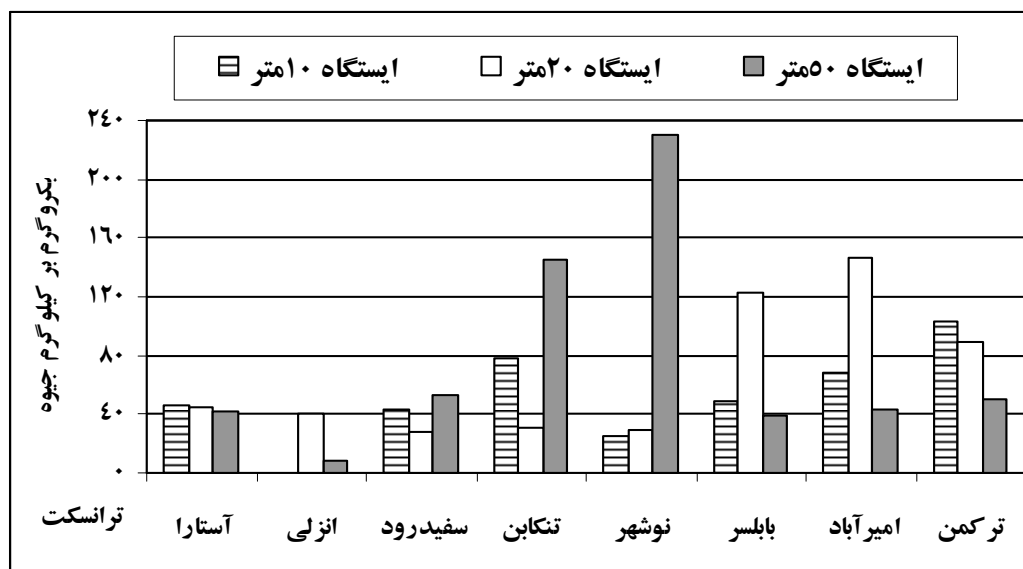


شکل ۱۰-۳: تغییرات غلظت سرب در رسوبات بستر هشت نیم خط با سه ایستگاه سطحی اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر - منطقه جنوبی دریای خزر، تابستان - ۱۳۸۸

۲-۶-۳- فلز کادمیم

غلظت فلز کادمیم غالباً زیر حد تشخیص دستگاه جذب اتمی (۰/۰۰۱ میکروگرم بر گرم) و تنها دو نمونه از مجموع ۲۴ نمونه فصل تابستان مشاهده گردید. غلظت کادمیم در عمق ۱۰ متر ایستگاههای آستارا و انزلی بترتیب ۲/۸۳، ۰/۱۷ میکروگرم بر گرم مشاهده گردید.

مقدار میانگین و خطای استاندارد فلز جیوه در رسوبات سه ایستگاه (اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر) ۸ نیم خط در فصل تابستان بترتیب درحد $۶۶/۲۵ \pm ۵/۸۷$ ، $۵۸/۸۳ \pm ۳/۲۷$ و $۷۶/۴۰ \pm ۹/۲۰$ میکروگرم بر کیلوگرم نشان داد. حداکثر غلظت فلز جیوه اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متری در نیم خط های ترکمن، امیرآباد و نوشهر بترتیب درحد ۱۰۴، ۱۴۴ و ۲۳۰ میکروگرم بر کیلوگرم را نشان میدهد. همچنین حداقل غلظت فلز سرب اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متری در نیم خط های نوشهر، سفیدرود و انزلی بترتیب درحد ۲۵، ۲۸ و ۸ میکروگرم بر کیلوگرم مشاهده گردید (شکل ۱۱-۳).



شکل ۱۱-۳: تغییرات غلظت جیوه در رسوبات بستر هشت نیم خط با سه ایستگاه سطحی ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر - منطقه جنوبی دریای خزر، تابستان - ۱۳۸۸

نوسانات غلظت جیوه در رسوبات عمق ۱۰ متر از نیم خط های آستارا، انزلی و سفیدرود (ناحیه غرب) یکنواخت بوده و در ایستگاه تنکابن دو برابر افزایش یافته و سپس با کاهش قابل ملاحظه در ایستگاه نوشهر مجدداً تا ناحیه شرق (نیم خط بندر ترکمن) روند افزایش را نشان میدهد. تغییرات و نوسانات غلظتی در عمق ۲۰ متر از آستارا تا نوشهر تقریباً یکنواخت بوده ولی از ایستگاه بابلسر تا ترکمن افزایش حدود ۲ تا ۳ برابر مشاهده گردید.

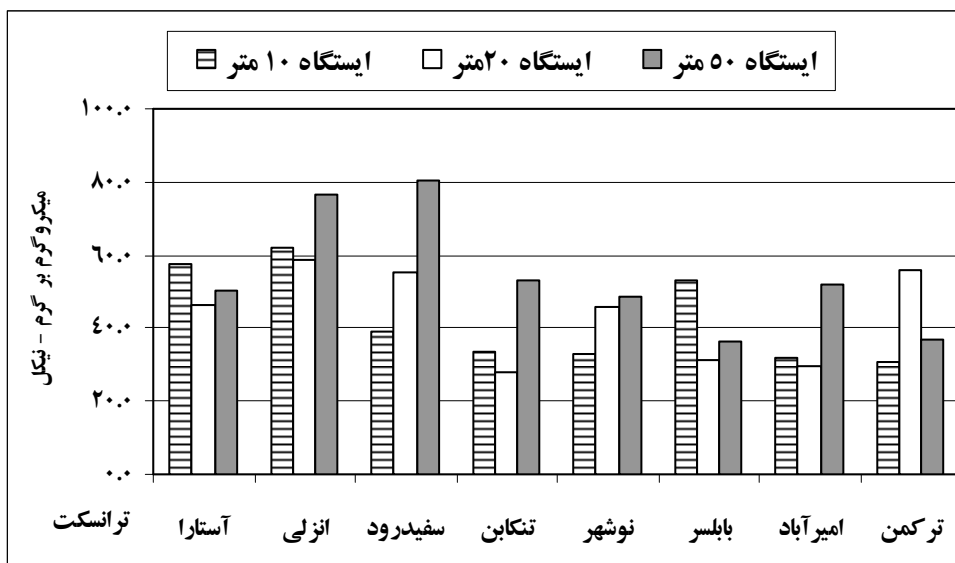
نوسانات غلظتی جیوه در رسوبات عمق ۵۰ متر دارای حداقل مقدار در انزلی بوده و در ایستگاههای تنکابن و نوشهر دارای روند افزایشی ۴ تا ۶ برابر و در ایستگاههای بابلسر، امیرآباد و بندرترکمن روند یکنواخت بوده و غلظت آنها حدود ۴۰ درصد کاهش را نشان میدهد (شکل ۱۱-۳). بر اساس نتایج آزمون Kruskal-Wallis، هیچ اختلاف معنی داری بین غلظت فلز جیوه در عمق های ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر و همچنین بین ۸ نیم خط مشاهده نگردید

۴-۶-۳- فلز نیکل

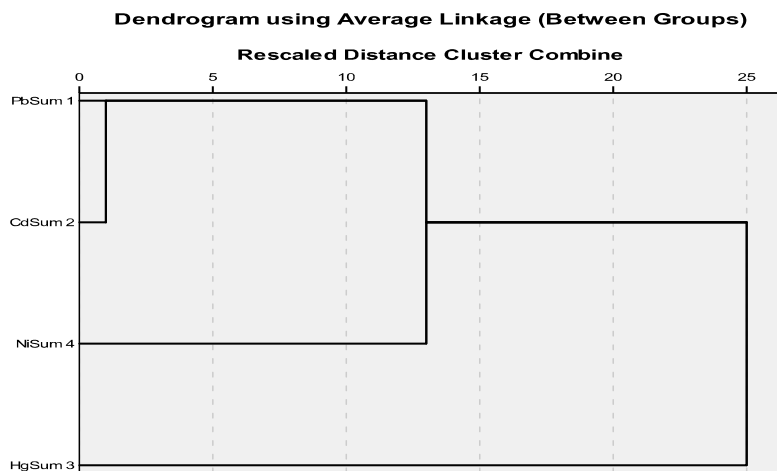
مقدار میانگین و خطای استاندارد فلز نیکل در رسوبات سه ایستگاه (اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر) ۸ نیم خط در فصل تابستان بترتیب در حد $۱/۶۱ \pm ۴۲/۶۰$ ، $۱/۵۸ \pm ۴۳/۸۵$ و $۲/۰۵ \pm ۵۴/۲۳$ میکروگرم بر گرم نشان داد. بر طبق شکل ۱۲-۳، حداکثر غلظت نیکل در رسوبات ایستگاههای (اعماق ۱۰، ۲۰) در نیم خط انزلی و ایستگاه ۵۰ متری نیم خط سفیدرود بترتیب در حد $۶۱/۸$ ، $۵۸/۸$ و $۸۰/۷$ میکروگرم بر گرم مشاهده گردید. حداقل غلظت نیکل در رسوبات اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متری در نیم خط های ترکمن، تنکابن و بابلسر بترتیب در حد $۳۰/۵$ ، $۲۸/۲$ و $۳۶/۵$ میکروگرم بر گرم مشاهده گردید. نوسانات غلظت نیکل در رسوبات عمق ۱۰ متر از ایستگاه آستارا تا نوشهر با کاهش حدود ۵۰ درصدی روبرو بوده و در ناحیه میانی مجدداً افزایش یافته و سپس روند کاهش غلظت در ایستگاههای ناحیه شرق مشاهده گردید.

تغییرات در غلظت رسوبات عمق ۲۰ متر ناحیه غرب (آستارا، انزلی و سفیدرود) افزایشی بوده و سپس تا امیرآباد (بغیر از ایستگاه نوشهر) روند کاهشی ۵۰ تا ۶۰ درصدی را نشان میدهد. نوسانات غلظتی نیکل در رسوبات عمق ۵۰ متر ناحیه غرب (آستارا تا سفیدرود) با افزایش حدود ۲ برابر روبرو بوده و نیز غلظت بیشتر ایستگاههای میانی و شرقی در مقایسه ناحیه غرب کاهش یکنواخت حدود ۴۰ تا ۳۰ درصد را نشان میدهد (شکل ۱۲-۳). بر اساس

نتایج آزمون Kruskal-Wallis، هیچ اختلاف معنی داری بین غلظت فلز نیکل در عمق های ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر و همچنین بین ۸ نیم خط مشاهده نگردید.



شکل ۱۲-۳: تغییرات غلظت نیکل در رسوبات بستر هشت نیم خط با سه ایستگاه سطحی اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر - منطقه جنوبی دریای خزر، تابستان - ۱۳۸۸



شکل ۱۳-۳: دندروگرام آنالیز خوشه ای گروه بندی فلزات تجمع یافته در رسوبات - فصل تابستان ۱۳۸۸

با در نظر گرفتن شکل ۱۳-۳ مشخص می گردد که چنانچه خطوط عمودی فرضی در فواصل تقریبی ۱۰ و ۱۵ در نظر گرفته شوند، در تقسیم بندی نخست عناصر Cd و Pb در یک گروه و عناصر Ni و Hg بصورت مجزا قرار می گیرند و در تقسیم بندی دوم نیز عناصر Cd، Pb و Ni در یک گروه و Hg بصورت مجزا قرار می گیرد.

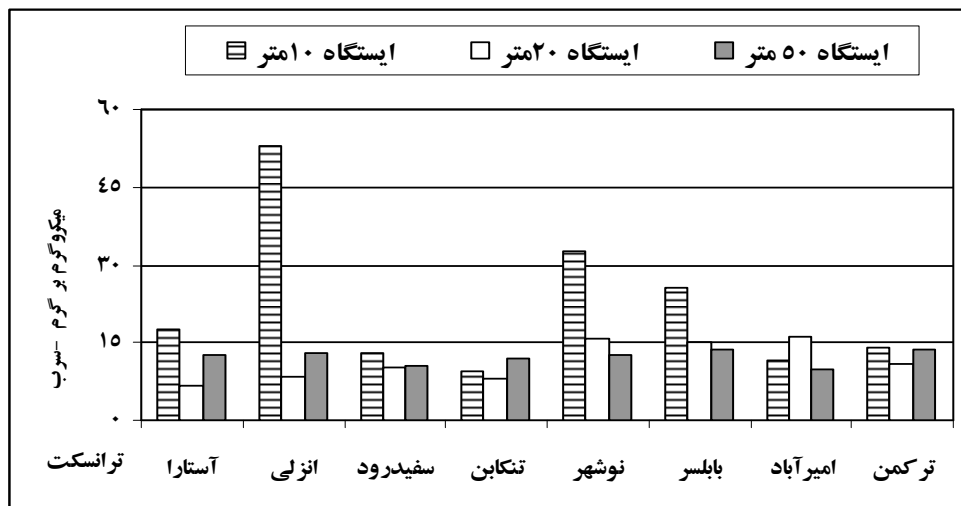
۳-۷-۳- آلاینده های فلزات سنگین در رسوب (فصل زمستان)

۳-۷-۳-۱- فلز سرب

مقدار میانگین و خطای استاندارد سرب در رسوبات سه ایستگاه (اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر) ۸ نیم خط در فصل زمستان بترتیب در حد $۲۲/۰۸ \pm ۱/۸۳$ ، $۱۱/۴۲ \pm ۰/۴۶$ و $۱۲/۲۵ \pm ۰/۱۸$ میکروگرم بر گرم مشاهده گردید. در شکل ۳-۱۴، حداکثر غلظت فلز سرب در رسوبات ایستگاه عمق ۱۰ متر نیم خط انزلی و ایستگاههای ۲۰ و ۵۰ متر نیم خط امیرآباد بترتیب در حد $۵۲/۸$ ، ۱۶ و $۱۳/۸$ میکروگرم بر گرم را نشان میدهد. همچنین حداقل غلظت فلز سرب در اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر در نیم خط های تنکابن، آستارا و امیرآباد بترتیب $۹/۳$ ، $۶/۸$ و $۹/۷$ میکروگرم بر گرم مشاهده گردید.

بالاترین غلظت رسوبی سرب عمق ۱۰ متر در ناحیه غرب دریا مشاهده گردید. نوسانات غلظتی در اکثر ایستگاهها عمق ۱۰ متر (غیر از بابلسر و نوشهر) یکنواخت بوده است. تغییرات غلظتی در عمق ۲۰ متر از آستارا تا تنکابن رشد بسیار کندی داشته و در مابقی ایستگاهها (از نوشهر تا ترکمن) با افزایش حدود ۲ برابر روبرو بوده است. نوسانات غلظتی سرب در رسوبات عمق ۵۰ متر از ایستگاه آستارا تا ترکمن افزایش کاملا نرم و بطنی را نشان میدهد (شکل ۳-۱۴). بر اساس نتایج آزمون Kruskal-Wallis، هیچ اختلاف معنی داری بین غلظت فلز سرب در

عمق های ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر و همچنین بین ۸ نیم خط مشاهده نگردید



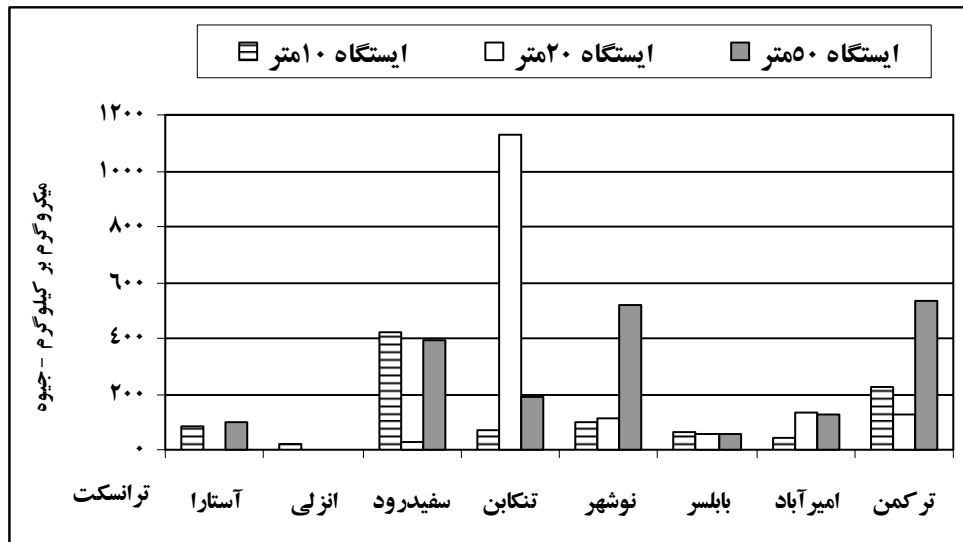
شکل ۱۴-۳: تغییرات غلظت سرب در رسوبات بستر هشت نیم خط با سه ایستگاه سطحی ا عمق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر - منطقه جنوبی دریای خزر، زمستان - ۱۳۸۸

۲-۷-۳- فلز کادمیم

فلز کادمیم برای تمام نمونه های رسوبات سطحی ا عمق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر فصل زمستان زیر حد تشخیص دستگاه جذب اتمی بود.

۳-۷-۳- فلز جیوه

مقدار میانگین و خطای استاندارد جیوه در رسوبات سه ایستگاه (اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر) ۸ نیم خط در فصل زمستان بترتیب در حد $۱۲۶/۷۱ \pm ۱۶/۵۹$ ، $۲۶۶/۰۸ \pm ۵۳/۲۷$ و $۲۷۳/۵۰ \pm ۲۵/۳۲$ میکروگرم بر کیلوگرم مشاهده گردید. شکل ۳-۱۵ نشان میدهد، حداکثر غلظت فلز جیوه در رسوبات ایستگاه عمق ۱۰ متر (نیم خط سفیدرود)، ایستگاه عمق ۲۰ متر (نیم خط تنکابن) و ایستگاه ۵۰ متر (نیم خط بندر ترکمن) بترتیب در حد $۴۱۸/۸$ ، $۱۱۳۱/۷$ و $۵۳۰/۸$ میکروگرم بر کیلوگرم مشاهده گردید. حداقل غلظت فلز جیوه ا عمق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر در نیم خط های انزلی، سفیدرود و بابلسر بترتیب $۱۹/۵$ ، $۳۱/۲$ و $۵۹/۳$ میکروگرم بر کیلوگرم مشاهده گردید.



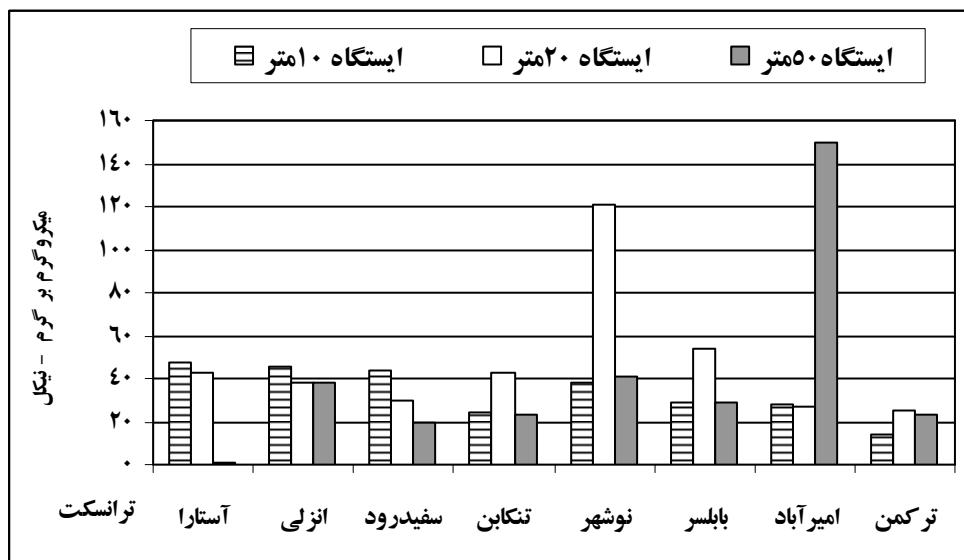
شکل ۱۵-۳: تغییرات غلظت جیوه در رسوبات بستر هشت نیم خط با سه ایستگاه سطحی ۱ عمق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر - منطقه جنوبی دریای خزر، زمستان - ۱۳۸۸

نوسانات غلظتی جیوه در رسوبات نواحی با عمق ۱۰ متر از آستارا تا بندر ترکمن (بغیر از ایستگاههای سفیدرود و بندر ترکمن) در سایر ایستگاهها حالت یکنواخت مشاهده گردید. در ۷۵ درصد از ایستگاههای عمق ۲۰ متر جیوه مشاهده گردید. تغییرات غلظتی عمق ۲۰ متری از ایستگاه سفیدرود تا بندر ترکمن (بغیر از تنکابن) روند افزایشی تقریباً یکنواخت و بطئی نیز مشاهده گردید. نوسانات غلظتی جیوه در رسوبات عمق ۵۰ متر در سه ایستگاه سفیدرود، نوشهر و ترکمن دارای روند افزایشی ۴۰۰ تا ۵۳۰ میکروگرم بر کیلوگرم را مشاهده گردید. در ضمن، غلظت دیگر ایستگاهها از ۶۰ تا ۱۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم در نوسان بوده است (شکل ۱۵-۳). بر اساس نتایج آزمون Kruskal-Wallis، هیچ اختلاف معنی داری بین غلظت جیوه در عمق های ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر و همچنین بین ۸ نیم خط مشاهده نگردید.

۴-۷-۳- فلز نیکل

مقدار میانگین و خطای استاندارد نیکل در رسوبات سه ایستگاه (اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر) ۸ نیم خط در فصل زمستان ترتیب در حد $۳۳/۸۱ \pm ۱/۴۹$ ، $۴۷/۴۸ \pm ۳/۹۱$ و $۴۰/۶۵ \pm ۵/۷۱$ میکروگرم بر گرم مشاهده گردید.

حداکثر غلظت فلز نیکل در رسوبات ایستگاه عمق ۱۰ متر (نیم خط آستارا)، ایستگاه عمق ۲۰ متر (نیم خط نوشهر) و ایستگاه ۵۰ متر (نیم خط امیرآباد) بترتیب در حد ۴۷/۷، ۱۲۱/۳ و ۱۴۹/۵ میکروگرم بر گرم مشاهده گردید. همچنین حداقل غلظت فلز نیکل در رسوبات ایستگاههای اعماق ۱۰ و ۲۰ متر (نیم خط بندر ترکمن) و ایستگاه عمق ۵۰ متر (نیم خط آستارا) بترتیب در حد ۱۳/۵، ۲۵/۵ و ۰/۸ میکروگرم بر گرم مشاهده گردید (شکل ۱۶-۳). نوسانات غلظت نیکل در رسوبات عمق ۱۰ متر در سه ایستگاه ناحیه غرب یکنواخت بوده ولی این نوسانات در نواحی میانی و شرق با کاهش حدود ۵۰ درصدی را نشان داده ضمن اینکه روند تغییرات از آستارا تا ترکمن با کاهش روبرو بوده است. نوسانات غلظتی رسوب در عمق ۲۰ متری از آستارا تا سفیدرود (ناحیه غرب) کاهش داشته و سپس در ناحیه میانی (نوشهر) حدود ۳ برابر افزایش را نشان داده است.



شکل ۱۶-۳: تغییرات غلظت نیکل در رسوبات بستر هشت نیم خط با سه ایستگاه سطحی اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر - منطقه جنوبی دریای خزر، زمستان - ۱۳۸۸

در خاتمه غلظت ایستگاههای امیرآباد و ترکمن (ناحیه شرق) به کاهش کمتر از حدود ۵۰ درصد مقدار ناحیه غرب مشاهده گردید. در صورت اغماض ۴ تا ۸ برابری غلظت نیکل در ایستگاه امیرآباد، تغییرات رسوب در عمق ۵۰ متری از ایستگاه انزلی تا ترکمن روند کاهشی حدود ۵۰ درصدی را نشان میدهد (شکل ۱۶-۳). بر

اساس نتایج آزمون Kruskal-Wallis، هیچ اختلاف معنی داری بین غلظت فلز نیکل در عمق های ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر و همچنین بین ۸ نیم خط مشاهده نگردید.

۵-۲-۳- فلز کروم

مقدار میانگین و خطای استاندارد فلز کروم در رسوبات سه ایستگاه (اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر) ۸ نیم خط در فصل زمستان بترتیب در حد $۵/۸۲ \pm ۷۶/۷۱$ ، $۲/۸۶ \pm ۴۲/۷۱$ و $۱۲/۵۶ \pm ۱۱۱/۲۳$ میکروگرم بر گرم مشاهده گردید. حداکثر غلظت فلز کروم در رسوبات ایستگاه عمق ۱۰ متر (نیم خط آستارا)، ایستگاه عمق ۲۰ متر (نیم خط نوشهر) و ایستگاه ۵۰ متر (نیم خط امیرآباد) بترتیب در حد $۱۸۳/۲$ ، $۷۲/۸$ و $۳۱۴/۲$ میکروگرم بر گرم مشاهده گردید. همچنین حداقل غلظت فلز کروم در رسوبات ایستگاههای اعماق ۱۰ و ۲۰ در نیم خط بندرترکمن و ایستگاه عمق ۵۰ متر نیم خط آستارا بترتیب در حد ۳۳ ، $۴/۲$ و $۳۵/۷$ میکروگرم بر گرم مشاهده گردید (شکل ۱۷-۳).

غلظت کروم در رسوبات عمق ۱۰ متر در بین سه ایستگاه ناحیه غرب، ایستگاه انزلی دارای افزایش ۲۰ تا ۳۰ درصدی نسبت به دو ایستگاه دیگر بوده ولی در مقایسه ایستگاههای میانی و شرقی (بغیر از ایستگاه امیرآباد) با کاهش حدود ۵۰ تا ۷۵ درصدی مشاهده گردید. غلظت کروم در رسوب عمق ۲۰ متری از آستارا تا سفیدرود (ناحیه غرب) افزایش داشته و سپس در ناحیه میانی و شرقی (تنکابن تا ترکمن) با کاهش حدود ۲۰ تا ۸۰ را نشان میدهد.

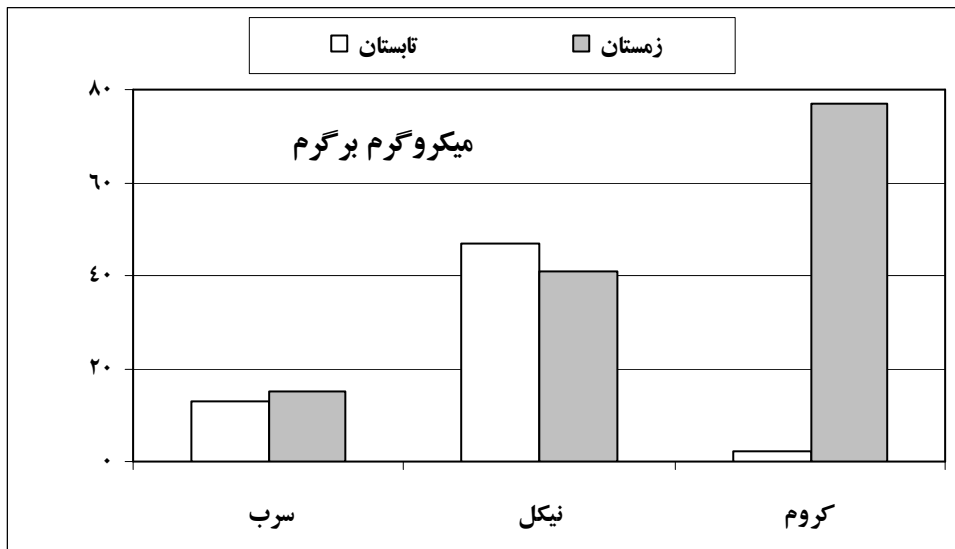


شکل ۱۷-۳: تغییرات غلظت کروم در رسوبات بستر هشت نیم خط با سه ایستگاه سطحی ا عمق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر - منطقه جنوبی دریای خزر، زمستان - ۱۳۸۸

تغییرات رسوب در عمق ۵۰ متری در ناحیه غرب نسبت میانی کاهش داشته ولی تراکم غلظتی کروم در رسوبات ناحیه شرق (ترکمن) بیش از ۴ برابر ناحیه غرب گزارش گردید (شکل ۱۷-۳). بر اساس نتایج آزمون Kruskal-Wallis، هیچ اختلاف معنی داری بین غلظت فلز کروم در عمق های ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر و همچنین بین ۸ نیم خط مشاهده نگردید.

۳-۷-۶- نوسانات فصلی فلزات

مقدار میانگین و خطای استاندارد فلزات سرب، نیکل و کروم در رسوبات سه ایستگاه (اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر) ۸ نیم خط در فصول زمستان، تابستان و زمستان بترتیب درحد $۱۵/۳۹ \pm ۷/۳۹$ ، $۴۶/۶۲ \pm ۲۴/۶۲$ و $۴۶/۹۱ \pm ۶۸/۶۲$ و $۷۶/۸۸ \pm ۶۸/۶۲$ میکروگرم بر گرم مشاهده گردید (شکل ۱۸-۳).

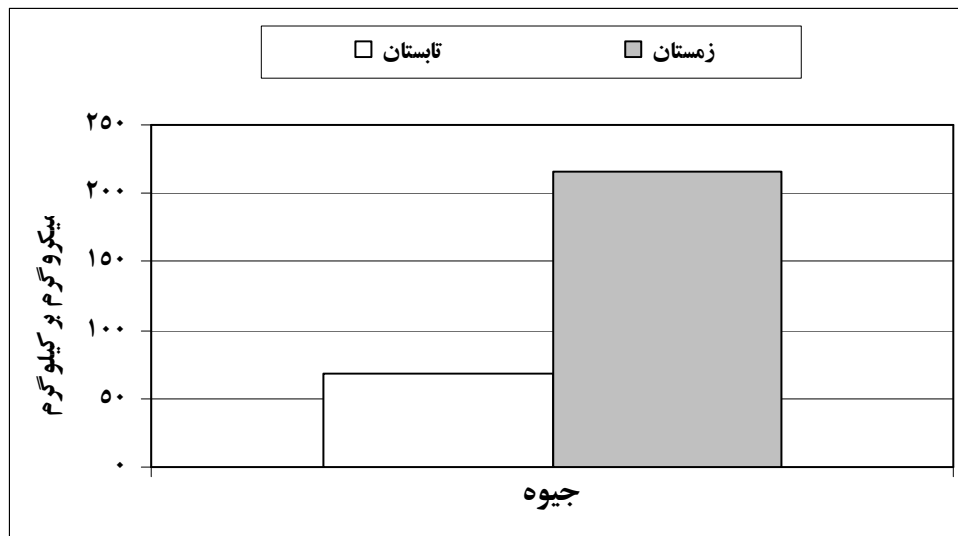


شکل ۱۸-۳: تغییرات میانگین فصلی غلظت سرب، نیکل و کروم در رسوبات سطحی منطقه جنوبی دریای خزر

نوسانات سرب طی دو فصل نسبت به هم محسوس نبوده ولی تغییرات فلز نیکل در فصل تابستان بیشتر از زمستان می باشد. نوسانات و تغییرات فصلی نیکل نسبت به سرب حدود ۳ برابر مشاهده گردید. همچنین تغییرات فصلی فلز کروم نسبت به فلزات نیکل و سرب بترتیب حدود ۲ و ۶ برابر مشاهده گردید. با استفاده از آزمون Wilcoxon در رسوبات سطحی (سال ۱۳۸۸) اختلاف معنی دار فصلی (تابستان - زمستان) بین غلظت فلزات منطقه جنوبی دیده نشد ($P > 0.01$).

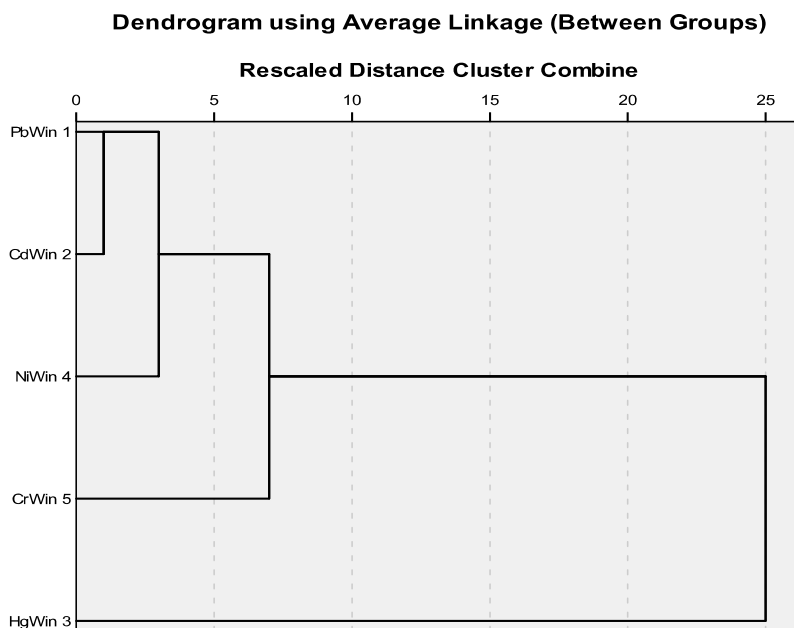
۷-۲-۳- نوسانات فصلی فلز جیوه

مقدار میانگین و خطای استاندارد فلز جیوه در رسوبات سه ایستگاه (اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر) ۸ نیم خط در فصول تابستان و زمستان در حد $192/85 \pm 142/65$ میکروگرم بر کیلوگرم مشاهده گردید. حداکثر غلظت فلز جیوه در رسوبات فصول تابستان و زمستان بترتیب در حد $230/3$ و $1131/7$ میکروگرم بر کیلوگرم مشاهده گردید. حداقل غلظت فلزات جیوه در رسوبات فصول تابستان و زمستان بترتیب در حد $8/3$ و $19/5$ میکروگرم بر کیلوگرم مشاهده گردید (شکل ۱۹-۳).



شکل ۱۹-۳: تغییرات میانگین فصلی غلظت جیوه در رسوبات سطحی منطقه جنوبی دریای خزر

نوسانات تغییرات فلز جیوه در رسوبات دو فصل نسبت به هم بسیار محسوس بوده است. مقدار میانگین تغییرات فلز جیوه در فصل زمستان حدود ۴ برابر بیشتر از فصل تابستان بیشتر از زمستان می باشد. با استفاده از آزمون Wilcoxon در رسوبات سطحی (سال ۱۳۸۸) اختلاف معنی دار فصلی (تابستان - زمستان) غلظت فلز جیوه در حوزه جنوبی دیده شد ($P < 0/006$).



شکل ۲۰-۳: دندروگرام آنالیز خوشه ای فلزات سنگین تجمع یافته در رسوبات فصل زمستان ۱۳۸۸

با در نظر گرفتن شکل ۲۰-۳ مشخص می گردد که چنانچه خطوط عمودی فرضی در فواصل تقریبی ۵ و ۱۰ در نظر گرفته شوند، در تقسیم بندی نخست عناصر Pb، Cd و Ni در یک گروه و عناصر دیگر بصورت مجزا قرار می گیرند و در تقسیم بندی دوم Hg بصورت مجزا و بقیه فلزات در یک گروه قرار می گیرد.

۴- بحث و نتیجه گیری

۴-۱- آلاینده های سموم ارگانوکلره

مطالعه آلاینده های سموم در لایه های آبی و رسوبات بستر منطقه جنوبی دریای خزر با توجه به مصرف بیش از حد سموم در زمین های کشاورزی سه استان ساحلی شمالی امری ضروری است. بنابراین، با استفاده از داده های بدست آمده باقی مانده سموم ارگانوکلره در آب و رسوب بشرح زیر بحث و بررسی گردید.

در مطالعه اخیر، میزان درصد ترکیبات ارگانوکلره مشاهده شده در ایستگاههای سطحی ساحل به اعماق بالا در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان در مقایسه با دوره قبلی (۱۳۸۷) در سواحل جنوبی دریای خزر، در اکثر فصول با روند کاملاً کاهشی روبرو بوده است (واردی و همکاران، ۱۳۸۹) (جدول ۱-۴).

جدول ۱-۴: تغییرات میزان درصد ترکیبات ارگانوکلره به تفکیک فصول در طی سالهای مختلف در حوزه جنوبی دریای خزر

سالانه	زمستان	پاییز	تابستان	بهار	فصول	
					سالهای مطالعه	
۶۵	۷۳	۲۸	۶۰	۱۰۰	مطالعه حاضر (۱۳۸۸)	
۹۱	۸۵	۱۰۰	۸۰	۱۰۰	* ۱۳۸۷	
۷۵	۶۷	۷۵	۹۳	۶۲	** ۱۳۸۲	
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	*** ۱۳۷۸	

منابع: واردی و همکاران، * ۱۳۸۹ - لالویی و همکاران، *** ۱۳۸۳ و ** ۱۳۸۹

مقایسه فصلی میزان درصد ترکیبات سموم نیم خط های مطالعه حاضر با تحقیق دوره قبل (۱۳۸۷) نشان میدهد، تغییرات در فصل بهار محسوس نبوده ولی در سایر فصول با روند کاهشی بیش از ۱۰ تا ۷۰ درصدی تراکم ترکیب روبرو بوده است. (واردی و همکاران، ۱۳۸۹) (جدول ۱-۴). مقایسه تعداد ترکیبات تحقیق فعلی با مطالعه ۱۳۸۷ نشان میدهد که در فصول تابستان و پاییز روند کاهشی داشته است (جدول ۲-۴). همچنین تراکم

ترکیبی مطالعه اخیر نسبت به تراکم ترکیبی داده های سالهای ۸۲ و ۸۷ کمتر مشاهده گردید (واردی و همکاران، ۱۳۸۹، لالویی و همکاران، ۱۳۸۳ و ۱۳۸۹) (جدول ۲-۴).

از آنجا که غلظت داده های سموم ارگانوکلره در تحقیقات فصل زمستان ۱۳۸۷ (واردی و همکاران، ۱۳۸۹) نسبت به سایر فصول (بهار، تابستان و پاییز) بسیار زیادتر بوده روند نفوذ پذیری سموم ارگانوکلره و تا نقاط سطحی به عمق ۱۰۰ متر نیز گسترش یافت. بنابراین، با توجه به علت یاد شده، در اکثر ایستگاههای سطحی نیم خط ها با عمق ۱۰۰ متر در فصل بهار نسبت به ایستگاههای پایین دست بیشتر بوده است.

جدول ۲-۴: تغییرات کمی ترکیبات ارگانوکلره به تفکیک فصول در طی سالهای مختلف (غرب، میانی و شرق) حوزه جنوبی دریای خزر

فصول		بهار	تابستان	پاییز	زمستان
مطالعه حاضر شامل	غرب	۱۶	۱۵	۶	۶
۱۶ ترکیب	میانی	۱۶	۶	۶	۱۶
	شرق	۱۴	۴	---	۱۵
مطالعه ۱۳۸۷- شامل	غرب	۱۵	۱۶	۱۶	۱۶
۱۶ ترکیب *	میانی	۱۶	۱۶	۱۶	۱۳
	شرق	۱۶	۱۶	۱۶	۷
مطالعه ۱۳۸۲- شامل	غرب	۶	۱۰	۶	۶
۱۶ ترکیب **	میانی	۵	۹	۷	۱۲
	شرق	۷	۸	۱۰	۱۰
مطالعه ۱۳۷۸- شامل	غرب	۸	۷	۸	۷
۸ ترکیب ***	میانی	۸	۷	۷	۷
	شرق	۸	۶	۷	۸

منابع: واردی و همکاران، *۱۳۸۹- لالویی و همکاران، **۱۳۸۳ و ***۱۳۸۹

مقایسه درصد کمی ترکیبات ایستگاه سطحی با اعماق ۱۰ متر مطالعه فعلی با تحقیق قبلی (۱۳۸۷) نشان میدهد که با کاهش تراکم روبرو بوده ولی در ایستگاههای اعماق ۱۰۰ متر رشد قابل ملاحظه ای را نشان داده است.

تغییرات منطقه ای در این تحقیق حاکی از کاهش تراکم ترکیبی از غرب به شرق بوده است. مقایسه مطالعه اخیر با داده های تحقیق سال ۱۳۸۷ نشان میدهد (واردی و همکاران، ۱۳۸۹)، تراکم کمی ترکیبات در اکثر فصول با روند کاهشی قابل ملاحظه ای روبرو بوده ولی مقایسه آن با مطالعه انجام شده ۱۳۸۲، روند کاملاً افزایشی را نشان میدهد (لالویی و همکاران، ۱۳۸۹). در ضمن افزایش تراکم کمی ترکیبات در منطقه شرق روند کاملاً متفاوتی را نشان داده است. از آنجا که حداکثر تراکم ترکیبات در تحقیق ۱۳۷۸ به تعداد ۸ سم ارگانوکلره بوده لذا در اکثر فصول بیشتر ترکیبات در مطالعه مشاهده گردید (لالویی و همکاران، ۱۳۸۳) (جدول ۲-۴).

تغییرات و نوسانات فصلی غلظت باقی مانده سموم ارگانوکلره در نیم خط های مطالعه اخیر نشان داد که اکثر ترکیبات ارگانوکلره (بهار ۱۳۸۸) ایستگاههای سطحی مناطق ساحلی نسبت به ایستگاههای اعماق بالا در اکثر نیم خط های عمود بر ساحل متاثر از غلظت بیش از حد زمستان ۱۳۸۷ بوده و روند نفوذ پذیری تا اعماق ۱۰۰ متری نیز مشاهده گردید. دامنه تغییرات حداکثری سالانه و متوسط مقدار غلظتی باقی مانده سموم ارگانوکلره در نیم خط های مطالعه اخیر در مقایسه با داده های سال ۱۳۸۷ نشان داد که میزان آن با استثناء فصل زمستان روند رو به کاهش داشت. همچنین مقایسه داده های مطالعه اخیر با سالهای ۱۳۸۲ و ۱۳۸۷ که در اعماق کمتر از ۱۰ متر مناطق ساحلی صورت پذیرفت نشان داد که میزان آن بشدت رو به کاهش بود. در میان سموم اندازه گیری شده، سهم حداکثر و حداقل تعداد ترکیبات در پراکنش ایستگاهی در نیم خط های مطالعه اخیر بصورت فصلی نشان داد، سهم فصل بهار در مقایسه با دیگر فصول (عدم رشد موزون) دارای رشد ترکیبات بیشتری از سموم بوده است. بنابراین، غلظت سموم ارگانوکلره در فصل بهار بیشتر از فصول تابستان، پاییز و زمستان بود. همچنین مقایسه میزان فصلی سموم اندازه گیری شده سال ۱۳۸۸ با سال ۱۳۸۷ (واردی و همکاران، ۱۳۸۹) در حوزه جنوبی دریای خزر نشان داد، روند تغییرات در حداکثر و حداقل تعداد ترکیبات در پراکنش ایستگاهی دارای فراوانی ترکیب ایستگاهی بیشتری بوده در نتیجه سهم آلاینده گی سموم ارگانوکلره در مطالعه اخیر نسبت به دوره

قبلی (۱۳۸۷) کمتر مشاهده گردید. آلاینده‌گی ترکیبات شیمیایی اندازه گیری شده در مطالعه اخیر بصورت فصلی در مقایسه با داده های سالهای ۱۳۸۲ و ۱۳۷۸ حاکی از روند کاهشی نسبتاً شدیدی بین ۱۰ تا ۱۰۰ برابر تراکم غلظتی را نشان میدهد (لالویی و همکاران، ۸۹ و ۱۳۸۳).

نتایج بدست آمده مطالعه اخیر نشان داد، نقش ترکیب DDD در لایه های سطحی مناطق با عمق ۱۰ و ۵۰ متر و ترکیبات aldrin و β -Endosulfan در ایستگاه سطحی ۱۰۰ متر در تمامی هشت نیم خط بترتیب ۶۲.۵، ۷۵ و ۱۰۰ درصد از ایستگاههای ساحلی به اعماق دریا با روند روبه رشد و افزایشی بوده است. این تغییرات احتمال توسعه، گسترش و نفوذ سموم ارگانوکلره از ساحل به اعماق دریا را در پی خواهد داشت.

بنابراین، روند تغییرات ثبت شده با توجه به داده های ایستگاههای سطحی در اعماق بالا با احتمال اینکه از ایستگاههای ساحلی به نقاط بالا دست دریا بواسطه جریانات آبی نقل مکان نموده باشد زیاد است. همچنین مقایسه فصلی مقادیر غلظتی در ایستگاههای سطحی رو به کاهش را نشان داد. در مطالعه اخیر، داده های ایستگاههای سطحی اعماق ۱۰۰ متر در فصل بهار و تاثیر پذیری آن از زمستان ۱۳۸۷ و مقایسه آن با دیگر فصول روند افزایشی حدود ۱۰ برابر را نشان داد.

مطالعه رسوبات در دوره قبل (۱۳۸۷) (واردی و همکاران، ۱۳۸۹) حوزه جنوبی دریای خزر نشان داد، در چهار فصل متوالی، تنها ترکیب آلدین به لحاظ درصد کمی ترکیب و تراکم غلظتی در اکثر فصول (۱۳۸۷) بیشتر از سایر سموم مشاهده گردید در حالیکه در مطالعه اخیر (۱۳۸۸)، با مشاهده مجدد سم آلدین، در غالب ایستگاههای سطحی ساحل به اعماق بالا در هر دو فصل تابستان و زمستان (گرم و سرد) به همراه ترکیب α -BHC مشاهده گردید. در این مطالعه، تراکم غلظتی سم آلدین در مقایسه با داده های سال ۱۳۸۷ (واردی و همکاران، ۱۳۸۹) روند نزولی بسیار زیادی را نشان داد. بیشترین تراکم غلظتی سموم رسوبات سال ۱۳۸۸ در مناطق غرب (انزلی و سفیدرود) و میانی (تنکابن و بابلسر) احتمالاً بواسطه ورود باقی مانده سموم از طریق تالاب

انزلی، سفیدرود، رودخانه تنکابن و بابلرود بروز نموده ولی در مقایسه با داده در سال ۱۳۸۷، بیشترین تراکم آن در نواحی شرق و میانی ملاحظه گردید. بنابراین، احتمالاً با مد نظر قرار دادن حرکت جریان های آبی و وجود چرخه آنتی سیکلون آبی در منطقه مرکزی با میانی و همچنین دو آنتی سیکلون در مناطق غرب و شرق حوزه جنوبی دریای خزر (پور غلام، ۱۳۷۴)، مشاهده غلظت بالای ترکیبات شیمیایی آلدین و α -BHC در بین سایر سموم ارگانوکلره در اکثر ایستگاههای سطحی منطقه مرکزی دریا در دو فصل تابستان و زمستان (گرم و سرد) احتمالاً وقوع چنین حالتی قابل تحمل و تعمق بوده و لذا احتمال وجود چنین منابع آلاینده در منطقه امکان پذیر می باشد. و در ضمن ترکیباتی نظیر گروه DDTs تقریباً در اکثر نمونه های رسوبات دو فصل گرم و سرد مشاهده نگردیده است.

در این مطالعه، حداکثر غلظت ترکیب دیلدرین در حد ۲/۲ میکروگرم برلیتر مشاهده گردید. مقایسه میزان این سم با داده های سال ۱۳۸۷ در آبهای حوزه جنوبی دریای خزر نشان دهنده کاهش ۹ برابر ($18/5 \mu\text{g/l}$) (واردی و همکاران، ۱۳۸۹)، داده های سال ۱۳۸۳ دریای خزر، کمتر از ۱۵ برابر ($32/1 \mu\text{g/l}$) (لالویی و همکاران، ۱۳۸۹)، داده های سال ۱۳۷۸ آبهای دریای خزر، کمتر از ۱۷ برابر ($36/6 \mu\text{g/l}$) (لالویی و همکاران، ۱۳۸۳)، داده رودخانه شیرود، کمتر از ۱۶ برابر ($35 \mu\text{g/l}$) (Najafpour, 2007)، کمتر از ۶ برابر حوضه مصبی تجن ($13 \mu\text{g/l}$) (Najafpour et al., 2005)، کمتر از ۹ و ۴ برابر بترتیب با مصب رود قرمز و رودخانه دونگ، ویتنام ($8 \mu\text{g/l}$ و $18/6$) (Hung and Thiemann, 2002)، کمی بیش از دریاچه التمساح و بیش از ۹ برابر دریاچه Bitter در محدوده کانال سوئر ($\mu\text{g/l}$) (Said and Hamed, 2005) ($1/14$) و $0/24$)، کمتر از ۵ برابر رودخانه آتویا، نیکاراگوئه ($10/1 \mu\text{g/l}$) (Castilho et al., 2000) و حدود ۵۸ برابر کمتر از حوضه مصبی رودخانه مندرس، ترکیه ($128 \mu\text{g/l}$) (Turgut, 2003) گزارش گردید.

حداکثر مقدار غلظتی ترکیب β -endosulfan در این تحقیق در حد $1/3$ میکروگرم برلیتر در آب اندازه گیری شد. مقایسه میزان این سم با داده های سال ۱۳۸۷ در آبهای حوزه جنوبی دریای خزر، کمتر از ۵ برابر ($5/4 \mu\text{g/l}$) (واردی و همکاران، ۱۳۸۹)، با مطالعه ۱۳۸۳ دریای خزر، حدود ۱۰ برابر کمتر ($13/1 \mu\text{g/l}$) (لالویی و همکاران، ۱۳۸۹)، حدود ۲۷ برابر کمتر با رودخانه پاتوکسانت و بسیار زیاد کمتر از رودخانه چوپتانک امریکا ($225 \mu\text{g/l}$) و ۳۵ (Lehotay et al., 1998)، حدود ۲۷ برابر کمتر از رودخانه شیروود ($35 \mu\text{g/l}$) (Najafpour et al., 2009)، کمتر از ۳ برابر رودخانه آتویا، نیکاراگوئه ($3/3 \mu\text{g/l}$) (Castilho et al., 2000) و ۹۸ برابر کمتر از حوضه مصبی رودخانه مندرس، ترکیه ($128 \mu\text{g/l}$) (Turgut, 2003) گزارش گردید.

در مطالعه حاضر، حداکثر غلظت سم DDT در حد $5/3$ میکروگرم برلیتر مشاهده گردید. مقایسه این سم با داده های سال ۱۳۸۷ آبهای حوزه جنوبی دریای خزر، ۴۷ درصد کمتر از ($7/8 \mu\text{g/l}$) (واردی و همکاران، ۱۳۸۹)، داده های سال ۱۳۸۳ دریای خزر، کمتر از ۴ برابر ($20 \mu\text{g/l}$) (لالویی و همکاران، ۱۳۸۹)، داده های سال ۱۳۷۸ آبهای دریای خزر، کمتر از ۲ برابر ($9/5 \mu\text{g/l}$) (لالویی و همکاران، ۱۳۸۳)، تحقیقات انجام شده در مصب شیروود و دریای خزر، کمتر از ۳ برابر ($13/4 \mu\text{g/l}$) (Najafpour, 2002)، به کمتر از ۵ برابر رودخانه شیروود ($25 \mu\text{g/l}$) (Najafpour et al., 2009)، کمتر از ۲ برابر رودخانه چالوس ($9/2 \mu\text{g/l}$) (Najafpour et al., 2010)، کمتر از ۲۵ برابر مصب رودخانه مندرس، ترکیه ($128 \mu\text{g/l}$) (Turgut, 2003)، کمتر از ۱۲ برابر کانال الحرام گیزا، مصر ($61 \mu\text{g/l}$) (El-Kabbany et al., 2000)، بیشتر از دریاچه های التمساح و Bitter در محدوده کانال سوئز ($2/12 \mu\text{g/l}$) و ۳/۴ (Said & Hamed, 2005)، حدود ۵ برابر کمتر از رودخانه آتویا، نیکاراگوئه ($26/8 \mu\text{g/l}$) (Castilho et al., 2000) و کمتر از ۳ برابر مصب رود قرمز و کمتر از ۴ برابر رودخانه دونگ، ویتنام ($15/3$ و $18/9 \mu\text{g/l}$) (Hung and Thiemann, 2002) گزارش گردید.

در این تحقیق، حداکثر مقدار ترکیب شیمیایی DDE در حد ۲/۹ میکروگرم برلیتر مشاهده گردید. مقایسه این سم با داده های سال ۱۳۸۷ آبهای حوزه جنوبی دریای خزر، کمتر از ۲ برابر ($4/9 \mu\text{g/l}$) (واردی و همکاران، ۱۳۸۹)، کمتر از ۴ برابر رودخانه چالوس ($9/8 \mu\text{g/l}$) (Najafpour et al., 2010)، داده های سال ۱۳۸۳ دریای خزر، کمتر از ۶ برابر ($15/8 \mu\text{g/l}$) (لالویی و همکاران، ۱۳۸۹)، کمتر از ۸ برابر حوضه مصبی تجن ($21 \mu\text{g/l}$) (Najafpour et al., 2005)، داده های سال ۱۳۷۸ آبهای دریای خزر، کمتر از ۱۰ برابر ($26/5 \mu\text{g/l}$) (لالویی و همکاران، ۱۳۸۳)، داده رودخانه شیروود، حدود ۱۱ برابر کمتر از ($32 \mu\text{g/l}$) (Najafpour, 2007)، ۹ برابر کمتر از رودخانه آتویا، نیکاراگوئه ($46/4 \mu\text{g/l}$) (Castilho et al., 2000) و کمتر از دریاچه التمساح و کمتر از ۴ برابر دریاچه Bitter در محدوده کانال سوئز ($1/2$ و $2/2 \mu\text{g/l}$) (Said and Hamed, 2005) گزارش گردید.

در مطالعه حاضر، حداکثر غلظت سم هپتاکلر در حد ۳/۷ میکروگرم برلیتر بود. مقایسه این سم با داده های سال ۱۳۸۷ آبهای حوزه جنوبی دریای خزر، بیش از ۳ برابر ($1/1 \mu\text{g/l}$) (واردی و همکاران، ۱۳۸۹)، داده های سال ۱۳۸۳ دریای خزر، کمتر از ۹ برابر ($31/3 \mu\text{g/l}$) (لالویی و همکاران، ۱۳۸۹)، داده رودخانه شیروود، کمتر از ۱۵ برابر ($55 \mu\text{g/l}$) (Najafpour, 2007)، بسیار کمتر از حوضه مصبی رودخانه مندرس، ترکیه ($225 \mu\text{g/l}$) (Turgut, 2003)، بیشتر از دریاچه التمساح و دریاچه Bitter در محدوده کانال سوئز ($2/2$ و $1/6 \mu\text{g/l}$) (Said and Hamed, 2005)، کمتر از ۴ برابر کانال الحرام گیزا ($12/1 \mu\text{g/l}$) (El-Kabbany et al., 2000) و حدود ۳۴ برابر کمتر از مصب رود قرمز و کمتر از ۳ برابر رودخانه دونگ، ویتنام ($10/4$ و $126 \mu\text{g/l}$) (Hung and Thiemann, 2002) گزارش گردید.

براساس استاندارد های اروپایی و آژانس حفاظت محیط زیست امریکا (EPA, 1992; EEC, 1998)، ترکیبات ارگانوکلره نظیر DDE, heptachlor, α -BHC, δ -BHC, DDT, DDD, γ -BHC, dieldrin, aldrin, heptachlor epoxide، در این مطالعه مشاهده گردید جز گروه B2 محسوب و احتمالاً این ترکیبات می توانند جز عوامل سرطان زائی

انسان محسوب گردند (EPA, 2004). در مقابل ترکیباتی نظیر α -endosulfan, β -endosulfan, endosulfan sulfate, همانند ترکیبات endrin, endrin aldehyde که در نمونه های آب دریای خزر مشاهده گردید جز گروه D بوده و غیر محتمل است که این ترکیبات جز عوامل سرطانزائی انسان محسوب گردند (EPA, 2004). مطالعات گذشته حاکی از این است که سموم مورد استفاده در فعالیت های کشاورزی می تواند از طریق آب به ساقه های گیاهان، سبزیجات نفوذ نماید (Van den Berg et al., 1999). این سموم نیز در بافت ماهی تجمع نموده (Turgut, 2003) و این قابلیت را دارا است که اکوسیستم های زیست محیطی را تهدید جدی نموده و سلامتی انسان ها را به مخاطره اندازد.

مطالعه اخیر نشان داد، درصد کمی و تراکم ترکیبات α -BHC و آلدین در فصول گرم و سرد نسبت به دیگر ترکیبات از ساحل به اعماق بالا در هشت نیم خط بیشتر بوده و در مقایسه با تحقیق قبلی روند کاهشی داشته است (واردی و همکاران، ۱۳۸۹). در لیست استاندارد کیفی رسوبات دریایی کشور کانادا (Interim marine sediment (ISQGs-quality guidelines) مقادیر مشخصی برای ترکیبات α -BHC و آلدین گزارش نگردیده است.

در این تحقیق، حداکثر مقدار DDT در رسوبات در حد ۰/۲۳ میلیگرم بر کیلوگرم مشاهده گردید. مقایسه این سم با داده های رسوبات سال ۱۳۸۷ منطقه جنوبی دریای خزر، کمتر از ۹ برابر (۱/۸۷ mg/kg) (واردی و همکاران، ۱۳۸۹)، داده های بدست آمده از رسوبات دریای خزر در سواحل کشورهای آذربایجان، جمهوری اسلامی ایران و فدراتیو روسیه، کمتر از ۳۳، ۲۷ و ۸ برابر (۱/۷۹ mg/kg، ۶/۲ و ۷/۴) (de Mora et al., 2004)، کمی بیشتر از داده های خلیج عدن، یمن (۰/۱۸ mg/kg) (Mostafa et al., 2007)، داده های حوزه مصبی رودخانه هاگلی بنگال غربی (شمال شرقی هند)، کمتر از ۶ برابر (۱/۲۹ mg/kg) (Guzzella et al., 2005) و در مقایسه با داده های رسوبات سواحل کره، بسیار بیشتر (۵۱/۷ mg/kg) (Hong et al., 2006) بوده است. همچنین مقایسه آنها با استاندارد کانادا (CCME, 1999) (۰/۰۰۱-۰/۰۰۵ mg/kg) بسیار زیاد گزارش گردید (جدول ۴-۳).

در مطالعه اخیر، حداکثر مقدار لندین در رسوبات ایستگاههای ساحلی جنوب دریای خزر در حد ۰/۷۱ میلیگرم بر کیلوگرم مشاهده گردید. مقایسه این سم با داده های رسوبات سال ۱۳۸۷ منطقه جنوبی دریای خزر، کمتر از ۹ برابر (۵/۸۶ mg/kg) (واردی و همکاران، ۱۳۸۹)، داده های رسوبات دریای خزر در سواحل جمهوری آذربایجان و فدراتیو روسیه، بیش از ۳ برابر و حدودا مساوی با (۰/۶۹ و ۰/۲۴) (de Mora et al., 2004)، داده های حوزه مصبی رودخانه هاگلی بنگال غربی (شمال شرقی هند)، بیش از ۴ برابر (۰/۱۵ mg/kg) (Guzzella et al., 2005) و در مقایسه با داده های رسوبات سواحل کره، بیش از ۳ برابر (۰/۱۹ mg/kg) (Hong et al., 2006) بوده است. مقایسه داده های فوق با مقادیر استاندارد کانادا (۰/۰۰۳ - ۰/۰۰۱ mg/kg) (CCME, 1999) بسیار فراتر بوده است (جدول ۳-۴).

جدول ۳-۴: تغییرات راهنمای کیفی رسوبات براساس استاندارد کانادا

Compound (mg/kg)	ISQG	PLE	Sed. Stand. (USGS, 1998) CSQG (PELs)
DDD	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۷۸	---
DDE	۰/۰۰۲۱	۰/۳۷۴۰	۰/۰۰۶۸
DDT	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۴۸	---
Dieldrin	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۴۳	۰/۰۰۶۷
Endrin	۰/۰۰۲۷	۰/۰۶۲۴	---
Heptachlor epoxide	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۲۷	---
Lindane	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱	---
Chlordane	---	---	۰/۰۰۸۹

Interim marine sediment quality guidelines (ISQGs)
probable effect levels (PELs) Source: CCME, 1999

در تحقیق حاضر، حداکثر غلظت DDD در رسوبات منطقه جنوبی دریای خزر در حد ۰/۰۱ میلیگرم بر کیلوگرم مشاهده گردید. مقایسه این سم با داده های رسوبات سال ۱۳۸۷ در بستر همین منطقه دریای خزر، ۲۳ برابر کمتر از (۰/۲۳ mg/kg) (واردی و همکاران، ۱۳۸۹)، داده های بدست آمده از رسوبات دریای خزر در سواحل کشورهای آذربایجان، ایران و فدراتیو روسیه، حدود ۳۴۰، ۹۷ و ۶۱ برابر کمتر از (۰/۶۱ mg/kg، ۰/۹۷ و ۳/۴)

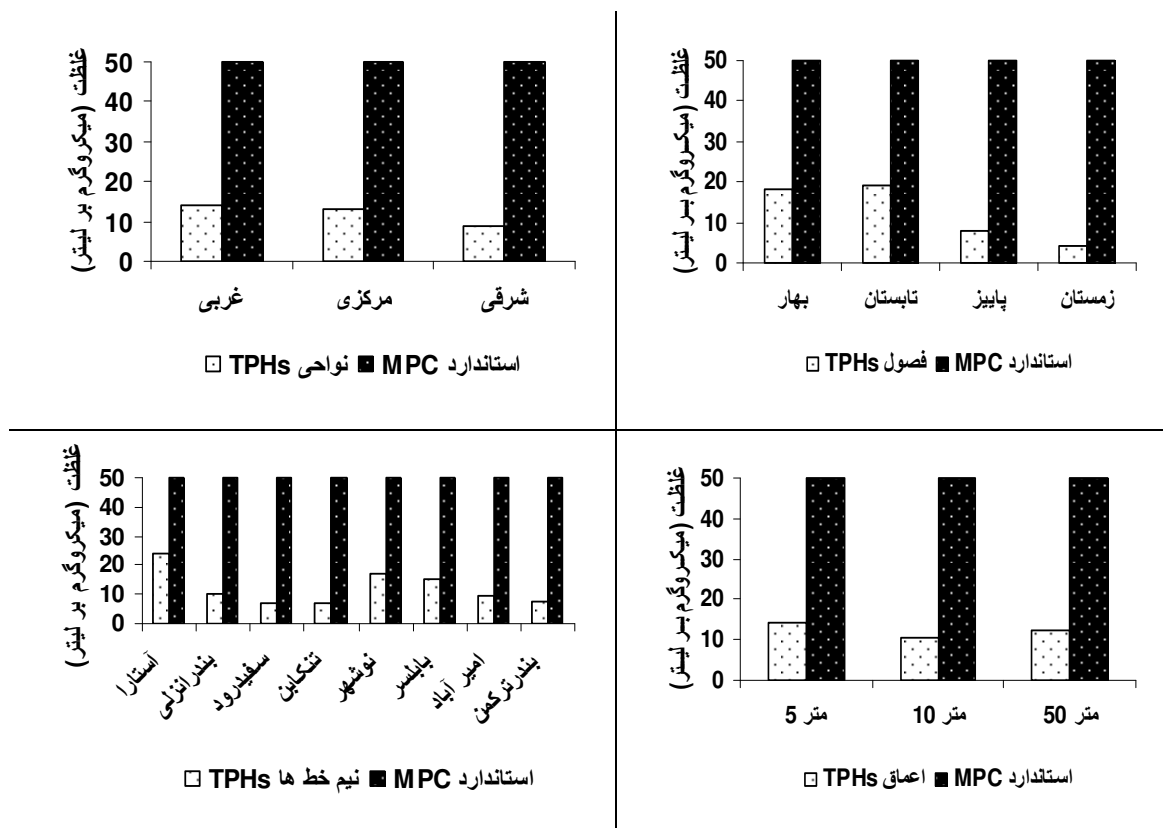
(de Mora et al., 2004)، داده های حوزه مصبی رودخانه هاگلی بنگال غربی (شمال شرقی هند)، حدود ۳۵ برابر کمتر از (۰/۳۵ mg/kg) (Guzzella et al., 2005)، داده های رسوبات خلیج عدن در یمن، حدود ۳۴ برابر کمتر از (۰/۳۴ mg/kg) (Mostafa et al., 2007)، و در مقایسه با داده های رسوبات سواحل کره، بسیار کمتر از (۰/۰۰۸ – ۰/۰۰۱ mg/kg) (Hong et al., 2006) بوده است. مقایسه این داده ها با مقادیر استاندارد کانادا (CCME, 1999) بسیار فراتر بوده است (جدول ۳-۴).

۲-۴- آلاینده های هیدروکربن های نفتی

هیدروکربورهای نفتی (TPHs) در همه جای آب حوزه جنوبی دریای خزر پراکنده و داشته و تغییرات زیادی در غلظت آنها مشاهده شد. غلظت TPHs در آب دریا با فصل تغییر می کنند (Li et al., 2010) بطوریکه در دریای خزر غلظت TPHs در آب به ترتیب تابستان < بهار < پاییز < زمستان کاهش نشان می دهد. این روند در غلظت TPHs در رسوبات به ترتیب زمستان < تابستان بوده است.

در تحقیق حاضر، حداکثر غلظت TPHs در رسوب نیم خط انزلی (ایستگاه ۲۰ متری) در فصل زمستان بمقدار ۴۱۸ میکروگرم بر گرم که در مقایسه با دیگر تحقیقات انجام شده در دریای شمال (Kingston 1992) و سواحل عربستان سعودی (Fowler et al. 1993) به نسبت مقادیر کمتری را نشان داد.

بطور معمول، اگر غلظت TPHs در آب دریا برابر ۵۰ میکروگرم بر لیتر می باشد می تواند اثرات مضر بر موجودات دریایی بگذارد (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۷۶: Shereet, 2009). میانگین غلظت TPHs در آب و مقایسه با استاندارد MPC نشان داد که در تمامی فصول، نواحی، اعماق و نیم خط ها کمتر از حد مجاز MPC بود (شکل ۱-۴). در این تحقیق، میزان غلظت TPHs فقط در ۵ درصد داده های آب بیش از مقدار استاندارد MPC بوده و ۹۵ درصد داده ها کمتر از حد مجاز مشاهده گردیدند.



شکل ۱-۴: مقایسه میانگین غلظت TPHs در آب دریا و استاندارد MPC در فصول، نواحی، اعماق و نیم خط های مختلف در حوزه جنوبی دریای خزر در سال ۱۳۸۸

در این تحقیق، مقایسه ترکیبات نفتی با استاندارد های جهانی نشان داد غلظت DRO در مقایسه با استاندارد EPA وضعیت مشابه TPHs بوده بطوریکه ۹۵ درصد داده ها غلظتی کمتر از حد مجاز را نشان داد. اما برای GRO در تمام ایستگاه مقادیر غلظتی آن کمتر از حد مجاز EPA بر آورد گردید. اطلاعات تکمیلی آلودگی نفتی دریای خزر جهت دستیابی به اهداف این تحقیق و مقایسه با مناطق و نواحی دیگر در جداول ۴-۴ و ۴-۵ آمده است. مقایسه غلظت TPHs در آب نسبت به سالهای قبل روند کاهشی داشته و مقایسه حداکثری غلظت آنها نسبت به سالهای قبل بالاتر بوده است (جدول ۴-۴).

مقایسه میزان مواد نفتی در رسوبات نشان میدهد، به غیر از ناحیه غربی در برخی ایستگاه ها کمتر از استاندارد NRC (۲۴۰ mg/kg) بوده و فقط در سال ۱۳۷۵ در منطقه شرقی دریای خزر تقریباً ۵ برابر از حد مجاز بیشتر بود

(جدول ۴-۵). برای اثبات این ادعا، تحقیقات (ASTP (CEP هم بیانگر این موضوع است که منطقه آذربایجان بالاترین آلودگی نفتی را در مقایسه با کل منطقه در دریای خزر داشته و دارد (شکل ۲-۴). مقایسه این داده ها با مناطق دیگر دنیا نشان می دهد.

جدول ۴-۴- میانگین غلظت کل هیدروکربورهای نفتی در آب دریای خزر و مقایسه آنها با استاندارد MPC

منطقه	متوسط غلظت TPHs mg/l	افزایش براساس غلظت - استاندارد MPC ¹⁴	مراجع
جنوب شرقی دریای خزر (بندر ترکمن)	۰/۵۳	۱۰ مرتبه	بذرافشان و همکاران (۱۹۹۵-۱۹۹۶)
جنوب دریای خزر (انزلی)	۰/۳۲	۶ مرتبه	Nasrollahzadeh and Malekshomali, 2002
جنوب دریای خزر (نوشهر)	۰/۱۰۵	۲ مرتبه	Nasrollahzadeh and Malekshomali, 2002
جنوب دریای خزر (بابلسر)	۰/۰۹۸	۲ مرتبه	Nasrollahzadeh and Malekshomali, 2002
جنوب دریای خزر (بندر امیرآباد)	۰/۰۸۸	۲ مرتبه	Nasrollahzadeh and Malekshomali, 2002
دریای خزر - آذربایجان باکو	۴۶۳	بیش از هزار برابر	کاسیموف (۱۹۹۴)
دریای سیاه	۵	۱۰۰ مرتبه	CEP/UNDF WB ¹⁵ (2000)
قزاقستان (رودخانه های اورال)	۰/۴۳	۸.۶ مرتبه	CEP, Almaty, 1998
ساحل Atyrou قزاقستان	۰/۶۵	۳۲ مرتبه	CEP, Almaty, 1998
ناحیه غربی سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر	۰/۰۱۴	کمتر از حد مجاز	واردی و همکاران، ۱۳۸۹ (داده های ۱۳۸۷)
ناحیه مرکزی سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر	۰/۰۱۲	کمتر از حد مجاز	واردی و همکاران، ۱۳۸۹ (داده های ۱۳۸۷)
ناحیه شرقی سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر	۰/۰۰۹	کمتر از حد مجاز	واردی و همکاران، ۱۳۸۹ (داده های ۱۳۸۷)

در فصل بهار، متوسط درصد GRO در آب برابر ۵۰/۵٪ و میزان DRO برابر ۴۹/۵٪ متغیر بود. در فصل تابستان، متوسط درصد GRO برابر ۵۶/۸٪ و میزان DRO برابر ۴۳/۲٪ متغیر نشان داد. در پاییز، متوسط درصد GRO برابر صفر و میزان DRO برابر ۱۰۰٪ متغیر بوده است. در فصل زمستان، متوسط درصد GRO برابر ۱۵/۳٪ و میزان DRO برابر ۸۴/۷٪ متغیر بوده است. شایان ذکر است، در فصول تابستان درصد GRO بیش از درصد DRO مشاهده شده

¹⁴ Maximum Permissible Concentration

¹⁵ United Nations Development Program World Bank

است و لی در بهار، تقریباً درصد ها نزدیک هم بوده است. در دو فصل پاییز و زمستان، درصد DRO بیش از درصد GRO بوده است.

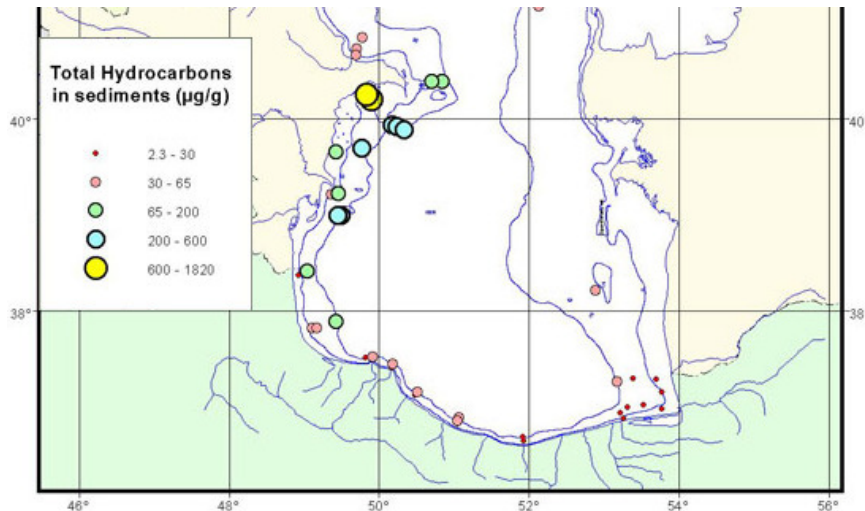
جدول ۵-۴: حداقل و حداکثر غلظت هیدروکربورهای نفتی کل (TPHs) در رسوبات دریای خزر و مقایسه آنها با استاندارد NRC

منطقه	TPHs $\mu\text{g.g}^{-1} \text{dw}$	مرجع	دستگاه آنالیز
سواحل شرق حوزه جنوبی دریای خزر، ایران	۱۰/۶-۳۸/۶	بذرافشان (۷۴-۱۳۷۳)	GC-FID ^{۱۶} پژوهشگاه نفت
سواحل شرق حوزه جنوبی دریای خزر، ایران	۸۳۰-۱۴۱۷	بذرافشان (۱۳۷۵)	GC-FID پژوهشگاه نفت
حوزه جنوبی دریای خزر، ایران < ۱۰ متر	۱۹-۱۵۶	نصراله زاده و همکاران ۱۹۹۵-۱۹۹۶	FT-IR پژوهشگاه اکولوژی دریای خزر
حوزه جنوبی دریای خزر، ایران < ۱۰۰ متر	۸.۵-۱۶۷	de Mora, 2004	GC-FID محیط زیست
دریای خزر، آذربایجان	۲۰-۱۸۲۰	de Mora, 2004	GC-FID محیط زیست
دریای خزر، قزاقستان	۲/۳-۴۱	de Mora, 2004	GC-FID محیط زیست
ناحیه غربی - سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر (۵-۵۰ متر)	nd-۴۱۸	مطالعات حاضر	GC-FID پژوهشگاه اکولوژی دریای خزر
ناحیه مرکزی - سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر (۵-۵۰ متر)	۱/۶۵-۱۰۹	مطالعات حاضر	GC-FID پژوهشگاه اکولوژی دریای خزر
ناحیه شرقی - سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر (۵-۵۰ متر)	nd-۱۶۴	مطالعات حاضر	GC-FID پژوهشگاه اکولوژی دریای خزر
	۲۴۰	استاندارد NRC	

در رسوبات، فصول تابستان و زمستان نیز درصد GRO (۹/۳-۸/۶) از DRO (۹۱/۴-۹۰/۷) کمتر بر آورد گردیده است. آنچه انتظار می رفت میزان ترکیبات سنگین تر بدلیل نقطه جوش بالاتر در آب و رسوبات بیشتر بوده است. همچنین نتایج نشان می دهد که فقط در فصول گرم سال یعنی بهار و تابستان این ترکیبات (GRO) دارای درصد بیشتر داشته اند. این شاید به دلیل تردد زیاد قایق های موتوری بنزین سوز در فصل گرما باشد و همچنین عواملی همچون: ۱- ورود این مواد از طریق رودخانه های ساحلی از قبیل سفیدرود، تجن، گرگانرود و ... ۲- شستشوی سواحل در اثر بارندگی فصلی ۳- چرخش توده آبی از منطقه باکو به سواحل ایران ۴ - حرکت

¹⁶ Flame Ionization Detector (FID)

سیکلون بزرگ از شمال به جنوب دریای خزر، در توزیع و انتشار مواد نفتی در منطقه جنوبی دریای خزر وابسته دانست.



شکل ۲-۴: تغییرات TPHs در رسوبات خزر جنوبی در سال ۲۰۰۲ (Tolosa et al., 2004)

۳-۴- آلاینده های فلزات سنگین

در تحقیق حاضر، حداکثر متوسط سالانه جیوه در نیم خط نوشهر مشاهده گردید. وجود فلز جیوه بنظر می رسد ناشی از منابع آلاینده صنایع و فاضلابهای شهری و بندری شهر ساحلی نوشهر و یا اینکه احتمالاً توسط جریانات دریایی از قسمت بالا دست منطقه غربی به حوزه میانی دریای خزر رسیده باشد. تحقیقات سال ۱۳۸۷ (واردی و همکاران، ۱۳۸۹) نشان داد، غلظت ترکیباتی نظیر کادمیم و جیوه در ایستگاه نوشهر در مقایسه با مطالعه فعلی بالاتر بود. در این مطالعه، غلظت متوسط سالانه سرب در نیم خط امیرآباد افزایش داشته که در مقایسه با مطالعه سال ۱۳۸۷، احتمالاً بواسطه خروج پساب آلاینده از نیروگاه نکا و ورود آنها به اکوسیستم آبی دریای خزر و نیز خروج احتمالی سرب از دود کش های نیروگاه و به همراه ریزش های جوی به دریا سبب افزایش میزان سرب در این ایستگاه بوده است (واردی و همکاران، ۱۳۸۹). جدول ۴-۶، استانداردها و ماکزیمم غلظت فلزات

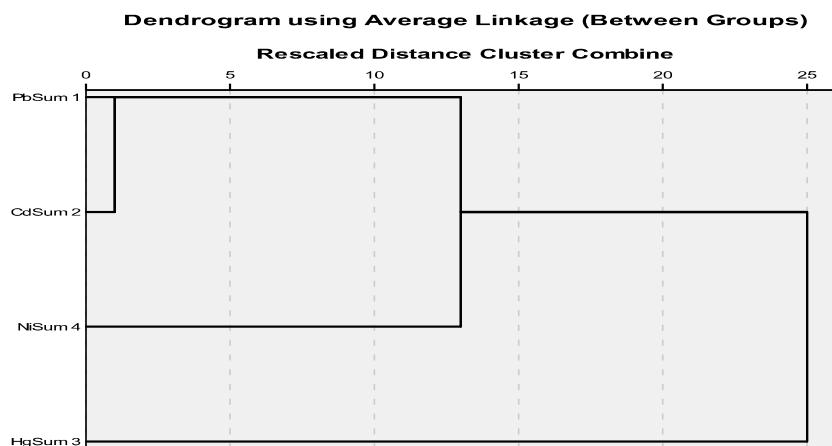
سنگین را نشان میدهد. نتایج فلزات سنگین (کادمیم ، سرب) سواحل جنوبی دارای شرایط حفاظت شده و قابل قبول برای زندگی آبزیان بوده است.

جدول ۶-۴- غلظت فلزات سنگین در آب و مقایسه آنها با برخی مناطق و استاندارد حداکثر سطوح قابل قبول بر حسب میلی گرم بر لیتر

منبع	نیکل	سرب	جیوه	کادمیم	مناطق و استانداردها
Gardiner & Mance , 1984		۲۵	-	۵	ماکزیمم سطح قابل قبول برای زندگی آبزیان (MPL)
SACs Project,2001			۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۵	UK Marine(Estuary)
واردی و همکاران، ۸۹	Nd-۰/۲۴۵	Nd-۰/۰۵۱	Nd-۰/۰۵۸	Nd-۰/۰۵۲	آبهای سطحی (۵ ، ۱۰ و ۵۰ متر) حوزه جنوبی دریای خزر
تحقیق کنونی (۱۳۸۸)	۰/۰۰۴ - ۰/۰۱۲	۰/۰۱۲ - ۰/۰۵۲	۰/۰۰۰۴ - ۰/۰۱۲	Nd	آبهای سطحی (۱۰ ، ۲۰ و ۵۰ متر) حوزه جنوبی دریای خزر

MPL = Maximum permissible levels

بر اساس گروه بندی فلزات تجمع یافته در رسوبات فصل گرم (تابستان) با استفاده از آنالیز خوشه ای تقسیم بندی عناصر طبق شکل ۳-۴ بوده است.

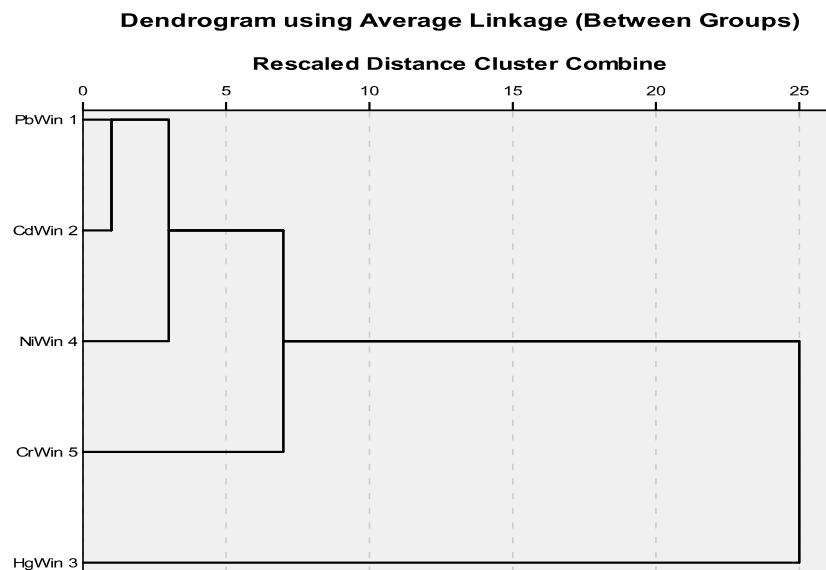


شکل ۳-۴: دندروگرام آنالیز خوشه ای به منظور گروه بندی فلزات تجمع یافته در رسوبات منطقه مطالعاتی فصل گرم (تابستان)

نخست عناصر Cd و Pb در یک گروه و عناصر Ni و Hg بصورت مجزا قرار می گیرند و در تقسیم بندی دوم نیز عناصر Cd، Pb و Ni در یک گروه و Hg بصورت مجزا قرار می گیرد.

بررسی آماری در فصول گرم (تابستان) و سرد (زمستان) بروش آزمون Kruskal-Wallis، میزان غلظت فلزات سرب، کادمیم، نیکل و جیوه در اعماق ۱۰، ۲۰ و ۵۰ متر ایستگاههای آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد، ترکمن تفاوت معنی داری نشان نداد.

فلزات Cu, Pb, Cr, Ni, Co, Zn, V, Fe با دانه ریز رسوبات پیوستگی دارند. دانه ریز نظیر گل/سیلت/رس حاوی مواد آلی آلودگی ها را بیشتر از رسوب نسبتا دانه درشت ماسه ایی در خود نگه می دارند. بنابر این، مکانهایی که رسوبات دانه ریز ته نشین شده باشند بار گذاری احتمالی فلزات سنگین را افزایش می دهند (De Mora et al., 2004; Everaarts, 1993).



شکل ۴-۴: دندروگرام آنالیز خوشه ای به منظور گروه بندی فلزات تجمع یافته در رسوبات منطقه مطالعاتی فصل سرد (زمستان)

با در نظر گرفتن شکل ۴-۴، تقسیم بندی نخست عناصر Cd، Pb و Ni در یک گروه و عناصر دیگر بصورت مجزا قرار می گیرند و در تقسیم بندی دوم Hg بصورت مجزا و بقیه فلزات در یک گروه قرار می گیرد.

با استفاده از آزمون Wilcoxon در رسوبات سطحی (سال ۱۳۸۸) اختلاف معنی دار فصلی (گرم و سرد) برای فلزات سرب و نیکل در حوزه جنوبی دیده نشد. ولی اختلاف معنی دار فصلی (گرم و سرد) برای فلز جیوه در حوزه جنوبی دیده شد ($P < 0/006$). بطوریکه مقادیر متوسط و حداکثری در فصل سرد دیده شد.

در مطالعه حاضر و سال ۱۳۸۷ (واردی و همکاران، ۱۳۸۹)، غلظت فلزات کادمیم، سرب و جیوه در مقایسه غلظت های بحرانی آنها در اروپا، آمریکا و ژاپن زیر حد غلظت بحرانی بوده است. اما در برخی ایستگاهها و در زمانهای مختلف بصورت موردی بالاتر از استاندارد سازمان بهداشت جهانی مشاهده گردید (جدول ۴-۸). در تحقیق کنونی، متوسط مقادیر فلز جیوه فراتر از کیفیت راهنمای استاندارد کانادا (ISQG, 1995) بوده است (جدول ۷-۴). ترکیباتی نظیر آرسنیک، کروم و نیکل در مطالعه سال ۸۸ دارای غلظت هایی فراتر از کیفیت راهنمای استاندارد رسوبات کانادا (CCME, 1999) بود. وجود چنین فلزاتی تا حدود زیادی زمینه طبیعی داشته اما فعالیتهای انسانی از جمله معدنکاوی ممکن است غلظت ها را افزایش دهد (de Mora et al., 2004). توزیع فراوانی داده های فلزی در رسوبات نشان داد، درصد فراوانی برای کادمیم، سرب، جیوه و نیکل بترتیب ۹۸، ۹۶، ۷۷ و ۶ درصد زیر حد مقادیر کیفیت راهنمای استاندارد کانادا بود ولی در مقایسه با مطالعه ۱۳۸۷ (واردی و همکاران، ۱۳۸۹) ترکیب جیوه با کاهش روبرو بوده است. الگوی توزیع غلظت فلزات نیکل، کروم، مس تحت تاثیر اندازه دانه بندی رسوبی آشکار گردید. غلظتهای بالا در جمهوری آذربایجان و ایران منعکس کننده ته نشست درصدی از مواد معدنی رس در مواد رسوبی است (de Mora et al., 2004). تجمع فلز نیکل در رسوبات سطحی حوزه جنوبی در بررسیهای کنونی و سال ۱۳۸۷ (واردی و همکاران، ۱۳۸۹) تا حدی می تواند زمینه طبیعی داشته باشد.

جدول ۲-۴: نتایج فلزات سنگین در رسوبات و مقایسه آن با مطالعه قبلی منطقه جنوبی دریای خزر ** و
استاندارد های آمریکا (NOAA) و کانادا (ISQG)

فلز	استاندارد های مختلف بر حسب ppm وزن خشک							سال ۱۳۸۷	سال ۱۳۸۸ (آستارا-)
	ANZECC/ ARMCANZ Low	ANZECC/ ARMCANZ High	*EPA 3050	ERL	ERM	ISQG	PEL	(آستارا- ترکمن) (۵، ۱۰ و ۵۰ متر) چهار فصل سال	ترکمن (۱۰، ۲۰) ۵۰ و (متر) فصول تابستان و زمستان
Pb	۵۰	۲۲۰	۳۳	۴۷	۲۲۰	۳۰/۲	۱۱۲	۱۳	۱۴
Ni	۲۱	۵۲	-	۲۱	۵۲	-	-	۴۱	۴۴
Cd	۱/۵	۱۰	۰/۹۹	۱/۲	۹/۶	۰/۷	۴/۲	Nd	<۲/۸
Hg	-	-	-	۰/۵	۰/۷۱	۰/۱۳	۰/۷	۰/۱۵	۰/۱۴

ERL=Effects Range Low, ERM=Effects Range Medium, ISQG=Canadian Interim Marine Sediment Quality Guideline, PEL=Probable effects Level, ANZECC/ARMCANZ=. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council. (** واردی و همکاران، ۱۳۸۹)

نتایج بدست آمده در سواحل ایران سه برابر کمتر از مقدار گزارش شده توسط *de Mora* و همکاران در سواحل آذربایجان گزارش شد. بررسی های فعلی و گذشته راجع به تجمع فلزات (کادمیم، سرب) در ۸ نیم خط رسوبی منطقه جنوبی تا عمق ۵۰ متر در سطح نسبتا پایین و زیر حد کیفیت راهنمای استاندارد کانادا (ISQG) تعیین گردید. مطالعات CEP نیز چند فلز (نقره، کادمیم و سرب) در رسوبات دریای خزر در سطح نسبتا پایین قرار داشته که نگرانی زیست محیطی مطرح نیست (de Mora et al, 2004).

۴-۴- شوینده ها

مطالعه حاضر نشان داد، حد اکثر غلظت LAS در فصول پاییز و زمستان بترتیب بمقدار ۱۶۰ و ۱۴۲ میکروگرم برلیتر بوده که در مقایسه با فصول بهار و تابستان بیشتر بوده است. این مقدار بیش از حد معمولی است که عموما غلظت شویننده ها در اکوسیستم های آبی معمولا کمتر از ۱۰۰ میکروگرم برلیتر است مگر در مصب رودخانه ها و منابع آلوده مقدار آنها بیشتر هستند (تیزکار، ۱۳۷۸) بیشتر بوده لذا با توجه به افزایش شویننده در این فصل احتمالا می تواند با تخلیه خروجی شهرها، مناطق مسکونی و شهرک های صنعتی به رودخانه آلاینده های بیشتری

از شوینده ها را وارد دریا کرده است. غلظت شوینده ها در فصل بهار در نیم خط های انزلی و امیر آباد دارای حداکثر مقدار بوده و احتمالاً به نظر می رسد بعلت تردد کشتی ها و جمعیت زیاد انسانی و مصرف بالای شوینده ها در مقایسه با سایر نیم خط ها دارای رشد بیشتری بوده لذا سبب گردید تا غلظت آن در این مناطق بالا رود. نیم خط تنکابن در فصل تابستان دارای بیشترین مقدار غلظتی بوده و در فصل پاییز با کمی افت در همین ایستگاه با افزایش نسبی روبرو بوده که غلظت آنها در فصل زمستان بطور بطئی افزایش را نشان داده است. بررسی ها به صورت کلی نشان میدهد میانگین غلظت شوینده ها (LAS) در کل ایستگاههای منطقه جنوبی دریای خزر در سال ۸۸، حدود ۵۰۰ میکرو گرم برلیتر بوده است. این مقدار نسبت به بررسیهای انجام شده در سال ۱۳۸۷ (واردی و همکاران، ۱۳۸۹) که حدود ۴۹۰ میکرو گرم برلیتر تغییرات قابل ملاحظه ای نداشته است ولی در مقایسه با مطالعه سال ۱۳۷۹ (لالویی و همکاران، ۱۳۸۲) بیش از ۲ برابر افزایش را نشان میدهد. مطالعه صورت گرفته حاکی از این است که مواد مایع ظرفشویی دارای ۱۷ درصد ماده موثر LAS و ۱/۰ درصد فرمالین و ۵ درصد اتانول آمین می باشد که نسبت پودر لباسشویی دستی (دارای ۲۲ درصد LAS) و پودر لباسشویی ماشینی (دارای ۱۰ درصد LAS و فاقد فرمالین و اتانول آمین) می باشند اثرات شدیدتری بر مرگ و میر ماهیان به ویژه سیم و سوف داشته است (تیزکار، ۱۳۷۸). از آنجا که شوینده ها گامی به عنوان عامل تشدید کننده سمیت دیگر آلاینده ها نظیر فلزات سنگین و هیدروکربورهای نفتی عمل نموده بنابراین، حضور روز افزون و فزاینده این نوع آلاینده ها در اکوسیستم منطقه جنوبی دریای خزر اهمیت بیشتری پیدا می کند (Dakay and Kikodemusz, 1981).

پیشنهادها

با توجه به اهمیت و نقش کلیدی رودخانه ها در انتقال آلاینده ها بخصوص سموم کشاورزی، کود شیمیایی، تخلیه فاضلاب و پساب کارخانجات حاشیه رودخانه و شوینده ها به دریا، پیشنهاد میگردد که تعدادی از رودخانه های مهم شیلاتی و زیست محیطی در سواحل جنوبی دریای خزر طی فصول و یا حتی ماهانه نمونه برداری جداگانه جهت تکمیل داده صورت پذیرد. از آنجا که در این پروژه امکان اندازه گیری برخی آلاینده ها در بافت ماهی امکان پذیر نبوده بهتر است در تکمیل کم و کاستی پروژه های قبل تعداد زیادتری از گونه های مختلف ماهیان اقتصادی که در تغذیه ساکنین سواحل استفاده میشود در پروژه های آتی مد نظر قرار گیرد.

مواد نفتی اعم از سمی و غیر سمی که از طرق مختلف وارد دریای خزر می شوند سبب تغییراتی در محیط زیست آبزیان خواهند نمود. از آنجائیکه منطقه جنوبی دریای خزر بی تاثیر از نواحی دیگر دریا نمی باشد بنابراین سهم هر کشور در آلودگی حادث بایستی مشخص و معین گردد، که این امر مهم می تواند از طریق ارگانهای بین المللی و منطقه ای محیط زیست دریایی (CEP) که اهدافی همچون استفاده پایدار اقتصادی دریای خزر، ایجاد تعادل در تنوع زیستی، بالا بردن کیفیت دریای خزر دارند، انجام گیرد.

منابع

- بذرافشان. علی اصغر. ۱۳۷۴. بررسی پارامترهای فیزیکوشیمیایی، آلودگی های نفتی و فلزات سنگین در جنوب شرقی دریای خزر (قبل از حفاری چاههای نفت) پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی تهران.
- بذرافشان، علی اصغر. حاجی پور فرد، حسن. امین نژاد، بیژن. ۱۳۷۵، بررسی اثرات زیست محیطی ناشی از اکتشاف و حفاری در آبهای ساحلی منطقه نکاء و بندر ترکمن (آلودگی های هیدروکربوری). پژوهشهای صنعت و نفت تهران، ص ۳ و ۵.
- پاکباز، م. پورخسوری، س. ز.، ۱۳۷۵، حفاظت از محیط زیست دریای خزر، توسعه و بهره‌وری پایدار، ماهنامه آبریان، سال هفتم، شماره ۹۵، ص ۲۴-۲۰.
- تیزکار، م.، ۱۳۷۸ تعیین حداقل میزان کشنده دترجنت آنیونی خطی بر روی دو گونه ماهیان استخوانی تلاب انزلی (سیم و سفید). پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران. صفحات ۲ تا ۱۰.
- دبیری، مینو (۱۳۷۵) - آلودگی محیط زیست هوا، آب، خاک، صوت - انتشارات اتحاد. ۲۸۶ صفحه
- شرکت مهندسین مشاور خزر آب، ۱۳۷۷، مطالعه طرح مهندسی و ساماندهی رودخانه تجن، کیفیت آب و آثار زیست محیطی، شرکت سهامی آب منطقه‌ای مازندران و گلستان
- جهانی، ع.ع.، قدرت‌نما، ق. ۱۳۷۵. وضعیت زیست محیطی دریای خزر در شرایط افزایش سطح آب دریا، مجله آب و توسعه، شماره ۱ (۳)، ص ۱۸-۳۲.
- کاسیموف، آ.ک.، ۱۹۹۴، اکولوژی دریای خزر، ترجمه شریعتی (۱۳۷۶)، انتشارات میرزا کوچک خان ص ۲۶۳.

- پورغلام، ر.، 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.، نجف پور، ش.، نصراله زاده ساروی، ح.، هاشمیان، ع.، تهامی، ف.، لالویی، ف.، غلامی پور، س.، علومی، ی.، سالاروند، غ.ر.، ۱۳۷۴، هیدرولوژی و هیدروبیولوژی حوضه جنوبی دریای خزر، انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۰۸-۰۷۱۰۲۴۲۰۰۰-۷۳

- کردوانی، پ.، ۱۳۷۴، اکوسیستم آبی ایران (دریای خزر)، نشر قومس.

- کریلف، د.آ.، ۱۹۸۷. زمین شناسی و منابع نفت و گاز دریای خزر. ترجمه اداره آمار و اطلاعات فنی اکتشاف و تولید وزارت نفت، ۱۳۶۸. تهران: وزارت نفت.

- لالوئی، فرامرز. موسوی، م.، نجف پور، ش.، حسینی، ع.، نصراله زاده ساروی، ح.، ابو، م.، نادری، م.، افراپی، م.ع.، کیهان ثانی، ع.ر.، ۱۳۷۵. بررسی جامع رودخانه تنکابن، انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۰۹-۰۷۱۰۲۱۴۰۰۰-۷۵

- 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. ۰۶-۰۷۱۰۲۱۴۰۰۰-۷۷.

- لالوئی، ف.، روحی، ا.، واحدی، ف.، نصراله زاده ساروی، ح.، صفری، ر.، یعقوب زاده، ز.، مخلوق، آ.، سلیمانی رودی، ع.، واردی، س.ا.، گنجیان، ع.، رستمیان، م.ت.، نجف پور، ش.، سالاروند، غ.ر.، امانی، ق.ب.، مکرمی، ع.، قاسمی، س.، ۱۳۸۹. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگی های زیست محیطی اعماق ۱۰ تا ۱۰۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۰۳۲-۲۰۰۰۰۰-۰۴۰۰۰۰-۸۳۰۸۳-۲

- نجف پور، ش.، واردی، ا.، روحی، ا.، گنجیان، ع.، موسوی، م.، افزایی، م.ع.، یوسفیان، م.، ربانی، م.، کیهان ثانی، ع.ر.، ۱۳۸۶. بررسی مستمر (Monitoring) روخانه شیروود (غرب استان مازندران-۷۹) انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۰۲-۰۷۱۰۲۱۴۰۰۰-۷۶

- نجف پور، ش.، نصراله زاده ساروی، ح.، هاشمیان، ع.، مخلوق، آ. افزایی، م.ع.، ربانی، م.، احمدی، م.ر.، تکمیلیان، ک.، ۱۳۸۴. مطالعات تکمیلی لیمنولوژیکی روخانه شیروود (غرب استان مازندران-۸۱) انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۰۴-۰۷۱۰۲۴۲۰۰۰۰-۸۱

- نجف پور. شعبان.، نصراله زاده ساروی، ح.، پرداختی.، ۱۳۸۰. تعیین برخی از سموم کشاورزی کلره در آب رودخانه های بابلرود، چالوس و مصب آنها. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۰۱-۰۷۱۰۲۱۴۰۰۰-۷۴

- نصراله زاده ساروی، ح.، فضلی، ح.، نجف پور، ش.، امینی، غ.ر.، واردی، ا.، واحدی، ف.، غلامی پور، س.، ربانی، م.، ۱۳۷۵. بررسی آلودگیهای نفتی و فلزات سنگین در حوزه جنوبی دریای مازندران. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۰۸-۰۷۱۰۲۱۴۰۰۰-۷۵

- واردی، ا.، نصراله زاده ساروی، ح.، نجف پور، ش.، واحدی، ف.، غلامی پور، س.، یونسی پور، ح.، علومی، ی.، طالشیان، ح.، احمد نژاد، ا.، ۱۳۸۹. پروژه بررسی آلاینده های زیست محیطی (فلزات سنگین، هیدرکربورهای نفتی، سورفاکتانت ها و سموم کشاورزی) در سواحل جنوبی دریای خزر. ساری: پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ۰۸-۸۶۰۸۸-۸۶۰۵-۱۲-۷۶-۲.

- ANZECC/ARMCANZ. 2000. Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council, and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand
- APHA (American Public Health Association). 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. American Public Health Association.
- ATSDR (Hazardous Substances Emergency Events Surveillance System). 1999. Toxicological profile for total petroleum hydrocarbon (TPHs). US Department of Health and Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, GA. USA.
- Babu Rajendran, R., Karunguran, V.M., Babu, S. And Subramainian, A.N. 1992. Level of chlorinated Insecticides in fishes from the Bay of Bengal; Marine pollution Bulletin
- 24, (11), pp. 567-570.
- Castilho, J.A.A., Fenzl, N., Guillen, S.M. and Nascimento, F.S. 2000. Organochlorine and organophosphorus pesticide residues in the Aytoya river basin, Chinandega, Nicaragua. Environmental Pollution 110 (3) 523-533.

- CCME. 1999. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: Summary tables. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers for the Environment, Winnipeg. Clark, R.B. 1992. Marine Pollution, 3rd edition; pp. 25- 45.
- CEP(Caspian Environmental Program). 1998. Transboundary Diagnostical Analysis National Report of the Republic of Kazakhstan. Almaty: Kazakhstan.
- CEP(Caspian Environmental Program). 1998. National Report of Azerbaijan .Environmental problems of the Caspian Region. Baku, Azerbaijan.
- CEP(Caspian Environmental Program). 1998. National Report of Russian federation .Environmental problems of the Caspian Region .Moscow, Russia.
- Clark, R.B. 1992. Marine Pollution, 3rd edition; pp. 25- 45.
- Choi, K.Y., Kim, S.K. and Chon,H,T. 2008. Distributions and Accumulations of Heavy Metals in the Sediments of Harbors and Coastal Areas in Korea. Proceedings of the International Symposia on Geoscience Resources and Environments of Asian Terranes (GREAT 2008), 4th IGCP 516,and 5th APSEG; Bangkok, Thailand.
- Dakay, M.F.and Kikodemusz,I.1981. Effect of syntetic detergents on the formazan of various environmental ha bacteria. Zen tralbl. Mikrobiol. Vol . 174,pp.121-124.
- De Mora, S., Villeneuve, J.P., Sheikholeslami, M.R., Cattini, Ch. and Tolosa I. 2004. Organochlorinated compounds in Caspian Sea sediments “ Marine Pollution Bulletin 48: 30–43
- De Mora, S. and M. R. Sheikholeslami. 2002. Final report: interpretation of Caspian Sea sediment data. Contaminant Screening Programme of Caspian Environment Programme, UNCED, Baku, Azebijan.
- Dumont, H.J. 1998. The Caspian Lake: history, biota, structure, and function. *Limnology and Oceanography*, 43: 44–52.
- EEC, 1998. Council Directive 98/83/EC of 3 Nov. 1998 on the quality of water intended for human consumption (Official Journal L 330, 05/12/1998, (p. 32-45).
- Efendieva, L. M., and F.M. Dzhafarov. 1993. Ecological problems of the Caspian Sea. Hydro technology Construction, 1(27):22-23.
- El-Kabbany, S., Rashed, M.M. and Zayed, M.A. 2000. Case study Monitoring of the pesticide levels in some water supplies and agricultural land, in El-Haram, Giza (A.R.E.); *Journal of Hazardous Materials A72* (2000) 11–21
- Everaarts, J.M.1993: Heavy metals in sediment, zooplankton and epibenthic invertebrates from thev area of the continental slope of the Banc d' Arguin (Muriania). *Hydrobiologia*, 258: 41-58.
- EPA, 2004. Chemicals Evaluated for Carcinogenic Potential Science Information Management Branch Health Effects Division Office of Pesticide Programs U.S. Environmental Protection Agency July 19, 2004
- EPA, 1992. National Survey of Pesticide in Dinking water wells. Phase II Report EPA 570/9- 91-020, National Technical Information Service, Spring-field, VA.
- EPA, 1995. US Environmental Protection Agency. Pesticides Module Method # 508, Washington, DC
- Fowler, S.W., Readman, J.W., Oregioni, B., Villeneuve, J. P. and McKay, K. 1993. Petroleum hydrocarbons and trace metals in near shore Gulf sediments and biota before and after the 1991 war: an assessment of temporal and spatial trends. *Marine Pollution Bulletin*, 27:171–182.
- Gardiner, J. and Mance, G.1984. Water quality standards arising from European community directives, Water Research Center, No.204.
- Guzzella, L., Rosciolia, C., Vigano` L., Sahab, M., Sarkarb, S.K. and Bhattacharyab, A. 2005. Evaluation of the concentration of HCH, DDT, HCB, PCB and PAH in the sediments along the lower stretch of Hugli estuary, West Bengal, northeast India; *Environment International* 31: 523– 534.
- Hastie, T. and Tibshirani, R. (1990). Generalized Additive Models. Chapman and Hall, London.
- Hong, S.H., Yim, U.H., Shim, W.J. Li, D.H. and Oh J.R. 2006. Nationwide monitoring of polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in sediments from coastal environment of Korea, *Chemosphere* 64 (2006) 1479–1488
- Hung, DQ. and Thiemann, W. 2002. Contamination by selected chlorinated pesticides in surface water in Hanoi, Vietnam. *Chemosphere* 47: 357-67
- ISQG,1995. Interim sediment quality guidelines. Enviroment Canada, Ottawa,9pp.

- Kingston, P. E. 1992. Impact of offshore oil production installations on the benthos of the North Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 49: 45-53.
- Karpinsky, M.G. 1992. Aspects of the Caspian Sea benthic ecosystem. *Marine Pollution Bulletin*, 24:384–389.
- Korotenko, K.A., Mamedov, R.M., Kontar, A.E. and Korotenko, L.A. 2004. Particle tracking method in the approach for prediction of oil slick transport in the sea: modelling oil pollution resulting from river input. *Journal of Marine Systems*, 48:159– 170.
- Lehotay, S.J., Harman –Fetcho, J.A. and McConnell, L.L. 1998. Agricultural Pesticides residues in oysters and water from two Chesapeake bay tributaries; *Marine Pollution Bulletin*, 37 (1-2) 32-44
- **Li, Y., Zhao, Y., Peng, S., Zhou, Q. and Ma, L.Q. 2010. Temporal and spatial trends of total petroleum hydrocarbons in the seawater of Bohai Bay, China from 1996 to 2005. *Marine Pollution Bulletin*, 60(2):238-43.**
- MOOPAM, 1999, Manual of oceanographic observations and pollutant analyses methods, Kuwait.
- Mostafa, A. R., Wade, T.L., Sweet, S.T., Al-Alimi, A.K.A. and Barakat, A.O. 2007. Assessment of persistent organochlorine residues in sediments of Hadramout coastal area, Gulf of Aden, Yemen, Baseline / *Marine Pollution Bulletin* 54:1053–1058
- Najafpour, Sh. 2007. A Water Quality Study with Emphasis on Pesticides in Shiroud River Catchment in Southern Par of Caspian Sea. Ph.D. Thesis of Industrial Technology, University Science Malaysia
- Najafpour, Sh., Abbas Alkarkhi, F.M., Nik Ab Rahman, N.N. and Gholamipour, S. 2005. Effect of Chlorinated Pesticides residues of lindane, dieldrine and aldrine in Tajan River. The Proceeding of Int. Conf. on 2nd Chem. & Bio. Eng. in Conjunction with 19th Symp. Malaysia Chem. Eng. (SOMCHE) pp. 686-689, 8-10th Dec. Kota Kinabalu University Malaysia Sabah, Malaysia.
- Najafpour, Sh. 2002. Determination of pesticides residues, kelthane, lindane DDT, DDE and β -HCB in coastal region of Caspian Sea. The Proceeding of Regional Symp.of Chem. Eng. (RSCE) and Symp. of Malaysian Chem. Eng. (SOMCHE), vol. 1 pp. 337–341; Malaysia, Kuala Lumpur, 28-30th Oct.
- Najafpour, Sh., Abbas Alkarkhi, F.M., AB Kadir M.O. and Najafpour, Gh.D. (2009) “statistical assessment of organochlorine pesticides residues in surface water penetrated into capian Sea” *J. of The Chemical Society of Pakistan.*, 31(3); pp. 415-421.
- Najafpour, Sh., Farabi, S.M.V., Yousefian, M., Abbas Alkarkhi, F.M. and Ganjian A. 2010. The Determination of Organochlorine Pesticides Residues in Chalus River Water by multivariate Analysis” *Iranica J.of Energy & Environment* 1(3), 222-227
- Najafpour, Sh., AB Kadir, M.O. and Abbas Alkarkhi, F.M. 2004. Study of chlorinated pesticides residues of DDE, Kelthane, α and β -HCB in freshwater of Babolroud River. The Proceedings of conference of ECOMOD 2004 pp. 275-279, 29-30th Sep. Universiti Sains Malaysia, Penang, Malaysia.
- Nasrollahzadeh H. and M. Malekshomali. 2002. Fluctuation of oil pollution in some important ports of the southern of Caspian Sea. In proceedings of 10th International Congress, 24-25 December, 2002, KspaNIRKH: Astarkhan, Russia, 22-25.
- Neville, R.; 2006. Environmental Protection in the Caspian Sea: Policy Constraints and Prescriptions. International Institute for Caspian Studies. [http://www.caspianstudies.com/article/Rachel Nevil.htm](http://www.caspianstudies.com/article/Rachel%20Nevil.htm) . *Chemosphere*. 53:1113-1121.
- **Parizanganeh, A., Lakhan, V.C. And Jalalian, H., 2007. A geochemical and statistical approach for assessing heavy metal pollution in sediments from the southern Caspian coast. *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 4 (3): 351-358**
- Rand, G.M. 1995. Fundamentals of aquatic toxicology . Taylor & Francis. United States: 859-882.
- SACs Project, 2001. UK Marine. Water quality standards for List I substances
- Said, T.O. and Hamed, M.A. 2005. Distribution of Chlorinated pesticides in Surface Water and Fish of El Tamsah and Bitter Lakes, Sues Canal. *Egyptian Journal of Aquatic Research*; V, 31(1) 200-212
- Sfrios, A., Maroli, L., pavoni, B. and Raccanelli, S. 1993. Concentrations of Polychlorinated Biphenyls and pesticides indifferent species of Macroalgae from venice lagoon. *Marine pollution Bulletin* vol. 26, (10), pp.553-556.
- Sherret, S.M. 2009. Pollution of petroleum hydrocarbon in the new damietta harbor, Egypt. *Emirate Journal for Engineering Research*, 14(1):65-71.
- Tomlin C. 2000. The Pesticide Manual, Incorporating the Agrochemical Handbook, 12th Edition. Crop protection Publication; British Crop Protection Council and the Royal Society of Chemistry, Cambridge
- Tolosa, I., Mora S.D., Sheikholeslami, M.R., Villeneuve, J.P., Bartocci J., Cattini C., 2004. Aliphatic and aromatic hydrocarbons in coastal Caspian sea sediments, *Marine Pollution Bulletin*, 48:44–60.

- Turgut, C. 2003. The contamination with organochlorine pesticides and heavy metals in surface water in Menderes River in Turkey, 2000–2002. *Env. International* 29: 29– 32
- TPHCWG (Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group). 1997. TPHCWG Series Volume 3: Selection of Representative TPH Fractions Based on Fate and Transport Considerations. Health and Environmental Sciences Department, USA
- TPHCWG (Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group). 1998. TPHCWG Series Volume 1: Analysis of Petroleum Hydrocarbons in Environmental Media. and Environmental Sciences Department, USA.
- UBA. Umweltbundesamt, (1993) *Date our Umbel*. Erich Schmidt Vela, Berlin. 439- 442.
- Van den Berg, F., Kubiak, R., Benjey, W.G., Majewski, M.S., Yates, S.R., Reeves, G.L., Smelt, J.H. and van der Linden, A.M.A. 1999. Emission of pesticides into the air, water, *Air and Soil Pollution* 115, 195-218.
- WHO/ UNEP/WB, 2000, Health risks from pollution, p. 20 (World Health Organization United Nations Development Program World Bank)
- Winkels, H.J. and N.S. Kasimov. 1998. Geochronology of priority pollutants in sedimentation zones of the Volga and Danube delta in comparison with the Rhine delta. *Applied Geochemistry*, 13:581-591.
- Ware, G.W. and Whitacre, D.M. 2004. *The Pesticide Book*, 6th ed., Willoughby, OH: MiesterPro Information Resources.
- Yu, S.J. 2008. *The toxicology and Biochemistry of Insecticides*; Published by CRC Press

Abstract:

At the present study, the environmental pollutants such as organochlorine pesticides (OCPs), heavy metals, hydrocarbons and surfactants were done during 22 months (Sept. 2009 through May 2011) located in southern part of Caspian Sea with longitude and latitude 48°-54° N and 36°-39° E, respectively. The aims of this study were to determine the seasonal pollutants matters in water layers and bed sediments of eight transect (24 stations) and the results are as follow:

The maximum seasonal percentage range of OCPs were detected in spring water samples from 10, 50, and 50m depths such as (DDD, δ -BHC, heptachlor epoxide, endrin aldehyde), (DDD) and (aldrin, β -endosulfan) compounds about 62.5, 75 and 100%, respectively. The maximum seasonal residues fluctuation of OCPs were determined in spring water samples from 10, 50, and 50m depths such as aldrin (Babolsar station), aldrin (Tonekabon station) and heptachlor epoxide (Astara station) compounds about 5.03, 3.08 and 31.43 $\mu\text{g/l}$, respectively. The maximum percentage range of OCPs were detected in sediments samples from 10, 50, and 50m depths such as aldrin and α -BHC (winter), α -BHC (summer and winter) and aldrin (summer) compounds about 100, 75 and 87.5%, respectively. The maximum residues fluctuation of OCPs were determined in sediments samples from 10, 50, and 50m depths such as α -BHC (summer in Nushahr station), α -BHC (summer in Sefidroud station) and α -BHC (winter in Tonekabon station) and compounds about 5.96, 3.77 and 3.07 $\mu\text{g/l}$, respectively.

The fluctuation and distribution of Total Petroleum Hydrocarbons (TPHs) concentration in different water layers samples were reduced from summer > spring > fall > winter, respectively. Also this trend occurred for bed sediments and reduced from winter > summer, respectively. The mean concentrations of TPHs in water samples of all seasons, regions, depths and transects were less than maximum permissible concentration (MPC). In this research, a comparison of TPHs with EPA standards shown that the desile range organic (DRO) was close to EPA standards such as TPHs and also 95 percent of water data were less than MPC. But gasoline range organic (GRO) concentrations in all stations were less than the amount of EPA standard. A comparison of TPHs concentration in sediments shown that the concentration of all stations were less than of national research council (NRC) range except west part.

The maximum annual mean concentrations of Hg and Pb elements were detected in surface station (50m) at Nushahr and Amirabad transects. The most water data of Cd, Pb and Hg elements in comparison with critical concentrations with Europe, the USA and Japan standards were less than amounts of those standards. The distribution and abundance of Cd, Pb, Hg and Ni elements in water samples were detected 98, 96, 77 and 6%, respectively less than the ISQGs (Interim marine sediment quality guidelines) standards. In sediments samples, the mean and maximum concentration of Hg element detected in winter in comparison with ISQGs standards was more. But the concentrations of Cd and Pb in sediments samples of all stations were low and less than of ISQGs standards.

The maximum concentration of linear alkyl benzene sulfonate (LAS) from spring through winter in Anzali (spring), Tonekabon (summer), Anzali (fall) and Nushahr (winter) were 0.07, 0.45, 0.145 and 0.087 mg/l , respectively. The maximum concentrations of LSA were detected in spring and fall in west part and summer and winter in middle part. But the lower concentration was occurred in west of southern part of Caspian Sea. According to standards of surfactants and comparison with LAS concentration of this study were less than the critical points.

Keywords: Organochlorine Pesticides (OCPs), Total Petroleum Hydrocarbons (TPHs), Heavy Metals, Surfactants, Environmental Pollution, Caspian Sea

Ministry of Jihad – e – Agriculture

AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION

IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION – Caspian Sea Ecology Research Center

Title : A Study on Environmental Pollutants (Organochlorine Pesticides (OCPs), Heavy metals, Hydrocarbons and Surfactants) in the southern part of Caspian Sea

Approved Number: 12-76-12-8801-88034

Author: Shaban Najafpour

Executor : Shaban Najafpour

Collaborator : N.Porang, R.Porgholam, S.M.V.Farabi, H. Nasrollahzadeh, S.A. Varedi, H.Yonesipour, M. Rezaei, S. Gholamipour, Y. Olomi, A.Nasrollahtabar, A. hmadnezhad

Advisor(s): -

Supervisor: -

Location of execution : Mazandaran province

Date of Beginning : 2010

Period of execution : 2 Years

Publisher : *Iranian Fisheries Research Organization*

Date of publishing : 2013

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 RESEARCH ORGANIZATION - Caspian Sea Ecology Research Center

Title:

A Study on Environmental Pollutants (Organochlorine Pesticides (OCPs), Heavy metals, Hydrocarbons and Surfactants) in the southern part of Caspian Sea

Executor :

Shaban Najafpour

Registration Number

42012