CC BY

مقاله علمی – پژوهشی:

بررسی تغییرات سموم کلره و مقایسه آن با دهه‌های گذشته در منطقه جنوبی دریای خزر

حوریه یونسی‌پور[۱]، حسن نصراله‌زاده ساروی[۱*]، محمد علی افرایی[۱]، شعبان نجف‌پور[۱]، یوسف غلامی‌پور[۱]، احد احمدنژاد[۱]، مریم رضایی[۱]

*hnsaravi@gmail.com.com

۱-پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران.

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۹

چکیده

دریای خزر یک سیستم لب‌شور و به لحاظ ترکیبات شوری آبی منحصربه‌فرد می باشد، به همین دلیل ارزیابی معیارهای آلایندگی بر پایه کیفیت آب همین دریا در گذشته و حال قابل تصدیق است. در این پژوهش، اطلاعات طی سال‌های ۸۹-۱۳۸۷ جمع‌آوری شده و در غالب پروژه بررسی گردیده است. نتایج به‌دست آمده نشان داد، تغییرات غلظت سموم ارگانوکلره در محیط آبی با توجه به ورود آن از طریق رودخانه‌های منتهی به آن است و میزان غلظت آن در آب، در فصول و مناطق مختلف متفاوت می‌باشد. نتایج نشان داد، در زمستان ۱۳۸۷ غلظت ترکیبات سموم ارگانوکلره در محیط آبی روند افزایشی داشته است. در سال ۱۳۸۹ حداکثر میزان درصد سموم در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان به‌ترتیب در نواحی میانی، شرق و غرب و حداکثر درصد ترکیبات سموم در نمونه‌های آب مناطق ناحیه شرق برابر ۷۵ درصد در فصل بهار مشاهده گردید. همچنین حداکثر غلظت سم ارگانوکلره متعلق به سم α-Endosulfan با غلظت ۳/۸۶ میکروگرم بر لیتر بود که در منطقه نوشهر و در عمق ۵۰ متر ناحیه سطحی ثبت گردید. با توجه به نتایج، در شرایط حاضر میزان غلظت ترکیبات سموم کلره در دامنه مناسب و با فاصله از ساحل شرایط کیفی آب برای پرورش ماهی در قفس مناسب‌تر است. البته مواردی از غلظت‌های بالای آلودگی به سموم نیز مشاهده شده که مربوط به ورود آب از رودخانه‌ها بوده است. بنابراین، یکی از راه‌های عدم مواجهه با این فرآیند برقراری سازه‌های آبزی‌پروری در فاصله مناسبی از ساحل و در اعماق بیش از ۵۰ متر می باشد.

لغات کلیدی: آلاینده سموم کلره، آب، رسوب، دریای خزر

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.1.3.2]

مقدمه

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)، برخورداری از زیستگاه‌های پرندگان، وجود تالاب‌ها و خلیج‌ها، یکی از منحصربه‌فردترین دریاچه‌های بسته جهان است. براساس آمار سرشماری جهانی، میزان جمعیت هر روز در حال افزایش می‌باشد. برای افزایش محصولات کشاورزی و حاصلخیزی خاک از سموم کشاورزی استفاده می‌شود. طی سال‌های ۲۰۰۲-۱۹۹۹ حدود ۷۵ ترکیب سمی فعال در آژانس حفاظت محیط زیست امریکا ثبت گردید که بیش از نصف آنها جزء ترکیبات متعارف شیمیایی و مابقی آنها به ترکیبات شیمیایی ریسک‌پذیر تقلیل یافته هستند (Ware and Whitacre, 2004). حال با استفاده گسترده سموم و حاصلخیزکننده‌ها، بخش قابل ملاحظه‌ای از آنها سبب آغشته شدن غلات و حبوبات به قارچ‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها و علف‌کش‌ها می‌شوند و با تداوم این امر، لایه‌های زمین، آبهای زیر زمینی و سطحی به میلیون‌ها تن مواد سمی و شیمیایی آلوده می‌گردند. با مخاطره افتادن دریا، نظم اکوسیستم دریایی دستخوش تغییرات می‌گردد و ادامه حیات ماهیان و آبزیان در آبهای آلوده دریا عملاً سلامت انسانها را با خطر جدی مواجه خواهد ساخت. سم کلره BHC (C6 H6Cl6) دارای ایزومرهای متفاوت از جمله γ, δ, β, α می‌باشد که ایزومر گامای آن لیندین است. تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که سم مذکور عامل سرطان‌زایی برای موش‌ها و انسان‌هاست (Tomlin, 2000). سم DDE (C14H8Cl4) با از دست دادن یک کلر از گروه CCl3 – از DDT مشتق گردیده است. همچنین در سواحل رومانیایی دریای سیاه بر روی رسوبات مطالعاتی صورت گرفت و نتایج نشان داد غلظت سموم ددت و لیندان به‌ترتیب ۰/۰۳۶ و ۰/۰۲ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک بوده است (Fillmann, 2002). مطالعاتی در زمینه باقی‌مانده سموم ارگانوکلره در آب، رسوب و ماهی از نوار ساحلی دریای خزر (آستارا تا بندرترکمن) و برخی از رودخانه‌های مهم استان طی دو دهه گذشته نظیر مناطق ساحلی با اعماق کمتر از ۱۰ متر در چند دوره، در رودخانه‌های بابلرود، چالوس‌رود ، شیرود، چشمه کیله تنکابن و رودخانه تجن صورت پذیرفت (شرکت مهندسین مشاور خزر آب، ۱۳۷۷؛ نجف‌پور و همکاران، ۱۳۸۴، ۱۳۸۶؛ لالوئی و همکاران ۱۳۷۵، ۱۳۸۳ و ۱۳۸۹؛ واردی و همکاران، ۱۳۸۹). تحقیقات نسبتاً کاملی در زمینه سموم کشاورزی ارگانوکلره در رودخانه‌های بابلرود (شش ایستگاه) و چالوس‌رود (چهار ایستگاه) در خصوص ترکیبات شیمیائی نظیر DDT،DDE، کلتان، ایزومرهای آلفا بنزن هگزا کلراید، بتا بنزن هگزا کلراید و لیندین طی یک سال در چهار فصل صورت پذیرفته است (نجف‌پور و همکاران، ۱۳۸۰). این تحقیق با هدف شناسایی مناطق مناسب برای آبزی‌پروری در قفس در حوزه جنوبی دریای خزر انجام گردید.

مواد و روش کار

در این مطالعه منطقه جنوبی دریای خزر و نمونه‌برداری با استفاده از کشتی گیلان طی سال‌های ۱۳۸۷، ۱۳۸۸و ۱۳۸۹ در هشت نیم خط عمود بر ساحل آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و ترکمن انجام شد. در هر ایستگاه، نمونه‌های آب در قسمت سطحی جمع‌آوری شد و پس از اختلاط کامل مقدار یک لیتر از آن جدا و در ظرف شیشه‌ای تیره‌رنگ قرار داد و با مواد آلی (هگزان نرمال) تثبیت گردید. نمونه تثبیت‌شده به آزمایشگاه منتقل و سپس در سه مرحله با افزودن حلال آلی (هگزان نرمال) با استفاده از شیکر و دکانتور، عمل جداسازی فاز آلی و فاز مایع صورت پذیرفت. در این مرحله، نمونه با استفاده از مواد شیمیایی، آب‌زدایی گردید و سپس با استفاده از روتاری اواپوراتور مقدار آن تا ۲ میلی‌لیتر تغلیظ گردید. نمونه با استفاده روش ۵۰۸ - US-EPA تغلیظ شد و به همراه نمونه شاهد مطابق نمونه مذکور، عمل تثبیت و جداسازی آن با افزودن استاندارد آماده گردید و سپس با استفاده از دستگاه GC-ECD با مدل Shimadzu-14 A، گاز حامل هلیوم و make up آن گاز ازت با خلوص ۹۹/۹۹۹ درصد می‌باشد. ستون مویی به طول ۲۵ متر با ضخامت فیلم ۰/۲۵ میکرون و با

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.1.3.2]

قطر داخلی۰/۲۲ میلی‌متر که نوع فاز آن CPB1 غیر قطبی (EPA, 1995) می‌باشد، نمونه‌ها قرائت گردید. نمونه‌های رسوب از ایستگاه‌های۱۰، ۵۰ و۱۰۰ متری به‌وسیله گرپ از بستر دریا از هشت ایستگاه به تعداد ۴۸ نمونه در فصول تابستان و زمستان برداشت گردید. نمونه‌های رسوب فریز درایر شد و در اوزان ۵-۳ گرم وزن گردید. نمونه رسوب در سیستم سوکسله قرار گرفت. سپس مراحل تغلیظ اولیه با دستگاه روتاری (Rotavapor-Buchi 142-Switzerland) و کلیناپ (Clean Up) آن با استفاده از ستون کروماتوگرام که شامل سیلیکاژن و نمک آبگیر می‌باشد، جهت آب‌زدائی و رنگ‌بری احتمالی نمونه انجام یافت. در مرحله بعد، عمل تغلیظ نمونه تا ۲cc با دستگاه روتاری صورت پذیرفت. در خاتمه ۲cc از نمونه نهائی جهت قرائت به‌وسیله دستگاه GC تغلیظ گردید (EPA, 1995).

روش تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های سموم کلره، از نرم افزار SPSS نسخه ۱۱/۵ آزمون آماری غیر پارامتریک (Kruskal Walis) استفاده گردید. همچنین از روش پیرسون (Pearson) برای تعیین ضریب همبستگی ترکیبات در هر دو حالت $p<۰/۰۱$ و $p<۰/۰۵$ در نمونه‌های آب و رسوب در این تحقیق نیز استفاده شده است (Hastie and Tibshirani, 1990). برای مشخص شدن نرمال بودن داده‌ها، از آزمون‌های Kolmogorov-Smirnov و همچنین Shapiro-Wilk استفاده گردید. چون در اکثر موارد نرمال بودن داده‌ها مورد تایید قرار نگرفت، الزاماً برای تحلیل داده‌ها از روش‌های آماری غیر پارامتریک استفاده گردید.

نتایج

سموم کلره در آب

تعداد ۱۶ سم ارگانوکلره شامل DDD، DDE، DDT، δ-BHC، Heptachlor، β-BHC، Dieldrin، Endrinα-، Endosulfan، β-Endosulfan، α-Endosulfan، sulfate، Endrin aldehyde، Aldrin heptachlor epoxide، Lindane یا (γ-BHC) در مطالعات سه دوره به طور مستمر اندازه‌گیری گردیدند که نتایج آنها به شرح ذیل است: در مطالعه سال ۱۳۸۷، حداکثر غلظت سموم ارگانوکلره در نمونه آب لایه‌های سطحی فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان برحسب میکروگرم بر لیتر در جدول۱ ارائه شده است.

جدول ۱: حداکثر غلظت میکرو گرم بر لیتر و تعداد ترکیبات در اعماق مختلف مناطق غربی، میانی و شرقی طی چهار فصل سال ۱۳۸۷
Table 1: Maximum concentration of micrograms per liter and number of compounds in different depths of western, middle and eastern regions during the four seasons of 2008

نمونه آب	۵ متر				۱۰ متر				۵۰ متر			
	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
حداکثر غلظت (میکروگرم بر لیتر)	۵/۴	۰/۵۰	۱۸/۶	۶۰۰۳	۲/۲	۸/۴	۲/۲	۱۱۶۵	۳/۶	۱۲/۹	۱۳	۷۲۷
تعداد سم در غرب	۱۴	۵	۱	۱۶	۱۳	۳	۱۶	۳	۱۳	۱۶	۵	۳
تعداد سم در میانی	۱۵	۵	۱۶	۱۰	۱۶	۱۴	۱۴	۷	۱۴	۱۵	۱۶	۳
تعداد سم در شرق	۱۴	۵	۵	۵	۱۴	۱۳	۶	۵	۱۳	۱۶	۱۳	۳

نتایج به‌دست آمده در مطالعه سال ۱۳۸۷ نشان داد که در نمونه‌های آب تمامی ایستگاه‌ها از ساحل به اعماق بالا، غلظت سموم ارگانوکلره روندی افزایشی داشته است. سهم حداکثر مشارکت درصدی ترکیبات و تعداد ترکیبات سموم ارگانوکلره، روندی رو به رشد را نشان داده است و بیشترین غلظت آلودگی (۶۰۰۳ ppb) در فصل زمستان در عمق ۵ متر ثبت گردید. در مطالعه سال ۱۳۸۸، حداکثر غلظت سموم ارگانوکلره در نمونه آب لایه‌های

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.1.3.2]

سطحی فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان برحسب میکروگرم برلیتر در مشاهده گردید (جدول ۲).

جدول ۲: حداکثر غلظت میکرو گرم بر لیتر و تعداد ترکیبات در اعماق مختلف مناطق غرب، میانی و شرق طی چهار فصل سال ۱۳۸۸
Table 2: Maximum concentration of micrograms per liter and number of compounds in different depths of western, middle and eastern regions during the four seasons of 2009

نمونه آب	۱۰ متر				۵۰ متر				۱۰۰ متر			
	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
حداکثر غلظت	۵/۰۳	۱/۹۱	۰/۶	۰/۵	۳/۰۸	۰/۷	۰/۲	۲/۳	۳۱/۴	۰/۸۳	۰/۵	۵/۳۲
تعداد سم غرب	۱۲	۶	۳	۵	۱	۱۵	۳	۲	۱۴	۳	۲	۱
تعداد سم میانی	۱۲	۲	۵	۹	۱۶	۲	۳	۴	۱۵	۳	-	۱۵
تعداد سم شرق	۹	-	-	۵	۶	۲	-	۲	۱۱	۲	--	۱۴

نتایج نشان داد که در نمونه‌های آب لایه سطحی، بیشترین غلظت آلودگی (۳۱/۴ ppb) در فصل بهار در عمق ۱۰۰متر بود. در مطالعه سال ۱۳۸۹، حداکثر غلظت سموم ارگانوکلره در نمونه آب لایه های سطحی فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان برحسب میکروگرم برلیتر، مشاهده گردید (جدول ۳).

جدول ۳: حداکثر غلظت میکرو گرم بر لیتر و ترکیبات در اعماق ۵، ۱۰ و ۵۰ متری مناطق غرب، میانی و شرق طی چهار فصل سال ۱۳۸۹
Table 3: Maximum concentration of micrograms per liter and compounds at depths of 5, 10 and 50 meters in the western, middle and eastern regions during the four seasons of 2010

نمونه آب	۱۰ متر				۵۰ متر				۱۰۰ متر			
	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
حداکثر غلظت (میکروگرم بر لیتر)	۲۰/۸	۳/۱	۱	۰/۳۳	۴/۶	۳/۹	۲۲/۳	۰/۴۴	۲/۹	۱/۱	۲/۴	۱
تعداد سم غرب	۱۲	۵	-	۳	۶	۶	۲	۱	۹	۹	۱	-
تعداد سم میانی	۹	۹	۱	-	۱۰	۹	۲	-	۱۲	۱۴	۱	۱
تعداد سم شرق	۸	۱۰	-	-	۵	۱۰	۱	-	۶	۹	۱	-

نتایج نشان داد که در نمونه‌های آب لایه سطحی، بیشترین غلظت آلودگی (۲۲/۳میکروگرم بر لیتر) در فصل پاییز در عمق ۵۰ متر بوده است.

سموم کلره در رسوبات

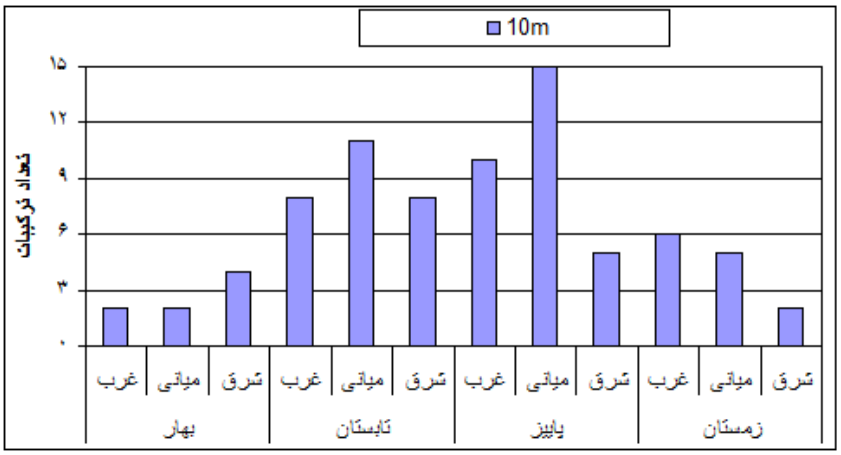
در مطالعه سال ۱۳۸۷، حداکثر غلظت سموم ارگانوکلره در رسوبات در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان به‌ترتیب در مناطق ترکمن، تنکابن، بابلسر و تنکابن برابر ۲۶۵، ۲۹، ۳۳ و ۳۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم در بستر با عمق ۱۰ متر مشاهده گردید. حداکثر تعداد سموم مشاهده شده در رسوبات نواحی غرب، میانی و شرق با عمق ۱۰ متر به‌ترتیب برابر ۲، ۲ و ۴ ترکیب (بهار)، ۸، ۱۱ و ۸ ترکیب (تابستان)،۱۰، ۱۵ و ۵ ترکیب (پاییز) و ۶، ۵ و۲ ترکیب (زمستان) مشاهده گردید (شکل۱).

در مطالعه سال ۱۳۸۸، حداکثر غلظت سموم ارگانوکلره در نمونه‌های رسوبات طی دو فصل (تابستان) و فصل (زمستان) در بستر دریا به‌ترتیب ایستگاه ۱۰ متر مناطق نوشهر و انزلی برابر ۵ و ۴/۹ میلی‌گرم برکیلوگرم، ایستگاه ۵۰ متر مناطق سفیدرود و انزلی برابر ۳/۸ و ۳/۷ میلی‌گرم برکیلوگرم و ایستگاه ۱۰۰ متر مناطق بابلسر و تنکابن برابر ۲/۶ و ۳/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم مشاهده گردید. در نمونه‌های رسوبات بستر دریا، حداکثر تعداد سموم نواحی

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

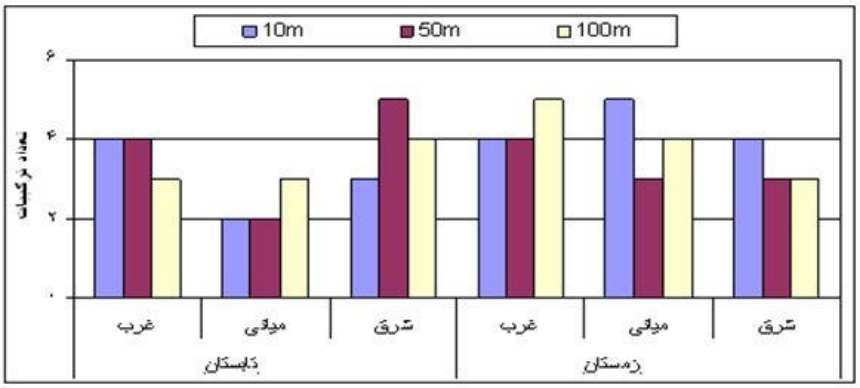
[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.1.3.2]

غرب، میانی و شرق به‌ترتیب در ایستگاه‌های ۱۰ متر (۴، ۲ و ۳ ترکیب)، ۵۰ متر (۴، ۲ و ۵ ترکیب) و ۱۰۰ متر (۳، ۳ و ۴ ترکیب) در فصل (تابستان) مشاهده گردید. در فصل زمستان، حداکثر تعداد سموم نواحی غرب، میانی و شرق به‌ترتیب در ایستگاه‌های ۱۰ متر (۴، ۵ و۴ ترکیب)، ۵۰ متر (۴، ۳ و ۳ ترکیب) و ۱۰۰ متر (۵، ۴ و ۳ ترکیب) مشاهده گردید (شکل ۲).



شکل ۱: تعداد ترکیبات سموم در عمق ۱۰ متر نواحی غرب، میانی و شرق نمونه های رسوب طی چهار فصل سال ۱۳۸۷

Figure 1: Number of pesticide compounds at a depth of 10 m in the western, middle and eastern regions of sediment samples during the four seasons, 2008.



شکل۲: تعداد سموم در نمونه های رسوب اعماق۱۰، ۵۰ و۱۰۰ متر نواحی غرب، میانی و شرق در سال ۱۳۸۸

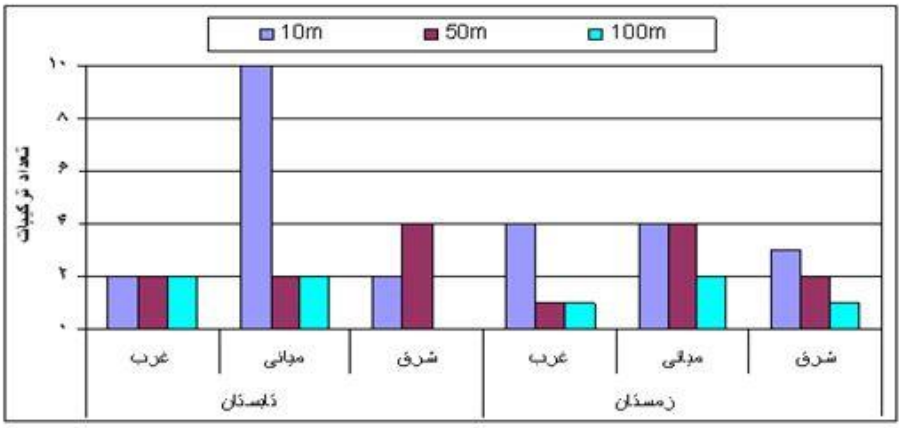
Figure 2: Number of toxins in sediment samples at depths of 10, 50 and 100 meters in the western, middle and eastern regions of 2009

در مطالعه سال ۱۳۸۹، حداکثر غلظت سموم ارگانوکلره در نمونه‌های رسوبات طی دو فصل تابستان و فصل زمستان در بستر دریا به‌ترتیب ایستگاه ۱۰ متر مناطق ترکمن و آستارا ۳/۱ و ۳۷/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم، ایستگاه ۵۰ متر مناطق بابلسر و بابلسر برابر ۳/۱ و ۴۷/۷ میلی گرم برکیلوگرم و ایستگاه ۱۰۰ متر مناطق بابلسر و تنکابن برابر ۲/۳ و ۲۸ میلی‌گرم برکیلوگرم مشاهده گردید. در نمونه‌های رسوبات دریا، حداکثر تعداد سموم نواحی غرب، میانی و شرق به‌ترتیب در ایستگاه‌های۱۰ متر (۲، ۱۰ و ۲ ترکیب)،۵۰ متر (۲، ۲ و ۴ ترکیب) و ۱۰۰ متر (۲، ۲ و صفر ترکیب) در فصل تابستان مشاهده گردید. در فصل زمستان، حداکثر تعداد سموم نواحی غرب، میانی و شرق

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.1.3.2]

به‌ترتیب در ایستگاه‌های ۱۰ متر (۴ ، ۴ و۳ ترکیب)، ۵۰ متر (۱، ۴ و ۲ ترکیب) و۱۰۰ متر (۱، ۲ و ۱ ترکیب) مشاهده گردید (شکل ۳).



شکل ۳: تعداد سموم در نمونه‌های رسوب اعماق۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ متر نواحی غرب، میانی و شرق در سال ۱۳۸۹

Figure 3: Number of toxins in sediment samples at depths of 10, 50 and 100 meters in the western, middle and eastern parts of 2010

بحث

مطالعه سال ۱۳۸۹ نشان داد، میزان درصد ترکیبات کلره در ایستگاه‌های سطحی ساحلی تا اعماق بالا در فصول بهار و تابستان در مقایسه با درصد دوره‌های۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۷۸ درسواحل جنوبی دریای خزر، با روندی کاملاً کاهشی روبرو بوده است. مقایسه فصلی میزان درصد ترکیبات سموم مناطق هشت‌گانه مطالعه ۱۳۸۹ با داده‌های دوره‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ نشان داد، تغییرات درفصول پاییز و زمستان با روند کاهشی بیش از ۸۰-۳۰ درصدی تعداد ترکیب روبرو بوده است (جدول۴).

جدول ۴: درصد سموم در چهار فصل، سالهای مختلف در نیم خط های منطقه جنوبی دریای خزر

Table 4: Percentage of toxins in four different seasons-years in the southern half of the Caspian Sea

سال مطالعه	فصل				سالانه
	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	
۱۳۷۸	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۱۳۸۷	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۱۳۸۸	۱۰۰	۹۴	۵۰	۹۴	۸۵
۱۳۸۹	۹۴	۹۴	۱۹	۱۹	۵۷

دامنه تغییرات میزان درصد سالانه باقی‌مانده سموم ارگانوکلره در مناطق هشت‌گانه مطالعه ۱۳۸۹ در مقایسه با داده سال‌های ۱۳۸۸، ۱۳۸۷ و ۱۳۷۸ نشان داد که میزان آن به‌ترتیب ۲۸، ۴۷ و ۴۷ درصد، روندی رو به کاهش داشته است. تعداد ترکیبات در مطالعه ۱۳۸۹ نسبت به داده‌های سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۷ کمتر بوده است (جدول ۵). داده‌های فصول پاییز و زمستان مطالعه ۱۳۸۹ در مقایسه با داده سال‌های ۱۳۸۸، ۱۳۸۷ و ۱۳۷۸ در عمق ۱۰ متری مناطق ساحلی نشان داد که میزان آن به‌شدت رو به کاهش بوده است. حداکثر میزان درصد

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.1.3.2]

سموم در تحقیق ۱۳۸۹ در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان به‌ترتیب در نواحی میانی، شرق و غرب مشاهده گردید. مقایسه غلظت ترکیبات در ایستگاه‌های سطحی با اعماق ۱۰ متر در سال ۱۳۸۸ نسبت به سال ۱۳۸۷ نشان داد که با کاهش تراکم روبرو بوده ولی در ایستگاه‌های اعماق ۱۰۰ متر رشد قابل ملاحظه‌ای داشته که نشانگر نفوذ احتمالی سموم از اعماق کم به اعماق بالا، به علت افزایش غلظت غیر قابل پیش‌بینی سموم به‌واسطه بارش شدید و مدام باران و شستشوی خاک و نفوذ آن به مناطق ساحلی منطقه جنوبی دریای خزر در زمستان ۱۳۸۷ بوده است. در مطالعه ۱۳۸۹، حداکثر درصد ترکیبات سموم در نمونه‌های آب مناطق ناحیه شرق برابر ۷۵ درصد در فصل بهار مشاهده گردید.

جدول ۵: درصد ترکیبات سموم در مناطق غرب، میانی و شرق (چهار فصل) در ۴ دوره، مناطق جنوبی دریای خزر

Table 5: Percentage of toxin compounds in the western, middle and eastern regions (four seasons) in 4 periods, southern regions of the Caspian Sea

سال مطالعه	مناطق	فصل			
		بهار	تابستان	پاییز	زمستان
۱۳۷۸ (۸ ترکیب)	غرب	۱۰۰	۸۸	۱۰۰	۸۸
	میانی	۱۰۰	۸۸	۸۸	۷۵
	شرق	۱۰۰	۷۵	۸۸	۱۰۰
۱۳۸۷ (۱۶ ترکیب)	غرب	۹۴	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۱۳۸۸ (۱۶ ترکیب)	غرب	۱۰۰	۹۴	۳۱	۳۸
	میانی	۱۰۰	۳۸	۳۸	۱۰۰
	شرق	۸۸	۲۵	--	۹۴
۱۳۸۹ (۱۶ ترکیب)	غرب	۸۱	۶۹	۱۳	۱۹
	میانی	۹۴	۹۴	۶	۶
	شرق	۷۵	۷۵	۱۹	-

در پژوهش ۱۳۸۹، حداکثر غلظت سم ارگانوکلره در مناطق با ایستگاه‌های سطحی به عمق ۱۰ متر (فصل تابستان) در میان مناطق غرب، میانی و شرق حوزه جنوبی دریای خزر برابر ۳/۰۷ میکروگرم بر لیتر در منطقه تنکابن (ناحیه میانی- Endrin) مشاهده گردید که در مقایسه با تحقیقات سال ۱۳۸۸، در ناحیه میانی (منطقه تنکابن- Aldrin) برابر ۳۷ درصد بیشتر (۱/۹۱ µg/l) بوده (واردی و همکاران، ۱۳۸۹) و لذا حداکثر غلظت در منطقه میانی مطالعه ۱۳۸۹ نسبت به ناحیه میانی در دو تحقیق دیگر با افزایش بیشتری روبرو بوده است. در مطالعه ۱۳۸۹، حداکثر غلظت سم ارگانوکلره در بین نواحی غرب، میانی و شرق در مناطق با ایستگاه‌های سطحی به عمق ۵۰ متر (تابستان) برابر ۳/۸۶ میکروگرم بر لیتر در منطقه نوشهر ناحیه میانی (α-Endosulfan) مشاهده گردید که در مقایسه با تحقیقات سال ۱۳۸۸، در ناحیه میانی (منطقه تنکابن-δ-BHC) حدود ۶ برابر بیشتر از (µg/l ۰/۶۷)، نسبت به مطالعه سال ۱۳۸۷، در ناحیه شرق (منطقه امیرآباد-Dieldrin) حدود ۳/۳ برابر کمتر از (µg/l ۱۲/۸۵)، لذا حداکثر غلظت ناحیه میانی این مطالعه نسبت به نواحی میانی و شرق در دو تحقیق دیگر به‌ترتیب با روند افزایش زیاد و کاهش روبرو بوده است (جدول ۵). بر طبق پژوهش دانه‌کار و مجنونیان (۱۳۸۲) معیار اکولوژیک که در آن زیستگاه و گستره آن مطرح می‌باشد، دارای سهم از کل ۶۶ درصد بوده است که بیانگر نقش و

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.1.3.2]

اهمیت زیستگاه در پهنه‌بندی و طبقه‌بندی مناطق حساس می‌باشد. ازآنجایی‌که در زیستگاه نقش پارامترهای محیطی و آلاینده‌ها بسیار حائز اهمیت می‌باشد، آگاهی و داشتن داده‌های اکولوژیک نقش‌آفرینی خواهد کرد. مطابق با تحقیقات شریفی‌پور و دانه‌کار (۱۳۸۶)، آلودگی، تغییر و تبدیل نواحی ساحلی به‌قدری گسترش یافته که آنها را با آینده نامعلومی مواجه کرده است. بنابراین، جهت بررسی این آلودگی‌ها در مناطق حساس دریایی براساس IMO/MPEC نیاز به پایش در نوار ساحلی جهت طبقه‌بندی آنها ضروری می‌باشد.

براساس استانداردهای اروپا و آژانس حفاظت محیط زیست امریکا (EPA, 1992)، ترکیباتی نظیر γ-BHC، heptachlor epoxide، aldrin، dieldrin، DDD، δ-BHC، α-BHC، heptachlor، DDE که در این مطالعات مشاهده شدند، جزو گروه B2 محسوب و احتمالاً این ترکیبات می‌توانند جزو عوامل سرطان‌زای انسان محسوب گردند (EPA, 2004). در مقابل ترکیبات ارگانوکلره نظیر β-endosulfan، endosulfan sulfat، α-endosulfan همانند ترکیبات endrin، endrin aldehyde که در نمونه‌های آب دریای خزر مشاهده شدند، جزو گروه D بودند و غیر محتمل است که این ترکیبات جزو عوامل سرطان‌زایی انسان محسوب گردند (EPA, 2004). مطالعات گذشته حاکی از این است که سموم مورد استفاده در فعالیت‌های کشاورزی می‌تواند از طریق آب به ساقه‌های گیاهان و سبزیجات نفوذ نماید (Van den Berg *et al.*, 1999). این سموم در بافت ماهی نیز تجمع می‌کنند (Turgut, 2003) و دارای این قابلیت می‌باشند که اکوسیستم‌های زیست‌محیطی را تهدید جدی نمایند و سلامتی انسان‌ها را به مخاطره اندازند.

Mora و همکاران (۲۰۰۴) مهم‌ترین ترکیبات ارگانوکلره شامل DDD، DDT و DDE را در رسوبات دریای خزر مورد بررسی قرار دادند و مشاهده نمودند که میزان آلودگی در ارتباط با این ترکیبات در سواحل آذربایجان بسیار بیشتر از سایر سواحل دریای خزر بوده است. همچنین بیان نمودند که در سواحل ایران، میزان ترکیب DDE و در ساحل فدرال روسیه میزان ترکیب DDT بیشتر از سایر ترکیبات ارگانوکلره می‌باشد. بر طبق نتایج این محققین، میانگین مقادیر DDD، DDT و DDE در رسوبات دریای خزر به‌ترتیب pgg-1 ۱۳۰۰، pgg-1 ۷۴۰۰ و pgg-1 ۳۴۰۰ بوده است (منصوری و همکاران، ۱۳۹۵).

سموم ارگانوکلره در رسوبات پژوهش ۱۳۸۹ نشان داد، حداکثر درصد حضور ترکیبات δ-BHC و Heptachlor در رسوبات عمق ۱۰ متر برابر ۶۲/۵ درصد مناطق هشت‌گانه در فصل تابستان که در مقایسه با پژوهش سال ۱۳۸۸، کاهش ۲۵ درصدی مناطق و یک ترکیب بیشتر (۸۷/۵ درصد،α-BHC) (نجف‌پور و همکاران، ۱۳۹۱) و نسبت به مطالعه سال ۱۳۸۷، کاهش ۱۲/۵ درصدی مناطق و یک ترکیب کمتر (۸۷/۵ درصد، aldrin) (واردی و همکاران، ۱۳۸۹) با روند کاهش درصدی مناطق روبرو بوده است. در پژوهش ۱۳۸۹، حداکثر درصد حضور ترکیب epoxide Heptachlor در رسوبات ایستگاه‌های با عمق‌های ۵۰ و ۱۰۰ متر برابر ۱۰۰ درصد مناطق در فصل زمستان بوده که در مقایسه با پژوهش سال ۱۳۸۸ در رسوبات اعماق مذکور با افزایش ۲۵ درصدی مناطق و با یک سم ارگانوکلره (۷۵ درصد، α-BHC) (نجف پور و همکاران، ۱۳۹۱) که با روند افزایش درصدی مناطق و برابری ترکیب روبرو بوده است. سموم ارگانوکلره در رسوبات پژوهش ۱۳۸۹ نشان داد، حداکثر غلظت سم ارگانوکلره در رسوبات عمق ۱۰ متر فصل (زمستان) نواحی غرب، میانی و شرق برابر ۳۷/۰۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم در منطقه آستارا (ناحیه غرب- Heptachlor) مشاهده گردید که در مقایسه با تحقیقات سال ۱۳۸۸، در ناحیه غرب (منطقه انزلی- α-BHC) حدود ۷/۵ برابر بیشتر از (۴/۹۲ mg/kg) نسبت به مطالعه سال ۱۳۸۷، در ناحیه میانی (منطقه تنکابن -aldrin) حدود ۱۳ درصد بیشتر از (۳۲/۱۲ mg/kg) می باشند. در نتیجه، حداکثر غلظت ناحیه غرب در مطالعه نسبت به نواحی شرق و میانی در دو تحقیق دیگر با روند افزایشی روبرو بوده است. در پژوهش ۱۳۸۹، حداکثر غلظت سم ارگانوکلره در رسوبات در ایستگاه‌ها به عمق ۵۰ متر (فصل زمستان) نواحی غرب، میانی و شرق برابر ۴۷/۷۴ میلی گرم برکیلوگرم در

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.1.3.2]

منطقه بابلسر (منطقه میانی Heptachlor epoxide) مشاهده گردید که در مقایسه با تحقیقات سال ۱۳۸۸، در ناحیه غرب (منطقه انزلی- α-BHC) حدود ۱۳ برابر بیشتر از (۳/۷۰ mg/kg) می‌باشند. در نتیجه، حداکثر غلظت ناحیه میانی مطالعه ۱۳۸۹ نسبت به ناحیه غرب در تحقیق دیگر با روند افزایشی روبرو بوده است (جدول ۶).

جدول ۶: مقادیرسموم ارگانوکلره دراستاندارد EPA وWHO (۲۰۰۰) و استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳

Table 6: Organochlorine toxin levels in EPA and WHO standards and Iranian national standard 1053

ترکیبات	حداکثرمجازبرخی از آفت کشها درآب آشامیدنی mg/L	ماکزیمم مقدارکل آلودگی اعلام شده ازسوی EPA وWHO
4,4-DDT	۰/۰۰۱	ΣDD100 ng/ml
Endusuifan Sulfate- Endosulfanll	-	ΣenII+I30ng/ml
4,4-DDD-4,4DDE	-	ΣDD100 ng/ml
Endrin aldehyde	-	ΣEnd20 ng/ml
Endrin	۰/۰۰۰۳	ΣEnd20 ng/ml
Dieldrine	۰/۰۰۰۰۳	Σdi+al 30 ng/ml
Endosulfan l	-	ΣenII+I30ng/ml
Heptachlor epoxide- Heptachlor	-	Σ hep100 ng/ml
Aldrin	۰/۰۰۰۰۳	Σdi+al 30 ng/ml
&-BHC- Y-BHC(Lindane)- β-BHC - α-BHC	-	ΣBHC 4 ng/ml

در تحقیق نجف‌پور و همکاران (۱۳۸۰) مشخص گردید که غلظت قابل تحمل د.د.ت در آب شیرین به‌ترتیب برای گیاهان آبزی، بی‌مهرگان آبزی، ماهیان آب شیرین و پرندگان ۰/۰۱، ۰/۱، ۲ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر است. غلظت قابل تحمل در آب دریا به‌ترتیب برای پلانکتون، بی‌مهرگان آبزی، ماهیان دریایی و پرندگان ماهیخوار ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۵ و ۱۰ ۰/۱، ۰/۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر است.

در بررسی آلاینده‌های زیست‌محیطی و مقایسه با استانداردها، مشاهده می‌شود که در شرایط حاضر در دامنه مناسب آبزی‌پروری دریایی می‌باشد و با فاصله از ساحل، شرایط کیفی آب برای پرورش ماهی در قفس مناسب‌تر است. البته مواردی از غلظت‌های بالای آلودگی نیز مشاهده شده است که مربوط به ورود آب از رودخانه‌ها (سموم کلره کشاورزی) بوده است. یکی از راه‌های عدم مواجهه با این فرآیند، برقراری سازه‌های آبزی‌پروری در فاصله مناسبی از ساحل و در اعماق بیش از ۲۰ متر می‌باشد.

تشکر و قدردانی

این تحقیق بخشی از گزارش نهایی بررسی آلایبنده های زیست محیطی در معرفی مکان پهای مناسب جهت استقرار قفس در منطقه جنوبی دریای خزر با کد ۹۲۰۰۴-۹۲۵۶-۱۲-۷۶-۱۴ می باشد که بوسیله موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور به تصویب رسید. از ریاست محترم موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور قدردانی میشود. از مسئولین محترم اداره کل شیلات استان مازندران جهت همکاری و عقد قرداد برای اجرای این پروژه تشکر می گردد. از همکاران محترم در بخش اکولوژی که پشتیبانی شایسته ای را داشتند سپاسگزاری می نمایم.

منابع

دانه‌کار، ا. و مجنونیان، ه.، ۱۳۸۳. معیارهای پیشنهادی برای ارزیابی مناطق ساحلی- دریایی به منظور تعیین

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.1.3.2]

مناطق تحت حفاظت ساحای- دریایی ایران. مجله محیط شناسی، شماره ۳۵، ۳۲-۹.

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، ص ۸۳ .

شریفی پور، ر. و دانه‌کار، ا.، ۱۳۸۶. پهنه بندی سواحل منطقه آزاد چابهار براساس ملاحظات زیست محیطی. ماهنامه بندر و دریا، (پیاپی ۱۴۲)، ۷۳-۷۰.

لالوئی، ف.، موسوی، م.، نجف‌پور، ش.، حسینی، ع.، نصراله زاده ساروی، ح.، ابو، م.، نادری، م.، افرایی، م.ع. و کیهان‌ثانی، ع.ر.، ۱۳۷۵. بررسی جامع رودخانه تنکابن، انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۰۹-۰۷۱۰۲۱۴۰۰۰-۷۵.

لالویی، ف.، پیری، م.، نگارستان، ح.، شفیعی‌پور، م.م.، زلفی‌نژاد، ک. و 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، موسسسه 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. و قاسمی، س.، ۱۳۸۹. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگی های ریست محیطی اعماق ۱۰ تا ۱۰۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۸۳۰۸۳-۰۴۰۰۰۰-۲۰۰۰۰۰-۰۳۲-۲.

منصوری، ب.، نصراله زاده ساروی، ح.، خوشباور رستمی، ح.ع.، حامی طبری ،ا.، محمد خانی، ح.، واردی، ا. و نجف پور، ش.، ۱۳۹۵. مطالعه و بررسی منابع آلاینده خلیج گرگان. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۸۹۱۹۹-۸۹۱۸-۱۲-۷۷-۱۴.ص۵۲

نجف پور. ش.، نصراله‌زاده ساروی، ح. و 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، ص۸۳..

نجف پور، ش.، نصراله زاده ساروی، ح.، هاشمیان، ع.، مخلوق، آ. افرایی، م.ع.، ربانی، م.، احمدی، م.ر. و تکمیلیان، ک.، ۱۳۸۴. مطالعات تکمیلی لیمنولوژیکی روخانه شیرود (غرب استان مازندران- ۸۱) انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۰۴-۰۷۱۰۲۴۲۰۰۰۰-۸۱ ، ص۷۲.

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

نجف پور، ش.، پورنگ، ن.، پورغلام، ر.، فارابی، م.و.، واردی، ا.، نصراله زاده ساروی، ح.، غلامی‌پور، س.، یونسی پور، ح.، علومی، ی.، رضایی، م.، نصراله تبار، ع. و احمد نژاد، ا.، ۱۳۹۲. پروژه بررسی آلاینده‌های زیست محیطی (سموم ارگانوکلره، فلزات سنگین، هیدرکربورهای نفتی و سورفاکتانت) در سواحل منطقه جنوبی دریای خزر. ساری: پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ۸۸۰۳۴-۸۸۰۱-۱۲-۷۶-۱۲.،ص۳۰۶.

واردی، ا.، نصراله زاده ساروی، ح.، نجف پور، ش.، واحدی، ف.، غلامی‌پور، س.، یونسی پور، ح.، علومی، ی.، طالشیان، ح. و احمد نژاد، ا.، ۱۳۸۹. پروژه بررسی آلاینده‌های زیست محیطی (فلزات سنگین، هیدرکربورهای نفتی، سورفاکتانت ها و سموم کشاورزی) در سواحل جنوبی دریای خزر. ساری: پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ۸۶۰۸۸-۸۶۰۵-۱۲-۷۶-۱۲. ص۵۸

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.1.3.2]

EPA, 1992. National Survey of Pesticide in drinking 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.

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.

Fillmann, G., Readman, J.W., Tolosa, I., Bartocci, J., Villeneuve, J.-P., Cattini, C. and Mee, L.D., 2002. Persistent organichlorine residues in sediments from the Blak Sea. Marine Pollution Bulletin, 44: 122.133.

Hastie, T. and Tibshirani, R., 1990. Generalized Additive Models. Chapman and Hall, London 44:122–133.

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.

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 V, 31(1): 200-212.

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.

Van den Berg, F., Kubiak, R., Benjey, W.G., Majewski, M.S., Yates, S.R., Reevers, 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.

Ware, G.W. and Whitacre, D.M., 2004. The Pesticide Book, 6th ed., Willoughby, OH: MiesterPro Information Resources, PP 98.

WHO/ UNEP/WB, 2000. Health risks from pollution, p. 20 (World Health Organization United Nations Development Program World Bank).

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.1.3.2]

Investigation of changes in organochlorine pesticides and its comparison with previous decades in the southern region of Caspian Sea

Younesipour H.[1*]; Nasrollahzadeh Saravi H.[1]; Afraei Bandpei M.A.[1]; Najafpour S.[1]; Gholamipour Y.[1]; Ahmadnejad A.[1]; Rezaei M.[1]

[*] hnsaravi@gmail.com.com

1-Caspian Sea ecology Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization, Sari, Iran

Abstract

The Caspian Sea is a unique brackish system in terms of water salinity, so evaluation of pollution criteria based on the water quality of the same sea is past and present. In this study, information was collected from 2008 to 2010 and analyzed during the project during these years, sampling of eight transects shorelines was performed seasonally at stations 10, 20, 50 and 100 m of depth in two summer and winter seasons for water and sediment. The results showed that the concentration of organochlorine toxins in the aquatic environment depends on its entry through the rivers leading to it and its concentration in water varies in different seasons and regions. The results showed that the concentration of organochlorine pesticides in the aquatic environment increased in winter of 2008 with the highest percentage of pesticides in spring, summer, autumn and winter in middle, middle, east and west and maximum percentages, respectively. Toxins were found in the water samples of the eastern part of the region by 75% in spring. Also the maximum concentration of organochlorine toxin belonged to α-Endosulfan toxin with a concentration of 3.86µg/l which was recorded in Nowshahr at 50 m depth of surface water. Conclusion: In the current situation, the concentration of chlorine toxin compounds in the appropriate range and distance from the shore of water quality conditions is more suitable for fish farming in cages. Therefore, it is suggested to consider the establishment of fish cage culture at 50 m of depth.

Keywords: Organochlorine pesticides pollutants, Water, Sediment, Caspian Sea

[*]Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2025-09-07]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1402.32.1.3.2]