

## تعیین مقادیر فلزات سنگین (Cd, Pb, Cu, Zn)

### در رسوبات بخشی جنوب غربی دریای خزر

مرجان صادقی راد<sup>(۱)\*</sup>؛ غلامرضا امینی رنجبر<sup>(۲)</sup>؛ هاشم جوشیده<sup>(۳)</sup> و عما ارشد<sup>(۴)</sup>

۱، ۲ و ۴- انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، رشت صندوق پستی: ۳۴۶۴-۴۱۶۳۵

۲- موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران صندوق پستی: ۶۱۱۶-۱۴۱۵۵

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۸۷ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۸۸

### چکیده

غلظت فلزات سنگین (Cd, Pb, Cu, Zn) در رسوبات بستر در دو نقطه در ساحل در اعماق ۱۰ و ۱۵ متری در ۵ ایستگاه از آستارا (۵۲' و ۴۸° طول شرقی و ۲۶' و ۳۸° عرض شمالی) تا کیشهر (۵۳' و ۴۹° طول شرقی و ۲۷' و ۳۷° عرض شمالی) در حوضه جنوب غربی دریای خزر (آبهای ایران) در پاییز سال ۱۳۸۰ مورد بررسی قرار گرفت. از روش مخلوط دو اسید HCl+HF جهت هضم نمونه‌ها استفاده شد و یک نمونه خاک (Soil-70) بعنوان ماده استاندارد مرجع (CRM) جهت تایید صحت آنالیزهای انجام شده مورد تجزیه قرار گرفت. تجزیه دستگاهی توسط اسپکتروفتومتر جذب اتمی (با سیستم شعله) انجام شد. رسوبات به جهت تعیین نوع ذرات دانه‌بندی شدند.

در بررسی حاضر بجز یک نمونه که کادمیم آن ۴/۵ (میکروگرم بر گرم وزن خشک) گزارش شده است، سایر نتایج کمتر از غلظت حد مجاز کادمیم برای اثرات محدوده پایین (ERL) Effects Range Low براساس دستورالعمل کیفیت رسوبات (Sediment Quality Guideline) از سازمان NOAA آمریکا بوده است. همچنین مس با حداکثر مقدار ۱۹/۵۵ (میکروگرم بر گرم وزن خشک) از حداکثر مجاز (۳۴ میکروگرم بر گرم وزن خشک) تعیین شده بوسیله NOAA پایین‌تر بود. سرب و روی بترتیب با حداکثر مقادیر ۲۵/۷ و ۵۴/۵ (میکروگرم بر گرم وزن خشک) از مقادیر حد مجاز (سرب ۴۷ و روی ۱۲۴) تعیین شده برای این فلزات در رسوبات پایین‌تر بودند. از این بررسی‌ها اینطور بنظر می‌آید که این ناحیه بطور جدی از نظر مواد آلاینده مورد بررسی (Cd, Pb, Cu, Zn) مورد تهدید قرار ندارد و مقادیر بدست آمده از محلهای نمونه‌برداری نسبتاً پایین‌تر از سطحی است که بتواند برای محیط زیست خطری ایجاد نماید.

کلمات کلیدی: رسوب، فلزات سنگین، دریای خزر، آبهای ایران

\* نویسنده مسئول: marjan\_sadeghi@yahoo.co.uk

## مقدمه

دریا، فلزات سنگین هستند. فلزات سنگین مانند سرب، کادمیم، روی، مس و غیره می‌توانند خطرات بی‌شماری را برای زیست بوم ایجاد نمایند (سوینی‌نیخ، ۲۰۰۴).

در بررسی‌های گذشته درخصوص تجمع این فلزات در گونه‌های مختلف آبزیان دریای خزر از جمله ماهیان خاویاری (ازون برون و تاسماهی ایرانی که از گونه‌های با ارزش دریای خزر می‌باشند) مقادیر بیش از حد مجاز گزارش نگردید (صادق‌راد و همکاران، ۱۳۸۱). اما عدم وجود این فلزات در موجودات به تنهایی گویای عدم آلودگی محیط زیست نمی‌باشد و پایش محیط زیست آن (آب و بستر) ضروری است. اندازه‌گیری فلزات سنگین روی، مس، سرب و کادمیم در بخش غربی ساحل جنوبی دریای خزر انجام شد که یکی از اهداف آن بدست آوردن مقادیر آنها در رسوبات این بخش و مقایسه آن با مقادیر حد مجاز استانداردهای جهانی بلحاظ تعیین کیفیت رسوبات بوده است.

## مواد و روش کار

۵ ایستگاه نمونه‌برداری در طول خط ترانسکت از ساحل در صیدگاههای آستارا، حویق، لیسار، سفارود و جفرود انتخاب شد (شکل ۱). در هر خط در دو عمق ۱۰ و ۱۵ متری از رسوبات بستر با استفاده از دستگاه نمونه‌بردار اکمن نمونه‌برداری شد. رسوبات جهت دانه‌بندی و همچنین اندازه‌گیری غلظت فلزات در آنها در بسته‌های جداگانه بسته‌بندی و به آزمایشگاه انتقال داده شدند.

آلودگی آب دریای خزر تهدیدی جدی برای تنوع زیستی آن محسوب می‌گردد. ۹۰ درصد مواد آلاینده از طریق آب رودخانه‌ها وارد دریای خزر می‌شود. بیشترین آلاینده‌ها از طریق رودخانه ولگا وارد دریا می‌گردد. مواد آلاینده‌ای که از طریق قطاع آذربایجان به هنگام استخراج نفت و صنایع نفتی باکو و سومگائیت و از طریق رودخانه کورا وارد دریا می‌شود، با آلاینده‌های رود ولگا قابل قیاس است. در ترکمنستان مواد آلاینده نفتی از طریق مجتمع نفتی ترکمن باشی و به هنگام استخراج نفت منطقه چله کن وارد دریا می‌شود. آلودگی از طرف قزاقستان به نسبت کمتر است. آلودگی در اینجا بر اثر آب‌گرفتگی مناطق استخراج نفت چاههای رها شده و به هنگام بالا آمدن سطح آب دریا از طریق آب رودخانه بوجود می‌آید (سوینی‌نیخ، ۲۰۰۴).

ویژگیهای جریان‌ات سطحی و شدت تبدلات عمودی آبهای دریای خزر، آلودگی را به کل آب دریا منتشر می‌کند. مواد آلاینده در حجم زیاد در تمام پهنه آبی دریای خزر پخش شده، وارد رسوبات کف می‌شوند که در نهایت منبع آلودگی مضاعف بحساب می‌آیند که فرآیندهای خودپالائی موفق به پاک کردن مواد شیمیایی وارده نمی‌گردند و این مواد همراه با آلاینده‌های وارد شده از رودخانه سبب دگرگونی بوم‌شناختی دریای خزر می‌گردند.

شاخص‌ترین مواد سمی در دریای خزر هیدروکربورهای نفتی، فلزات سنگین، فنل‌ها، مواد سنتتیک و مواد آلی کلردار می‌باشند. بعد از هیدروکربنهای نفتی، بیشترین عامل مسموم کننده آب



شکل ۱: موقعیت ایستگاههای نمونه‌برداری در جنوب غربی دریای خزر (آبهای ایران) جهت اندازه‌گیری فلزات سنگین در رسوبات (پاییز ۱۳۸۰)

قلیایی است. بنابراین می‌توان گفت که درصد بازیافت عناصر ۹۷ تا ۹۸ درصد می‌باشد.

صحت آنالیز و اندازه‌گیری عناصر مورد نظر در نمونه استاندارد از طریق آنالیز یک نمونه خاک (Soil-7) بعنوان ماده استاندارد مرجع (Certificated Refrence Material) انجام شد. نتایج ارائه شده با مقادیر موجود در این استانداردها تطابق خوبی را نشان داد.

از نرم افزارهای Exell و SPSS جهت تجزیه و تحلیل آماری با احتمال ۹۵ درصد استفاده شد.

## نتایج

نتایج حاصل از آنالیز نمونه استاندارد خاک (Soil-7) و مقادیر واقعی موجود در آن در جدول ۱ آمده است. براساس این نتایج مقادیر بدست آمده از تجزیه نمونه‌ها تصحیح گردید.

نمودارهای ۱ تا ۴ بترتیب مقادیر فلزات اندازه‌گیری شده را در اعماق ۱۰ و ۱۵ متری در ایستگاههای نمونه‌برداری نشان می‌دهند. براساس آزمون T-Test میانگین مقدار فلزات Cd و Zn در عمق ۱۰ متر با ۱۵ متر در ایستگاههای مختلف دارای تفاوت معنی‌دار آماری بودند ( $P < 0.05$ ) ولی برای فلزات Cu و Pb تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نگردید ( $P > 0.05$ ).

با استفاده از آنالیز خوشه‌ای (Cluster) میزان فلزات و همبستگی آنها با دانه‌بندی مورد بررسی قرار گرفت. بالاترین میزان همبستگی مربوط به Pb و ذرات شن بسیار درشت (very coars sand) با مقدار ۶۳ درصد می‌باشد. بعد از آن Cd با ذرات شن بسیار درشت (very coars sand) با مقدار ۵۳ درصد می‌باشد و همچنین ارتباط منفی فلز (روی با میزان شن ریز (fine sand) و ذرات شن بسیار ریز (very fine sand) در دامنه ۷۹ و ۷۶ درصد می‌باشد. جدول ۲ درصد دانه‌بندی ذرات رسوبات را در ایستگاههای نمونه‌برداری نشان می‌دهد.

در ابتدا با فرض اینکه عناصر مورد نظر بطور جذب سطحی در روی ماسه‌ها می‌باشند، دو نمونه از رسوب در اعماق ۵ و ۲۵ سانتیمتر انتخاب و پراکندگی عناصر مورد نظر از طریق میکروسکوپ الکترونی (SEM (Scanning Electro Microscope) بررسی شد. نتایج نشان داد که مقادیر عناصر مورد نظر در عمق ۵ و ۲۵ سانتیمتر تفاوتی ندارند. یا به بیان دیگر بافت داخلی رسوبات از عناصر مورد نظر تقریباً عاری است. لذا برای استخراج عناصر با فرض اینکه مقداری بصورت جذب سطحی بر روی ماسه‌ها رسوب کرده‌اند، آزمایشات تجزیه‌ای انجام شد.

جهت استخراج عناصر Cu, Zn, Pb, Cd با مراجعه به منابعی مختلف از جمله (Langmyhr & Sveen (1965); Dolza, (1968); ROPME (1999) بهترین روش، استفاده از مخلوط اسید کلریدریک و اسید فلوریدریک (HCl+HF) تشخیص داده شد. لذا سطوح ماسه‌ها با مخلوط این دو اسید شستشو شدند. جهت انجام این کار مقدار ۱۰ گرم از ماسه خشک را در ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته و به آن ۵۰ میلی‌لیتر مخلوط HCl+HF (۱۵ درصد و HF ۲۰ درصد) اضافه شد. نمونه‌ها در روی تکان‌دهنده نوسانی حمام‌دار در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد و با سرعت نوسانی ۱۵ نوسان در دقیقه تکان داده شدند. پس از ۶ ساعت تکان دادن نمونه‌ها صاف و رسوب روی صافی سه بار هر بار با ۱۵ میلی‌لیتر آب گرم شستشو و محلول زیر صافی به ۴۰ میلی‌لیتر کاهش داده شد و سپس در یک بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری به حجم رسانده و هر نمونه سه بار آنالیز شد.

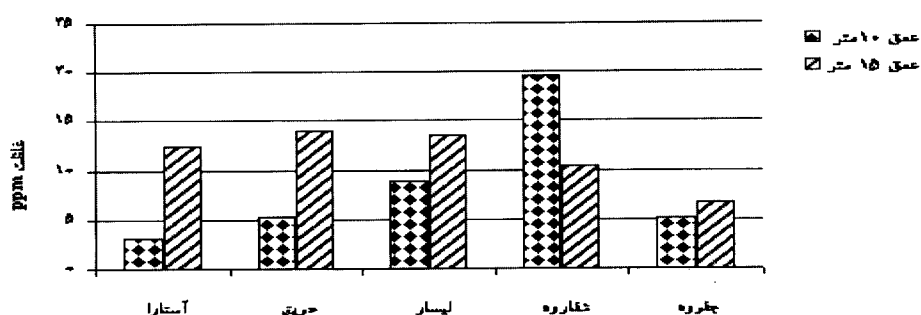
جهت اطمینان از درصد بازیافت دو نمونه از ماسه یکبار از طریق روش spike (تزریق مقادیر مشخصی از املاح این فلزات به نمونه و تجزیه آن پس از یک هفته) و یکبار نیز از طریق روش HF و ذوب قلیایی آنالیز شدند. نتایج حاصله اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. نتایج بدست آمده از روش HCl+HF برای کلیه عناصر بین ۲ تا ۳ درصد نتایج بدست آمده از طریق HF و ذوب

جدول ۱: مقایسه مقادیر فلزات سنگین اندازه‌گیری شده در ماده استاندارد مرجع برحسب میکروگرم بر گرم وزن خشک و مقادیر واقعی

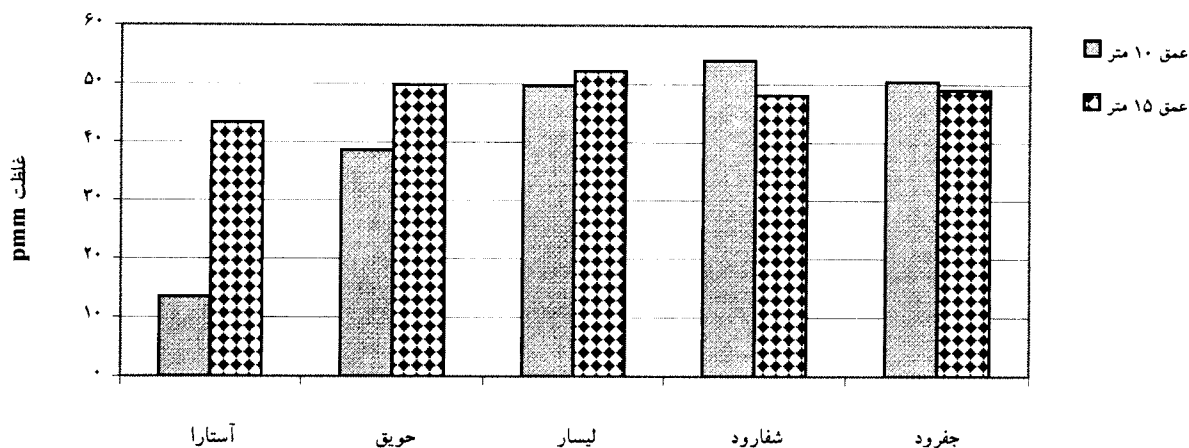
Pb	Zn	Cd	Cu		
۴۰	۱۰۸	۰/۲۴۴	۹	مقدار اندازه‌گیری شده	استاندارد خاک
۶۰	۱۰۴	-	۱۱	مقدار استاندارد	Soil-7

جدول ۲: دانه‌بندی ذرات رسوب ایستگاههای نمونه‌برداری واقع در حوضه جنوب غربی دریای خزر (۱۳۸۰)

ایستگاه	عمق	ذرات شن					
		۲-۱	۱-۰/۵	۰/۵-۰/۲	۰/۲۵-۰/۱۲۵	۰/۱۲۵-۰/۰۶۳	< ۰/۰۶۳
		(میلیمتر)	(میلیمتر)	(میلیمتر)	(میلیمتر)	(میلیمتر)	(میلیمتر)
آستارا	۱۰ متر	۳۰/۱۵۶	۲/۵۸۴	۴/۱۵۶	۴۰/۹۵۲	۵/۸۸۸	۱۶/۲۶۴
	۱۵ متر	۹/۷۸۴	۱/۱۹۶	۰/۵۴	۱۳/۵۱۲	۶/۵۱۶	۶۸/۴۵۲
حویق	۱۰ متر	۱۱/۰۶۴	۰/۵۸۸	۰/۴۸	۱۷/۴۰۴	۵۹/۹	۱۰/۵۶۴
	۱۵ متر	۲۲/۳۸۸	۱/۴	۰/۸۶۸	۰/۸۳۶	۵/۰۳۶	۶۹/۴۷۲
لیسار	۱۰ متر	۰/۱۷۲	۰/۰۴۸	۰/۰۶۸۰	۰/۳۶۴	۱۵/۵۰۴	۸۳/۸۴۴
	۱۵ متر	۶/۰۳۲	۰/۹۰۸	۰/۸۶۸	۲/۸۴	۵۵/۵۲۴	۳۳/۸۲۸
شفارود	۱۰ متر	۰/۰۵۶	-----	۰/۰۹۲	۳۱/۱۹۶	۵۳/۹۹۶	۱۴/۶۶
	۱۵ متر	-----	-----	-----	-----	۱/۳۶۴	۹۸/۶۳۶
جفروود	۱۰ متر	۵/۰۲۸	۰/۲۰۸	۳/۶۱۲	۶۳/۴۰۸	۲۴/۳۰۸	۳/۴۳۶
	۱۵ متر	۰/۹۷۲	۰/۲۹۲	۲/۰۱۲	۶۳/۷۹۶	۲۲/۸۶۸	۱۰/۰۶



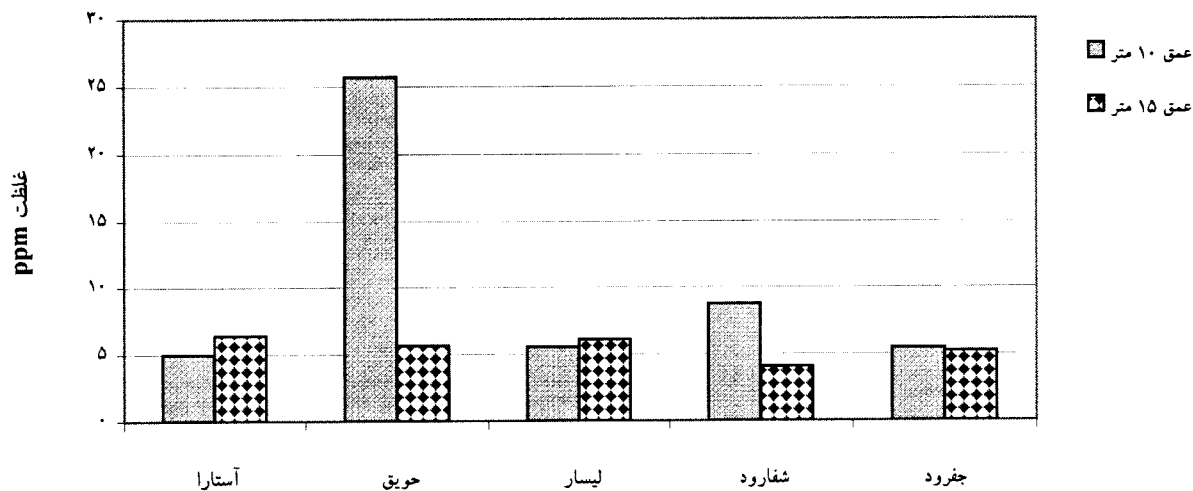
نمودار ۱: غلظت Cu در رسوبات اعماق ۱۰ و ۱۵ متری ۵ ایستگاه در بخش جنوب غربی دریای خزر (۱۳۸۰)



نمودار ۲: غلظت Zn در رسوبات اعماق ۱۰ و ۱۵ متری ۵ ایستگاه در بخش جنوب غربی دریای خزر (۱۳۸۰)



نمودار ۳: غلظت Cd در رسوبات اعماق ۱۰ و ۱۵ متری ۵ ایستگاه در بخش جنوب غربی دریای خزر (۱۳۸۰)



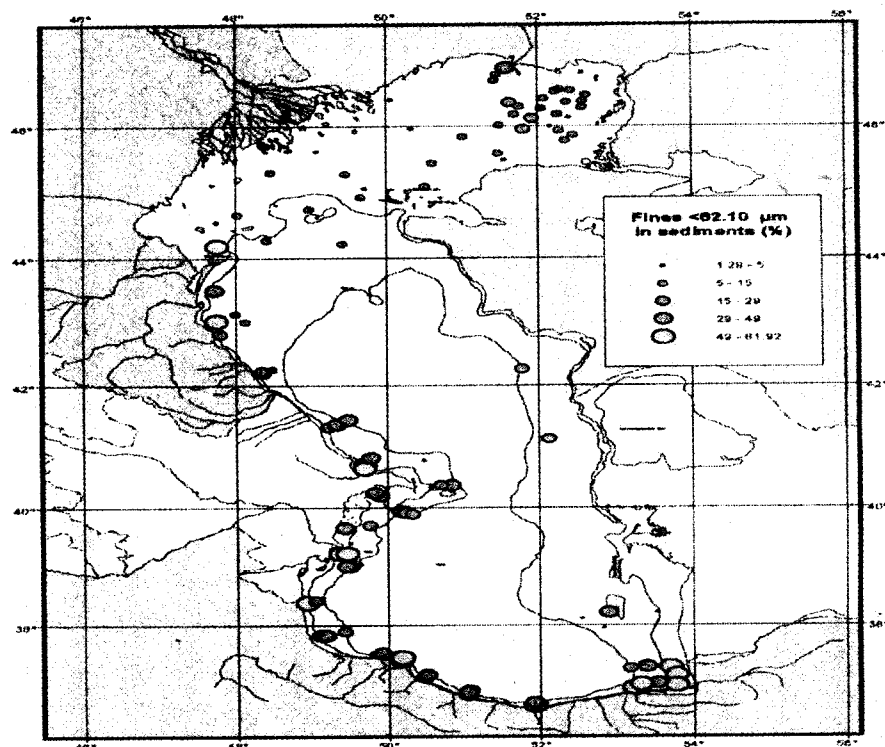
نمودار ۴: غلظت Pb در رسوبات اعماق ۱۰ و ۱۵ متری ۵ ایستگاه در بخش جنوب غربی دریای خزر (۱۳۸۰)

## بحث

بطور کلی گسترش منابع آلاینده محلی و نوع ساختمان و بافت رسوبات تمایل به تجمع و پراکنش مواد آلاینده را در دریای خزر تحت تاثیر قرار می‌دهد. خزر شمالی یک محیط آبی کم عمق با رسوبات کاملاً درشت است. این رسوبات مقادیر پایینی از آلومینیوم ولی غالباً دارای مقدار بالایی کربنات می‌باشند (De Mora & Sheikholeslami, 2002). طبق همین بررسی درصد ذرات ریز در رسوبات حوضه جنوبی دریای خزر چندین برابر حوضه شمالی می‌باشد (شکل ۲).

مواد ریز با یک سطح بزرگ نسبت به حجم (یا وزن) پتانسیل بیشتری برای جذب آلاینده‌های آلی و معدنی از ستون آب را نسبت به رسوبات شنی درشت دارند. مناطقی که مواد ریز دانه در آنجا انباشته شده‌اند، تمایل بیشتری برای افزایش غلظت آلاینده‌ها نشان می‌دهند. از آنجائیکه باد در آبهای شمالی کم‌عمق دریای خزر مواد ریز دانه را پراکنده می‌سازد (Kosarev & Yablonskaya, 1994)، آلودگی‌های رها شده در این منطقه به سرعت در رسوبات مجاور تجمع پیدا نمی‌کنند و به مناطق دیگر منتقل می‌گردند.

در مطالعات پایش زیستی (بیومونیتورینگ) این مسئله را باید مورد توجه قرار داد که عدم وجود فلزات سنگین در مقادیر بالا در بافتهای موجودات زنده از احتمال وجود مقادیر بالای آن فلز در محیط نمی‌گاهد و ممکن است بصورت پیوند محکم با ذرات رسوب/خاک و غیره در منطقه مورد نظر وجود داشته باشد که امکان بوجود آمدن بمبهای شیمیایی ساعتی را می‌دهد (Hertling & Kuhnert, 1992). بطور مثال، ممکن است غلظتهای بالایی از فلزات در خاک وجود داشته باشند که این غلظتها در موجودات آن منطقه در حد بالا نباشد و بنابراین ممکن است با بررسی موجودات تشخیص داده نشوند. اما چنانچه شرایط فیزیکی و شیمیایی محیط تغییر کند، مثلاً با اسیدی شدن، فلزات به فرمهای یونی برگشت نمایند و منجر به غلظتهای بالا در محیط و سمیت در موجودات زنده شوند (Samiullah, 1990). بنابراین بررسی هم زمان موجود آبی و محیط زیست آن (آب و بستر) در پایش زیستی ضروری می‌باشد.



شکل ۲: پراکنش (%) رسوبات کوچکتر از ۶۲/۱۰ میکرومتر در دریای خزر (De Mora & Sheikholeslami, 2002)

آبهای ایرانی در محدوده از آستارا تا اترک بوده است. فلزات کادمیم، سرب، مس و روی که در بررسی حاضر اندازه‌گیری شدند، نیز جزو فلزات اندازه‌گیری شده در تحقیق فوق بوده است. محدوده غلظت این فلزات برای کادمیم، سرب، مس و روی به ترتیب: ۰/۱۰۱-۰/۲۲۸ و ۰/۱۰۶-۲۸/۵۶ و ۹/۵۶-۴۴/۱ و ۸/۱۸-۸۷/۹-۴۰/۸ میکروگرم بر گرم وزن خشک گزارش شده است که قابل مقایسه با مقادیر بدست آمده در گذشته می‌باشند (Villeneuve, 2006).

در بررسی حاضر به جز یک نمونه که کادمیم آن ۴/۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک گزارش شده است، سایر نتایج کمتر از غلظت حد مجاز کادمیم برای اثرات محدوده پایین Effects Range Low (ERL) براساس دستورالعمل کیفیت رسوبات (Sediment Quality Guideline) از سازمان NOAA آمریکا بوده است. همچنین مس با حداکثر مقدار ۱۹/۵۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک از حداکثر مجاز (۳۴ میکروگرم بر گرم وزن خشک) تعیین شده بوسیله NOAA پایین‌تر بوده است. سرب و روی به ترتیب با حداکثر مقادیر ۲۵/۷ و ۵۴/۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک از مقادیر حد مجاز (سرب ۴۷ و روی ۱۵۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک) تعیین شده برای این فلزات در رسوبات پایین‌تر بوده است (جدول ۳). افزایش کادمیم و سرب در یک ایستگاه نسبت به ایستگاههای دیگر همانطوریکه در نمودارهای ۳ و ۴ دیده می‌شود، می‌تواند تحت عوامل مختلفی ایجاد شده باشد که بدون بررسی دقیق‌تر نمی‌توان علت آن را ذکر نمود.

بطور کلی براساس نتایج حاصل از مجموع تحقیقاتی که تاکنون بعمل آمده، سطوح آلاینده‌های صنعتی (شامل فلزات سنگین) در بخش جنوبی دریای خزر از قسمتهای دیگر آن پایین‌تر بوده است (در اکثر موارد). از این بررسی‌ها اینطور بنظر می‌آید که این ناحیه بطور جدی بلحاظ وجود این چهار فلز (Cd, Pb, Cu, Zn) مورد تهدید نیست و مقادیر بدست آمده از محلهای نمونه‌برداری نسبتاً پایین‌تر از سطحی است که بتواند برای محیط زیست خطری ایجاد نماید.

مطالعات افزاز و آمینی رنجبر در سال ۱۳۷۷ نشان می‌دهد که الگوی تجمع فلزات در رسوبات از ایستگاههای نمونه‌برداری واقع در حوضه جنوبی دریای خزر بصورت  $Fe > Zn > Cu > Cr > Pb > Cd$  بوده است. غلظت عنصر کرم در رسوب در مقایسه با میانگین رسوبات دریایی و میانگین پوسته زمین مقدار کمتری بود. غلظت عناصر آهن و سرب و روی در محدوده میانگین رسوبات دریایی و میانگین پوسته زمین بود و در مقایسه با مطالعاتی که در گذشته بر رسوبات سواحل دریای خزر انجام گرفته است، عناصر کادمیم و سرب دارای مقادیر کمتری بوده است. ضمناً غلظت کادمیم در رسوب در بیشتر ایستگاههای مطالعاتی پائین‌تر از حد تشخیص دستگاه بود.

در تحقیقاتی که توسط Caspian Environmental Program (CEP) بر رسوبات منطقه از کم عمق تا عمق ۱۰۰ متری دریای خزر (از اکتبر ۲۰۰۰ تا سپتامبر ۲۰۰۱) در سواحل ۴ کشور ایران (۲۹ نمونه رسوب)، آذربایجان، روسیه و قزاقستان (در ترکمنستان فقط دو نمونه اندازه‌گیری شد) انجام شد، غلظت ۲۳ فلز سنگین اندازه‌گیری شد. در این گزارش آمده است که غلظت فلزات در رسوبات بطور قوی به غلظت آلومینیوم ارتباط داشته است که شاخص خوبی برای سایش رودخانه و مواد همراه جریان آب و حضور مقداری از مواد با ذرات ریز می‌باشد. همچنین غلظت چندین فلز (از قبیل Cr, Ni, As) بطور مشخص بالاتر از مقادیر دستورالعمل کیفیت رسوبات گزارش شده است. بعضی فلزات بدون شک یک منشأ طبیعی از یک منطقه غنی معدنی دارند. همچنین فعالیتهای انسانی نظیر، اکتشاف معادن، غلظت فلزات را بطور قابل ملاحظه‌ای در رسوبات دریای خزر افزایش داده است. ظاهر شدن نقاط بحرانی برای مس و روی در آذربایجان و ایران را می‌توان به این دلیل توجیه نمود. فلزاتی نظیر Pb, Cd, Ag سطوح نسبتاً پایینی داشتند که اثرات محیطی ندارد (De Mora & Sheikholeslami, 2002).

در سال ۲۰۰۵ غلظت ۲۲ فلز سنگین در ۱۹ نمونه رسوب که از دریای خزر جمع‌آوری شده بودند، توسط آژانس بین‌المللی انرژی اتمی در موناکو تعیین شد. ایستگاههای نمونه‌برداری در

جدول ۳: مقایسه دامنه مقادیر فلزات بدست آمده در بررسی حاضر و سایر گزارشات و دستورالعمل‌های کیفیت رسوب

غلظت فلزات سنگین (میکروگرم بر گرم وزن خشک)				مطالعات انجام شده و منطقه مورد مطالعه
Cd	Cu	Pb	Zn	
۰/۱۵-۴/۵	۳/۱۵-۱۹/۵۵	۵-۲۵/۷	۱۳/۵-۵۴/۰۵	تحقیق حاضر
۰/۰۹۸-۰/۲۴	۱۳/۲-۵۰/۹	۱۱/۳-۲۴/۶	۵۵/۹-۱۴۹	De Mora & Sheikholeslami, 2002 CEP ۲۹ ایستگاه در سواحل کشورهای حاشیه دریای خزر
۰/۱۰۱-۰/۲۲۸	۸/۱۸-۴۴/۱	۹/۵۶-۲۸/۶	۴۰/۸-۸۷/۹	Villeneuve, 200 (MESL) ۱۹ ایستگاه در دریای خزر
۱/۲	۳۴	۴۶/۷	۱۵۰	NOAA, 1999 (ERL)
۹/۶	۲۷۰	۲۱۸	۴۱۰	NOAA, 1999 (ERM)
۰/۷	۱۸/۷	۳۰/۲	۱۲۴	Grimwood & Dixon, 1997 (ISQG)
۴/۲	۱۰۸	۱۱۲	۲۷۱	Grimwood & Dixon, 1997 (PEL)

ERL = Effects Range Low

ERM = Effects Range Medium

ISQG = Canadian Interim Marine Sediment Quality Guideline

PEL = Probable Effect Level

MESL = Marine Environmental Laboratory (International Atomic Energy Agency)

- NOAA: [spo.nos.noaa.gov/projects/nsandt/sedimentquality.html](http://spo.nos.noaa.gov/projects/nsandt/sedimentquality.html)
- Environment Canada: [www.ec.gc.ca](http://www.ec.gc.ca)

## تشکر و قدردانی

"وستنیک کاسپیا". وزارت نیرو، موسسه تحقیقات آب، مرکز ملی مطالعات و تحقیقات دریای خزر، آذر ۱۳۸۳، صفحات ۳۷ تا ۵۸. چاپ مسکو.

صادق‌راد، م.؛ امینی رنجبر، غ.ر.؛ ارشد، ع. و جوشیده، ه. ، ۱۳۸۱. اندازه‌گیری فلزات سنگین (روی، مس، کادمیم، سرب و جیوه) در بافت عضله و خاویار دو گونه تاسماهی ایرانی (*A. persicus*) و ازون برون (*A. stellatus*) حوضه جنوبی دریای خزر. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، ۸۲ صفحه.

صادق‌راد، م.؛ امینی رنجبر، غ.ر.؛ ارشد، ع.؛ جوشیده، ه. و حدادی مقدم، ک. ، ۱۳۸۵. بررسی میزان تجمع عناصر کمیاب در بافتهای مختلف ماهی قره‌برون با توجه به رژیم غذایی و نحوه جذب آلاینده‌ها. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، ۴۲ صفحه.

De Mora S. and Sheikholeslami M.R., 2002. Final Report: Interpretation of Caspian Sea Sediment

این تحقیق با مساعدت مالی و اداری موسسه تحقیقات شیلات ایران در انستیتو بین‌المللی ماهیان خاویاری انجام شده است. در اینجا لازم است از جناب آقای دکتر علی اکبر استاد محترم گروه شیمی دانشکده علوم دانشگاه گیلان بواسطه همکاری در آنالیز نمونه‌ها تشکر و قدردانی شود. همچنین از آقای مهندس یوسف‌زاد از بخش اکولوژی مرکز تحقیقات آبی پرووری آبهای داخلی به جهت همکاری در تعیین بافت رسوبات تشکر می‌گردد.

## منابع

افراز، ع. و امینی رنجبر، غ.ر. ، ۱۳۷۷. بررسی فلزات سنگین در سواحل جنوبی دریای خزر. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۶۶ صفحه.

سوینی‌نیخ، ا. ، ۲۰۰۴. کاهش منابع زیستی دریای خزر. وستنیک کاسپیا، شماره ۲، سال ۲۰۰۴. ترجمه: شمس فولادی. مسائل دریای خزر. برگزیده مقالات علمی مجله



- Data. ASTP: Contaminant Screening Programme. 27P.
- Dolza J., 1968.** Decomposition techniques in inorganic analysis. London Iliffe Book, LTD, Chapter 1, 31P. Environment Canada: www.ec.gc.ca
- Grimwood M.J. and Dison E., 1997.** Assessment of risks posed by list II metals to sensitive marine areas (SMAs) and adequacy of existing environmental quality standards (EQSs) for SMA protection. WRc report for English Nature, Contract No. 10435-0.
- Hertling T. and Kuhnert G., 1992.** Chemical time bombs in urban soils. *In*: Abstracts of an International Meeting on Bio-remediation, Toxicology, Environmental Fate and Ecology, pp.B22-B28. Joint meeting of SETAC- Europe and Aquatic Ecosystem Health and Management Society, 21-24 June, Potsdam, Germany.
- Kosarev A.N. and Yablonskaya E.A., 1994.** The Caspian Sea. SPB Academic Publishing, The Hague, Netherlands. 259P.
- Langmyhr E.G. and Sveen S., 1965.** Analytical chemistry. Acta, 32, pp.1-7.
- NOAA, 1999.** National oceanic & atmospheric administration. sediment quality guideline developed for the national status & trends Programme. The Center for Coastal Monitoring & Assessment (CCMA) (NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS CCMA). 137P.
- ROPME, 1999.** Regional report of the state of the marine environment, regional organization for program of marine environment. Kuwait. 217P.
- Samiullah Y., 1990.** Biological monitoring of environmental contaminants: Animals. MARC report number 37, GEMS-Monitoring and Assessment Research Center, King's College, University of London, Uk.767P.
- Villeneuve J.P., 2006.** Caspian Sea 2005. Contaminant screening survey. International Atomic Energy Agency. Marine Environmental Laboratory. 41P.

## Heavy metal concentrations (Zn, Cu, Pb, Cd) in sediments of the southwest Caspian Sea Basin (Astara to Kiyashahr)

Sadeghi Rad M.<sup>(1)\*</sup>; Amini Ranjbar Gh.R.<sup>(2)</sup>; Joosheede H.<sup>(3)</sup>

and Arshad A.<sup>(4)</sup>

1,3 & 4 - International Sturgeon Research Institute, P.O. Box: 41635-3464 Rasht, Iran

2- Iranian Fisheries Research Organization, P.O.Box: 14155-6116 Tehran, Iran

Received: November 2008

Accepted: November 2009

**Keywords:** Sediment, Heavy metals, Caspian Sea, Iran

### *Abstract*

Heavy metals Zn, Cu, Pb, Cd concentration in sediments of the Iranian waters of the Caspian Sea was measured in fall 2001. Samples were collected from transects along the Iranian coastline in five stations lying between Astara (48° 52', 38° 26') up to Kiyashahr (49° 53', 37° 27'). Metals were extracted from sediments by digesting with hydrofluoric and hydrochloric acid. Metals concentrations were measured using the Atomic Absorption Spectrophotometer. Reliability of results was tested using Soil-7, a certificated reference material (CRM). Sediment samples were also collected from each station to determine grain size.

The results showed that except for Cd concentration which was measured at 4.5 $\mu\text{g g}^{-1}$  dry weight, other values were lower than the Effects Range Low (ERL) (1.2 $\mu\text{g g}^{-1}$  dry weight) based on the Sediment Quality Guidelines from NOAA, USA for Cd. Also, the highest concentration determined for Cu (19.55 $\mu\text{g g}^{-1}$  dry weight) in this study was lower than the ERL (34 $\mu\text{g g}^{-1}$  dry weight) value determined by NOAA for Cu. The highest concentrations for Pb and Zn in the present study were 25.7 $\mu\text{g g}^{-1}$  dry weight and 54.5 $\mu\text{g g}^{-1}$  dry weight, respectively that were lower than the ERL values (Pb = 47 $\mu\text{g g}^{-1}$  dry weight and Zn = 124 $\mu\text{g g}^{-1}$  dry weight) declared by NOAA for these metals.

It is evident from the present study that heavy metals concentrations in sediments in the study area were lower than Effects Range Low values for these metals. We conclude that the studied metals are not threatening to the environment at the present time.

\* Corresponding author: marjan\_sadegi@yahoo.co.uk