

## بررسی غلظت عناصر کادمیم، کروم و نیکل در جوامع درشت بی مهرگان بسترزی خوریات موسی و همبستگی آن با غلظت فلزات در رسوب

سهیل سبحان اردکانی<sup>۱\*</sup>؛ مریم محمدی روزبهانی<sup>۲</sup> و راضیه مشعل پور فرد<sup>۳</sup>

۱- دانشیار گروه محیط زیست، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی

۲- استادیار گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۷/۲۵ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۳/۱۰)

### چکیده

فلزات سنگین در اثر عوامل طبیعی و مصنوعی به بوم سازگان های آبی وارد شده و از مهم ترین آلاینده های سمی این محیط ها محسوب می شوند که پایداری بالایی داشته و از توانایی ایجاد سمیت در آب زیان و قابلیت تجمع در زنجیر غذایی برخوردارند. این پژوهش با هدف بررسی غلظت کادمیم، کروم و نیکل در جوامع درشت بی مهرگان بسترزی خوریات موسی و همبستگی آن با تجمع فلزات در رسوب در سال ۱۳۹۱ انجام یافت. نمونه برداری از رسوبات توسط گرب انجام یافت. گونه های موجود در نمونه های ماکروبتوزی نیز پس از شستشو در الک ۰/۵ میکرون، شناسایی شدند. پس از هضم نمونه های رسوب و ماکروبتوز، غلظت عناصر توسط دستگاه نشر اتمی خوانده شد. نتایج بیان گر آن بود که بیشینه میانگین غلظت عناصر کادمیم، کروم و نیکل بر حسب میلی گرم در کیلوگرم در نمونه های رسوب به ترتیب برابر با  $0.17 \pm 0.10$ ،  $46/50 \pm 2/0$  و  $41/43 \pm 2/0$  و در نمونه های ماکروبتوز نیز به ترتیب برابر با  $0.21 \pm 0.10$ ،  $64/10 \pm 1/0$  و  $41/40 \pm 1/0$  و مربوط به Bivalvia است. هم چنین نتایج نشان داد که میانگین غلظت عناصر کادمیم، کروم و نیکل در نمونه های رسوب، کم تر از رهنمود WHO بود. بنابراین، می توان عنوان کرد گرچه رسوبات منطقه مورد مطالعه به فلزات سنگین کادمیم، کروم و نیکل آلوده نیست، ولی استقرار صنایع مختلف پتروشیمی در منطقه مورد مطالعه، نشت نفت از سکوه های حفاری و تخلیه آب توازن نفتکش ها احتمال آلودگی رسوبات و به تبع آن گونه های آبی ساکن به فلزات سنگین را افزایش می دهد.

کلید واژگان: تجمع زیستی، ماکروبتوز، فلز سنگین، خورموسی

## ۱. مقدمه

می‌تواند وضعیت محیط‌زیستی منطقه را از نظر آلودگی به فلزات سنگین مشخص کند ( Zhou et al., 2007; Safahieh and Mohammadi, 2010).

خلیج فارس بخشی از منطقه دریایی راپمی<sup>۱</sup> بوده که به وسیله فعالیت‌های انسانی نظیر کشتی‌رانی، ترافیک تانکرها و توسعه صنعتی و کشاورزی آلوده شده است ( De Mora, 2004; Abdolapur Monikh et al., 2013). خلیج فارس در منطقه‌ای گرمسیری و خشک واقع شده که به دلیل وضعیت محیطی ویژه، از دامنه تحمل آب‌زیان موجود در آن نسبت به تغییرات محیطی کاسته شده است و ورود آلاینده‌ها نیز آسیب بیش‌تری را به این موجودات وارد می‌آورد (Jafarian Moghadam et al., 2011). در این میان، خورها به دلیل موقعیت بلافصل خود با خشکی‌ها، در معرض ورود انواع آلاینده‌ها قرار دارند. علاوه بر آن بسیاری از خورها به علت برخورداری از محیطی آرام و به دور از امواج، به واسطه سکون آب در معرض انباشت بار آلودگی هستند. این مساله زمانی که خورها از اطراف یا مراکز شهری عبور می‌کنند، بیش‌تر مشهود است. به طوری که فاضلاب‌ها و پساب‌های شهری عموماً از محل خورها به دریاها می‌ریزند (Fatemi and Hamidi, 2010). در میان بوم‌سازگان‌های ساحلی از جمله بوم‌سازگان‌های صخره‌ای، مرجانی، تالاب‌های ساحلی، جنگل‌های حرا، پهنه‌های کشندی و ...، خورموسی شاخص‌ترین نمونه بوم‌سازگان از نوع پهنه‌های کشندی یا

در دهه‌های اخیر آلودگی فلزات سنگین در محیط‌های آبی به یک مشکل جهانی در کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته تبدیل شده است ( Malik et al., 2010; Shariati et al., 2012). فلزات سنگین شامل دو دسته عناصر ضروری و غیرضروری در اثر عوامل طبیعی مانند هوازدگی پوسته زمین و نهشت‌های جوی و عوامل مصنوعی مانند استفاده فزاینده از فلزات در صنعت و کشاورزی و هم‌چنین دفع فاضلاب‌ها و رواناب‌های سطحی شهرهای بزرگ و کوچک وارد بوم‌سازگان‌های آبی شده و از مهم‌ترین آلاینده‌های سمی محسوب می‌شوند که پایداری بالایی داشته و از توانایی ایجاد سمیت در آب‌زیان، تجمع در زنجیر غذایی، عدم تبدیل به فرم‌های کم‌خطرتر، اثرات مخرب بر تعادل بوم‌شناختی محیط پذیرنده و تنوع موجودات آبی برخوردارند ( Khodabandeh, 2001; Vosyliene et al., 2003; Storelli et al., 2005; Farombi et al., 2007; Forghani et al., 2009; Kamaruzzaman et al., 2012; Hosseini et al., 2013; Sobhanardakani et al., 2014). رسوبات از توانایی بالقوه جذب و انباشت آلاینده‌های فلزی محیط‌های خشکی برخوردار هستند. در نتیجه آنالیز رسوبات نقش مهمی را در ارزیابی شرایط آلودگی بوم‌سازگان‌های آبی ایفا می‌کند ( Loska et al., 2004; Penilla et al., 2005). به بیان دیگر، تعیین پراکنش و غلظت فلزات سنگین در رسوبات و دستیابی زیستی آن‌ها در محیط‌های ساحلی و دریایی

منظور سنجش آلودگی فلزات سنگین استفاده شده است ( Li *et al.*, 2009; Kesavan *et al.*, 2010; Nejatkhah Manavi, 2013). لذا با توجه به اهمیت موضوع، این پژوهش با هدف بررسی همبستگی بین غلظت فلزات سنگین کادمیم، کروم و نیکل در رسوبات با جوامع درشت بی‌مهرگان بستری ساکن در رسوبات خوریات موسی انجام یافت.

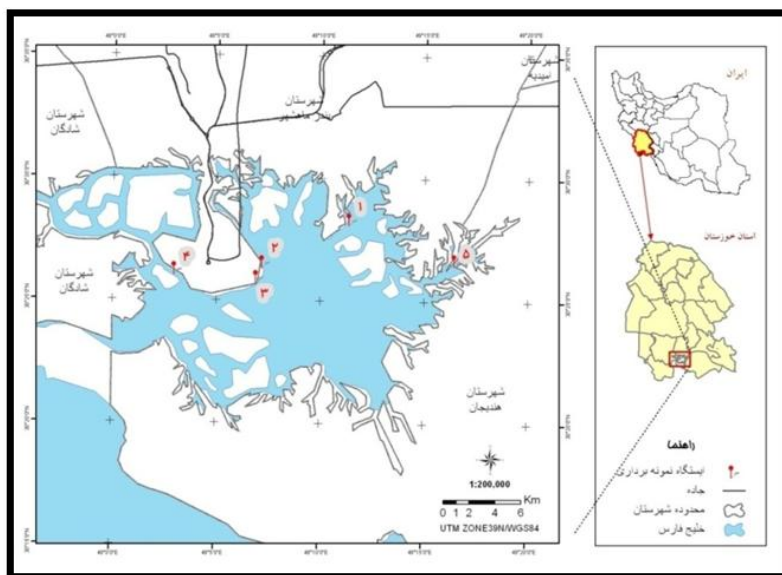
## ۲. مواد و روش‌ها

### ۲-۱. معرفی منطقه مورد مطالعه

خورموسی در ناحیه شمال غربی خلیج فارس و در طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۱۵ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۳۱ دقیقه واقع شده است ( Savari *et al.*, 2003). به منظور نمونه‌برداری از رسوبات و بررسی همبستگی بین غلظت فلزات در رسوبات با جوامع ماکروبنیتیک دوکفه‌ای و شکم‌پا، ۵ ایستگاه (شامل یک ایستگاه شاهد) با در نظر گرفتن میزان فعالیت‌های انسانی در منطقه و حجم پساب ورودی انتخاب شد. موقعیت استقرار و خصوصیات ایستگاه‌ها به ترتیب در شکل ۱ و جدول ۱ ارائه شده است.

پهنه‌های جزر و مدی است که به دلیل شرایط خاص محیطی آن در نوع خود در خلیج فارس بسیار با اهمیت است. این مناطق در صورتی که در معرض هجوم توسعه و اثرات ناشی از آن نباشند، از بارورترین مناطق ساحلی در مجموعه بوم‌سازگان‌های دریایی به حساب می‌آیند (Hopner and Maraschi, 1999). فلزات توسط کفزیان به‌عنوان اولین سطح تولیدکننده در دریا یا به‌طور کلی جامعه زیستی جذب شده، و از این طریق احتمال ورود برخی از این فلزات به زنجیر غذایی افزایش می‌یابد ( Mojtahid *et al.*, 2008). الگوهای تجمع فلزات در موجودات زنده دریایی با یکدیگر متفاوت است. به طوری که می‌توان گونه‌های متفاوت از مهره‌داران دریایی با غلظت‌های تجمع‌یافته متفاوت از فلز در بافت‌ها را در بدنه‌ای یکسان از آب دریا مشاهده کرد ( Keil *et al.*, 2008).

با توجه به آثار مخرب فلزات سنگین بر حیات موجودات ساکن در آب و یا متاثر از پیکره آبی، بررسی و پایش کیفی موجودات زنده در دریاها همواره از نظر زیست‌محیطی از اهمیتی بسزا برخوردار بوده است. به طوری که در مطالعات متعددی از دوکفه‌ای‌ها و شکم‌پایان به‌عنوان نشان‌گر زیستی به-



شکل ۱: نقشه محل استقرار ایستگاه‌های نمونه‌برداری

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های نمونه‌برداری

نام ایستگاه	عرض شمالی	طول شرقی	توضیحات
ایستگاه ۱	N 30 28 09.8	E 49 11 20.8	خور مجیدیه جنب پایانه صادراتی نفت ماهشهر
ایستگاه ۲	N 30 26 24.5	E 49 07 09.3	خور موسی
ایستگاه ۳	N 30 25 47.8	E 49 06 52.5	جنب پتروشیمی بندر امام در خور جعفری
ایستگاه ۴	N 30 26 06.3	E 49 02 56.6	جنب اسکله‌های بندر امام خمینی در خور دورق
ایستگاه ۵	N 30 26 32.1	E 49 16 25.3	ایستگاه شاهد در خور غزاله

سانتی‌متری سطح رسوب با استفاده از گرب ون وین (با سطح مقطع ۰/۰۲۵ مترمربع) با ۳ تکرار برداشت شد. نمونه‌های حاوی ماکروفونا توسط الک ۵۰۰ میکرون و با استفاده از آب دریا شسته و سپس به همراه مقداری از آب دریا، در ظروف پلی‌اتیلنی که از قبل توسط اسید نیتریک رقیق و آب مقطر شستشو

۲-۲. نمونه‌برداری از رسوب و جوامع

### ماکروبنئوزی

نمونه‌برداری از رسوبات در شهریورماه ۱۳۹۱ و در زمان جزر کامل در شرایطی که سطح رسوبات حداقل با ۱/۵ متر آب پوشیده شده بود، از منطقه بین جزر و مدی خوریات موسی انجام یافت. نمونه‌ها از لایه ۵

داده شده بودند، تخلیه و برچسب‌گذاری شد. نمونه‌های رسوب نیز در کیسه‌های پلاستیکی تخلیه و برچسب‌گذاری شد (Allen *et al.*, 1991; Karbassi *et al.*, 2005). پس از آن نمونه‌ها توسط یخ‌دان حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل شدند.

### ۲-۳. آماده‌سازی و هضم نمونه‌ها

نمونه‌های ماکروبتوزی پس از انتقال به پتری‌دیش و با استفاده از استریومیروسکوپ شناسایی و در گروه‌های دوکفه‌ای، سخت‌پوست، شکم‌پا و کرم تقسیم شدند. سپس نمونه‌ها در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد تا ثابت شدن وزن بافت، در آون خشک شدند (Silva *et al.*, 2001). نمونه‌های خشک‌شده توسط هاون چینی کاملاً پودر و از الک ۶۳ میکرون عبور داده شدند. به منظور هضم نمونه‌های ماکروبتوزی، ۰/۵ گرم از هر نمونه پودر شده توسط ترکیبی از اسید نیتریک (۰/۶۹٪) و اسیدپرکلریدریک (۰/۶۰٪) به نسبت ۴:۱ ابتدا به مدت یک ساعت در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و سپس به مدت ۴ ساعت در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد بر روی هات پلیت قرار داده شد. بعد از سرد شدن کامل نمونه‌های هضم‌شده در دمای معمولی آزمایشگاه، محلول‌های هضم‌شده به بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری منتقل و توسط آب دوبار تقطیر رقیق شدند. نمونه‌های رقیق‌شده با استفاده از کاغذ صافی واتمن ۴۲، فیلتر و تا زمان قرائت غلظت فلزات سنگین در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در یخچال نگهداری شدند (Yap *et al.*, 2009).

به‌منظور هضم نمونه‌های رسوب، پس از خشک و آسیاب کردن آن‌ها به ترتیب در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد و توسط هاون چینی، یک گرم از نمونه پودر شده

در ظرف تفلونی تخلیه شد. پس از افزودن یک میلی‌لیتر مخلوط اسید نیتریک و اسید کلریدریک با نسبت ۳:۱ و ۶ میلی‌لیتر اسید فلئوریدریک به نمونه‌ها، محلول حاصل به مدت ۱۵۰ دقیقه بر روی حمام شن در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. با شفاف شدن رنگ نمونه‌ها و پس از سرد شدن آن‌ها، ۳/۷ گرم اسیدبوریک در ۲۰ میلی‌لیتر آب عاری از یون حل و به نمونه‌های سرد اضافه شد. نمونه‌های هضم‌شده به بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری منتقل و توسط آب دوبار تقطیر، رقیق شدند. سپس محلول توسط کاغذ صافی واتمن ۴۲، فیلتر و تا زمان قرائت غلظت فلزات سنگین در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در یخچال نگهداری شد (Karbassi *et al.*, 2006; Chatain *et al.*, 2013).

در نهایت پس از ساخت محلول مادر و استاندارد عناصر (مرک آلمان) و کالیبراسیون دستگاه ICP-OES (2100 DV, Perkin Elmer)، غلظت عناصر در نمونه‌های ماکروبتوز و رسوب خوانده شد (Chatain *et al.*, 2013; Lim *et al.*, 2013; Sobhanardakani and Jamshidi, 2015; Sobhanardakani and Habibi, 2016).

### ۲-۴. پردازش آماری داده‌ها

بدین منظور از ویرایش ۱۸ نرم‌افزار آماری SPSS استفاده شد. از آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی نرمال بودن داده‌ها، از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (آزمون چند دامنه‌ای دانکن) برای مقایسه میانگین غلظت عناصر در رسوب و ماکروبتوز بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری، از آزمون تی تک‌نمونه‌ای برای مقایسه میانگین غلظت عناصر در رسوب با رهنمود WHO و

### ۳. نتایج

غلظت عناصر مورد مطالعه در نمونه‌های رسوب و گروه‌های مختلف ماکروبتوز به تفکیک ایستگاه نمونه‌برداری به ترتیب در جداول ۲ و ۳ ارایه شده است.

از آزمون همبستگی پیرسون به منظور بررسی همبستگی بین غلظت فلزات سنگین کادمیم، کروم و نیکل در رسوبات با جوامع ماکروبتیک ساکن و همبستگی بین غلظت عناصر بین گروه‌های ماکروبتیک استفاده شد.

جدول ۲: آمار توصیفی غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های رسوب به تفکیک ایستگاه بر حسب  $mg/kg$ \*

ایستگاه	عنصر		
	کادمیم	کروم	نیکل
۱	دامنه تغییرات	۴/۰	۴/۰
	میانگین	۰/۱۲ <sup>d**</sup>	۳۷/۷۵ <sup>a</sup>
	انحراف معیار	۰/۰۲	۲/۰
۲	دامنه تغییرات	۲/۰	۲/۰
	میانگین	۰/۱۷ <sup>e</sup>	۴۰/۰۵ <sup>b</sup>
	انحراف معیار	۰/۱۰	۱/۰
۳	دامنه تغییرات	۲/۰	۲/۰
	میانگین	۰/۱۰ <sup>c</sup>	۴۱/۰۲ <sup>b</sup>
	انحراف معیار	۰/۰۱	۱/۰
۴	دامنه تغییرات	۲/۰	۲/۰
	میانگین	۰/۰۷ <sup>b</sup>	۴۱/۶۴ <sup>b</sup>
	انحراف معیار	۰/۰۱	۱/۰
۵	دامنه تغییرات	۴/۰	۲/۰
	میانگین	۰/۰۴ <sup>a</sup>	۴۶/۵۰ <sup>c</sup>
	انحراف معیار	۰/۰۱	۲/۰
کل	دامنه تغییرات	۸/۰	۱۲/۷۵
	میانگین	۰/۱۰	۴۱/۵۶
	انحراف معیار	۰/۰۶	۳/۱۷

\* داده‌ها مربوط به میانگین ۳ تکرار است.

\*\* حروف غیر مشترک (a, b, c و ...) در هر ستون، بیان‌گر تفاوت معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) بین ایستگاه‌ها از نظر میانگین غلظت

عناصر در نمونه‌های رسوب بر اساس نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه است.

اختلاف معنی‌دار آماری دارند ( $p < 0/05$ ). از نظر مقایسه میانگین غلظت کروم نتایج بیان‌گر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین ایستگاه‌های ۲، ۳ و ۴ است. از طرفی از نظر مقایسه میانگین غلظت نیکل نیز نتایج نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین ایستگاه‌های ۱ با ۵ و ۳ با ۴ بود (جدول ۲).

نتایج مربوط به قرائت غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های ماکروبتوز (جدول ۳) بیان‌گر آن بود که کمینه و بیشینه میانگین غلظت عنصر کادمیم با  $0/02 \pm 0/01$  و  $0/21 \pm 0/10$  میلی‌گرم در کیلوگرم، به ترتیب مربوط به سخت‌پوستان و دوکفه‌ای‌ها، کمینه و بیشینه میانگین غلظت عنصر کروم با  $0/25 \pm 0/10$  و  $1/10 \pm 64/10$  میلی‌گرم در کیلوگرم، به ترتیب مربوط به شکم‌پایان و دوکفه‌ای‌ها و کمینه و بیشینه میانگین غلظت عنصر نیکل با  $1/03 \pm 1/0$  و  $41/40 \pm 1/0$  میلی‌گرم در کیلوگرم، به ترتیب مربوط به کرم‌ها و دوکفه‌ای‌ها است.

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (آزمون چنددامنه ای دانکن) بیان‌گر آن بود که گروه‌های سخت‌پوست و شکم‌پا از نظر میانگین غلظت کادمیم با یکدیگر اختلاف معنی‌دار آماری ندارند. از نظر مقایسه میانگین غلظت کروم در نمونه‌های ماکروبتوز نتایج بیان‌گر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های ماکروبتوزی دوکفه‌ای و سخت‌پوست بود. از طرفی نتایج مقایسه میانگین غلظت نیکل در نمونه‌های ماکروبتوز نیز نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار آماری ( $p < 0/05$ ) بین تمام گروه‌های

هم‌چنین غلظت عناصر مورد مطالعه در نمونه‌های مختلف ماکروبتوز به تفکیک گروه ماکروبتوزی و مقادیر استاندارد فلزات سنگین کادمیم، کروم و نیکل در خاک و رسوب نیز در جدول ۴ ارائه شده است.

نتایج مربوط به قرائت غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های رسوب (جدول ۲) بیان‌گر آن است که کمینه و بیشینه میانگین غلظت عنصر کادمیم با  $0/04 \pm 0/01$  و  $0/17 \pm 0/10$  میلی‌گرم در کیلوگرم، به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های ۵ و ۲؛ کمینه و بیشینه میانگین غلظت عنصر کروم با  $37/75 \pm 2/0$  و  $46/50 \pm 2/0$  میلی‌گرم در کیلوگرم، به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های ۱ و ۵ و کمینه و بیشینه میانگین غلظت عنصر نیکل با  $37/43 \pm 2/0$  و  $41/43 \pm 2/0$  میلی‌گرم در کیلوگرم، به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های ۱ و ۴ بود.

نتایج آزمون تی تک‌نمونه‌ای نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری ( $p < 0/05$ ) بین میانگین غلظت عناصر کادمیم، کروم و نیکل در نمونه‌های رسوب با رهنمود سازمان بهداشت جهانی (برابر با ۰/۳۰، ۱۰۰ و ۶۸ میلی‌گرم در کیلوگرم به ترتیب برای کادمیم، کروم و نیکل) (Kabata-Pendias, 2011) بود. به طوری که میانگین غلظت همه عناصر مورد ارزیابی در رسوب کم‌تر از استاندارد است.

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (آزمون چنددامنه ای دانکن) برای مقایسه میانگین غلظت عناصر کادمیم، کروم و نیکل در نمونه‌های رسوب بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری بیان‌گر آن بود که همه ایستگاه‌ها از نظر میانگین غلظت کادمیم با یکدیگر

ماکروبنتوزی است (جدول ۴).

طرفی بین میانگن غلظت عنصر کادمیم در گروه ماکروبنتوزی دوکفه‌ای و نیکل در رسوب، بین میانگن غلظت عنصر کروم در گروه ماکروبنتوزی شکم‌پا با نیکل در رسوب و همچنین بین میانگن غلظت عنصر نیکل در گروه ماکروبنتوزی شکم‌پا با نیکل در رسوب، همبستگی معنی‌دار آماری وجود دارد (جدول ۵) ( $p < 0.05$ ).

نتایج آزمون همبستگی پیرسون بیان‌گر آن بود که بین میانگن غلظت عناصر کادمیم/نیکل در گروه ماکروبنتوزی دوکفه‌ای و بین میانگن غلظت عناصر نیکل/کروم در گروه‌های ماکروبنتوزی شکم‌پا و کرم، همبستگی معنی‌دار آماری وجود دارد ( $p < 0.05$ ). از

جدول ۳: آمار توصیفی غلظت فلزات سنگین موجود در نمونه‌های ماکروبنتوز به تفکیک ایستگاه بر حسب  $mg/kg$ \*

انحراف معیار $\pm$ میانگین			گروه ماکروبنتوزی	عنصر ایستگاه
نیکل	کروم	کادمیم		
۸/۹۳ $\pm$ ۱/۰	۱۷/۶۹ $\pm$ ۱/۰	۰/۲۱ $\pm$ ۰/۱۰	Bivalvia	۱
۱/۴۸ $\pm$ ۰/۱۰	۰/۳۷ $\pm$ ۰/۱۰	۰/۰۷ $\pm$ ۰/۰۱	Gastropoda	
۲/۱۰ $\pm$ ۰/۱۰	۲/۱۰ $\pm$ ۰/۱۰	۰/۱۱ $\pm$ ۰/۰۱	Worm	
۱۳/۳۴ $\pm$ ۱/۰	۱۲/۲۳ $\pm$ ۲/۰	۰/۰۸ $\pm$ ۰/۰۰	Bivalvia	۲
۴/۸۱ $\pm$ ۱/۰	۲۷/۰۵ $\pm$ ۱/۰	۰/۰۲ $\pm$ ۰/۰۱	Crustacea	
۲/۴۸ $\pm$ ۱/۰	۱/۱۳ $\pm$ ۱/۰	۰/۰۵ $\pm$ ۰/۰۱	Gastropoda	
۴۱/۴۰ $\pm$ ۱/۰	۱۰/۸۹ $\pm$ ۰/۱۰	۰/۰۸ $\pm$ ۰/۰۰	Bivalvia	۳
۹/۶۰ $\pm$ ۱/۰	۲۲/۰ $\pm$ ۱/۰	۰/۰۸ $\pm$ ۰/۰۱	Crustacea	
۶/۳۰ $\pm$ ۱/۰.۵	۱/۳۸ $\pm$ ۰/۱۰	۰/۰۸ $\pm$ ۰/۰۱	Gastropoda	
۳۳/۰ $\pm$ ۱/۰	۶۴/۱۰ $\pm$ ۱/۰	۰/۰۵ $\pm$ ۰/۰۱	Bivalvia	۴
۲/۴۳ $\pm$ ۱/۰	۱۴/۷۷ $\pm$ ۱/۰.۱	۰/۰۷ $\pm$ ۰/۰۱	Crustacea	
۵/۰۳ $\pm$ ۱/۰	۱/۱۸ $\pm$ ۰/۱۰	۰/۰۴ $\pm$ ۰/۰۱	Gastropoda	
۱/۰۳ $\pm$ ۱/۰	۲/۵۴ $\pm$ ۰/۱۰	۰/۰۶ $\pm$ ۰/۰.۲	Worm	
۳/۲۸ $\pm$ ۱/۰	۵/۲۳ $\pm$ ۱/۰	۰/۱۶ $\pm$ ۰/۱۰	Bivalvia	۵
۱/۱۳ $\pm$ ۱/۰	۰/۲۵ $\pm$ ۰/۱۰	۰/۱۱ $\pm$ ۰/۰۱	Gastropoda	
۳/۳۹ $\pm$ ۰/۱۰	۶/۴۳ $\pm$ ۱/۰	۰/۱۱ $\pm$ ۰/۱۰	Worm	

\* داده‌ها مربوط به میانگین ۳ تکرار است.



جدول ۴: آمار توصیفی غلظت فلزات سنگین به تفکیک گروه ماکروبتوزی بر حسب mg/kg\*

نیکل	کروم	کادمیم	عنصر	
			ماکروبتوز	
۴۰/۱۲	۶۰/۸۷	۰/۲۷	دامنه تغییرات	Bivalvia
۱۹/۹۹ <sup>d</sup>	۲۲/۰۳ <sup>c</sup>	۰/۱۳ <sup>c**</sup>	میانگین	
۱۵/۱۹	۲۲/۱۸	۰/۰۸	انحراف معیار	
۹/۱۷	۱۴/۲۸	۰/۰۸	دامنه تغییرات	Crustacea
۵/۶۱ <sup>c</sup>	۲۱/۲۷ <sup>c</sup>	۰/۰۶ <sup>a</sup>	میانگین	
۳/۲۸	۵/۴۲	۰/۰۳	انحراف معیار	
۷/۳۰	۲/۰	۰/۰۹	دامنه تغییرات	Gastropoda
۳/۲۸ <sup>b</sup>	۰/۸۶ <sup>a</sup>	۰/۰۷ <sup>a</sup>	میانگین	
۲/۲۴	۰/۶۱	۰/۰۳	انحراف معیار	
۳/۳۷	۵/۴۳	۰/۲۰	دامنه تغییرات	Worm
۲/۲۰ <sup>a</sup>	۳/۶۹ <sup>b</sup>	۰/۰۹ <sup>b</sup>	میانگین	
۱/۱۱	۲/۱۲	۰/۰۶	انحراف معیار	

\*داده‌ها مربوط به میانگین ۳ تکرار است.

\*\*حروف غیر مشترک (a, b, c و ...) در هر ستون، بیانگر تفاوت معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) بین ایستگاه‌ها از نظر میانگین غلظت

عناصر در نمونه‌های ماکروبتوز بر اساس نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه است.

جدول ۵: همبستگی بین فلزات سنگین در رسوب و گروه‌های ماکروبتوزی ساکن خورموسی

نیکل	کروم	کادمیم	فلز سنگین در رسوب		
			فلز سنگین در ماکروبتوز		
-۰/۹۷۱ <sup>**</sup>	-۰/۱۲۸	-۰/۰۷۴	<i>r</i>	کادمیم	دو کفه‌ای‌ها
۰/۰۰۶	۰/۸۳۸	۰/۹۰۶	<i>Sig</i>		
۰/۵۰۷	-۰/۱۶۸	-۰/۲۰۷	<i>r</i>	کروم	
۰/۳۸۳	۰/۷۸۷	۰/۷۳۸	<i>Sig</i>		
۰/۸۶۷	-۰/۲۲۶	-۰/۰۱۲	<i>r</i>	نیکل	
۰/۰۵۷	۰/۷۱۵	۰/۹۸۴	<i>Sig</i>		
۰/۹۵۴	۰/۵۱۰	-۰/۹۰۶	<i>r</i>	کادمیم	سخت پوستان
۰/۱۹۳	۰/۶۵۹	۰/۲۷۸	<i>Sig</i>		
-۰/۸۹۵	-۰/۹۶۴	۰/۹۴۶	<i>r</i>	کروم	
۰/۲۹۴	۰/۱۷۲	۰/۲۱۰	<i>Sig</i>		
۰/۰۲۸	-۰/۶۴۷	۰/۱۰۵	<i>r</i>	نیکل	
۰/۹۸۲	۰/۵۵۲	۰/۹۳۳	<i>Sig</i>		
-۰/۵۰۷	۰/۵۸۹	-۰/۵۴۳	<i>r</i>	کادمیم	شکم‌پایان
۰/۳۸۳	۰/۲۹۶	۰/۳۴۴	<i>Sig</i>		
۰/۹۲۹ <sup>*</sup>	-۰/۲۴۴	۰/۳۶۲	<i>r</i>	کروم	
۰/۰۲۲	۰/۶۹۳	۰/۵۴۹	<i>Sig</i>		
۰/۸۹۱ <sup>*</sup>	-۰/۱۶۴	-۰/۰۲۵	<i>r</i>	نیکل	
۰/۰۴۲	۰/۷۹۲	۰/۹۶۸	<i>Sig</i>		
-۰/۹۷۴	۰/۰۶۴	۰/۱۲۶	<i>r</i>	کادمیم	کرم‌ها
۰/۱۴۴	۰/۹۵۹	۰/۹۲۰	<i>Sig</i>		
-۰/۲۰۳	۰/۹۳۳	-۰/۸۴۹	<i>r</i>	کروم	
۰/۸۷۰	۰/۲۳۴	۰/۳۵۵	<i>Sig</i>		
-۰/۶۷۶	۰/۶۱۸	-۰/۴۵۸	<i>r</i>	نیکل	
۰/۵۲۸	۰/۵۷۶	۰/۶۹۷	<i>Sig</i>		

(\*\*) معنی‌داری در سطح خطای ۱٪

(\*) معنی‌داری در سطح خطای ۵٪

#### ۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج بررسی غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های رسوب بیان‌گر آن بود که بیشینه میانگین غلظت عنصر کادمیم با  $0/10 \pm 0/17$  میلی‌گرم در کیلوگرم مربوط به ایستگاه ۲؛ بیشینه میانگین غلظت عنصر کروم با  $2/0 \pm 46/50$  میلی‌گرم در کیلوگرم مربوط به ایستگاه ۵ و بیشینه میانگین غلظت عنصر نیکل با  $2/0 \pm 41/43$  میلی‌گرم در کیلوگرم مربوط به ایستگاه ۴ و بیان‌گر نقش صنایع مستقر به‌ویژه صنایع پتروشیمی و هم‌چنین اسکله‌های ترانزیت نفت و مشتقات آن در تجمع این عناصر در رسوبات است.

الگوی تجمع فلزات سنگین در رسوبات در مطالعه حاضر به صورت  $Cr > Ni > Cd$  و مطابق با الگوی تجمع فلزات در پوسته زمین می‌باشد (Rabani *et al.*, 2008). هم‌چنین نتایج با الگوی تجمع فلزات سنگین در رسوبات مورد مطالعه Abdolahpur و Monikh (2013) در خوریاات جعفری و غزاله، Alam و همکاران (2010) در تالاب ساندربانگ هند، Szefer و همکاران (2009) در خلیج گدانک دریای بالتیک و Davydkova و همکاران (2005) در خلیج زولوتی راگ دریای ژاپن مطابقت دارد.

نتایج مربوط به بررسی غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های ماکروبتوز (جدول ۳) بیان‌گر آن بود که بیشینه میانگین غلظت عناصر کادمیم، کروم و نیکل بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم به ترتیب برابر با  $0/10 \pm 0/21$ ،  $1/0 \pm 64/10$  و  $1/0 \pm 41/40$  و مربوط به دوکفه‌ای‌ها است. در این رابطه می‌توان به تشابه نتایج

تحقیق حاضر با یافته‌های پژوهش Astani و همکاران (2012) که با هدف بررسی تجمع عناصر کادمیم و نیکل در گونه شکم پای *Thais mutabilis* ساکن در خلیج فارس انجام یافت، پژوهش Maanan (2008) که نسبت به بررسی غلظت عناصر کادمیم، کروم و نیکل در بافت بدن ۳ گونه از نرم‌تنان دریایی نواحی ساحلی مراکش اقدام کرد و پژوهش Ali و Fishar (2005) که با هدف بررسی غلظت عناصر کادمیم، کروم و نیکل در بافت بدن نرم‌تنان و سخت-پوستان ساکن در بستر دریاچه کارون مصر انجام یافت، اشاره کرد. هم‌چنین مقایسه نتایج با یافته‌های پژوهش Nejatkhah Manavi (2013) که با هدف بررسی تجمع عنصر کادمیم در ماکروبتوزهای ساکن نواحی بین جزر و مدی استان هرمزگان انجام یافت و پژوهش Ahmed و همکاران (2011) که طی آن نسبت به بررسی غلظت عنصر کادمیم در بدن ماکروبتوزهای ساکن در جنگل‌های مانگرو واقع در ساحل جنوب غربی بنگلادش اقدام شد، بیان‌گر عدم تشابه بین نتایج است.

نتایج آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که صرفاً بین میانگین غلظت عناصر کادمیم و نیکل در رسوب و گروه ماکروبتوزی دوکفه‌ای با ضریب همبستگی  $0/969$ ، همبستگی معنی‌دار آماری وجود دارد ( $p < 0/05$ ). از طرفی بین میانگین غلظت عناصر کروم و نیکل در رسوب و گروه ماکروبتوزی شکم‌پایان نیز با ضریب همبستگی  $0/929$ ، همبستگی معنی‌دار آماری وجود دارد ( $p < 0/05$ ).

نتایج این پژوهش نشان داد که تجمع فلزات کادمیم، کروم و نیکل در بافت بدن دوکفه‌ای‌ها در مقایسه با

سطح نسبی بالایی از فلزات سنگین را بدون بروز هیچ گونه اثری مخرب در بافت های بدن خود تجمع دهند.

نتایج مقایسه میانگین غلظت عناصر کادمیم، کروم و نیکل در نمونه های رسوب با مقادیر استاندارد هرچند بیانگر آن بود که میانگین غلظت تمام عناصر مورد ارزیابی در رسوب، کمتر از استاندارد است، ولی استقرار صنایع مختلف پتروشیمی در منطقه مورد مطالعه، نشت نفت از سکوهای حفاری و تخلیه آب توازن نفتکش ها (Pourang *et al.*, 2005) احتمال آلودگی رسوبات و به تبع آن آبریزان ساکن به انواع آلاینده ها به ویژه فلزات سنگین را افزایش می دهد.

شکم پایان بیش تر می باشد، که با دستاورد مطالعه Fowler و همکاران (1993) که نسبت به بررسی غلظت عنصر نیکل در بافت بدن دوکفه ای های ساکن در سواحل ۵ کشور حاشیه خلیج فارس قبل و بعد از جنگ کویت در سال ۱۹۹۱ اقدام کرده و نتیجه گرفتند که بیشینه میانگین غلظت عنصر نیکل مربوط به دوکفه ای های ساکن در سواحل عربستان سعودی به دلیل قرار گرفتن در معرض آلودگی نفتی شدید می باشد، مطابقت دارد. Hamza-Chaffai و همکاران (1999) علت تجمع بالای آلاینده های مختلف در گونه های دوکفه ای را با فیلتر فیدر بودن آن ها مرتبط دانسته اند. بنابراین دوکفه ای ها قادرند

## References

Abdolahpur Monikh, F., Safahieh, A., Savari, A., Doraghi, A., 2013. Heavy metal concentration in sediment, benthic, benthopelagic, and pelagic fish species from Musa Estuary (Persian Gulf). *Environmental Monitoring and Assessment* 185(1), 215-222.

Ahmed, K., Mehedi, Y., Haque, R., Mondol, P., 2011. Heavy metal concentrations in some macrobenthic fauna of the Sundarbans mangrove forest, south west coast of Bangladesh. *Environmental Monitoring and Assessment* 177(1-4), 505-514.

Alam, M.A., Gomes A., Sarkar S.K., Shuvaeva O.V., Vishnevetskaya N.S., Gustaytis M.A., Bhattacharya B.D., Godhantaraman N., 2010. Trace metal bioaccumulation by soft-bottom polychaetes (Annelida) of Sundarban Mangrove Wetland, India and their potential use as contamination indicator. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 85(5), 492-496.

Ali M.H.H., Fishar M.R.A., 2005. Accumulation of trace metals in some benthic invertebrate and fish species relevant to their concentration in water and sediment of lake Qarun, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Research* 31(1), 289-301.

Allen, H.E., Fu, G., Boothman, W., Di Toro, D.M., Mahony, J.D., 1991. Draft analytical method for determination of acid volatile sulfide in sediment. Determination of acid volatile sulfide and selected simultaneously extractable metals in sediment. US Environmental Protection Agency, Washington, DC, 23 p.

Astani M., Vosoughi A.R., Salimi L., Ebrahimi M., 2012. Comparative study of heavy metal (Cd, Fe, Mn and Ni) concentrations in soft tissue of gastropod *Thais mutabilis* and sediments from intertidal zone of Bandar Abbas. *Advances in Environmental Biology* 6(1), 319-326.

Chatain, V., Blanc, D., Borschneck, D., Delolme, C., 2013. Determining the experimental leachability of copper, lead, and zinc in a harbor sediment and modeling. *Environmental Science and Pollution Research* 20, 66-74.

Davydkova, I.L., Fadeeva, N.P., Kovekovdova L.T., Fadeev V.I., 2005. Heavy metal contents in tissues of dominant species of the benthos and in bottom sediments of Zolotoi Rog Bay, Sea of Japan. *Russian Journal of Marine Biology* 31(3), 176-180.

De Mora, S., Fowler, S.W., Wyse, E., Azemard, S., 2004. Distribution of heavy metals in marine bivalves, fish and coastal sediments in the Persian Gulf and Gulf of Oman. *Marine Pollution Bulletin* 49, 410-424.

Farombi, E.O., Adelowo, O.A., Ajimoko, Y.R., 2007. Biomarkers of oxidative stress and heavy metal levels as indicators of environmental pollution in African Cat fish (*Clarias gariepinus*) from Nigeria Ogun River. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 4(2), 158-165.

Fatemi, S.M., Hamidi, Z., 2010. Survey and determination of Cd and Pb heavy metals in muscle tissue of some edible fish from Horolazim Wetland. *Azadshahr Scientific Fisheries Journal* 4(1), 95-100 (In Persian).

Forghani, G., Moore, F., Lee, S., Qishlaqi, A., 2009. 'Geochemistry and speciation of metals in sediments of the Maharlu Saline Lake, Shiraz, SW Iran. *Environmental Earth Sciences* 59(1), 173-184.

Fowler, S.W., Readman, J.W., Oregioni, B., Villeneuve, J.P., Mckay, K., 1993. Petroleum hydrocarbons and trace metals in nearshore Gulf sediments and biota before and after the 1991 war: an assessment of temporal and spatial trends. *Marine Pollution Bulletin* 27, 171-182.

Hamza-Chaffai, A., Amiard, J.C., Cosson, R.P., 1999. Relationship between metallothioneins and metals in a

natural population of the clam *Ruditapes decussatus* from Sfax coast: a non-linear model using Box-Cox transformation. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part C, Pharmacology, Toxicology & Endocrinology* 123(2), 153-163.

Hopner, T., Maraschi, S.M.K., 1999. Intertidal Treasure Khowr-e mussa- Nuraised. *Tidal Flats in Iran. Wadden Sea Newsletter* No. 1. 3-6.

Hosseini, S.M., Sobhanardakani, S., Batebi Navaei, M., Kariminasab, M., Aghilinejad, S.M., Regenstein, J.M., 2013. Metal content in caviar of wild Persian sturgeon from the southern Caspian Sea. *Environmental Science and Pollution Research* 20, 5839-5843.

Jafarian Moghadam, E., Malmasi, S., Monavari, S. M., Jozi, S.A., 2011. Survey of the environmental impact of the petrochemical industry of Mahshahr Economic Special Zone using the Analytic Hierarchy Process Method. *Environmental Sciences* 8(3), 145-156 (In Persian).

Kabata-Pendias, A., 2011. Trace element in soils and plants. Fourth edition, CRC Press, p. 534.

Kamaruzzaman, B.Y., Akbar John, B., Maryam, B.Z., Jalal, K.C.A., Shahbuddin, S., 2012. Bioaccumulation of heavy metals (Cd, Pb, Cu and Zn) in *Scylla serrata* (Forsskal 1775) collected from Sungai Penor, Pahang, Malaysia. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science* 35(1), 183-190.

Karbassi, A.R., Nabi-Bidhendi, Gh.R., Bayati, I., 2005. Environmental geochemistry of heavy metals in a sediment core off Bushehr, Persian Gulf. *Journal of Environmental Health Science and Engineering* 2(4), 255-260.

Karbassi, A.R., Bayati, I., Moattar, F., 2006. Origin and chemical partitioning of heavy metals in riverbed sediments. *International Journal of Environmental Science and Technology* 3(1), 35-42.

Keil, S., De Broyer, C., Zauke, G-P., 2008.

Significance and interspecific variability of accumulated trace metal concentrations in Antarctic benthic crustaceans. *International Review of hydrobiology* 93(1), 106-126.

Kelepertsis, A., Alexakis, D., Kita, I., 2001. Environmental geochemistry of soils and waters of Susaki Area, Korinthos, Greece. *Environmental Geochemistry and Health* 23(2), 117-135.

Kesavan, K., Raja, P., Ravi, V., Rajagopalan, S., 2010. Heavy metals "*Telescopium telescopium*" and sediments from tow stations of velar estuary, southeast coast of India. *Thalassas* 26(1), 35-41.

Khodabandeh, S., 2001. Accumulation of heavy metals in sediments and aquatic animals of Caspian Sea. *Journal of Water and Wastewater* 12(3), 19-42 (In Persian).

Li, X., Jia, L., Zhao, Y., Wang, Q., Cheng, Y., 2009. Seasonal bioaccumulation of heavy metals in *Onchidium struma* (Gastropoda: Pulmonata) from Chongming Island, the Yangtze Estuary, China. *Journal of Environmental Sciences* 21(2), 255-262.

Lim, D.I., Choi, J.W., Shin, H.H., Jeong,do, H., Jung, H.S., 2013. Toxicological impact assessment of heavy metal contamination on macrobenthic communities in southern coastal sediments of Korea. *Marine Pollution Bulletin* 73(1), 362-368.

Loska, K., Wiechula, D., Korus, I., 2004. Metal contamination of farming soils affected by industry. *Environment International* 30(2), 159-165.

Malik, N., Biswas, A.K., Qureshi, T.A., Borana, K., Virha, R., 2010. Bioaccumulation of heavy metals in fish tissues of a freshwater lake of Bhopal. *Environmental Monitoring and Assessment* 160(1-4), 267-276.

Maanan, M., 2008. Heavy metal concentrations in marine molluscs from the Moroccan coastal region. *Environmental Pollution* 153(1), 176-183.

Mojtahid, M., Jorissen, F., Pearson, T.H., 2008. Comparison of benthic foraminiferal and macrofaunal responses to organic pollution in the Firth of Clyde (Scotland). *Marine pollution Bulletin* 56(1), 42-76.

Nejatkhah Manavi, P., 2013. Heavy metals in water, sediment and macrobenthos in the intertidal zone of Hormozgan Province, Iran. *Marine Science* 3(2), 39-47.

Penilla, S., Bordas, F., Bollinger, J.C., 2005. Sequential heavy metals extraction from polluted solids: Influence of sulfate overconcentration. *Journal of Colloid and interface Science* 292(1), 20-28.

Pourang, N., Nikouyan, A., Dennis, J.H., 2005. Trace element concentrations in fish, surficial sediments and water from northern part of the Persian Gulf. *Environmental Monitoring and Assessment* 109(1-3), 293-316.

Rabani, M., Jaffarabadi Ashtiani, A., Mehrdad Sharif, A.A., 2008. Determination of Ni, Pb and Hg heavy metals pollution in sediments of Persian Gulf/Assaluyeh Region. *Journal of Exploration & Production Oil & Gas* 51, 53-57 (In Persian).

Safahieh, A., Mohammadi, M., 2010. Seasonal variations of heavy metals (Cu, Pb, Cd) in the intertidal sediment of Bahrakan Shore. *Journal of Marine Science and Technology* 9(3), 36-48 (In Persian).

Savari, A., Sakhaei, N., Kochenin, P., 2003. Survey of planktonic decapod communities (Natantia) in Khor Musa (Khuzestan Province). *Iranian Scientific Fisheries Journal* 11(4), 41-58 (In Persian).

Shariati F., Esmaili Sari A., Mashinchian Moradi A., Pourkazemi M., 2012. Metal bioaccumulation in Persian sturgeon after sublethal exposure. *International Journal of Marine Science and Engineering* 2(1), 81-90.

Silva, C.A.R., Rainbow, P.S., Smith, B.D., Santos, Z.L., 2001. Biomonitoring of trace metal concentration in the Potengi estuary, Natal (Brazil), using the oyster *Crassostrea rhizophorae*, a local food source. *Water Research* 35(17), 4072-4078 .

Sobhanardakani, S., Talebani, S., Maànijou, M., 2014. Evaluation of As, Zn, Pb and Cu concentrations in groundwater resources of Toyserkan Plain and preparing the zoning map using GIS. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences* 24(114), 120-30 (In Persian).

Sobhanardakani, S., Jamshidi, K., 2015. Assessment of metals content (Co, Ni and Zn) in sediments of Mighan Wetland using geo-accumulation index. *Iranian Journal of Toxicology* 30, 1386-1390.

Sobhanardakani, S., Habibi, H., 2016. Investigation of heavy metals content in sediments of Shirin Su Wetland, western Iran. *Journal of Chemical Health Risks* 6(4), 305-310.

Storelli, M.M., Storelli, A., D'Addabbo, R., Marano, C., Bruno, R., Marcotrigiano, G.O., 2005. Trace elements in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from the eastern Mediterranean Sea: overview and evaluation. *Environmental Pollution*

135(1), 163-170.

Szefer, P., Glasby, G. P., Geldon, J., Renner, R.M., Bjorn, E., Snell, J., Frech, W., Warzocha, J., 2009. Heavy-metal pollution of sediments from the Polish exclusive economic zone, southern Baltic Sea. *Environmental Geology* 57(4), 847-862.

Vosyliene, M.Z., Kazlauskienė, N., Svecevičius, G., 2003. Effect of heavy metal model mixture on biological parameters of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Environmental Science and Pollution Research* 10(2), 103-107.

Yap, C.K., Noorhaidah, A., Azlan, A., Nor Azwady, A.A., Ismail, A., Ismail, A.R., Siraj, S.S., Tan S.G., 2009. *Telescopium telescopium* as potential biomonitors of Cu, Zn and Pb for the tropical intertidal area. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72(2), 496-506.

Zhou, F., Guo, H., Hao, Z., 2007. Spatial distribution of heavy metals in Hong Kong's marine sediments and their human impacts: a GIS-based chemometric approach. *Marine Pollution Bulletin* 54(9), 1372-1384.

## Assessment of Cd, Cr and Ni concentrations in macrobenthos communities of Khor Musa and correlation with metals accumulation in sediments

Soheil Sobhanardakani<sup>1\*</sup>, Maryam Mohammadi Roozbahani<sup>2</sup>, Raziye Mashalpoor Fard<sup>2</sup>

<sup>1</sup>- *Department of the Environment, College of Basic Sciences, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.*

<sup>2</sup>- *Department of Environmental Science, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.*

Received: 17-Oct.-2014

Accepted: 31-May-2015

### Abstract:

Heavy metals are discharged into the marine environment through natural process and anthropogenic activities. They can remain in solution or in suspension in the water column, precipitate to the bottom, or be taken up by various marine organisms. Thus, metals can accumulate to toxic concentrations causing ecological damage, and subsequently be transferred to humans and terrestrial animals through the food and feed chains. Therefore this study was conducted for evaluation of Cd, Cr and Ni concentrations in macrobenthos communities of Khor Musa and correlation with metals accumulation in sediments in 2012. For sediments sampling, cores of 40 cm length were collected with the help of a PVC tube by gently intruding it into the sediment and protruding it out, capping, and freezing it upon return to the laboratory. After digesting the sediments with Aqua Regia solution 3/1 (v/v) HCl/HNO<sub>3</sub> in microwave device and identifying the macrobenthos species, concentrations of heavy metals sediments and macrobenthos samples were measured using ICP-AES. All statistical analyses were performed using the SPSS 18.0 statistical package. The results showed that maximum mean concentrations of Cd, Cr and Ni in sediment samples were 0.17±0.10, 46.50±2.0 and 41.43±2.0 ppm respectively, and maximum mean concentrations of these elements in macrobenthos samples were 0.21±0.10, 64.10±1.0 and 41.40±1.0 ppm respectively belonged to Bivalvia. Also the mean concentrations of metals were significantly lower than permissible limits recommended by WHO (P<0.05). Although currently the sediments of study area aren't polluted with heavy metals, but the establishment of the petroleum industries, the oil spill from drilling rigs and tankers discharging ballast water can cause a threat to sediments pollution and consequently aquatic animals of this area.

**Keywords:** Bioaccumulation, Macrobenthos, Heavy metals, Khor Musa

\* Corresponding Author: Tel: +98-8134494043

E-mail: s\_sobhan@iauh.ac.ir