

سنجش غلظت فلزات سنگین روی، مس، کادمیم و سرب در نرم تن کیتون پوست ماری (*Chiton lamyi*, Dupuis, 1918) و رسوبات سطحی مناطق بین جزرومدی استان بوشهر

عبدالحسین محمودیان شوشتری^{۱*}، علیرضا صفاهیه^۱، یدالله نیکپور قنواتی^۲، محمدتقی رونق^۱ و محمدعلی سالاری علی آبادی^۱

^۱ خرمشهر، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، گروه زیست دریا

^۲ خرمشهر، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، گروه شیمی دریا

تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۳

تاریخ دریافت: ۹۳/۴/۲۵

چکیده

مطالعه حاضر به منظور بررسی میزان آلودگی رسوبات سطحی مناطق بین جزرومدی استان بوشهر به فلزات سنگین روی، مس، کادمیم و سرب و تجمع آنها در نرم تن کیتون پوست‌ماری (*Chiton lamyi*, Dupuis, 1918) در ۵ ایستگاه نایبند، کلات، رستمی، هلیله و بوشهر در سواحل استان بوشهر در زمستان ۱۳۸۹ و تابستان ۱۳۹۰ به انجام رسیده است. از هر ایستگاه ۱۰ نمونه کیتون و ۳ نمونه رسوب بررسی گردید. نتایج نشان داد که الگوی غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های رسوب، بافت نرم و بافت سخت کیتون پوست‌ماری به ترتیب به صورت $Zn > Pb > Cu > Cd$ و $Pb > Cu > Cd > Zn > Pb > Cu > Cd$ می‌باشد. بین بافت نرم - رسوب، بافت سخت - رسوب و بافت نرم - بافت سخت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). این یافته مشخص می‌کند که جذب و تجمع زیستی فلزات در کیتون به تنهایی وابسته به غلظت فلزات در رسوبات نمی‌باشد. بلکه منابع دیگری ممکن است در دسترسی زیستی دخالت داشته باشند. غلظت فلزات در رسوبات فقط از سطح پایین هشدار بیشتر بود و از حدود سایر استانداردهای تعیین شده برای فلزات کمتر بود. بنابراین می‌توان گفت مناطق مورد مطالعه نسبتاً پاک و عاری از آلاینده‌های فلزی است. مقایسه میانگین غلظت فلزات روی، مس، کادمیم و سرب در بافت نرم کیتون پوست‌ماری با برخی استانداردهای جهانی نشان داد که میزان مس و کادمیم در بافت نرم از برخی استانداردهای جهانی بیشتر است. این مسئله می‌تواند برای آبریزی که از کیتون تغذیه می‌کنند تهدیدآمیز باشد، کیتون‌ها ممکن است صدف (بافت سخت) خود را برای جداسازی بخشی از کادمیم جذب شده در بافت نرم مورد استفاده قرار دهند.

واژه‌های کلیدی: کیتون پوست ماری، فلزات سنگین، مناطق بین جزرومدی، استان بوشهر.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۶۳۲۴۲۳۳۳۲۲، پست الکترونیکی: mahmoodianah@gmail.com

مقدمه

محیط‌زیست دریا نیز می‌باشند (۸). فلزات سنگین جزو آلاینده‌های پایدار بوم سازگان‌های دریایی محسوب می‌شوند و از آنجایی که قابل تجزیه نمی‌باشند قادرند توسط آبزیان جذب و در بدن آنان تجمع یابند (۲۰، ۲۲ و ۳۶). در نتیجه غلظت فلزات در بدن آنها چندین برابر غلظت آنها در محیط‌زیست می‌گردد (۱۵). از طرفی پاره‌ای از این

بدلیل رشد روزافزون جمعیت و صنایع در مناطق ساحلی، آبهای این نواحی مقادیر قابل توجهی از آلاینده‌های فلزی را از طریق پسابهای صنعتی، کشاورزی و خانگی دریافت می‌کنند (۲۱، ۲۹ و ۳۳). این آلاینده‌ها که جرم ملکولی بین ۶۳/۵ تا ۲۰۰/۵۹ دارند (۳۰) علاوه بر آن که از طریق منابع خشکی و اتمسفری وارد دریا می‌شوند از اجزای طبیعی

کیتون‌ها از نظر بوم‌شناختی اهمیت بسیار دارند. انسان و بعضی از موجودات از قبیل مرغان دریایی، ستاره‌های دریایی، خرچنگها، لوبسترها و ماهیان از این نرم‌تنان تغذیه می‌کنند. این مطالعه به منظور ارزیابی میزان آلودگی رسوبات سطحی مناطق بین جزرومدی استان بوشهر به فلزات سنگین روی، مس، کادمیم و سرب و تجمع آنها در کیتون پوست‌ماری (*Chiton lamyi*, Dupuis, 1918) و ارزیابی قابلیت این موجود برای پالایش و یا پایش فلزات سنگین در سواحل صخره‌ای انجام گردیده است.

مواد و روشها

پس از مطالعات میدانی و مشخص کردن زیستگاه‌های کیتون در سواحل استان بوشهر نمونه‌برداری از رسوبات و کیتون پوست‌ماری از ۵ ایستگاه (شکل ۱) در زمان جزر کامل در زمستان ۱۳۸۹ و تابستان ۱۳۹۰ انجام گردید. مختصات جغرافیایی هر ایستگاه با دستگاه موقعیت‌سنج ثبت گردید (جدول ۱). نمونه‌برداری از کیتون توسط دست و با استفاده از تیغ جراحی از انجام گرفت. در هر فصل از هر ایستگاه ۱۰ عدد کیتون جمع‌آوری گردید. همچنین سه نمونه از رسوبات بالای (۵ سانتیمتر رویی) به وسیله بیلچه پلی‌اتیلنی اسید شویی شده برداشت شد. نمونه‌های کیتون و رسوب در کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شد و درون یخدان حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل و تا زمان عملیات آزمایشگاهی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد زیر صفر نگهداری شدند. برای آماده‌سازی نمونه‌ها از روش بالکمور (Blacmore) استفاده گردید (۱۴). نمونه‌های رسوب و کیتون از فریزر بیرون آورده شدند و در دمای معمولی آزمایشگاه قرارداد شدند تا یخ‌زدایی شوند. حدود ۲۰ گرم از هر نمونه رسوب در یک پتری دیش اسیدشویی شده قرار داده شد و سپس در آون و در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک گردید. به منظور همگن سازی شدن رسوبات پوسته‌های صدف و اجسام خارجی درشت از آنان کاملاً جدا گردید و در هاون چینی

فلزات وارد زنجیره‌های غذایی شده و بدین ترتیب از موجودی به موجود دیگر انتقال می‌یابند. با تجمع فلزات سنگین در زنجیره‌های غذایی و افزایش غلظت آنان از یک سطح غذایی به سطح دیگر احتمال انتقال آنها به انسان بعنوان مصرف‌کننده نهایی آبریزان و ایجاد خطر برای سلامتی مصرف‌کنندگان غذاهای دریایی وجود دارد (۲۵، ۴۷ و ۵۱). بعضی از فلزات سنگین مانند روی و مس جزو عناصر ضروری برای بدن انسان و آبریزان محسوب می‌شوند به طوری که حذف آنها از رژیم غذایی موجب بروز بیماریهایی در آنان می‌گردد. دسته‌ای از این فلزات مانند وانادیم و کبالت جزو عناصری محسوب می‌شوند که نیمه ضروری هستند و بالاخره برخی از این فلزات نظیر جیوه، سرب و کادمیم هیچگونه نقش شناخته شده‌ای در بدن جانداران نداشته و غیرضروری بشمار می‌آیند (۴۴). در صورتی که غلظت فلزات سنگین اعم از ضروری و غیرضروری از حد معینی فراتر رود برای انسان و آبریزان سمی بوده (۲۲ و ۴۸) و می‌توانند حیات آنها را با مخاطره روبرو نمایند و بدین ترتیب موجب برهم خوردن تعادل بوم‌شناختی و موجبات زوال اکوسیستم را فراهم می‌سازند (۸). پایش زیستی روش کارآمدی است که بکرات توسط محققین مختلف برای مطالعه میزان آلودگی محیط‌زیست دریا پیشنهاد گردیده است (۲۷، ۵۰ و ۵۱). در بین آبریزان مختلف نرم‌تنان از بی‌مهرگانی هستند که بیش از سایرین مورد استفاده و توجه برای این منظور قرار دارند. بیشتر نرم‌تنانی که تاکنون برای پایش زیستی فلزات سنگین مورد استفاده قرار گرفته‌اند متعلق به دوکفه‌ایها و شکم‌پایان بوده‌اند (۷ و ۵۰) در حالی که تقریباً هیچگونه اطلاعی از میزان تجمع فلزات در کیتون‌ها در دست نیست. کیتون‌ها گروه متنوعی از شاخه نرم‌تنان می‌باشند که در رده پلی‌پلاکوروفورا (*Polyplocophora*) جای می‌گیرند (۴۱). اکثر این جانوران در مناطق بین جزرومدی و زیر جزرومدی چسبیده به صخره‌ها و سطوح سخت زندگی می‌کنند ولی بعضی از گونه‌ها تا عمق ۵۰۰۰ متری نیز دیده می‌شوند (۴۰).

AAΣ اندازه‌گیری شد و سپس غلظت فلزات برحسب میکروگرم بر گرم وزن خشک محاسبه گردید. بمنظور پردازش داده‌ها ابتدا نرم‌الیتی آنها بوسیله آزمون Shapiro-Wilk مورد بررسی قرارگرفت. مقایسه غلظت فلزات سنگین بین نمونه‌های مربوط به ایستگاه‌های مختلف بوسیله آزمون ANOVA یک طرفه انجام شد. همبستگی بین غلظت فلزات در رسوب، بافت نرم و بافت سخت با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون بررسی شد. برای مقایسه غلظت فلزات در رسوب، بافتهای سخت و نرم بین دو فصل از آزمون t-test استفاده شد. و نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ برای پردازش داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت.



شکل ۱- ایستگاه‌های نمونه‌برداری در سواحل استان بوشهر

به صورت پودر در آورده شدند. و پس از غربال کردن توسط الک ۶۳ میکرون در ظروف پلاستیکی مناسب نگهداری شدند. نمونه‌های کیتون پس از یخ‌زدایی در آزمایشگاه ابتدا زیست‌سنجشی شده و طول و وزن کل آنها ثبت گردید. سپس بافت نرم آنها از صدف (بافت سخت) جدا شده و هر دو بافت بمدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت خشک گردیدند. بافتهای خشک شده بوسیله هاون چینی پودر شده و برای نگهداری به ظروف پلاستیکی منتقل شدند. جهت هضم نمونه‌های رسوب و بافت یک گرم از هرکدام به لوله‌های مخصوص هضم منتقل گردید. ۱۰ میلی‌لیتر اسیدنیتریک غلیظ به نمونه‌های بافت و به همین مقدار مخلوطی از اسیدنیتریک و اسیدپرکلریک غلیظ به نسبت ۴ به ۱ به نمونه‌های رسوب اضافه شد و به مدت ۳ ساعت بر روی صفحه گرم (هات پلیت) در دمای ۹۵ درجه سانتی-گراد حرارت داده شد. نمونه‌های هضم شده پس از خنک شدن با آب دوبار تقطیر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شدند و از کاغذ صافی واتمن ۴۲ میکرون عبور داده شدند. نمونه‌های صاف شده در ظروف پلاستیکی درب‌دار و استریل تا مرحله سنجش فلزات سنگین در یخچال نگهداری شدند. میزان فلزات سنگین در نمونه‌های صاف شده با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله مدل Savant

جدول ۱- مختصات جغرافیایی ایستگاه‌ها و فعالیت‌های انسانی

ایستگاه	مختصات جغرافیایی	فعالیت‌های انسانی
نایبند	۲۴/۷° ۲۳' ۲۷° شمالی	غیرمسکونی
کلات	۴۱/۲° ۲۴' ۵۲° شرقی	مسکونی- صید و صیادی
رستمی	۳۸/۱° ۳۴' ۲۸° شمالی	مسکونی- صید و صیادی
هلپله	۵/۹° ۵۰' ۲۸° شمالی	مسکونی- صید و صیادی- حمل و نقل دریایی
بوشهر	۳۲/۶° ۵۲' ۵۰° شرقی	مسکونی- صید و صیادی- حمل
	۵۰/۴° ۵۸' ۲۸° شمالی	

۳۴/۲ ۴۹° ۵۰' شرقی

و نقل دریایی

نتایج

میزان ۵۷/۹۰، ۸/۰۲ و ۲/۹ میکروگرم بر گرم در ایستگاه بوشهر مشاهده گردید (جدول ۴).

نتایج حاصل از آنالیز فلزات سنگین در رسوبات سطحی در جدول ۵ مشخص گردیده است. بالاترین مقادیر فلزات روی، مس و سرب در فصل زمستان در بافت سخت به ترتیب با میزان ۵/۸۷، ۳/۵۴ و ۱/۰۶ میکروگرم بر گرم در ایستگاه بوشهر و کادمیم با میزان ۰/۶۳۷ میکروگرم بر گرم در ایستگاه نایبند مشاهده گردید و در فصل تابستان نیز بالاترین میزان فلزات روی، مس و سرب در بافت سخت به ترتیب با میزان ۹/۲۹، ۲/۹۷ و ۱/۷۸ میکروگرم بر گرم در ایستگاه بوشهر و کادمیم با میزان ۰/۶۹ میکروگرم بر گرم در ایستگاه کلات مشاهده شد (جدول ۵). به طور کلی در اکثر موارد بیشترین تجمع فلزات در بافتهای نرم و سخت در ایستگاه بوشهر مشاهده گردید.

نتایج حاصل از آزمون همبستگی پیرسون گویای آن بود که بین بافت نرم- بافت سخت، بافت نرم- رسوب و بافت سخت- رسوب ارتباط معنی‌داری وجود ندارد ولی بین فلزات روی، مس و کادمیم با بافتهای نرم و سخت همبستگی مثبت معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.01$) (جدول ۶).

نتایج مربوط به زیست‌شناسی کیتون در جدول ۲ و نتایج حاصل از آنالیز فلزات سنگین در رسوبات سطحی در جدول ۳ مشخص گردیده است. بالاترین غلظت فلزات روی و سرب در رسوبات سطحی در فصل زمستان به ترتیب با میزان ۱۳/۳۱ و ۶/۰۷ میکروگرم بر گرم در ایستگاه کلات، فلز مس با میزان ۳/۱۳ میکروگرم بر گرم در ایستگاه رستمی و فلز کادمیم با غلظت ۰/۲۱ میکروگرم بر گرم در ایستگاه بوشهر مشاهده شد. در فصل تابستان بالاترین غلظت فلزات روی، مس، کادمیم و سرب در رسوبات به ترتیب با میزان ۱۷/۶۵، ۶/۰۶، ۲/۰ و ۵/۵۴ میکروگرم بر گرم در ایستگاه هلیله مشاهده گردید (جدول ۳). در جدول ۴ میانگین فلزات سنگین در بافت نرم کیتون نشان داده شده است. در فصل زمستان بالاترین غلظت فلزات روی و سرب در بافت نرم به ترتیب ۳۶/۸۳ و ۲/۱۵ میکروگرم بر گرم در ایستگاه بوشهر، بالاترین غلظت مس با میزان ۵۵/۲ میکروگرم بر گرم در ایستگاه کلات و بالاترین غلظت فلز کادمیم با میزان ۱۲/۹۷ میکروگرم بر گرم در ایستگاه نایبند مشاهده شد (جدول ۴). در فصل تابستان بالاترین غلظت روی در بافت نرم با میزان ۴۶/۹۹ در ایستگاه نایبند، فلزات مس، کادمیم و سرب به ترتیب با

جدول ۲ - میانگین طول و وزن کل کیتون پوست‌ماری در ایستگاههای مختلف در فصول زمستان و تابستان

ایستگاه	فصل	تعداد نمونه	طول (سانتیمتر)	وزن (گرم)
نایبند	زمستان	۱۰	۵/۰۳±۰/۰۶	۱۷/۰۴±۰/۰۶۱
تابستان	تابستان	۱۰	۵/۶۹±۰/۲۰	۲۵/۵۷±۳/۰۷
کلات	زمستان	۱۰	۴/۵۳±۰/۰۹	۱۴/۳۸±۱/۰۰
تابستان	تابستان	۱۰	۴/۶۶±۰/۱۱	۱۳/۳۶±۳/۴۱۰
رستمی	زمستان	۱۰	۵/۳±۰/۱۱	۱۷/۸۴±۱/۲۶
تابستان	تابستان	۱۰	۴/۲۵±۰/۱۰	۱۲/۳۱±۰/۰۶۴
هلیله	زمستان	۱۰	۵/۲۲±۰/۰۹	۱۶/۳۸±۰/۳۹
تابستان	تابستان	۱۰	۴/۶۶±۰/۷۴	۱۴/۳۷±۰/۴۵

ایستگاه	فصل	روی	مس	کادمیم	سرب
بوشهر	زمستان	۶/۱۴ ± ۰/۲۱	۱/۶۹ ± ۰/۰۳	۵/۴ ± ۰/۲۱	۲۵/۰۲ ± ۲/۵۶
	تابستان	۸/۰۸ ± ۲/۲۴	۱/۹۲ ± ۰/۱۷	۵/۳۸ ± ۰/۱۲	۲۰/۰۲ ± ۱/۲۳
جدول ۳ - میانگین فلزات رسوبات استان بوشهر در فصول زمستان و تابستان (میکروگرم بر گرم وزن خشک)					
نابیند	زمستان	۶/۱۴ ± ۰/۲۱	۱/۶۹ ± ۰/۰۳	۵/۴ ± ۰/۲۱	۲۵/۰۲ ± ۲/۵۶
	تابستان	۸/۰۸ ± ۲/۲۴	۱/۹۲ ± ۰/۱۷	۵/۳۸ ± ۰/۱۲	۲۰/۰۲ ± ۱/۲۳
کلات	زمستان	۱۳/۳۱ ± ۰/۱۴	۳/۰۱ ± ۰/۱۸	۰/۱۰ ± ۰/۰۴	۶/۰۷ ± ۰/۸۳
	تابستان	۱۳/۸۰ ± ۰/۶۴	۲/۷۵ ± ۰/۰۹	۰/۱۱ ± ۰/۰۵	۴/۸۵ ± ۱/۱۴
رستمی	زمستان	۱۳/۲۸ ± ۰/۸۷	۳/۱۳ ± ۰/۱۱	۰/۱۲ ± ۰/۰۱	۱/۵۹ ± ۰/۶۷
	تابستان	۱۴/۱۰ ± ۱/۳۷	۳/۱۸ ± ۰/۲۲	۰/۲ ± ۰/۰۰	۲/۳۶ ± ۱/۲۷
هلیله	زمستان	۹/۰۸ ± ۱/۴۸	۳/۰۱ ± ۰/۵۰	۰/۱۰ ± ۰/۰۴	۳/۷۵ ± ۰/۴۷
	تابستان	۱۷/۶۵ ± ۰/۶۶	۶/۰۶ ± ۰/۳۵	۰/۲۰ ± ۰/۰۲	۵/۵۴ ± ۱/۰۳
بوشهر	زمستان	۱۲/۴۱ ± ۱/۲۵	۲/۹۷ ± ۰/۱۰	۰/۲۱ ± ۰/۰۴	۵/۹۵ ± ۰/۳۸
	تابستان	۱۳/۱۳ ± ۰/۶۰	۱/۹۸ ± ۰/۷۴	۰/۰۵ ± ۰/۰۳	۴/۷۱ ± ۰/۶۳
میانگین کل	دو فصل	۱۲/۱۰ ± ۰/۹۴	۲/۸۷ ± ۰/۲۵	۰/۱۳ ± ۰/۰۳	۳/۹۳ ± ۰/۷۵

جدول ۴ - میانگین فلزات در بافت نرم کیتون در استان بوشهر در زمستان و تابستان (میکروگرم بر گرم وزن خشک)

ایستگاه	فصل	روی	مس	کادمیم	سرب
نابیند	زمستان	۲۳/۳۹ ± ۱/۲۴	۲۲/۶۲ ± ۲/۴۶	۱۲/۹۷ ± ۰/۹۲	۱/۸۱ ± ۰/۲۰
	تابستان	۴۶/۹۹ ± ۲/۳۰	۳۳/۷۵ ± ۳/۷۲	۴/۷۷ ± ۰/۶۹	۱/۳۳ ± ۰/۱۹
کلات	زمستان	۱۷/۶۱ ± ۰/۸۳	۵۵/۲۲ ± ۳/۲۷	۶/۳۹ ± ۰/۵۳	۱/۰۰ ± ۰/۱۴
	تابستان	۱۹/۶۰ ± ۰/۸۳	۴۰/۲۶ ± ۳/۵۹	۵/۹۷ ± ۰/۳۳	۱/۲۶ ± ۰/۲۲
رستمی	زمستان	۱۹/۴۳ ± ۱/۰۶	۴۰/۱۱ ± ۳/۹۱	۴/۵۵ ± ۰/۳۶	۰/۹۴ ± ۰/۲۴
	تابستان	۱۷/۱۰ ± ۱/۱۷	۳۷/۲۵ ± ۳/۱۶	۴/۸۹ ± ۰/۳۸	۱/۳۵ ± ۰/۲۱
هلیله	زمستان	۲۰/۰۸ ± ۰/۹۸	۴۸/۳۸ ± ۳/۵۲	۵/۷۵ ± ۰/۵۹	۰/۹۸ ± ۰/۲۰
	تابستان	۲۰/۹۵ ± ۱/۳۰	۵۱/۵۲ ± ۲/۹۲	۵/۹۵ ± ۰/۴۹	۲/۰۸ ± ۰/۲۶
بوشهر	زمستان	۳۶/۸۳ ± ۳/۵۵	۵۴/۵۸ ± ۳/۲۴	۸/۴۷ ± ۰/۷۳	۲/۱۵ ± ۰/۲۸
	تابستان	۴۰/۷۹ ± ۳/۲۵	۵۷/۹۰ ± ۵/۲۱	۸/۰۲ ± ۱/۰۲	۲/۹۰ ± ۰/۱۶
میانگین کل	دو فصل	۲۶/۲۷ ± ۱/۶۴	۴۴/۱۶ ± ۳/۵۰	۶/۷۷ ± ۰/۶۰	۱/۵۸ ± ۰/۲۱

جدول ۵ - غلظت فلزات در بافت سخت کیتون در استان بوشهر در زمستان و تابستان (میکروگرم بر گرم وزن خشک)

ایستگاه	فصل	روی	مس	کادمیم	سرب
نابیند	زمستان	۴/۹۳ ± ۰/۲۳	۲/۲۰ ± ۰/۵۰	۰/۶۳ ± ۰/۱۵	۰/۸۱ ± ۰/۲۱
	تابستان	۵/۵۷ ± ۰/۴۳	۱/۴۶ ± ۰/۲۷	۰/۰۸ ± ۰/۰۶	۰/۸۳ ± ۰/۲۴
کلات	زمستان	۱/۱۱ ± ۰/۲۴	۱/۷۷ ± ۰/۱۵	۰/۴۳ ± ۰/۰۸	۰/۷۴ ± ۰/۲۲
	تابستان	۱/۵۰ ± ۰/۵۸	۲/۶۸ ± ۰/۲۷	۰/۶۹ ± ۰/۴۹	۰/۴۰ ± ۰/۱۹
رستمی	زمستان	۱/۳۲ ± ۰/۳۰	۱/۹۲ ± ۰/۳۴	۰/۴۳ ± ۰/۰۳	۰/۴۷ ± ۰/۱۴
	تابستان	۱/۳۶ ± ۰/۵۵	۱/۶۰ ± ۰/۱۶	۰/۴۵ ± ۰/۰۳	۰/۸۷ ± ۰/۱۹

۰/۸۶±۰/۱۸	۰/۳۱±۰/۰۵	۲/۲۵±۰/۳۱	۱/۳۵ ±۰/۳۰	زمستان	هلیله
۰/۳۹±۰/۱۰	۰/۵۷±۰/۰۶	۱/۶۷±۰/۱۵	۲/۸۲ ±۰/۲۴	تابستان	
۱/۰۶±۰/۱۲	۰/۳۹±۰/۰۱	۳/۵۴±۰/۵۳	۵/۸۱ ±۱/۰۵	زمستان	بوشهر
۱/۷۸±۰/۰۹	۰/۳۳±۰/۰۵	۲/۹۷±۰/۲۷	۹/۲۹±۱/۲۴	تابستان	
۰/۸۲±۰/۱۶	۰/۴۳±۰/۰۵	۲/۲۰±۰/۲۹	۳/۵۰±۰/۵۱	دو فصل	میانگین کل

جدول ۶ - همبستگی بین غلظت فلزات مختلف در بافتهای نرم و سخت با طول و وزن کیتون در فصول زمستان و تابستان

فلز	فصل	بافت نرم-طول	بافت نرم-وزن	بافت سخت-طول	بافت سخت-وزن
Cu	زمستان	r=۰/۵۷۵	r=۰/۹۶۳**	r=۰/۳۸۵	r=۰/۷۵۱
		P=۰/۳۱۱	P=۰/۰۰۹	P=۰/۵۲۲	P=۰/۱۴۳
	تابستان	r=۰/۹۸۰**	r=۰/۹۸۰**	r=۰/۸۰۵	r=۰/۷۲۳
		P=۰/۰۰۳	P=۰/۰۰۳	P=۰/۱۰۰	P=۰/۱۶۸
	دو فصل	r=۰/۷۷۹**	r=۰/۸۹۷**	r=۰/۶۰۶	r=۰/۶۸۴*
		P=۰/۰۰۸	P=۰/۰۰۰	P=۰/۰۶۳	P=۰/۰۳۰
Zn	زمستان	r=۰/۱۰۷	r=۰/۲۱۶	r=۰/۶۲۳	r=۰/۹۵۱*
		P=۰/۸۶۴	P=۰/۷۲۸	P=۰/۲۶۲	P=۰/۰۱۳
	تابستان	r=۰/۰۸۵	r=۰/۰۸۷	r=-۰/۱۲۵	r=-۰/۰۹۱
		P=۰/۸۹۲	P=۰/۸۸۹	P=۰/۸۴۱	P=۰/۸۸۴
	دو فصل	r=۰/۰۰۲	r=۰/۰۵۹	r=-۰/۳۲۶	r=-۰/۳۵۸
		P=۰/۹۹۶	P=۰/۸۷۲	P=۰/۳۵۷	P=۰/۳۰۹
Cd	زمستان	r=۰/۰۷۱	r=۰/۱۶۴	r=۰/۲۵۱	r=-۰/۱۶۴
		P=۰/۹۰۹	P=۰/۷۹۲	P=۰/۶۸۴	P=۰/۷۹۲
	تابستان	r=۰/۲۴۴	r=۰/۰۳۹	r=-۰/۷۸۰	r=۰/۸۹۷*
		P=۰/۶۹۳	P=۰/۹۵۰	P=-۰/۱۱۹	P=۰/۰۳۹
	دو فصل	r=۰/۱۰۲	r=۰/۱۳۲	r=۰/۶۳۵*	r=۰/۶۸۰*
		P=۰/۷۷۹	P=۰/۷۱۶	P=۰/۰۴۸	P=۰/۰۳۰
Pb	زمستان	r=۰/۳۶۳	r=۰/۷۷۵	r=-۰/۱۵۸	r=-۰/۵۴۹
		P=۰/۵۴۸	P=۰/۱۲۴	P=۰/۷۹۹	P=۰/۳۳۸
	تابستان	r=۰/۳۰۷	r=۰/۱۶۹	r=۰/۳۲۳	r=۰/۴۶۶
		P=۰/۶۱۶	P=۰/۷۸۷	P=۰/۵۹۶	P=۰/۴۲۹
	دو فصل	r=۰/۲۳۴	r=۰/۳۳۰	r=۰/۲۹۸	r=-۰/۵۰۳
		P=۰/۵۱۵	P=۰/۳۵۲	P=۰/۴۰۲	P=۰/۱۳۸

** همبستگی با احتمال خطای کمتر از ۰/۰۱ معنی‌دار است، * همبستگی با احتمال خطای کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار است.

بطور کلی غلظت فلزات سنگین در رسوب منطقه مورد مطالعه طی هر دو فصل نسبتاً پایین می‌باشد، در ضمن تفاوت معنی‌داری بین دو فصل مشاهده نگردید ($P > 0/05$).

بحث

مقایسه غلظت فلزات سنگین در رسوبات با نتایج سایر محققین در سواحل بوشهر و سایر نقاط نشان می‌دهد که نتایج این تحقیق از نتایج مطالعات قبلی پایین‌تر می‌باشند (جدول ۷). بیشترین و کمترین مقدار فلز در هر فصل به ترتیب مربوط به فلزات روی و کادمیم بود. بالا بودن غلظت نسبی روی را در ایستگاههای مورد مطالعه میتوان به تردد کشتی‌ها، لنج‌ها، قایقهای ماهیگیری و سایر شناورها مرتبط دانست زیرا روی از جمله فلزاتی است که در تهیه رنگ، ترکیبات ضدخوردگی و جرم‌گرفتگی جهت محافظت بدنه کشتی‌ها و لنج‌ها در برابر پوسیدگی، جلبکها و کشتی چسب‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ترکیبات تمامی روی (Zn) را در آب رها می‌سازند و در نتیجه باعث غلظت آن در رسوبات می‌گردند (۴ و ۳۴). دلیل پایین بودن میزان کادمیم در رسوبات را می‌توان پایین بودن فراوانی کادمیم در طبیعت دانست (۲۷). از طرف دیگر همانطور که Kavun و همکاران گزارش نموده‌اند بطور طبیعی عرض‌های جغرافیایی پایین نسبت به عرض‌های جغرافیایی بالا دارای کادمیم کمتری می‌باشند (۲۸). بنابراین خلیج فارس از جمله سواحل بوشهر که در عرض جغرافیایی پایین قرار گرفته‌اند دارای کادمیم کمی می‌باشند. مقایسه غلظت فلزات در رسوبات با استانداردهای جهانی (جدول ۸) نشان می‌دهد که میزان فلزات روی، مس، کادمیم و سرب در رسوبات فقط از سطح پایین هشدار بیشتر و از سایر سطوح استاندارد کمتر می‌باشند، بنابراین می‌توان گفت این فلزات تهدیدی جدی برای سلامت محیط‌زیست و آبریزان بشمار نمی‌آیند و در کل ایستگاه‌های مورد مطالعه نسبتاً پاک و آلوده به فلزات سنگین نمی‌باشند. بطور کلی میانگین کلی غلظت فلزات در رسوبات گویای توالی $Zn > Pb > Cu > Cd$ می‌باشد که با مقایسه با یافته‌های سایر محققین از جمله (۱، ۱۰ و ۳۸) در سواحل بوشهر، (۵) در سواحل بحرکان، (۳۷) در سواحل پارک غدیر بندرعباس، (۲ و ۶) در سواحل خلیج‌گواتر و (۹) در رسوبات باتلاق سلطان در ترکیه مشابهت دارد، در صورتی‌که با الگوی

$Pb > Zn > Cd$ در سواحل بندرلنگه توسط (۳) و الگوی $Zn > Cu > Pb > Cd$ در سواحل بندر جده توسط (۴۰) و سواحل پارک نخودا در بندرعباس توسط (۳۷) هم‌خوانی ندارد. با توجه به میزان جذب و تجمع فلزات سنگین در بافت نرم کیتون (جدول ۴) در کل بین دو فصل اختلاف معنی‌دار نبوده است ($P > 0.05$). کیتون فلزات مس و روی را به ترتیب در زمستان به میزان ۴۴/۱۸، ۲۳/۴۷ و در تابستان ۴۴/۱۳، ۲۹/۰۸ میکروگرم برگرم وزن خشک جذب و ذخیره می‌کند. بنابراین کیتون فلزات مس و روی را در بافت نرم خود بیشتر از غلظت همین فلزات در رسوبات و همین‌طور بیشتر از کادمیم و سرب جذب و ذخیره می‌کند. دلیل جذب بیشتر را می‌توان مربوط به ضروری بودن این فلزات برای نیازمندیهای فیزیولوژیکی، متابولیکی و ترکیبات ساختمان بدن از قبیل آنزیمهای فلزدار، پروتئین‌های فلزدار و انگشت روی ها (Zinc Fingers) دانست (۳۱) نتایج مشابهی در گزارشات قبلی دیده می‌شود از جمله (۱۳ و ۲۱) میزان نسبتاً بالایی از مس و روی را در بافتهای جانوران دریایی مشاهده کردند در صورتی‌که این فلزات در محیط‌زیست جانوران مربوطه دارای غلظت کمتری بودند. کادمیم فلزی غیرضروری است که نقش آن در سلول شناخته شده نیست (۳۹). غلظت کادمیم در بافت نرم کیتون پوست‌ماری نسبتاً بالا بود (۶/۷۷ میکروگرم برگرم). این نتیجه نشان می‌دهد که احتمالاً دسترسی زیستی کیتون به این فلز در محیط بالا بوده و همین امر باعث تجمع این فلز در کیتون شده است.

Paez – Osuna و همکاران در سال ۱۹۹۹ همین نتیجه را برای دوکفه‌ای *Crassostrea gigas* گزارش کرده‌اند (۳۵). George و Frazier در سال ۱۹۸۳ گزارش کرده‌اند که در گونه *Ostrea edulis* تجمع زیستی کادمیم در نمونه‌های جمع‌آوری شده از محیط‌زیست نسبتاً غیرآلوده (غلظت مس حدود ۳۰ میکروگرم برگرم) نسبت به چروک صدف های (اویسترهای) جمع‌آوری شده از محیط آلوده (غلظت مس حدود ۴۰۰-۲۰۰ میکروگرم برگرم) به مراتب بیشتر

از حد استانداردهای جهانی بیشتر می‌باشند، این مسئله می‌تواند تهدیدی برای آبریزی باشد که از کیتون پوست‌ماری تغذیه می‌کند مانند ستاره‌های دریایی هفت بازویی، بعضی از ماهیان، بعضی از خرچنگها و مرغان دریایی. مقایسه میزان جذب و تجمع عناصر سنگین در بافت سخت کیتون (جدول ۵) بیانگر بالا بودن میزان فلزات سنگین در ایستگاه بوشهر نسبت به سایر ایستگاه‌ها می‌باشد. که از دلایل آن افزایش فعالیت‌های انسانی و حمل‌ونقل دریایی را می‌توان نام برد. الگوی تجمع فلزات مورد مطالعه در بافت سخت به صورت $Zn > Cu > Pb > Cd$ است. که با الگوی تجمع فلزات در رسوبات کم و بیش مشابهت دارد. از میان این فلزات فقط میانگین غلظت کادمیم (0.43 میکروگرم بر گرم) در بافت سخت از میانگین غلظت آن در رسوبات (0.13 میکروگرم بر گرم) بیشتر است. به طوری که بیش از ۳ برابر غلظت کادمیم در رسوبات می‌باشد. احتمال می‌رود این افزایش به این دلیل باشد که کیتون ممکن است صدف (بافت سخت) خود را برای جداسازی بخشی از کادمیم جذب شده در بافت نرم که نسبتاً بالا بود مورد استفاده قرار دهد. Cravo و همکاران در سال ۲۰۰۴ نیز تأکید کرده‌اند که گونه‌های نرم‌تن ممکن است صدف خود را برای جداسازی بخشی از فلزات جذب شده مورد استفاده قرار دهند. این موضوع می‌تواند بخشی از سم‌زدایی فلزات غیر ضروری و مازاد فلزات ضروری در نرم‌تنان باشد (۱۷). در این مطالعه ارتباط بین اندازه بدن و غلظت بعضی از فلزات در کیتون پوست‌ماری معنی‌دار است ($P < 0.05$) بنابراین احتمالاً اندازه بدن غلظت فلزات در موجود زنده از جمله کیتون را مشخص می‌کند. این موضوع توسط Hedouin و همکاران در سال ۲۰۰۶ گزارش شده است. آنها بر این موضوع تأکید دارند که هرچه جانور بزرگتر باشد زمان بیشتری برای دسترسی زیستی به فلز داشته است و این یکی از فاکتورهای بسیار مهم در جذب فلزات در موجودات زنده است (۲۶). بررسی همبستگی غلظت فلزات روی، مس، کادمیم و

است (۲۴). بنابراین میزان نسبتاً بالای کادمیم در کیتون پوست‌ماری ممکن است همین دلیل باشد. همینطور کادمیم دارای فاکتور تجمع زیستی بسیار بالایی است که این امر به علت دفع بسیار ضعیف آن توسط دوکفه‌ای‌ها است (۴۹). جذب کادمیم دارای سازوکاری مشابه با جذب کلسیم و آهن بوده و به جای آهن که یک فلز ضروری است به اشتباه جذب می‌گردد از این رو جذب کادمیم باعث تشدید کمبود آهن می‌گردد (۴۲). هرچند که غلظت کادمیم در بافت نرم کیتون پوست‌ماری نسبتاً بالا است اما در مقایسه با غلظت مس و روی پائین‌تر است. Aksoy و همکاران در سال ۲۰۰۵ همین موضوع را گزارش کرده‌اند. آنها در گزارش خود تأکید نموده‌اند که غلظت کادمیم در موجودات دریایی در مقایسه با فلزات ضروری پائین است (۹). Eisler در سال ۱۹۸۱ نیز تأکید نموده است که غلظت کادمیم در موجودات دریایی در مقایسه با فلزات ضروری همیشه پایین می‌باشد (۲۳). سرب نیز مانند کادمیم یکی از فلزات غیر ضروری است و نقشی در فعالیت‌های زیستی ندارد. میانگین غلظت سرب در بافت نرم کیتون پوست‌ماری $1/58$ میکروگرم بر گرم است که از غلظت آن در رسوبات ($3/93$ میکروگرم بر گرم) کمتر است بنابراین به نظر می‌رسد که کیتون پوست‌ماری مقدار کمتری از سرب را در بدن خود نسبت به رسوبات محیط زیست جمع می‌کند. این موضوع با یافته De Mora و همکاران در سال ۲۰۰۴ در مورد دوکفه‌ای *Saccostrea cucullata* در سواحل عمان و امارات متحده عربی در مورد نیکل مشابهت دارد زیرا این دوکفه‌ای مقدار کمتری از نیکل را در بدن خود نسبت به رسوبات جمع می‌کند زیرا این فلز نقشی در فعالیت‌های زیستی ندارد (۲۱). جدول ۹ مقایسه میزان فلزات روی، مس، کادمیم و سرب را در بافت نرم کیتون پوست‌ماری با برخی از استانداردهای جهانی نشان می‌دهد.

بر اساس این جدول میزان روی و سرب از حد استانداردهای جهانی کمتر است. ولی میزان مس و کادمیم

باشند. Amish و همکاران (۲۰۱۰) همین نتیجه را در رابطه با دوکفه ای های (Clams) گزارش کرده‌اند (۱۱). به‌طورکلی نتایج این مطالعه نشان از پاک‌ی و غیرآلوده بودن رسوبات منطقه مورد مطالعه دارد. کیتون به دو فلز مس و کادمیم آلوده است و این مسئله می‌تواند برای آبیانی که از این‌گونه تغذیه می‌کنند تهدیدآمیز باشد. کیتون ممکن است بافت سخت خود را برای جداسازی بخشی از کادمیم جذب‌شده در بافت نرم مورد استفاده قرار دهد.

سرب در بافتهای نرم و سخت با غلظت این فلزات در رسوبات نشان می‌دهد که هیچگونه همبستگی بین غلظت این فلزات در کیتون پوست‌ماری و رسوبات وجود ندارد این موضوع مشخص می‌کند که جذب و تجمع زیستی فلزات در کیتون پوست‌ماری مستقیماً و به تنهایی وابسته به غلظت این فلزات در رسوبات نمی‌باشد بلکه منابع دیگری مانند فلزات محلول در آب و ستون‌ها ممکن است در دسترسی زیستی کیتون به فلزات دخالت داشته

جدول ۷ - مقایسه غلظت فلزات در رسوبات با برخی از نقاط ایران و جهان (میکروگرم بر گرم وزن خشک)

منطقه	Zn	Cu	Cd	Pb	منبع
سواحل بوشهر	۱۲/۱۰±۰/۹۵	۳/۱۷±۰/۲۸	۰/۱۴±۰/۰۳	۰/۹۳±۰/۵۴	مطالعه حاضر
سواحل بوشهر	۲۶/۲	-	۱/۲۵	۲۱/۵	(۳۸)
سواحل بوشهر	-	۱۴/۵۹±۴/۳۳	۰/۷۶±۰/۰۷	۱۲/۳۱±۲/۶۷	(۱)
سواحل بوشهر	-	۸/۳±۱/۲	۷/۴±۱	۴۲/۴±۲/۷	(۱۰)
سواحل بوشهر	۲۹/۱۹	-	۱/۲۵	۲۱/۱۲	(۳)
سواحل بندرلنگه	۳۱/۳۶	-	۱/۲۶	۱۶۳/۰۲	
خلیج گواتر	۷۴/۶	۳۹/۵۲	۰/۱۴	۴۴/۶	(۲)
خلیج گواتر	۴۵/۹۱ ± ۱۴/۰۳	۲۱/۲۷ ± ۱/۰۱	۰/۲۵ ± ۰/۱۲	-	(۶)
پارک غدیر بندرعباس	۱۹±۰/۷	۶±۰/۶	<۰/۵	۷±۰/۵	(۳۷)
پارک نخل نخودا بندرعباس	۲۱±۰/۴	۸±۰/۹	<۰/۵	۷±۰/۵	(۳۷)
سواحل جده - دریای سرخ	۱۷۹/۶۱±۷۱	۱۶۳/۳۱±۷۴/۵۱	۴/۶۵±۳/۶۴	۱۱۶/۳۵±۶۷	(۴۳)
باتلاق سلطان - ترکیه	۳۹/۵۵±۴/۳۹	۶/۲۲±۰/۲۳۷	۰/۲۱۶±۰/۰۳۴	۷/۹۱±۰/۱۵	(۹)
دریای ژاپن	۸۳۷±۲۵	۲۳۵±۵	۴/۸±۰/۴	۲۵±۰/۸	(۱۹)

جدول ۸ - مقایسه غلظت فلزات در رسوبات سواحل بوشهر با مقادیر استاندارد USEPA, CCME, NOAA

فلز	کیفیت رسوب						مطالعه حاضر
	استاندارد محیط‌زیست کانادا (۱۶)		USEPA (۴۶) (United state Environmental Protection Agency)		آمریکا NOAA (۳۲) (National Oceanic and Atmospheric Administration)		
	ISQG (Interim marine Sediment Quality Guidelines)	PEL (Probable Effects Level)	HAL (High Alert Level)	LAL (Low Alert Level)	ERL (Effects Range Low)	ERM (Effects Range medium)	
Zn	۱۲۴	۲۷۱	۴۱۰	۵	۱۵۰	۴۱۰	۱۲/۱۰
Cu	۱۸۷	۱۰۸	۲۷۰	۲	۳۴	۲۷۰	۲/۸۷
Pb	۳۰/۲۰	۱۱۲	۲۱۸	۲	۴۷	۲۲۰	۳/۹۳
Cd	۰/۷	۴/۲	۹/۶	۰/۰۴	۱/۲	۹/۶	۰/۱۳

جدول ۹ - مقایسه غلظت فلزات سنگین در بافت نرم کیتون با استانداردهای جهانی (میکروگرم بر گرم وزن خشک)

فلز	FAO (۲۷)	ITS (۴۵)	FDA (۱۲)	NHMRC (۱۸)	مطالعه حاضر
Zn	۵۰۰-۲۰۰	۵۰	۴۰	۱۵۰	۲۶/۲۷
Cu	۳۰	-	۱۱/۵	-	۴۴/۱۶
Cd	۱	۱	۳	۰/۵۰	۶/۷۷
Pb	۳۰-۵	۱/۵	۱	۱/۵	۱/۵۸

منابع

- ۱- حبیبی، س.، مطالعه سطح ناپاکی رسوبات و دوکفه ای (*Solen* *roseomaculatus*) نسبت به فلزات سنگین (Pb, Ni, Cu, Cd) در برخی سواحل استان بوشهر، پایان نامه کارشناسی ارشد، ۸۰ صفحه، زمستان ۸۸، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ص ۶۷-۵۳
- ۲- حمزه، م.ع.، بومری، م.، رضایی، ح. و بسکله غ.ر.، ۱۳۹۰. ژئوشیمی زیست محیطی فلزات سنگین در رسوبات ساحلی خلیج گواتر، منتهی الیه جنوب شرقی ایران، اقیانوس‌شناسی، سال دوم، شماره ۸، زمستان ۱۳۹۰، ص ۲۰-۱۱.
- ۳- حیدری چهارلنگ، ب.، ریاحی بختیاری، ع.، یاور، و. و سلحشور، س. بررسی اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین کادمیوم، سرب و روی در صدف‌های دو کفه‌ای *Saccostrea*
- ۴- خراسانی، ن.، شایگان، ج.، کریمی شهری، ن.، ۱۳۸۴. بررسی غلظت فلزات سنگین (روی، مس، آهن، کرم و سرب) در رسوبات سطحی بندرعباس. مجله منابع طبیعی ایران. ۵۸، ص ۸۶۹-۸۶۱
- ۵- صفاهیه ع. و محمدی م. بررسی ساختار جمعیت پرتاران و همبستگی آن با غلظت فلزات سنگین در فصل زمستان در رسوبات منطقه بحرکان، اقیانوس‌شناسی/ سال اول/ شماره ۳/ پاییز ۱۳۸۹/ ۱۷-۲۶.
- ۶- عین‌اللهی پیرف (۱۳۹۱). بررسی میزان تجمع فلزات سنگین Ni, Cu, Cd و Zn در رسوبات و بافت‌های درخت

- اقیانوس‌شناسی سال سوم/ شماره ۱۱ / پاییز ۱۳۹۱-۸۲/۱۰-۷۳.
- 7- Abdollah, A.T. and Moustafa, M.A., 2002. Accumulation of lead and cadmium in marine Prosobranch *Nerita saxtilis*, Chemical analysis, light and Electron microscopy, Environmental pollution 116: 185 – 191
 - 8- Ahmed, K., Mehedi, Y., Haque, R. and Mondol, P., 2010. Heavy metal concentrations in some macrobenthic fauna of Sunderbans mangrove forest, south west coast of Bangladesh. J. Environmental Monitoring and Assessment. 177(1-4): 505-514.
 - 9- Aksoy A., Demirzen, D. and Daman, F., 2005. Bioaccumulation, Detection and Analysis of Heavy metal pollution in Sultan Marh and its Environment. Erciyes University, Faculty of Arts and sciences, Department of biology, 38039 Kayseri, Turkey.
 - 10- Alahverdi, M. and Savabie Asfahni, M., 2012. Metal pollution in seaweed and related sediment of the Persian gulf, Bulletin of Environmental contamination and toxicology, vol. 88, issue 6. P, 939.
 - 11- Amish, S., Obrilorang, K.A. and Adjei – Boateng, D., 2010. Bioaccumulation of heavy metals in the Volta clam, *Galatea paradoxa* (Born, 1778) in relation to their Geoaccumulation in Benthic sediments of Volta Estuary, Ghana, springer science – Business Media B. V.
 - 12- Bilos, C., Clombo, J.C. and Rodriguez Presa, M.J., 1998. Trace Metal in Suspended Particles, Sediments, and Asiatic clam(*Curbicula pluminea*) of The Rio de la Plata Estuary, Argentina, Environmental Pollution 99: 1-11.
 - 13- Blackmore, G., 2001. Interspecific variation in heavy metal body concentrations in Hong Kong marine invertebrates, Environ pollut. 114 , 303-311.
 - 14- Casas, S., Gonzales, J.L., Anderal, B. and Cossas, D., 2008. Relation between metal concentration in water and metal content of marine massels (*Mytilus galloprovincialis*): Impact of Physiology. Env. Anon, Food and Drug Administration(FDA) United State., 1990. Center for Food Safty and Applied Nutrition , Washington. Toxicology and Chemistry. 27(7): 1543-1552.
 - 15- CCME(Canadian council of Minister of the Environment). 1999. Canadian environmental quality guidelines, from publication No. 1299: ISBN 1- 896997 – 34 – 1.
 - حرا(*Avicennia marina*) در خلیج گواتر، دریای عمان.
 - 16- Cravo, A., Foster, P. and Bebianno, M.J., 2004. Minor and trace elements in the shel of *Patella aspera*. Environmental Internnatioal, 28, pp: 295-302.
 - 17- Clinton, H.I., Ujawung, G.U. and Michael H., 2008. Trace Metals in Tissues and sell of *Tympanotonus fuscationalus* var. *Radula* from the mangrove swamps of the bukuma oil field , Niger Delta. European Journal of Scientific Research, 24:468-476.
 - 18- Davydkora, I.L., Fadeeva, N.P., Kovekor, D. and Fadeev, V.I., 2005. Heavy metal contents in tissues of dominat species of the Benthos and in Bottom sediments of Zolotoi Rog Bay, Sea of Japan. Russian Journal of Marine Biology vol. 31 No. 3.
 - 19- Davis, O.A., Allison, M.E. and Uyi, S.H., 2006. Bioaccumulation of heavy metals water, sediment and periwinkle(*Tympanotonous fuscatus* var *radula*) From the Elechi Creak, Niger Delta. African G. Biotechnology. 6:968-973.
 - 20- De Mora, S., Fowler, S.W., wyse, E. and Azemard, S., 2004. Distribution of heavy metal in marine bivalves , fish and coastal sediments in the Gulf of Oman. Marine pollution Bulletin 49: 410 – 424.
 - 21- Dorea, J. G., 2008. Persistent bioaccumulative and toxic substances in fish: Human health considrations. Science of the total Environment 400: 93-114.
 - 22- Eisler, R., 1981, Trace metal concentration in marine organisms(New York : Pergamon press), 685pp.
 - 23- Frazier, J.M. and George, S.G., 1983. Cd kinetics In oysters – a comparative study of *Crassostrea gigas* and *Ostrea edulis*. Marine Biology, 76: 55 – 61.
 - 24- Gochfield, M., 2003. Cases of mercury exposure. Bioavailability and absorption. Ecotoxicol. Environ. Saf., 56: 174-179.
 - 25- Hedouin, L., Bustamante, P., Churlard, C., Pringault, O., Fichez, R. and Warnau, M., 2009. Trends in concentration of selected metalloïd and metals in two bivalves from the coral reefs in the SW lagoon of New Caledania. Ecotoxicology and Environmental Safty, 72: 372 – 381.
 - 26- Kanakaraju, D., Jios, C.A. and Long, S.M., 2008. Heavy metal concentration in the Razer clams (*Solen spp*) from Muara Tebas, Savawak. Malaysian J. Anal. Sci. 12(1): 52 – 58.

- 27- Kavun, V.Ya., Shulkin, V.M. and khristoforova, N.K., 2002. Metal accumulation in mussels of the kuril Islands, North – West Pacific Ocean' Marine Environmental Reseach. 55: 219-229.
- 28- Khansari, F.E., Ghazi-khansari, M. and Abdollahi, M., 2005. Heavy metals content of canned tuna fish, Food Chemistry 93: 293- 296.
- 29- Kennish, M.J., 1996. Practical Handbook of Estuarine and Marine Pollution. CRC Press, Inc. 524 pp.
- 30- Laws, A. E., 1993. Aquatic pollution – New york: John wiley and sons Inc. 344 pp.
- 31- lippard, S. J. and Berg, J. M., 1994. Principles of bioinorganic chemistry. University Science Books, Mill Valley. Colifornia, USA. 411p. Environ. Management, 19, No.1, 81-97.
- 32- Metian, M., Bustamante, P., Hedouin, L. and Warnau, M., 2008. Accumulation of nine metals and metalloid in tropical scallop *Comptopallium radula* from coral reef in New Caledonia. Environmental pollution, 152: 543 – 552.
- 33- Orlic, I. and Tag, S. M., 1999. Elemental depth profiles in marine sediment of Singapore coastal waters, Nuclear Instruments and Methods in physics Research, 150: 291 – 297.
- 34- Paez – Osuna, F., Bojorquez – Leyva, H. and Ruelas – Inzunza, J., 1999. Regronal variations of heavy metal concentrations in tissues of barnacles from the subtropical pacific coast of Mexico. Environment International, 25: 647 – 654.
- 35- Pourang, N., Nikouyan, A. and Dennis, J.H., 2005. Trace element concentration in fish, superficial sediments and water from northern part of Persian Gulf Environmental Monitoring and Assessment 109: 293 – 316. Environ. Poolut. 107, 437-444.
- 36- Saeedi, H., Ashja – Ardalan, A., Hassanzadeh-Kiab, B. and Zibaseresht, R., 2012. Metal concentration in Razer clam (*Solen dactylus*), Sediment and water in Golshahr Coast of Bandlar Abbas, Persian Gulf. Iranian Jurnal of Fisheries sciences 11(1): 165-183.
- 37- Salahshur, S., Riyahi – Bakhtiari, A. and Kochanian, p., 2012. Use of *solen brevis* as a biomonitor for cd, pb and zn on the intertidal zones of Bushehr – Persian Gulf, IRAN. Bulletin of Environmental Ccontamination & Toxicology, vol. 88 issue 6, p 951.
- 38- Shah, S. L., 2010. Hematological changes in *tinca tinca* after exposure to lethal and sublethal dose of Mercury, Cadmium and lead. Iranian Journal of fisheries sciences 9(3), 434-443.
- 39- Schwabe, E., 2005. A catalogue of Recent and fossil chitons (Mollusca: Polyplacophora). Addenda. *Novapex*, 6(4): 89-105.
- 40- Sirenko, B., 2006. New outlook on the system of chitons (Mollusca: Polyplacophora). Venus. Vol. 65: No. 1-2: 27-49.
- 41- Tompson, K.C., 2005. Environmental toxicity testing. Blackwell publishing, 388p.
- 42- Turki, A. J., 2007. Metal speciation (Cd, Cu, Pb and Zn) in sediments from Alshabab lagoon, Jeddah, Saudi Arabia, JKAU: Mar. Sci., Vol 18, pp: 191 – 210.
- 43- Tuzen, M., 2003. Determination of heavy metals in fish samples of the Middle Black Sea (Turkey) by graphite furnace Atomic absorption spectrometry. Food chemistry 8: 119 – 123.
- 44- Unlu, S., Topcuglu, S., Alpar, B., Kirbasoglu, C. and Yilmaz, Y. Z., 2008. Heavy metal pollution in surface sediment and mussel samples in the Gulf of Gemlik. J. Environ. Monit. Assess 144, 169-178.
- 45- USEPA, 1999. Technial guidance for screening contimented sediments. New York State Department of Environmental Conservation. 32p
- 46- Valls, M. and Lorenzo, V.D., 2002. Exploiting the genetic and biochemical capacities of bacteria for the remediation of heay metal pollution. FEMS Microbial., 26: 327-338.
- 47- Wang , X., Sato, T., Xing, B. and Tao, S., 2005. Health risks of heavy metals to The general Publie in Tianjin , China , Via Consumption of vegetables and fish. Sciene of The Total Environment 350:28-37.
- 48- Warren, L.A., 1998. Modelling cadmium accumulation by benthic invertebrates in situ: The relative contributions of sediment and overlying water reservoirs to organism cadmium concentrations, Limnology and Oceanography. 43: 1442 – 1454.
- 49- Yap, C.K., Ismail, A., Tan, S.G. and Ismail, A.R., 2003. Can the shell of green mussel *perna vividis* from the west cost of Peninsular Malaysia be a potential biomonitoring material for Cd, Pb and Zn, Estuarin, Coastal and shelf Science 57: 623 – 630.
- 50- Yin, X., Xia, L., Sun, L., lLuo, H. and Wang, H., 2008. Animal excrement: A potential biomonitor of heavy metals concentration in the marine environment. Science of the total environment 399,no. 1-3: 179-185.

Measurement of Heavy Metals (Zn, Cu, Cd, Pb) Concentrations in Chiton (*Chiton lamyi*, Dupuis, 1918) and surface sediments of intertidal zones in Bushehr Province coastal waters

Mahmoodian-Shooshtari A.H.¹, Safahiye A.R.¹, Nikpour-Ghanavati Y.A.², Ronagh M.T.¹ and Salari M.A.¹

¹ Marine Biology Dept., Faculty of Marine Science and Oceanography, Khorramshar University of Marine Science and Technology, Khorramshar, I.R. of Iran

² Marine Chemistry Dept., Faculty of Marine Science and Oceanography, Khorramshar University of Marine Science and Technology, Khorramshar, I.R. of Iran

Abstract

This study was carried out to evaluate the level of heavy metals (Zn, Cu, Cd, Pb) concentrations in chiton (*Chiton lamyi*, Dupuis, 1918) and surface sediments of the intertidal zone in Bushehr province coastal waters. Ten specimens of chiton and three samples of sediment per each station were collected in March 2011 and July 2011 at five stations namely Nayband, Kalat, Rostami, Halileh and Bushehr. The results showed that the pattern of metal concentrations in sediment, soft tissue and shell were Zn>Pb>Cu>Cd, Cu>Zn>Cd>Pb and Zn>Cu>Pb>Cd respectively. There was no significant correlation during both season between metal concentrations in Soft tissue-Shell, Soft tissue-Sediment and Sell-Sediment ($p>0/05$). This finding indicates that heavy metals concentration in chiton was not only influenced by their concentrations in sediment, and some other factors are involved in metal bioavailability to *Chiton lamyi*. Metal concentrations in sediments were only above LAL level but lower than the other standard levels of heavy metals. So it seems that the studied stations are clean and not polluted with metal pollutants. Comparing concentration of heavy metals in soft tissue with some of the international standards showed that the concentration of Cu and Cd in soft tissue were above the permissible limits. So chiton may be dangerous for marine animals that feed on it. Chitons might use their shell for sequestration of a part of the up-taken cadmium.

Key words: Intertidal Zones, Bushehr Province, *Chiton lamyi*, Heavy Metals.