Archive of SID

تغییرات فصلی فلزات سنگین(Cu,Pb,Cd) در رسوبات بین جزرومدی ساحل بحرکان

علیرضا صفاهیه*، مطهره محمدی

گروه زیست شناسی دریا، دانشکدهٔ علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

چکیده

فلزات سنگین از آلاینده های پایداری هستند که پس از ورود به اکوسیستم های آبی, می توانند وارد زنجیره غذایی شده و سبب بروز مشکلات برای موجودات آبزی و حتی انسان شوند. رسوبات محل نهایی تجمع فلزات سنگین هستند. تعیین پراکنش و غلظت این عناصر در رسوبات و مقایسه آن با استاندارد های موجود می تواند وضعیت زیست محیطی منطقه را از نظر آلودگی به فلزات سنگین مشخص نماید. به منظور برآورد سطح ناپاکی رسوبات بین جزرومدی بحرکان، نمونه برداری از رسوبات این منطقه, از ۵ ایستگاه مختلف و از ناحیه بین جزرومدی توسط گرب و طی چهار فصل از تابستان ۸۶ تا بهار ۸۷ صورت گرفت.پس از انتقال رسوبات به آزمایشگاه، نمونه های رسوب هضم شده و غلظت فلزات در آنها توسط دستگاه جذب اتمیUnicamمدل ۹۱۹ ، اندازه گیری گردید. نتایج حاصل نشان داد که ترتیب غلظت فلزات در رسوب ایستگاه های مختلف در چهار فصل به صورت کادمیوم< مس< سرب بود. غلظت فلز مس درفصل های تابستان، پاییز، زمستان و بهار به ترتیب ۲۳/۷۷-۲۱/۵۴، ۲۲/۸۰-۲۰/۹۳ ، ۲۴/۰۴-۲۲/۴۸ و ۲۳/۷۳-۲۱/۵۴ میکروگرم بر گرم بوده است. غلظت سرب نیز در فصل های تابستان، پاییز، زمستان و بهار به ترتیب ۵۷/۰۶-۴۱/۷۰ ، ۴۸/۵۳-۳۷/۶۱ ، ۶۳/۸۹-۵۵/۳۶ و ۵۸/۷۷-۴۶/۸۲ میکروگرم بر گرم در تمام ایستگاه ها بوده است. همچنین در فصل های تابستان، پاییز، زمستان و بهار غلظت فلز کادمیوم به ترتیب ۲/۱۸-۱/۸۵، ۲/۰۸-۱/۷۲، ۲/۳۲-۲و ۲/۰۴-۱/۸۵ میکروگرم بر گرم بود. غلظت این فلزات در فصل زمستان نسبت به بقیه فصل ها بیشتر بود. در بین ایستگاههای مطالعه شده بیشترین غلظت فلزات در نزدیک دهانه رودخانه زهره اندازه گیری شد. غلظت فلزات از تعدادی از استاندارد های موجود بیشتر می باشدکه به نظر می رسد دلیل عمده آن فعالیت های انسانی باشند. با توجه به افزایش جمعیت و صنایع در اطراف این منطقه با ارزش شیلاتی, پایش زیست محیطی منظم آن توصیه می گردد.

واژگان کلیدی: فلزات سنگین، رسوبات، ساحل بحرکان.

*نویسنده مسوول، پست الکترونیک: a.safahieh@ kmsu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

فلزات سنگین گروه مهمی از آلاینده ها هستند که بر خلاف آلاینده های آلی, فرآیند های طبیعی همانند تجزیه, نمی توانند آن ها را از محیط بزدایند(Peng et al., 2008). این عناصر از راه های مختلف مانند فاضلاب های شهری و صنعتی, شسته شدن و حمل مواد شیمیایی از مناطق مختلف شهری, فعالیت های کشاورزی و ته نشست اتمسفری وارد محیط های آبی می شوند (Mucha et al., 2003; De Mora and Sheikholeslami ,2002). بسیاری از مواد و ترکیبات آلاینده(به خصوص فلزات سنگین) پس از ورود به یک منبع آبی به تدریج در بستر آن به صورت های مختلف رسوب کرده و تجمع می یابند. به طور کلی می توان گفت رسوبات معرف و نشانگر مهمی برای نشان دادن آلودگی محیط بوده که از مطالعه آنها می توان به مقدار و نوع آلودگی پی برده و تصمیم های لازم برای کنترل آن را اتخاذ نمود(Yu et al., 2001; Mance, 1990).

فلزات سنگین، چه با منشأ طبیعی و چه با منشأ انسانی، در صورتی آلاینده به حساب می آیند که برای موجودات قابل مصرف و دسترس باشند. تغییر در ویژگی های فیزیکی شیمیایی آب، میتواندقسمتی از فلزات موجود در رسوبات را دوباره وارد سطوح آب نموده و برای موجودات قابل دسترس نماید. موجودات کفزی, در ارتباط مستقیم با رسوبات هستند و به علت داشتن شیوه های تغذیه ای گوناگون, احتمال ورود انواع آلاینده ها از جمله فلزات سنگین به بدن آنها, زیاد می باشد(Bernds, 1998; MeÂndez and PaÂ ez-Osuna, 1998). فلزات سنگین پس از ورود به بدن موجودات زنده, یا در بدن آنها انباشته شده و به سطوح تغذیه ای بعدی منتقل می شوند و یا بر روی موجودات اثرات سمی داشته و سبب بروز اختلالاتی در عملکرد طبیعی موجود شده که می تواند حتی موجب مرگ موجود گردند (Theofanis et al., 2001; Stewart, 1999). این آلاینده ها بر روی ساختار جوامع موجودات زنده اثر گذاشته و ممکن است سبب حذف کامل یک گونه از اکوسیستم یا افزایش گونه های فرصت طلب گردند(Fleeger et al., 2003).

پاره ای از فلزات سنگین نظیر مس ضروری بوده و در حد معینی برای فعالیتهای فیزیولوژیک جانداران ضروری می باشند درحالیکه گروهی مانند سرب و کادمیوم غیر ضروری می باشند. به هر حال در صورتی که غلظت هر کدام از حد معینی در محیط تجاوز نماید برای زیستمندان آسیبهای جدی در بر خواهد داشت(Gopalakrishnan et al., 2008; Clark, 1997).

ساحل بحرکان در ۱۵ کیلومتری جنوب شهرستان هندیجان در استان خوزستان واقع شده است. این منطقه از مناطق مهم صید میگوی صورتی و انواع دیگر میگو های مرغوب خلیج فارس به شمار می رود. وجود اسکله صیادی و صید انواع ماهی های خوراکی از قبیل ماهی قباد، راشگو، حلوا سفید، شوریده، حلوا سیاه و هامور اهمیت اقتصادی این منطقه را روشن می سازد. با حفر چاه های زیردریایی، ساخت تأسیسات و اسکله های متعدد، حجم عظیمی از نفت، از این منطقه استخراج شده و به سراسر دنیا صادر می شود. وجود چنین تأسیساتی و عبور انواع نفتکش ها در منطقه، ورود احتمالی انواع آلاینده های نفتی را به این ساحل افزایش می دهد. رودخانه زهره که دارای طولی معادل ۴۹۰ کیلومتر است، در۲۶ کیلومتری جنوب غربی هندیجان به خلیج فارس می ریزد. انواع آلاینده های کشاورزی،

www.SID.ir

Archive of SID

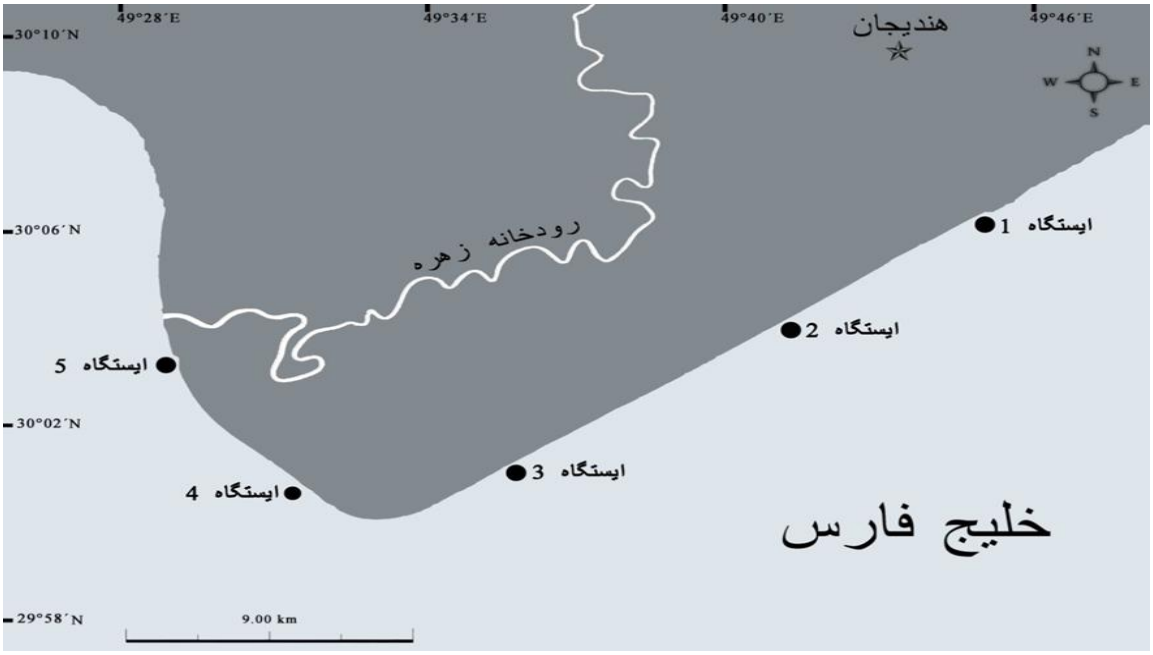
شـهری و صـنعتی در طـول مسـیر، وارد رودخانـه شده که در نهایت به خلیج فارس و منطقـه مـورد نظر می ریزد. اسکله صیادی بحرکان و تردد انـواع شناور ها و قایق ها ،از دیگر منابع آلوده کننـده در این محل می باشند.

وجـود انـواع موجـودات کفـزی در منطقـه از قبیل دوکفه ای ها، پرتاران، خرچنـگ هـا و حتـی انواع مراحل لاروی موجـودات نکتونیـک، اهمیـت مطالعات آلودگی رسوبات این منطقـه را مشـخص مـی نمایـد. متأسـفانه علیـرغم اهمیـت منطقـه بحرکان, اطلاعات زیـادی پیرامـون آلاینـده هـای فلزی در این منطقه در دست نیست.

اهداف این مطالعه، سـنجش فلـزات سـنگین مس، سرب و کادمیوم در رسوبات سطحی منطقـه و مقایسه تغییـرات فصـلی آنهـا در ایسـتگاه هـای مختلف می باشد. با مقایسه غلظت ایـن فلـزات بـا استاندارد های جهانی، وضعیت رسوبات منطقـه از لحاظ میزان آلودگی به فلزات سنگین، تعیین مـی شود.

۲. مواد و روش ها

در این مطالعه ۵ ایسـتگاه از اسـکله صـیادی بحرکان تا دهانه رودخانـه زهـره و در ناحیـه بـین جزرومـدی و در موقعیـت جغرافیـایی ´۲۴،°۴۹ طـول شـرقی و ´۰۵ ،°۳۰ عـرض شـمالی، در نظرگرفته شد (شـکل ۱). موقعیـت ایسـتگاه هـای مورد مطالعه در زمان نمونـه بـرداری در جـدول ۱ نشان داده شده است.



شکل۱. ایستگاه های مورد مطالعه در امتداد سواحل بین جزرومدی بحرکان

به منظور هضم نمونـه هـا، حـدود ۱ گـرم از رسوبات خشـک و الـک شـده در ۱۰ سـانتی متـر مکعـب از مخلـوط اسـید نیتریـک (۶۹٪) و اسـید پرکلریک (۶۰٪) به نسـبت ۴:۱، در بـالن تـه گـرد قرار داده شد و حدود یـک سـاعت در دمـای کـم (حـدود ۴۰ درجـه سـانتی گـراد) ، هضـم اولیـه

www.SID.ir

Archive of SID

صورت گرفت. سپس دمای دستگاه هضم ، تا ۱۴۰ درجه سانتی گراد بالا برده شد تا عمل هضم کامل به مدت ۳ ساعت انجام گیرد. نمونه های هضم شده پس از سرد شدن در دمای آزمایشگاه، با حجم مشخصی از آب دوبار تقطیر به حجم رسیده (۴۰ میلی لیتر) و پس از آن از کاغذ صافی واتمن ۴۲ میکرو متر ،عبور داده شدند(Yap et al, 2002) و سرانجام, غلظت فلزات مس، سرب و کادمیوم توسط دستگاه جذب اتمیUnicamمدل۹۱۹ سنجش شد. نرمال بودن داده ها از طریق آزمونShapiro-wilkبررسی گردید. برای بررسی تفاوت بین میزان فلزات سنگین در ایستگاه ها و فصول مختلف، از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه استفاده گردید. در صورت وجود اختلاف معنی دار، برای جدا کردن گروه های مختلف از پس آزمون توکی استفاده گردید. جهت بررسی همبستگی بین غلظت فلزات مس، سرب و کادمیوم، از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. سطح معنی داری جهت آزمون های آماری، P=0.05در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS11.5صورت گرفت.

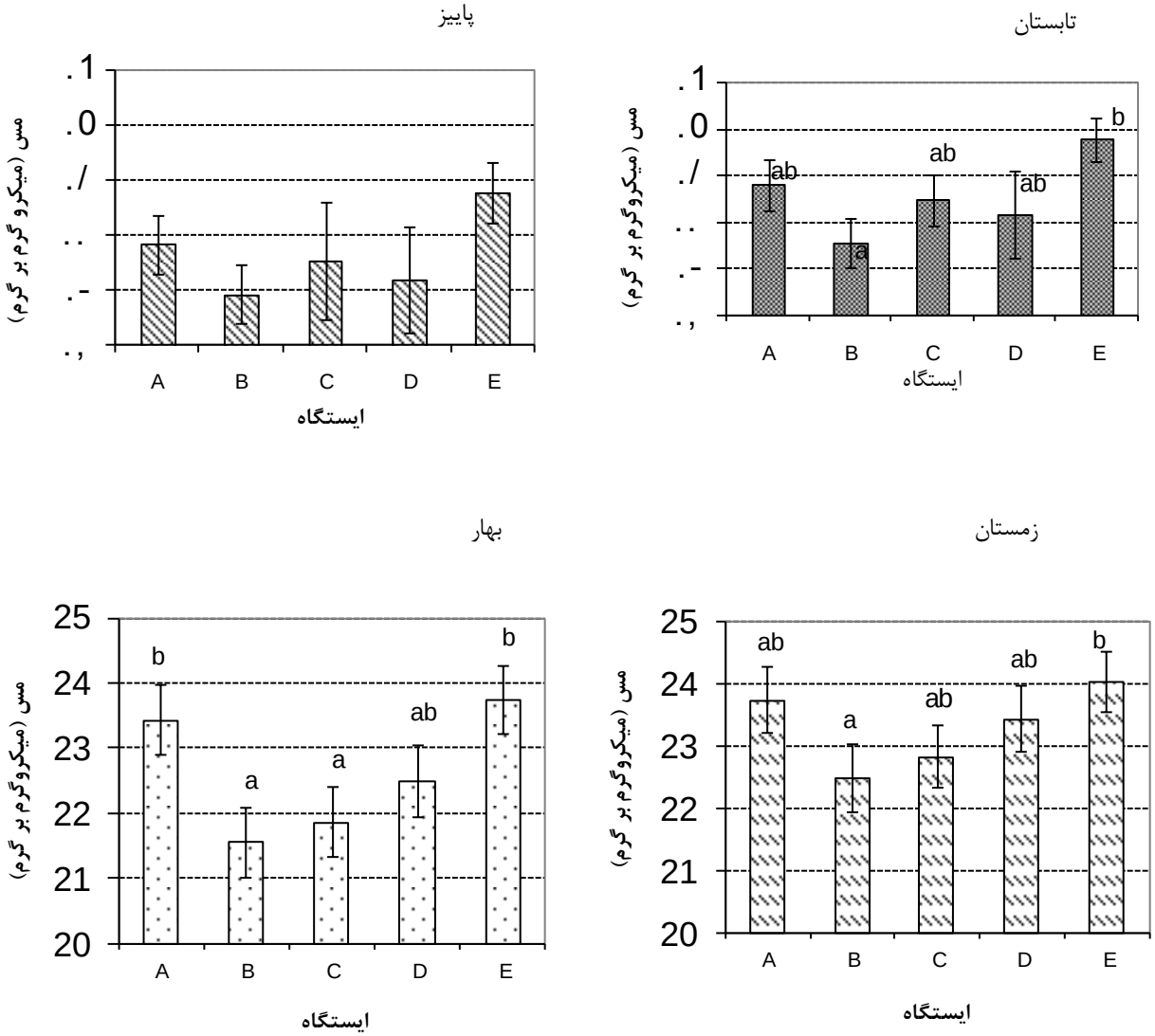
۳. نتایج

غلظت مس در رسوبات بحرکان در طی فصول مختلف و در ایستگاه های مختلف، تغییرات زیادی نداشت. دامنه تغییرات غلظت فلز مس در رسوبات بحرکان در تابستان ۲۱/۵۴ تا ۲۳/۷۷ ، در پاییز ۲۰/۹۳ تا ۲۲/۸۰ ، در زمستان ۲۲/۴۸ تا ۲۴/۰۴ و در بهار ۲۱/۵۴ تا ۲۳/۷۳ میکروگرم بر گرم بوده است. میزان مس در ایستگاه های مختلف فصل پاییز، اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشته اند (P< ۰/۰۵). در تمام فصل ها، بیشترین غلظت فلز مس در ایستگاه Eدر فصل زمستان(۰/۴۹ ±۲۴/۰۴) وکمترین میزان آن در ایستگاه B در فصل پاییز(۰/۵۳±۲۰/۹۳)،اندازه گیری شده است (شکل۲).

غلظت و دامنه تغییرات غلظت فلز سرب در رسوبات بحرکان به مراتب بیشتر از مس بوده است. بطوریکه میزان سرب در رسوبات منطقه در فصل تابستان ۴۱/۷۰ تا ۵۷/۰۶ ، در پاییز ۳۷/۶۱ تا ۴۸/۵۳ ، در فصل زمستان ۵۵/۳۶ تا ۶۳/۸۹ و در بهار ۴۶/۸۲ تا ۵۸/۷۷ میکروگرم بر گرم بوده است. بین غلظت سرب در ایستگاه های مختلف در فصول بهار، تابستان وپاییز ، اختلاف معنی دار مشاهده شده است (P ۰>/۰۵). بطوریکه در هر سه فصل ذکر شده، کمترین مقدار سرب در ایستگاه Bو بیشترین مقدار در ایستگاه های Aو Eمشاهده شده است. بر خلاف سه فصل دیگر در فصل زمستان، اختلاف معنی داری در میزان غلظت سرب، مشاهده نشده است (P < ۰/۰۵). بطورکلی، بیشترین میزان اندازه گیری شده برای فلز سرب در ایستگاه E فصل زمستان(۲/۹۵±۸۹/ ۶۳ میکروگرمبرگرم) و کمترین مقدار اندازه گیری شده در فصل پاییز (۲/۴±۶۱/ ۳۷میکروگرمبرگرم) و در ایستگاه B بوده است(شکل۳).

www.SID.ir

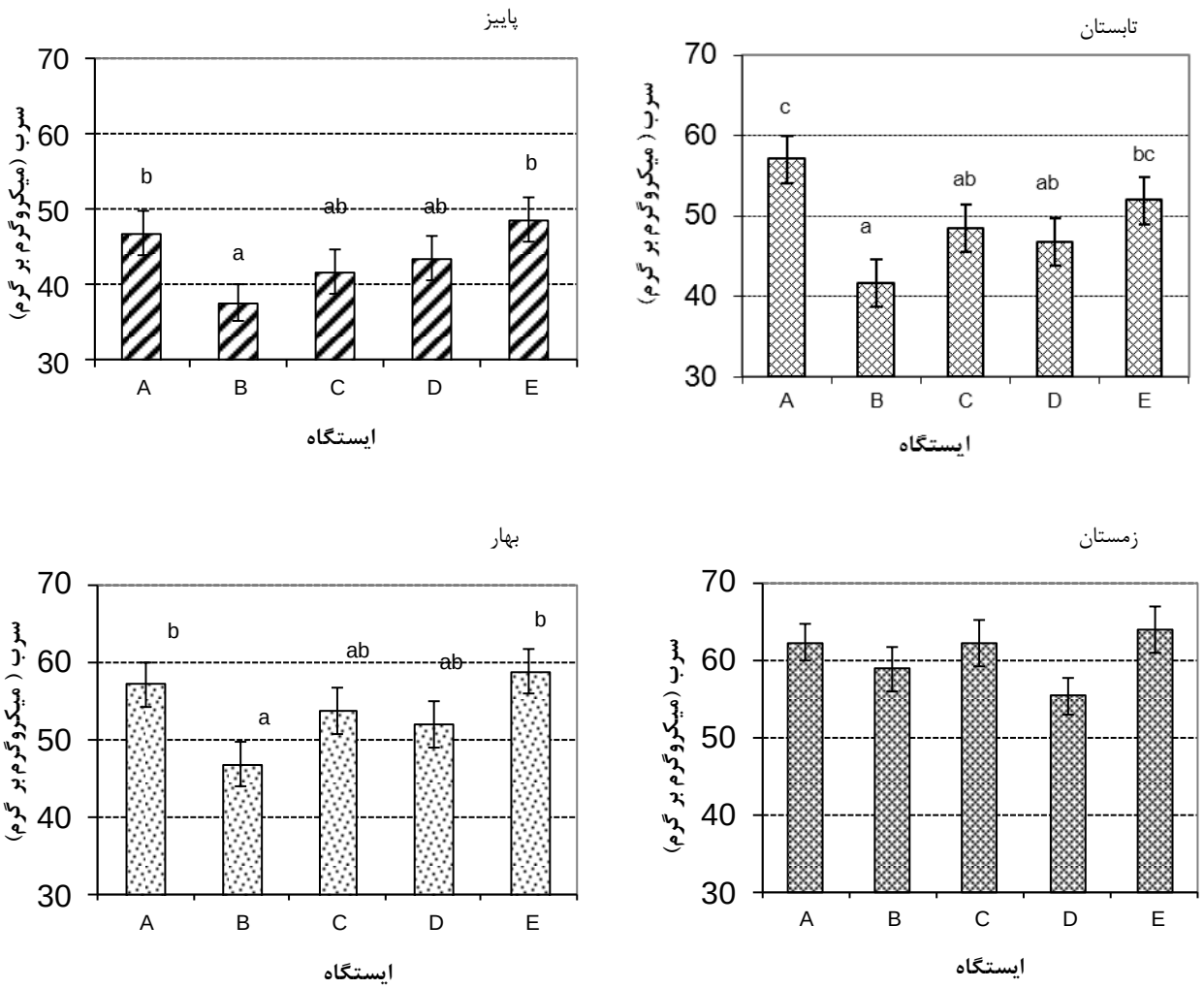
Archive of SID



شکل ۲. تغییرات میزان مس در رسوبات منطقه بحرکان در فصول مختلف. حروف غیر مشابه روی ستونها نشانگر وجود اختلاف معنی دار بین آنهاست ($P< 0.05$)

www.SID.ir

Archive of SID

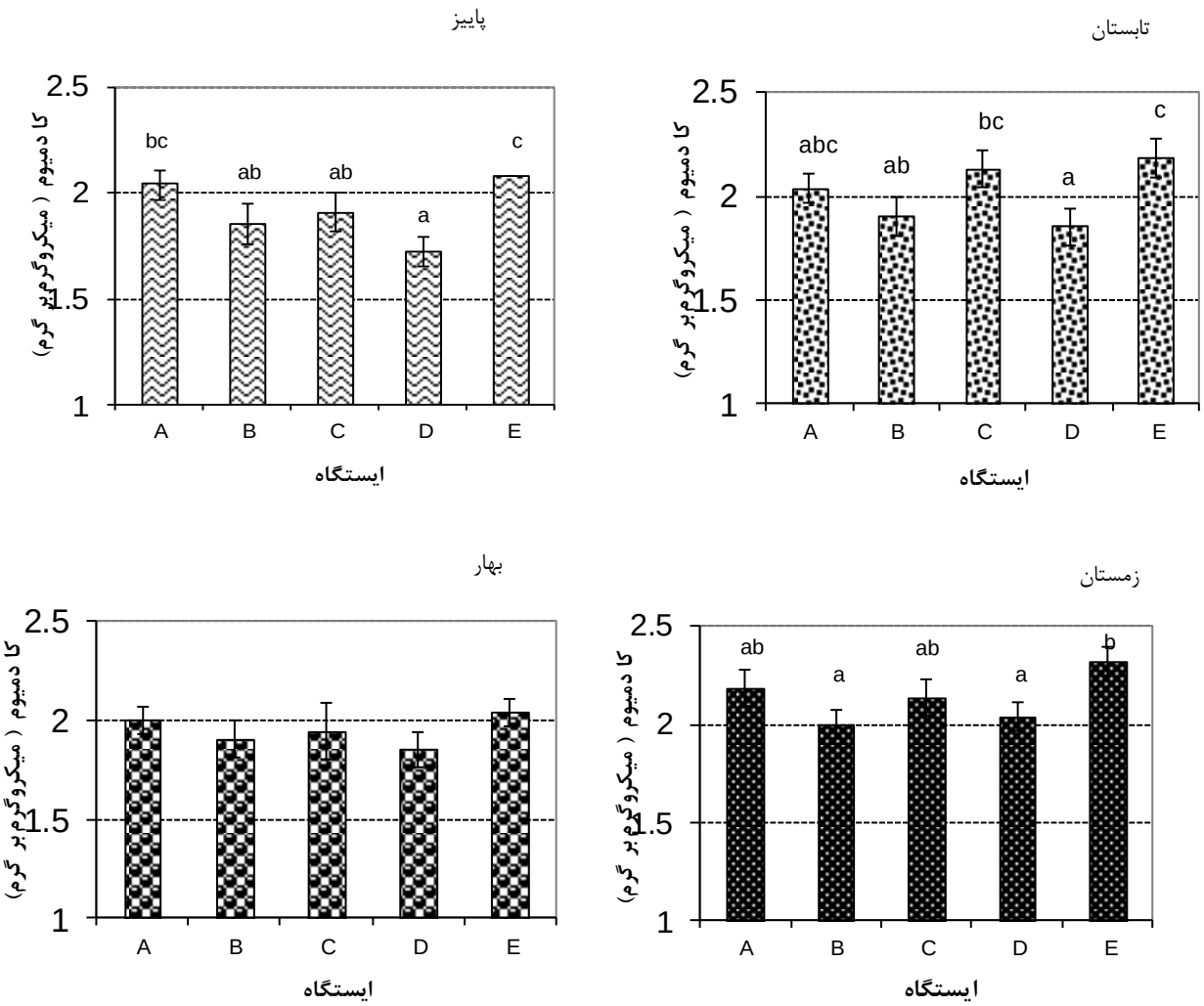


شکل ۳. تغییرات میزان سرب در رسوبات منطقه بحرکان در فصول مختلف (حروف غیر مشابه روی ستونها نشانگر وجود اختلاف معنی دار بین آنهاست($P<0.05$)

در بین فلزات مطالعه شده، غلظت کادمیوم از بقیه کمتر و همچنین دامنه تغییرات آن نیز محدودتر می باشد.دامنه تغییرات غلظت فلزکادمیوم در رسوبات بحرکان در فصل تابستان ۱/۸۵ تا ۲/۱۸ میکروگرم بر گرم، در فصل پاییز ۱/۷۲ تا ۲/۰۸ میکروگرم بر گرم، در فصل زمستان ۲ تا ۲/۳۲ میکروگرم بر گرم و در فصل بهار ۱/۸۵تا ۲/۰۴بوده است. بین غلظت کادمیوم در ایستگاه های مختلف در فصول زمستان، تابستان و پاییز ، اختلاف معنی دار مشاهده شده است ($P> ۰/۰۵$). در ایستگاه های مختلف در فصل بهار، اختلاف معنی داری در میزان غلظت کادمیوم، مشاهده نشده است ($P<۰/۰۵$). بیشترین میزان فلز کادمیوم در ایستگاه E و در فصل زمستان (۰/۰۶±۲/۳۲ میکروگرمبرگرم) وکمترین آن در فصل پاییز و در ایستگاهD (۰/۰۶±۱/۷۲میکروگرمبرگرم) اندازه گیری شده است(شکل ۴).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۴- تغییرات میزان کادمیوم در رسوبات منطقه بحرکان در فصول مختلف (حروف غیر مشابه روی ستونها نشانگر وجود اختلاف معنی دار بین آنهاست($P<0.05$)

۴. بحث و نتیجه گیری

میزان مس در رسوبات چندان زیاد نبود و بین ۲۱تا ۲۴ میکرو گرم بر گرم متغیر بود.عنصر مس در ترکیبات مورد استفاده برای کشتی ها و شناور ها و همچنین در پساب های شهری و خانگی وجود دارد(Zhou et al., 2007) . کمترین غلظت فلز مس در بین تمام فصول، در فصل پاییز اندازه گیری شده است. میزان این فلز در فصل زمستان نسبت به بقیه فصول بیشتر بوده و بعلاوه ایستگاه Eدر بین سایر ایستگاه ها، بیشترین غلظت فلز مس را داشته است. افزایش بارندگی در فصل زمستان، سبب ورود حجم بیشتری از رواناب ها، از خشکی به رودخانه و سپس به دریا می گردد که ذرات معلق و رسوبی و میزان زیادی از آلاینده ها را به همراه خود آورده و در بستر ته نشین می نماید. بعلاوه، در زمستان تبخیر در خلیج فارس شدیدتر است (Hastenrath and Lamb, 1980) که احتمال دارد غلظت بالای این فلز در این فصل, مربوط به افزایش تبخیر آب و تغلیظ این عنصر در محیط دریا باشد. همچنین در

www.SID.ir

Archive of SID

زمستان به دلیل احتمال وقوع پدیده جریان های فراچاهنده در منطقه مورد مطالعه (Reynolds,1993)، بستر منطقه دچار آشفتگی شده که این عامل می تواند سبب افزایش غلظت این فلز در آب و رسوبات منطقه گردد. در سال ۱۳۸۷، عین الهی با مطالعه بر روی میزان آلودگی فلزات سنگین در سواحل خلیج چابهار در فصل تابستان، چنین استدلال کرده است که جریان های فراچاهنده حاصل از پدیده مانسون در منطقه مذکور، سبب در دسترس قرار گرفتن ذرات رسوبی حاوی فلزات می گردد.

سرب در ترکیبات نفتی یافت می شود و فاضلاب های شهری و کشاورزی، مقادیر زیادی سرب به همراه دارند. در تمام فصول به جز تابستان، بیشترین میزان سرب در ایستگاه Eاندازه گیری شده است. سرب در بنزین شناور ها و قایق ها و نیز در تورماهیگیری وجود دارد. فعالیت ماهیگیران، هم در رودخانه و هم در منطقه بحرکان، و فعالیت های مربوط به استخراج و حمل نفت می تواند از عوامل آلودگی منطقه به فلز سرب باشند. به علاوه بیشترین غلظت سرب در فصل زمستان مشاهده شده است. در این فصل بارش فراوان نزولات جوی می تواند مقادیر زیادی از فلز سرب را از خشکی وارد مناطق دریایی نماید. وقوع جریان های فراچاهنده و افزایش تبخیر در این فصل نیز از دلایل احتمالی افزایش غلظت سرب می باشند. Radakovitch و همکاران (2008) بیان کردند که فلز سرب، بر خلاف سایر فلزات،که در نواحی ساحلی غلظت بیشتری دارند، در نواحی دور از ساحل هم به دلیل بارندگی ها, دارای غلظت زیادی است. ایستگاه Aنیز دارای غلظت بالای از سرب می باشد که وجود اسکله صیادی و تردد قایق ها و شناور ها، می تواند از دلایل مهم افزایش سرب این ایستگاه نسبت به ایستگاه های دیگر(به جز ایستگاه E)باشد. ایستگاه Bدر بین بقیه ایستگاه ها دارای کمترین میزان سرب بوده است. به نظر می رسد دور بودن نسبی این ایستگاه از سکوی نفتی و اسکله ماهیگیری و عدم مجاورت با دهانه رودخانه زهره، سبب شده این ایستگاه نسبت به بقیه ایستگاه ها دارای کمترین غلظت سرب باشد. Frangipaneو همکاران نیز(2005) نشان دادند که تفاوت آشکاری بین میزان سرب موجود در نمونه های رسوب منطقه Venice ایتالیا در مناطق دور و نزدیک مناطق صنعتی بوده است(Frangipane et al., 2005).

Kilemad و همکاران در سال ۲۰۰۴ مشاهده کرد که غلظت فلزات سنگین در رسوبات منطقه Cork بسار بالا است که علت آن را، وجود آلودگی ها از جمله فاضلاب های شهری و صنعتی در منطقه دانست.

میزان کادمیوم در مقایسه با سایر فلزات از مقدار کمتری برخوردار بود. کادمیوم در زمستان بیشترین و در پاییز کمترین میزان خود را داشته است. دلیل این امر احتمالا به ورود رواناب ها و حمل ذرات رسوبی حاوی این فلز به دریا و یا افزایش تبخیر آب در زمستان می باشد. نوسان در جریانات رودخانه، بارندگی ها، زهکشی آب و رواناب ها و طوفان ها را از عوامل مهم ورود آلاینده ها به رودخانه ها ذکر شده است (Duzzin et al., 1988). کادمیوم از فلزات غیر ضروری برای بدن موجودات بوده و دارای منشأ انسانی است. غلظت کادمیوم در مناطق کم عمق بندرعباس (اعماق صفر تا ۵ متری)، که در نزدیکی کانون های آلودگی ناشی از فعالیت های اجتماعی منطقه بودند، بیشتر از مناطق عمیق تر که دارای فاصله بیشتری از کانون آلودگی ها قرار داشته اند، بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID

کادمیوم در ایستگاه Dدر تمام فصول (به جز زمستان)کمترین میزان را داشته است.این ایستگاه همانند ایستگاه Bاز منابع احتمالی آلودگی در منطقه (اسکله صیادی، پساب های ورودی از طریق رودخانه سکوی نفتی) فاصله بیشتری دارد. گرچه تغییرات میزان کادمیوم در ایستگاه های مختلف از نظر آماری معنی دار بود اما باید توجه داشت که این دامنه تغییرات بسیار محدود و از حداقل ۱/۸۵ تا حداکثر ۲/۱۸ میکرو گرم بر گرم متغیر می باشد.لذا به نظر می رسد تغییرات مشاهده شده از نظر زیست محیطی، چندان حائز اهمیت نباشد.

نتایج حاصل از مقایسه فلزات در رسوبات منطقه بحرکان با غلظت فلزات در رسوبات سایر نقاط آبی جهان، در جدول ۲ آورده شده است. بر اساس این مقایسات، غلظت فلز مس رسوبات منطقه مورد مطالعه در دامنه غلظت مس در رسوبات جهانی قرار دارد و ازمیانگین غلظت آن دررسوبات جهانی کمتر است. غلظت این فلز از میزان غلظت مس در سواحل قطر(De Mora et al., 2004)، سواحل کیش (Dadollahi and Savari, 2006) و سواحل لیفه بوسیف (سبز علیزاده، ۱۳۸۷) بیشتر می باشد. همچنین، غلظت مس از غلظت این فلز در رسوبات امارات متحده عربی(De Mora et al., 2004)، سواحل بوشهر(اسلامی، ۱۳۸۷)، سواحل چابهار(عین الهی، ۱۳۸۷)، سواحل هنگ کنگ (Zhou et al., 2007)، خلیج لیون (Radakovitch et al., 2008) ، پوسته زمین(Riley and Chester,1971) کمتر می باشد. میزان مس به دست آمده در این مطالعه بسیار نزدیک به میزان آن در بوشهر (خلیج فارس) می باشد. در کل میزان مس به دست آمده نسبت به مطالعات دیگران بالا نبوده و در دامنه سایر مطالعات قرار دارد.

غلظت فلز سرب رسوبات بحرکان، در دامنه غلظت رسوبات جهانی قرار داشته و از میانگین رسوبات جهانی بیشتر بوده است. غلظت این فلز از میانگین غلظت آن در رسوبات امارات متحده عربی(De Mora et al., 2004)، سواحل قطر(De Mora et al., 2004)، سواحل کیش (Dadollahi and Savari, 2006)، سواحل بوشهر(اسلامی، ۱۳۸۷)، سواحل چابهار(عین الهی، ۱۳۸۷)، سواحل لیفه بوسیف (سبزعلیزاده،۱۳۸۷)، خلیج لیون (Radakovitch et al., 2008) و پوسته زمین (Riley and Chester,1971) بیشتر بوده؛ در حالیکه از غلظت این فلز در رسوبات سواحل هنگ کنگ (Zhou et al., 2007) کمتر بوده است. میزان سرب اندازه گیری شده در بحرکان از مقادیر سرب در سایر نقاط خلیج فارس که توسط سایر محققین به دست آمده، به مراتب بیشتر است (Dadollahi and Savari, 2006; De Mora et al., 2004; اسلامی و سبزعلیزاده، ۱۳۸۷) که نکته ای قابل توجه می باشد.

غلظت فلز کادمیوم اندازه گیری شده در سواحل بحرکان، در دامنه رسوبات جهانی قرار دارد. غلظت این فلز از غلظت آن در رسوبات پوسته زمین(Riley and Chester,1971) کمتر بوده در حالی که از غلظت آن در رسوبات خلیج لیون (Radakovitch et al., 2008) بیشتر می باشد(جدول ۲).

تراکم فلزات سنگین رسوبات با استانداردهای جهانی (Sediment Quality Guidelines) مقایسه شده است(جدول ۳). از متداول ترین استانداردهای کیفیت رسوب، استاندارد های NOAAآمریکا و کیفیت رسوب کانادا ISQGمی باشد (De Moraet al., 2004 ;Duzzin et al., 1988). در استانداردهای NOAA، دو خطر برای آلودگی فلزات در رسوبات بیان شده است که به صورت

www.SID.ir

Archive of SID

ERL (Effect rang Low) حدی که کمتر از ۱۰ درصد جوامع بیولوژیک در خطرند و (Effect ERM (Range Medium حدی که کمتر از ۵۰ درصد جوامع بیولوژیک در خطرند، ارائه شده است و در استانداردهای کیفیت رسوب کانادا (ISQG) این دو سطح LEL (The lowest effect level) مشخص کننده سطحی از آلودگی است که برای عمده جانوران کفزی قابل تحمل بوده و اثر خاصی در جوامع بیولوژیک مشاهده نمی شود. آلودگی در رسوبات، بیش از پایین ترین حد اثر نیازمند مطالعه دقیق و طرح های مدیریتی (The severe effect level) SEL آلودگی شدید را نشان می دهد که سلامت موجودات بنتیک را به خطر می اندازد و اگر آلودگی از این حد بالاتر اعلام گردد، باید با انجام آزمایشات دقیق سمیت رسوب تعیین گردد.

طبق نتایج به دست آمده، غلظت فلز مس در رسوبات سواحل بحرکان، از سطح LELو SQRT-ISQG بیشتر، در حالیکه غلظت این فلز از سطوحSEL، PEC،PEL، ERLو ERMپایین تر بود.غلظت فلز سرب در رسوبات از سطح SQRT-ISQGو ERLبیشتر و از سطوح SEL، PEC، PEL، LELو ERM کمتر می باشد. همچنین غلظت فلز کادمیوم در رسوبات از سطوح ERL، LEL،SQRT-ISQG و بیشتر و از مقادیر تعیین شده برایSEL، PEC، PELو ERM کمتر بوده است. به نظر می رسد که میزان مس موجود در رسوب منطقه بحرکان، از نظر زیست محیطی چندان حائز اهمیت نباشد؛ درحالیکه، فلزات کادمیوم و تا حدی فلز سرب، ممکن است برای آبزیان مسئله ساز باشند. لذا از نظر مدیریت زیست محیطی بایستی توجه بیشتری به این آلاینده ها و منابع احتمالی آنها معطوف گردد.

نتایج حاصل از مقایسات همبستگی بین فلزات سنگین مطالعه شده در رسوبات, همبستگی زیاد و معنی داری($P<0.05$) بین غلظت مس با سرب با ضریب همبستگی ۸۳۱/۰ و همچنین با کادمیوم با ضریب همبستگی۷۹۴/۰ نشان می دهد. به علاوه کادمیوم با سرب نیز با ضریب همبستگی ۶۹۱/۰ ، همبستگی دارد(جدول ۴).از مقایسات همبستگی بین فلزات سنگین در رسوبات می توان چنین استنباط کرد که این همبستگی مثبت و معنی دار، نشانگر این است که منابع ورودی این سه فلز به منطقه یکسان است(Qu and Kelderman, 2001). لذا می توان اذعان نمود که فلزات مورد مطالعه، احتمالاً دارای یک منشأ واحد بوده اندYap.و همکاران در سال ۲۰۰۲، در مطالعه ای بر روی غلظت فلزات مس، سرب، کادمیوم و روی در رسوبات سواحل مالزی دریافتند که بین مقادیر سه فلز مس، سرب و کادمیوم در رسوبات، ارتباط معنی داری وجود دارد که به دلیل یکسان بودن منبع ورودی این فلزات به منطقه مذکور است. در مطالعه مذکور، بین غلظت فلز روی با هیچیک از فلزات، ارتباط معنی دار وجود ندارد که گفته شده این فلز از منبع آلاینده دیگری وارد این منطقه شده است(Yap et al., 2002).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. مقایسه غلظت فلزات سنگین در رسوبات سواحل بحرکان با استانداردهای مختلف بر حسب میکروگرم بر گرم

ساحل بحرکان	تقسیم بندی۱۹۹۹ DEC (نیویورک)[1]			کیفیت رسوب آمریکا (NOAA)[2]			کیفیت رسوب کانادا	
	LEL[3]	SEL[4]	PEC[5]	ERL[6]	PEL[7]	ERM[8]	SQRT[9] –ISQG[10]	سطح اثر
۵۲/۲۳	۱۵	۱۱۰	۱۵۰	۳۴	۱۰۸	۲۷۰	۷/۱۸	Cu
۴۳/۵۱	۶۰	۱۱۵	۱۲۵	۴۷	۱۱۲	۲۲۰	۲۴/۳۰	Pb
۲	۸/۰	۹	۹/۴	۲/۱	۲/۴	۶/۹	۶۸/۰	Cd
(Delman et al., 2006)				De mora and (sheikholeslami, 2002			Duzzin et al., (1988	منبع

1-Newyork Department Of Environmental Conservation, 2-National Oceanic and Atmospheric Administration, 3-Lowest Effects Level, 4-Severe Effects Level, 5-Probable Effects Concentration, 6- Effects Range Low, 7- Probable Effects Level, 8-Effects Range Medium, 9-Screening Quick Reference Table, 10-Canadian Interim Sediment Quality Guidelines

جدول۴. همبستگی بین غلظت فلزات مس، سرب و کادمیوم در رسوب منطقه مورد مطالعه

	مس	سرب	کادمیوم
مس	r =۱		
	p =۰		
سرب	r = ۸۳۱/۰**	r =۱	
	p =۰	p =۰	
کادمیوم	r =۷۹۴/۰**	r =۶۹۱/۰**	**r =۱**
	p =۰	p =۰۰۱/۰	**p =۰**

با توجه به نتایج فوق می توان نتیجه گرفت که ایستگاه مجاور دهانه رودخانه زهره، از سایر ایستگاه ها آلوده تر است. غلظت فلزات در فصول مختلف سال، با یکدیگر متفاوت بوده اند که در فصل زمستان بیشتر از سایر فصول بوده است. به نظر می رسد ورود فاضلاب ها و پساب های شهری و صنعتی از طریق رودخانه زهره، جریان های فراچاهنده و تبخیر شدید آب در زمستان، از عوامل احتمالی مؤثر بر تغییرات میزان فلزات هستند. میزان فلز مس در رسوبات در حد قابل قبولی قرار دارد در حالی که میزان فلز کادمیوم و سرب، تا حدودی بالاست و احتیاج به پایش مداوم و مدیریت صحیح دارد.

منابع

اسلامی اندرگلی، ط. ۱۳۸۷. بررسی میزان فلزات سنگین (مس، سرب و نیکل) در رسوب و دوکفه ای *Barbatia helbling*ii از مناطق بین جزرومدی بوشهر. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر.

عین الهی، ف. ۱۳۸۷. بررسی میزان غلظت فلزات سنگین (مس، سرب و نیکل) در رسوب و دوکفه ای *Saccostrea cucullata* از مناطق بین

www.SID.ir

Archive of SID

جزرومدی بوشهر. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر.

سبزعلیزاده, س. ۱۳۸۷. بررسی میزان فلزات سنگین (Pb, Cu, Hg, Ni, Co, Zn, Cd) و تعیین آلودگی آنها در رسوبات منطقه لیفه بوسیف. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر.

Airas, S., 2003. Trace metal concentrations in blue mussels Mytilus edulis in Byfjorden and the coastal areas of Bergen.Universitas Bergensis, pp 1-63.

Bernds, D., Wubben, D., Zauke, G.P.,1998. Bioacummulation of trace metals in polychaetes from the German Wadden sea: evaluation and vertification of toxicokinetic models .Chemospher 37 : 2573-2587.

Clark, R.B., 1997. Marine Pollution. 4. Ed. Clarendon press, Oxford, pp 161.

Dadollahi, A.S., Savari. A., 2006. Seaweed and direct assay of heavy metal in seawater and sediment of Kish island coast (Northeastren of the Persian gulf) International Conference On Coastal Oceanography And Sustanable Marine Aquaculture (ICCOSMA), Kota Kinabalu, Malasysia.

De Mora, S., Fowler, S. W., Wyse, E. Azemard, S., 2004. Distribution of heavy metals in marine bivalves, fish and coastal sediments in the Gulf and Gulf of Oman. Mar. Pollut. Bull. 49: 410–424.

De Mora, S., Sheikholeslami, M.R., 2002. Contaminant screening program. Final report. Interpretation Of Caspian Sea Sediment Data, pp 27 .

Delman, O., Demirak, A., Balci, A., 2006. Determination of heavy metals (Cd, Pb) and trace elements (Cu, Zn) in sediments and fish of the southeast ern Aegean sea (Turkey) by atomic sbsorption spectrometry. Food Chem. 65: 157-162.

Diz, H.R., 2002. An assessment of sediment quality in Presque Isle Bay Erio Pennsylvania great lakes. National Program Office Use Environmental Agency. Region V. Chicago, IL.

Duzzin, B., Pavoni, B. and Donazzolo, R.1988. Macroinvertebrate Communities and sediments as pollution indicators for heavy metals in the river Adige (Italy). Water Res. 22: 1353-1363 .

Evans, R.L. and Miller, M.C. 2003. Nutrients, eutrophic response, and fish anomalies in the Little Miami River, Ohio. Ohio J. Sci. 106: 146–155.

Fleeger, J.W., Carman,K.R. and Nisbet,R.M. 2003. Indirect effects of contaminants in aquatic ecosystem. Sci. Tot. Environ. 317: 207–233.

Frangipane, G., Volpi Ghirardini, A., Collavini, F., Zaggia, L., Pesce, A., Tagliapietra, D , 2005. Heavy metals in *Hediste diversicolor* (polychaeta: nereididae) and salt marsh sediments from the lagoon of Venice (Italy). Chem.Ecol. 121: 441-454.

Gopalakrishnan, S., Thilagam, H., Vivek Raja, P., 2008. Comparison of heavy metal toxicity in life stages (spermiotoxicity, egg toxicity, embryotoxicity and larval toxicity) of Hydroides elegans. Chemosphere 71: 515-528.

Hastenrath, S. and Lamb, P.J. 1980. On the Heat Budget of Hydrosphere and Atmosphere in the Indian Ocean. J. Phys. Ocean. 10: 694-708.

Karbassi, A.R., Nabi-Bidhendi, Gh.R., Bayati, I., 2005. Environmental geochemistry of heavy metal in the sediment core off Bushehr , Persian Gulf. Iran Journal of Environment Health Science Engineering 2 : 255-260 .

Kilemade, M., Hartl, M.G.J., Sheehan, D., Mothersill, C., Pelt, F.N.A.M., Berien, N.M.O. and Halloran, J.O. 2004. An assessment of the pollutant status of surficial sediment in Cork harbour in the south east of Ireland with particular reference to polycyclic aromatic hydrocarbons. Mar. Poll. Bull. 49: 1084-1096.

Mance, G.,1990. Pollution threat of heavy metal in aquatic environment. Elscvier Applided Science .London.UK,pp 372.

MeÂndez, N,. PaÂ ez-Osuna, F.,1998. Trace metals in two populations of the reworm Eurythoe complanata from MazatlaÂ n Bay: effect of body size on

www.SID.ir

Archive of SID

Stewart, A.R., 1999. Accumulation of Cd by a freshwater mussel (*Pyganodon grandis*) is reduced in the presence of Cu, Zn, Pb, and Ni. Can. J. Fish Aquatic Sci. 56: 467-478.

Theofanis, Z.U., Astrid, S., Lidia, G. and Calmano, W.G., 2001. Contaminants in sediments: remobilisation and demobilization. Sci. Tot. Environ. 266: 195–202.

Yap, C.K., Ismail, A., Tan, S.G., Omar, H., 2002. Correlations between speciation of Cd, Cu, Pb and Zn in sediment and their concentrations in total soft tissue of green-lipped mussel Perna viridis from the west coast of Peninsular Malaysia. Environ .Int. 28: 117–126.

Yu, K. C., Tsal, L. J., Chen, S. H., Ho, S. T.,2001. Chemical binding of heavy metal in anionic river sediments.Water Res. 35: 4086-4096 .

Zhou, F., Guo, H. and Hao, Z., 2007. Spatial distribution of heavy metals in hong kongs marine sediments and their human impacts: A GIS based chemometric approach. Marine Pollution Bulletin 54:1372- 1384 .

concentrations. Environ. Poll. 102: 279-285 .

Mucha, A.P., Vasconcelos, M.T., Bordalo, A.A., 2003. Macrobenthic community in the Douro estuary: relations with trace metals and natural sediment characteristics. Environmental Pollution121: 169-180.

Peng, J.F., Song, Y.H., Yuan, P., Cui, X.Y. and Qiu, G.L., 2008. The remediation of heavy metals contaminated sediment. J. Hazard. Mat. 45 : 1-8.

Qu, W. and Kelderman, P., 2001. Heavy metal content in Delf canal sediment and suspended solids of the River Rhine: multivariate analysis for sourse tracing. Chemospher 45: 919-925.

Radakovitch, O., Roussiez, V., Ollivier, P., Ludwig, W., Grenz, C. and Probst, J.L.2008. Input of particulate heavy metals from rivers and associated sedimentary deposits on the Gulf of Lion continental shelf. Estua. Coast. Shelf Sci. 77: 285-295.

Reynolds, 1993. Pysical oceanography of the Persian Gulf, Strait of Hormuz, and the Gulf of Oman- Result from the Mitchell Expedition. Mar. Poll. Bull. 27: 35-59.

Riley, J.P. and Chester, R.1971. Introduction to marine chemistry. Academic press. London England, pp 42 .

www.SID.ir