

## بررسی میزان تجمع فلزات سنگین Ni، Cd و Pb در سنین مختلف دو کفه‌ای *Saccostrea cucullata* و مقایسه با استانداردهای جهانی

سمیه سادات علویان پطرودی<sup>۱</sup>، امیرحسین حمیدیان<sup>۲\*</sup>، سهیل ایگدیری<sup>۳</sup>، سهراب اشرفی<sup>۲</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۲. استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳. استادیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۹۹- تاریخ تصویب: ۹۹)

### چکیده

باتوجه به اینکه وجود منابع آلودگی گوناگون، آثار نامطلوبی بر سلامت بوم‌سامانه یک منطقه دارد، برآورد میزان آلودگی در منطقه بسیار مهم است. در این مطالعه، غلظت فلزات نیکل، کادمیوم و سرب در بافت نرم دوکفه‌ای *Saccostrea cucullata* در ۴ رده سنی و ۳ رده طولی در سواحل بندر لافت و به روش ICP-OES بررسی شد. نتایج نشان داد که میانگین غلظت فلزات نیکل، کادمیوم و سرب در ۴ رده سنی به ترتیب نیکل (۷۸/۵۵، ۳۶/۷۷، ۳۴/۶۵ و ۲۵/۶۱)، کادمیوم (۵/۷۳، ۴/۵۵، ۵/۷۰ و ۵/۰۳)، سرب (۲۱/۷۴، ۹/۵۳، ۸/۲۶ و ۸/۱۰) میکروگرم بر گرم وزن خشک و میانگین غلظت فلزات نیکل، کادمیوم و سرب در ۳ رده طولی به ترتیب نیکل (۷۴/۶۸، ۳۵/۶۱ و ۳۰/۶۷)، کادمیوم (۵/۶۵، ۵/۳۶ و ۴/۷۶)، سرب (۱۸/۶۵، ۹/۵۲ و ۹/۱۹) است که میزان فلزات سرب و کادمیوم در ۴ رده سنی و ۳ رده طولی براساس استاندارد EPA و FDA بیشتر از حد مجاز بود، اما میزان نیکل در ۴ رده سنی و ۳ رده طولی کمتر از حد استاندارد بود. از آنجاکه این صدف خوراکی است، مصرف آن در هر اندازه ممکن است خطرهای بسیاری برای انسان و سایر موجودات مصرف‌کننده داشته باشد.

کلید واژگان: آلودگی، بندر لافت، دوکفه‌ای *Saccostrea cucullata*، فلزات سنگین.

## ۱. مقدمه

خلیج فارس از مهم‌ترین راه‌های ارتباطی جهان در بهره‌برداری و انتقال نفت است که در اثر اعمال شیوه‌های نادرست در زمره آلوده‌ترین مناطق آبی جهان قرار دارد. سواحل و جزایر جنوبی ایران که در این محدوده قرار دارند، همواره در معرض ورود آلاینده‌های متعدد ناشی از فعالیت‌های انسانی و نقل و انتقالات نفتی‌اند. بندر لافت که در جزیره قشم واقع شده، مأمّن و محل زیست آبزیان گوناگونی است که از آن جمله می‌توان به صدف خوراکی صخره‌ای اشاره کرد. از آنجاکه ورود و تجمع آلاینده‌ها در آب و رسوبات سبب جذب و تجمع بالای آن‌ها شده است، موجودات آبزی منطقه مانند صدف‌های خوراکی در معرض خطرهای احتمالی آلاینده‌های گوناگون و تجمع عناصر سنگین قرار گرفته‌اند (Afyouni, 2000; Dabiri, 2000).

بنابراین باتوجه به ارزش غذایی و اقتصادی این گونه مهم ضروری است به تعیین میزان و قدرت جذب عناصر سنگین در این آبزی بپردازیم و پس از مقایسه آن‌ها با استانداردهای بین‌المللی، برای جلوگیری از نابودی این اکوسیستم آبی و موجودات سودآور مهم منطقه راهکارهای مناسب پیشنهاد کنیم. تحقیقات در این زمینه بیانگر وجود آلودگی ناشی از عناصر سنگین در مناطق زیست این آبزیان است که باید کنترل شوند (Behbahani, 1995; Bu-Olayan & Subrahmanyam, 1997).

## ۲. مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به‌منظور بررسی غلظت فلزات سنگین نیکل، کادمیوم و سرب در صدف خوراکی صخره‌ای و مقایسه آن با استانداردهای جهانی انجام شده است. برای این منظور در اواخر تابستان ۱۳۹۰ در حدود ۲۰۰ عدد صدف در اندازه‌های متفاوت از بندر لافت واقع در جزیره قشم (به مختصات طول جغرافیایی (شمالی): ۲۶ درجه و

۵۶ دقیقه، عرض جغرافیایی (شرقی): ۵۵ درجه و ۴۳ دقیقه (شکل ۱)) با استفاده از قلم و چکش جمع‌آوری و با آب دریا شسته شدند تا گل‌ولای آن‌ها از بین برود، سپس در یونولیت‌های عایق حرارت (که در آن‌ها قالب‌های یخ درون پلاستیک بود) قرار داده شدند و به آزمایشگاه گروه محیط‌زیست دانشگاه تهران منتقل شدند.

در آزمایشگاه بافت عضلانی صدف‌ها با چاقوی پلاستیکی اسید واش شده خارج شد و درون ارلن قرار گرفت. سپس نمونه‌ها در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند تا کار تعیین سن و طول انجام شود و سپس بافت‌های عضلانی مورد نظر برای هضم اسیدی انتخاب شوند. تمام شیشه‌آلات استفاده‌شده در این پژوهش قبلاً ۳ بار با اسید نیتریک غلیظ و سپس ۳ بار با آب مقطر شسته و خشک شده بودند (Einollahi Peer et al., 2010).

برای اندازه‌گیری طول صدف از پوسته بالایی صدف استفاده شد. برای این کار ابتدا از پوسته‌ها با دوربین عکس گرفته شد. این عکس‌ها به کامپیوتر منتقل شد و با استفاده از نرم‌افزار ImageJ بیشترین طول پوسته اندازه‌گیری شد. معمولاً در تعیین سن دوکفه‌ای‌ها از پوسته آن‌ها استفاده می‌شود. سن صدف خوراکی *S. cucullata* از طریق برش پوسته رویی و تقسیم کردن آمبو به وسیله اره آهن‌بری و شمارش خطوط تیره و روشن موجود بر روی آن انجام شد (Parafkande Haghighi, 2000).

بعد از اینکه تمامی پوسته‌ها تعیین سن شدند، سن‌های به‌دست‌آمده را در ۴ رده سنی دسته‌بندی کردیم: رده سنی ۱ شامل صدف‌های کوچک‌تر و مساوی دو سال، رده سنی ۲ شامل صدف‌های سه سال، رده سنی ۳ شامل صدف‌های چهار سال و رده سنی ۴ شامل صدف‌های پنج سال و بزرگ‌تر از آن می‌شود. از هر رده، ۱۰ صدف را به‌طور تصادفی انتخاب کردیم. در کل ۴۰ بافت نرم که به ۴ رده سنی مربوط بودند انتخاب شدند و نمونه‌های انتخاب‌شده از فریزر استخراج شدند.

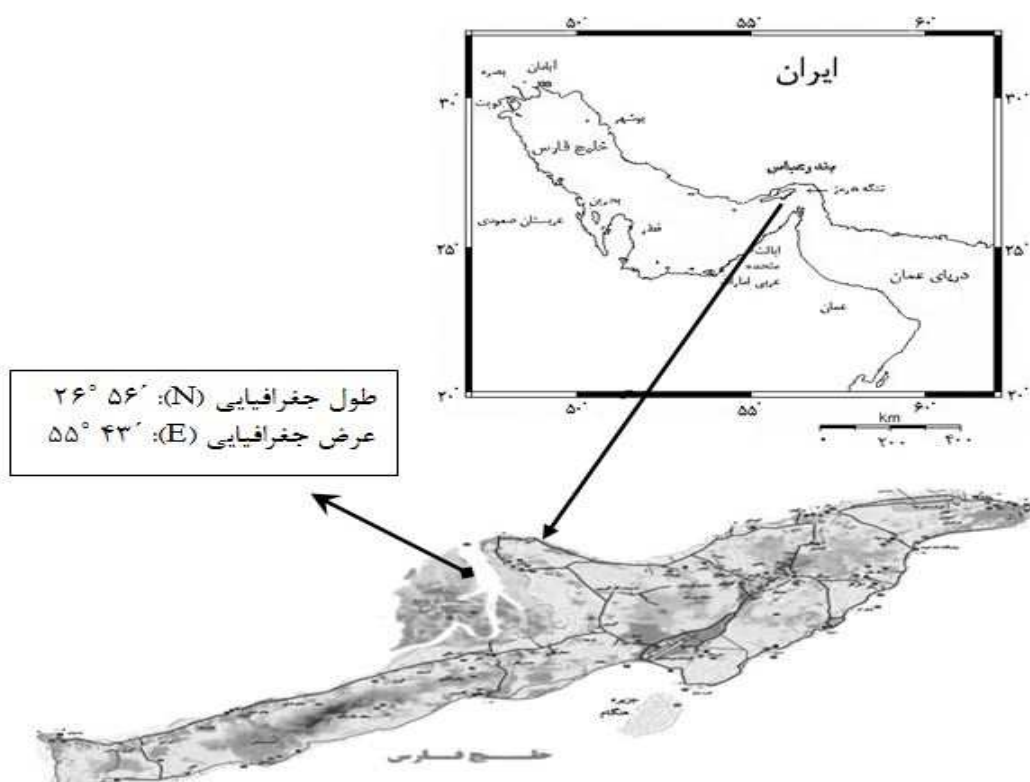
سپس نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند تا کاملاً

آزمون Kolmogorov-Smirnov و همگنی داده‌ها بررسی شد. سپس از روش آماری تجزیه واریانس یک‌طرفه (One-Way-ANOVA) برای مقایسات کلی، از آزمون دانکن جهت مقایسات چندگانه و معنادار بودن اختلاف‌ها در سطح اعتماد ۹۹ درصد، از آزمون همبستگی پیرسون برای بررسی میزان همبستگی میانگین سطوح فلزات سنگین بافت نرم صدف در سنین و طول‌های متفاوت و از آزمون رگرسیون برای بررسی روابط میان متغیرها استفاده شد.

### ۳. نتایج

نتایج حاصل از ریخت‌سنجی نمونه‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین سن صدف به ترتیب یک و چهار سال بوده است.

خشک شوند و وزن خشک نمونه‌ها ثابت شد. نمونه‌های خشک‌شده به مدت ۴۸ ساعت در کوره در دمای ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد برای خاکسترشدن قرار داده شدند. به نمونه‌های خاکسترشده ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ (Merck, Germany) اضافه شد و سپس روی هات‌پلیت قرار داده شدند تا هضم شوند. حجم نمونه‌ها بعد از هضم شدن با کمک اسید نیتریک یک درصد دیونایز به ۲۵ میلی لیتر رسانده شد. پس از آماده‌سازی نمونه‌ها غلظت عناصر کادمیوم، نیکل و سرب موجود در محلول به وسیله دستگاه ICP-OES (GBCIntegra XL, Australia) اندازه‌گیری شد. ۳ رده طولی از بین ۴۰ نمونه صدف جدا شده انتخاب شدند و به ترتیب شامل رده کوچک (طول‌های ۲-۳ سانتی‌متر)، متوسط (۴-۵ سانتی‌متر) و بزرگ (۶-۷ سانتی‌متر) بودند. آنالیز آماری نمونه‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS16 انجام شد. در ابتدا نرمالیت با استفاده از



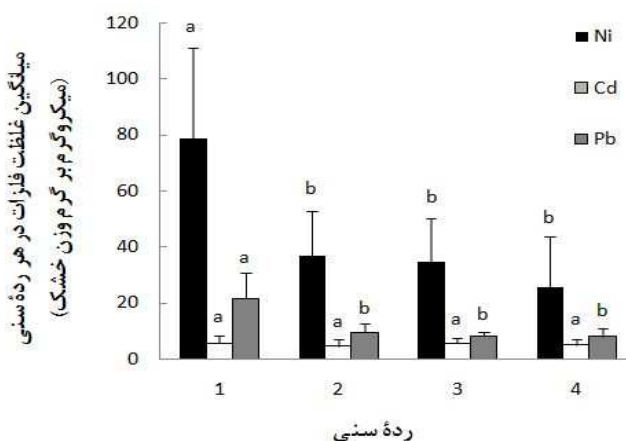
شکل ۱. موقعیت منطقه نمونه‌برداری<sup>۲</sup>

اما اثر طول بر غلظت فلز کادمیوم معنادار نبوده است. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن (نمودار ۲) نشان داد که تیمار طول کوچک دارای بیشترین غلظت فلز سرب و نیکل است و این اختلاف از نظر آماری معنادار است. تیمارها در دو کلاس طبقه‌بندی شدند و برای فلز کادمیوم همه تیمارها از لحاظ آماری در یک کلاس قرار گرفتند. مطابق نمودار ۳، براساس ضریب همبستگی پیرسون و آزمون رگرسیون مشخص شد که هیچ رابطه معناداری بین فلز کادمیوم و رده طولی و رده سنی وجود ندارد ( $P > 0.05$ )، اما میان نیکل و سرب با رده سنی و رده طولی همبستگی منفی و معناداری وجود دارد و با افزایش سن و طول غلظت فلزات کاهش می‌یابد ( $P < 0.05$ ). مقایسه میزان عناصر سرب، نیکل و کادمیوم در عضله صدف خوراکی و سطوح مقرررات و راهنمایی ایمنی EPA، FDA در جدول ۳ آمده است.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر تیمار سن بر غلظت فلزات سرب و نیکل در سطح آماری یک درصد ( $P < 0.01$ ) معنادار است، اما اثر سن بر غلظت فلز کادمیوم معنادار نبوده است. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن (نمودار ۱) نشان داد که تیمار سن یک‌ساله دارای بیشترین غلظت فلز سرب و نیکل است و این اختلاف از نظر آماری معنادار است. تیمارها در دو کلاس طبقه‌بندی شدند و برای فلز کادمیوم همه تیمارها از لحاظ آماری در یک کلاس قرار گرفتند. نتایج حاصل از ریخت‌سنجی نمونه‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین طول صدف به ترتیب ۷ و ۲ سانتی‌متر و بیشترین و کمترین وزن تر بافت نرم به ترتیب ۶/۳۵۲ و ۰/۱۰۷ گرم بود. نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر تیمار طول بر غلظت فلزات سرب و نیکل در سطح آماری یک درصد ( $P < 0.01$ ) معنادار است،

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر سن بر تجمع فلزات (نیکل، کادمیوم و سرب)

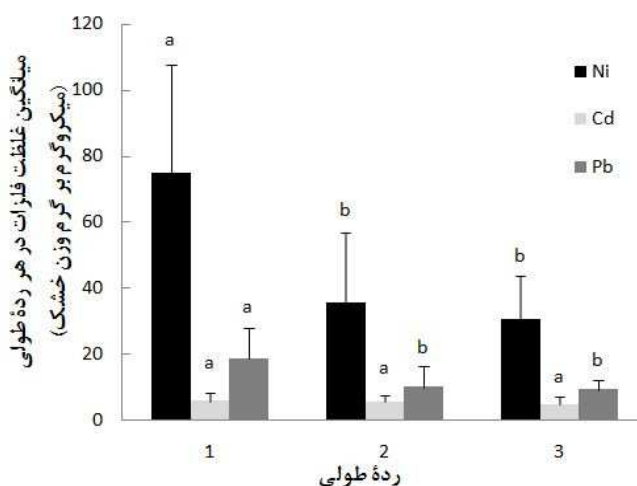
فاکتور	فلز	df	F	P
سن	نیکل	۳	۱۰/۹۰	<0/001
سن	کادمیوم	۳	۰/۶۶	۰/۵۸۴
سن	سرب	۳	۱۵/۸۰	۰/۰۰۳



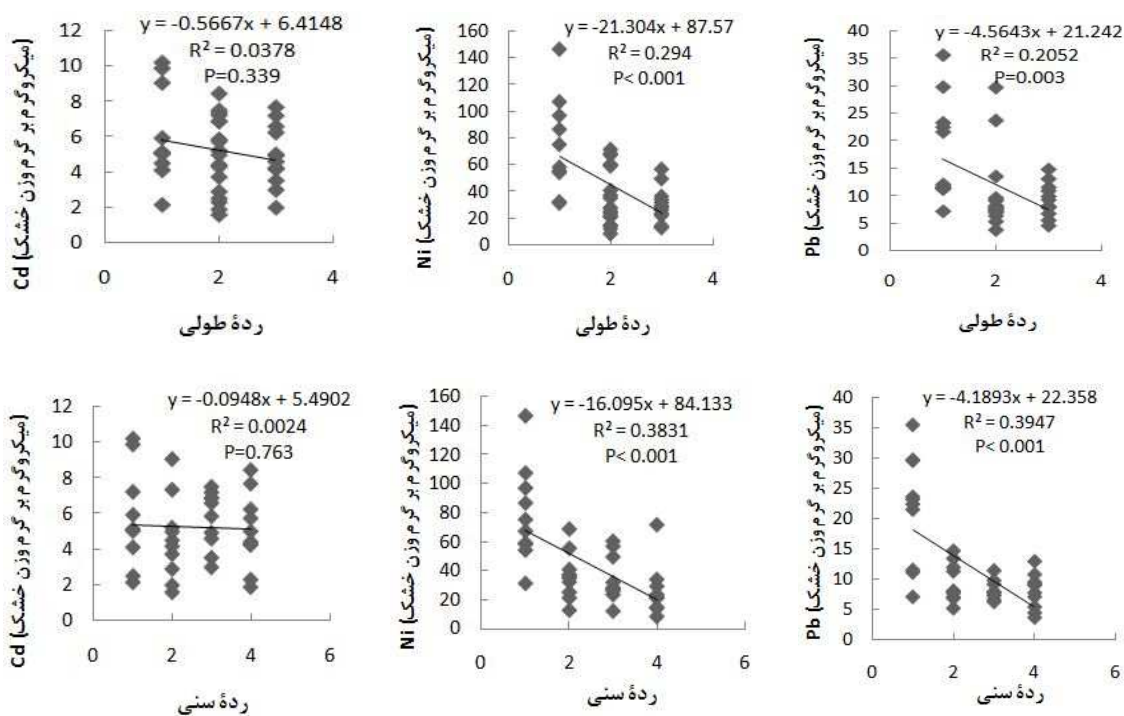
نمودار ۱. غلظت متوسط فلزات در طول‌های متفاوت صدف (میانگین + SD). حروف روی ستون‌ها به نتایج آزمون دانکن مربوط است. نبودن یک حرف مشابه بین دو ستون به معنی اختلاف معنادار در سطح یک درصد ( $a > b$ ) و وجود حرف مشابه بین ستون‌ها به معنی نبودن اختلاف معنادار در سطح یک درصد است.<sup>۳</sup>

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر رده طولی بر تجمع فلزات (نیکل، کادمیوم و سرب)

فاکتور	فلز	df	F	P
طول	نیکل	۲	۹/۳۹	۰/۰۰۱
طول	کادمیوم	۲	۰/۴۸	۰/۶۲۳
طول	سرب	۲	۷/۴۵	۰/۰۰۲



نمودار ۲. غلظت متوسط فلزات در طول‌های متفاوت صدف ( میانگین + SD ). حروف روی ستون‌ها به نتایج آزمون دانکن مربوط است. نبودن یک حرف مشابه بین دو ستون به معنی اختلاف معنادار در سطح یک درصد (a>b) و وجود حرف مشابه بین ستون‌ها به معنی نبودن اختلاف معنادار در سطح یک درصد است.



نمودار ۳. رابطه بین فلزات با داده‌های ریخت‌سنجی

جدول ۳. مقایسه نتایج به دست آمده با سطوح مقررات و راهنمایی ایمنی

مرجع	Pb	Cd	Ni	استاندارد
EPA Guidana Document	۱/۷	۴	۸۰	EPA (میکروگرم بر گرم وزن خشک)
مرتضوی ۲۰۰۲	۱	۳	۸۰	FDA
مطالعه حاضر	* ۲۱/۶۴	* ۵/۷۳	۷۸/۵۵	رده سنی ۱
"	* ۹/۵۳	* ۴/۵۵	۳۶/۷۷	رده سنی ۲
"	* ۸/۲۶	* ۵/۷۰	۳۴/۶۵	رده سنی ۳
"	* ۸/۱۰	* ۵/۰۳	۲۵/۶۱	رده سنی ۴
"	* ۱۸/۶۵	* ۵/۶۵	۷۴/۶۸	رده طولی ۱
"	* ۹/۹۲	* ۵/۳۶	۳۵/۶۱	رده طولی ۲
"	* ۹/۱۹	* ۴/۷۶	۳۰/۶۷	رده طولی ۳

علامت \* نشان می‌دهد که داده‌ها از حد استاندارد بالاترند.

#### ۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از ریخت‌سنجی نمونه‌های صدف خوراکی (جدول‌های ۱ و ۲) بیانگر تأثیر نداشتن اندازه و سن صدف بر میزان جذب و تجمع فلز کادمیوم است، از سوی دیگر همبستگی منفی و معناداری در میزان جذب و تجمع فلزات سرب و نیکل مشاهده شده است.

پس از بررسی تأثیر سن و اندازه بر تجمع زیستی فلزات نیکل و سرب در بافت نرم دوکفه‌ای *S. cucullata* مشخص شد غلظت نیکل و سرب در صدف‌های کوچک (رده سنی و طولی ۱) بسیار بیشتر از صدف‌های بزرگ (رده سنی ۲، ۳، ۴ و رده طولی ۲، ۳) است و این اختلاف از لحاظ آماری معنادار است.

مطالعات بسیاری درباره بررسی سن و اندازه بدن با میزان غلظت فلزات سنگین در صدف‌ها انجام شده است. در مطالعات گذشته بسیاری از پژوهشگران بین سن و تجمع فلزات سرب و نیکل در صدف روابط منفی گزارش کرده و بیان کرده‌اند که با افزایش اندازه بدن، غلظت فلزات در آن‌ها کاهش می‌یابد (Rabinson et al., 2005; Yap et al., 2009; Yap et al., 2003; Farkas et al., 2002). طبق نتایج به دست آمده می‌توان گفت صدف‌های دارای طول ۲ و ۳ سانتی‌متر و وزن

کمتر از ۲ گرم صدف‌های یک‌ساله و نابالغ محسوب می‌شوند (Ashja Ardalan, 1999). صدف‌های کوچک یا نابالغ نرخ رشد سریع‌تر و بیشترین سرعت سوخت‌وساز را در مقایسه با صدف‌های مسن یا بالغ دارند، به همین دلیل به تغذیه بیشتری نیاز دارند و فیلترفیدینگ بالاتری از آن‌ها خواهند داشت (Savari et al., 1991) که این امر به پمپ کردن آب بیشتر به ازای هر واحد وزن بدنشان در مقایسه با بزرگ‌ترها منجر می‌شود (Yap et al., 2009) و این احتمال وجود دارد که بر جذب و حذف فلزات مؤثر باشد.

همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که سن و اندازه صدف تأثیری در تجمع زیستی کادمیوم ندارد و با افزایش سن و اندازه، غلظت فلز کادمیوم تقریباً ثابت می‌ماند. نتیجه این تحقیق با مطالعات Rabinson و همکاران (۲۰۰۵) مطابقت داشت که بیان کردند هیچ اثری از سن و اندازه بر غلظت کادمیوم در صدف *Saccostrea glomerata* در استرالیا وجود ندارد. این امر احتمالاً به این علت است که کادمیوم برخلاف سایر فلزات در دوره تخم‌ریزی در بافت‌های اویستر کاهش نمی‌یابد (Zaoring, 1980). در نتیجه صدف‌های بالغ هم‌زمان با تخم‌ریزی کادمیوم را از بدن خود دفع نمی‌کنند. این احتمال وجود دارد که این مسئله به

صدف‌ها فاقد حرکت‌اند. بنابراین، در صورت آلوده شدن محل زیست نمی‌توانند خود را از آلودگی دور کنند و تحت تأثیر آن قرار می‌گیرند (Salzar & Salzar, 2001). همچنین این صدف‌ها همواره در معرض جریان‌های آبی قرار دارند. از سویی، جو نامتعادل و تلاطم بسیار زیاد آب موجب برخورد آب‌ها با صخره‌های ساحلی می‌شود. به این ترتیب مقادیر بسیار زیادی از ناخالصی‌ها همراه آب به ساحل آورده می‌شود. ضمن برخورد آب با صخره‌ها، با خصوصیت بالای فیلتر فیدر (صاف‌کنندگی آب به وسیله صدف‌ها)، مطمئناً صدف‌ها مقداری از این مواد را جذب و در خود انباشته می‌کنند؛ به همین دلیل می‌توان صدف‌ها را زیست‌انباشتگر محسوب کرد (Anon, 2000; Karande *et al.*, 1993). فلزات سنگین ممکن است از طریق زنجیر غذایی تجمع و بزرگ‌نمایی یابند و در نهایت مصرف آن‌ها از سوی انسان خطرهای بهداشتی خواهد داشت (Agah *et al.*, 2009).

صدف‌ها همچنین در کارهای نظارتی دریایی به‌راحتی مورد استفاده و آزمایش قرار می‌گیرند، به طوری که آن‌ها را تجمع‌دهنده هیدروکربن‌ها، فلزات سنگین و سایر آلاینده‌ها می‌شناسند (Jamili, 1995; Szefer *et al.*, 1999). از آنجا که این صدف یکی از منابع مهم غذایی افراد بومی است، حضور مقادیر بالای این عناصر برای مصرف‌کنندگان بسیار خطرناک است و نظارت و پایش مداوم را می‌طلبد.

دلیل شباهت کادمیوم با فلزات ضروری برای رشد از قبیل روی و کلسیم باشد، زیرا روی، کلسیم و مس برای فرایندهای بیولوژیکی مانند عملکرد آنزیم‌ها، پمپ‌های یونی فعال غشای سلولی و همئوستازی سلولی مورد نیازند (Holwerda, 1991).

همچنین مقایسه میزان عناصر سنگین به‌دست‌آمده در ۴ رده سنی و ۳ رده طولی در صدف خوراکی با استانداردهای EPA و FDA (جدول ۳) بیانگر آن است که مقدار سرب و کادمیوم در هر ۴ رده سنی و ۳ رده طولی بسیار بیشتر از حد مجاز است اما مقدار نیکل در عضله صدف کمتر از حد استاندارد است (Anon, 1990).

از آنجا که بندر لافت محل عبور و مرور شناورهای سبک و سنگین است، میزان بالای فلزات سنگین در ایستگاه ممکن است ناشی از سوخت مصرفی قایق‌ها باشد. علاوه‌براین حضور فلزات سنگین ممکن است ناشی از وجود منابع آلاینده حاصل از فعالیت‌های انسانی نظیر تخلیه فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی از ساحل به دریا، تردد قایق‌های صیادی، تفریحی و کشتی‌های تجاری به دریا باشد و فلزات سنگین به‌سبب سمی بودن، پایداری طولانی‌مدت، تجمع‌پذیری زیستی و بزرگ‌نمایی زیستی تهدیدی جدی در زنجیره غذایی هستند (Tekin-Ozan & Kir, 2007). از آنجا که این صدف‌ها در بخش‌های صخره‌ای سواحل زندگی می‌کنند، همانند اکثر

## REFERENCES

1. Afyouni, M (2000) *Pollution of water, soil, air*, Publications of Esfahan Arkan, 318, in Persian.
2. Agah, H., Leermakers, M., Elskens, M., Fatemi, S.M.R., Baeyens W (2009) "Accumulation of trace metals in the muscles and liver tissues of five fish species from the Persian Gulf," *Environment Monitoring Assessment* 157: 499-514.
3. Anon (1990) *Food and Drug Administration (F.D.A) United State; Center for food safety and Applied Nutrition*, Washington.
4. Anon (2000) *World Health Organization (WHO), Guidelines for Drinking water Quality. Recommendation*, W.H.O. Geneva. Switzerland, 130.
5. Ashja Ardalan, A (1999) "Investigation on the distribution and biology of growth and reproduction in rock oyster *Saccostrea cucullata* of Oman coast," Marine Biology thesis. Islamic Azad University, Science and Research, 220. in Persian.
6. Behbahani, A.H (1995) "Seven trends in heavy metal concentrations in two dominant species of edible clams and pearl maker

- spectrometry,” Master Thesis in Marine Chemistry. University of North Branch, 180. in Persian.
7. Bu- Olayan, A.H., Subrahmanyam, M.N.V (1997) “Accumulation of copper, nickel, lead and zinc by snail, *Lunella coronatus* and pearl oyster, *pinctada radiata* from the Kuwait coast before and after the Gulf war oil spill,” *Science Total Environment* 197(1-3): 161-165.
  8. Dabiri, M (2000) *Pollution of water, soil, air and noise*, Publications of Etehad, 400. in Persian.
  9. Einollahi Peer, F., Safahieh, A., Dadollahi Sohrab, A., Pakzad Tochaii, S (2010) “Heavy metal concentrations in rock oyster *Saccostrea cucullata* from Iranian coasts of the Oman sea,” *Trakia journal of sciences* 8(1): 79-86. in Persian.
  10. Farkas, A., Salanki, J., Specziar, A (2002) “Age- and size-specific patterns of heavy metals in the organs of freshwater fish *Abramis brama* L. populating a low-contaminated site,” *Water Research* 37(5): 959-964.
  11. Holwerda, DA (1991) “Cadmium kinetics in freshwater clams. V. Cadmium-copper interaction in metal accumulation by *Anodonta cygnea* and characterization of the metal-binding protein,” *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 21: 432-437.
  12. Jamili, Sh (1995) “Qualitative evaluation of petroleum hydrocarbons in water and sediments and mussels northeastern Persian Gulf,” *Report of Scientific Information*. in Persian.
  13. Karande, A.A., Ganti, S.S., Udhyakumar, M (1993) “Toxicity of tributyltin to some bivalva species,” *Journal of Marine Sciences*.
  14. Mortazavi, S., Esmaili Sari, A., Riahi Bakhtiari, A.R (2002) “Determination of zinc, lead, cadmium and chromium in a rock oyster (*Saccostrea cucullata*) in the coastal Hormozgan,” *Journal of Marine Sciences* 1: 67-76. in Persian.
  15. Parafkande Haghghi, F (2000) *Age determination methods for aquatic*. Iranian Fisheries Research Institute. Scientific Data Management and International Relations. in Persian.
  16. Rabinson, WA., Maher, WA., Krikoea, F., Nell, J.A., Hand, R (2005) “The use of the oyster *Saccostrea glomerata* as a biomonitor of trace metal contamination: intra-sample, local scale and temporal variability and its implications for biomonitoring,” *Journal of environmental monitoring* 7: 208-223.
  17. Salazar, M.H., Salazar, S.M (2001) *Standard Guide for Conducting in situ Field Bioassays with Marine, Estuarine and Freshwater Bivalves*, American society for testing and materials (ASTM), Annual Book of ASTM Standards 2001.
  18. Savari, A., Lockwood, A.P.M., Shearer, A (1991) “Effects of season and size (age) on heavy metal concentrations of the common cockle (*Cerastoderma edule* (L.)) from Southampton Water,” *Journal of molluscan studies* 57(1): 45-57.
  19. Szefer, P.I., Kuta, K., Kushiyma, S (1999) “Distribution of Trace Metal in the Pacific Oyster *Crassostrea gigas* and Grabs from the East Coast of Kyushu. Iland Japan,” *Bulleten of Environmental Contamination and Toxicology*, Newyork, USA.
  20. Tekin-Ozan, S., Kir, I (2007) “Comparative Study on the Accumulation of Heavy Metals in Different Organs of Tench (*Tinca tinca* L.) and Plerocercoids of its Endoparasite *Ligula intestinalis*,” *Journal of parasitol Res* 9: 4-16.
  21. Yap, C.K., Ismail, A., Tan, S.G (2003) “Effects of total soft tissue and shell thickness on the accumulation of heavy metals (Cd, Cu, Pb, and Zn) in the green-lipped mussel *Perna viridis*, Russ,” *Journal of marine biology* 29: 323-327.
  22. Yap, C.K., Ismail, A., Tan, S.G (2009) “Effect of Body Size on Heavy Metal Contents and Concentrations in Green-Lipped Mussel *Perna viridis* (Linnaeus) from Malaysian Coastal Water,” *Pertanika Journal science & technology* 17 (1): 61-68.
  23. Zaroogian, G.E (1980) “*Crassostrea virginica* as indicator of cadmium pollution,” *Marine biology* 58: 275-284.