نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۶، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲
۲۹۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۹/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱/۲۱

تجمع روی، منیزیم، آهن و مس در بافت‌های نرم صدف مرواریدساز محار (*Pinctada radiata*) در جزایر هندورابی و لاوان، خلیج فارس

❖ **معین رجائی:** گروه شیلات،دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران،کرج، ایران
❖ **هادی پورباقر*:** گروه شیلات،دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران،کرج، ایران
❖ **حمید فرحمند:** گروه شیلات،دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران،کرج، ایران
❖ **محمدصدیق مرتضوی:** پژوهشکدهٔ اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، بندرعباس، ایران
❖ **فریدون افلاکی:** آزمایشگاه محیطزیست،پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای،سازمان انرژی هسته‌ای ایران
❖ **سیدولی حسینی:** گروه شیلات،دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران،کرج، ایران
❖ **سهیل ایگدری:** گروه شیلات،دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران،کرج، ایران

چکیده

جزیرهٔلاوان دومین جزیرهٔ نفتی بزرگ در سواحل ایرانی خلیج فارس است که به علت ذخیره‌سازی و تولید نفت خام همچنین، آب توازن کشتی‌ها در معرض آلودگی زیست‌محیطی قرار دارد. در نقطهٔمقابل، هندورابی از ذخایر نفتی و در نتیجه فعالیت‌های حمل و نقل نفتی و آب توازن کشتی‌ها به‌دور است؛ بنابراین، احتمالاً زیست دریایی درجزیرهٔهندورابی نسبت به جزیرهٔلاوان از استرس زیست‌محیطی کمتری برخوردار است. مطالعهٔ حاضر به منظور بررسی غلظت روی، منیزیم، آهن و مس در صدف محار و بررسی رابطهٔبین جذب این فلزات و وزن صدف محار انجام شد. وزن کل، پوسته و بخش نرم صدف‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال و غلظت فلزات با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین شدند. بین غلظت مس در دو جزیره اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما بین غلظت آهن، منیزیم و روی اختلاف معنی‌داری دیده شد. همچنین، اختلاف معنی‌داری در وزن کل و وزن بخش نرم بین دو جزیره مشاهد شد؛ در حالی که، بین وزن پوسته اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. هیچ‌کدام از فلزات روی، منیزیم، آهن و مس با فاکتورهای وزنی صدف محار در لاوان رابطهٔ معنی‌داری نداشتند؛ در صورتی که، بین جذب منیزیم و روی با فاکتورهای وزنی در هندورابی رابطهٔ معنی‌داری وجود داشت. با توجه به نتایج فوق به نظر می‌رسد که صدف‌های هندورابی در معرض استرس‌های زیست‌محیطی کمتری قرار دارند.

واژگان کلیدی: بافت نرم، صدف محار، فلزات سنگین، لاوان، هندورابی.

* نویسندهٔ مسئول: Email: poorbagher@ut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

خلیج فارس یک پیکرهٔآبی نیمه‌بسته با عمق اندک (حدوداً ۳۶ متر) است که از طریق تنگهٔ هرمز به دریای عمان متصل است (Reynolds, 1993). حدود ۵۷-۶۶ درصدمنابع نفتی شناخته‌شده و ۴۵ درصد ذخایر گاز طبیعی دنیا در مجاورت یا زیر بستر آب‌های این منطقه قرار دارند (Nadim *et al.*, 2008; Davari *et al.*, 2010). بعد از فعالیت‌های نفتی، صید و صیادی دومین فعالیت اقتصادی مهم منطقه است (Carpenter *et al.*, 1997). حمل و نقل نفتی، شهرسازی و فعالیت‌های صنعتی تهدیدکننده‌های زیست‌محیطی بزرگ در نواحی ساحلی خلیج فارس محسوب می‌شوند. این عوامل تهدیدکننده روند فزاینده‌ای را طی کرده‌اند، به طوری که، طی سال‌های گذشته صنایع و کارخانه‌های مختلف در جزایر نزدیک سواحل سبب افزایش تخلیهٔ فاضلاب‌های شیمیایی به درون اکوسیستم‌ها شده‌اند (آقاجری و همکاران، ۱۳۸۹). علاوه بر این، خلیج فارس سه جنگ بزرگ (جنگ ایران و عراق، جنگ جهانی اول و دوم) را پشت سر گذاشته است؛ طی این جنگ‌ها به تعداد زیادی از تانکرهای نفتی حمله شد یا نیروهای جنگی میدان‌های نفتی رابه آتش کشیدند که سبب نشت گستردهٔ نفت به خلیج فارس شد.

از میان جزایر ایرانی خلیج فارس، جزایر لاوان به مراتب در معرض آلودگی بیشتری نسبت به سایر جزایر قرار دارند. جزیرهٔ لاوان دومین جزیرهٔ نفتی بزرگ در سواحل ایرانی خلیج فارس است که به علت ذخیره‌سازی و تولید نفت خام همچنین، آب توازن کشتی‌ها در معرض آلودگی زیست‌محیطی قرار دارد. در نقطهٔ مقابل لاوان، جزیرهٔ هندورابی از منابع ذخایر نفتی و در نتیجه فعالیت‌های حمل و نقل نفتی و آب توازن کشتی‌ها به دور است؛ بنابراین، نسبت به لاوان کمتر در معرض آلودگی قرار دارد و احتمال آن می‌رود که زیست دریایی در هندورابی نسبت به لاوان از استرس کمتری برخوردار باشد و موجودات این منطقه نیازمند حفاظت کمتری باشند.

اکوسیستم‌های آبی و موجودات آبزی به میزان زیادی در معرض فلزات سنگین قرار دارند (Pérez-López *et al.*, 2003). این عناصر شیمیایی، علاوه بر اینکه فعالیت‌های بیولوژیکی را حمایت می‌کنند، عملکرد بیولوژیکی نامشخصی دارند و بعد از مدتی که غلظت آنها افزایش پیدا کند، برای موجودات آبزی بسیار سمی می‌شوند (Roesijadi and Robinson, 1994). این عناصر نه تنها برای موجودات آبزی ضرر دارند و موجب کاهش تنوع گونه‌های آبزی می‌شوند، بلکه ممکن است از طریق چرخهٔ غذایی به انسان نیز صدمه وارد کنند (Andersen *et al.*, 1996). فلزات سنگین منشأ متفاوتی دارند: منابع طبیعی، صنعتی و کشاورزی، آلودگی اتمسفری، فاضلاب خانگی و رواناب معادن از جمله مهم‌ترین منابع این فلزات‌اند (Rashed, 2002). مقدار بسیاری از این فلزات سنگین، همانند روی و سرب، در سطح جهانی حاصل از منابع انسانی نسبت به منابع طبیعی است (Hart and Lake, 1987). بنابراین، تعیین مقدار غلظت این عناصر در جوامع آبزی اهمیت خاصی دارد.

صدف محار (*Pinctadar adiata*) گونه‌ای از ردهٔ دوکفه‌ای‌هاست که در آب‌های اطراف جزایر هندورابی، کیش، فارور، هرمز، لارک، تنب بزرگ و تنب کوچک، ابوموسی و لاوان پراکنش دارد (حسین‌زاده صحافی و همکاران، ۱۳۷۹). بااینکه در

Archive of SID

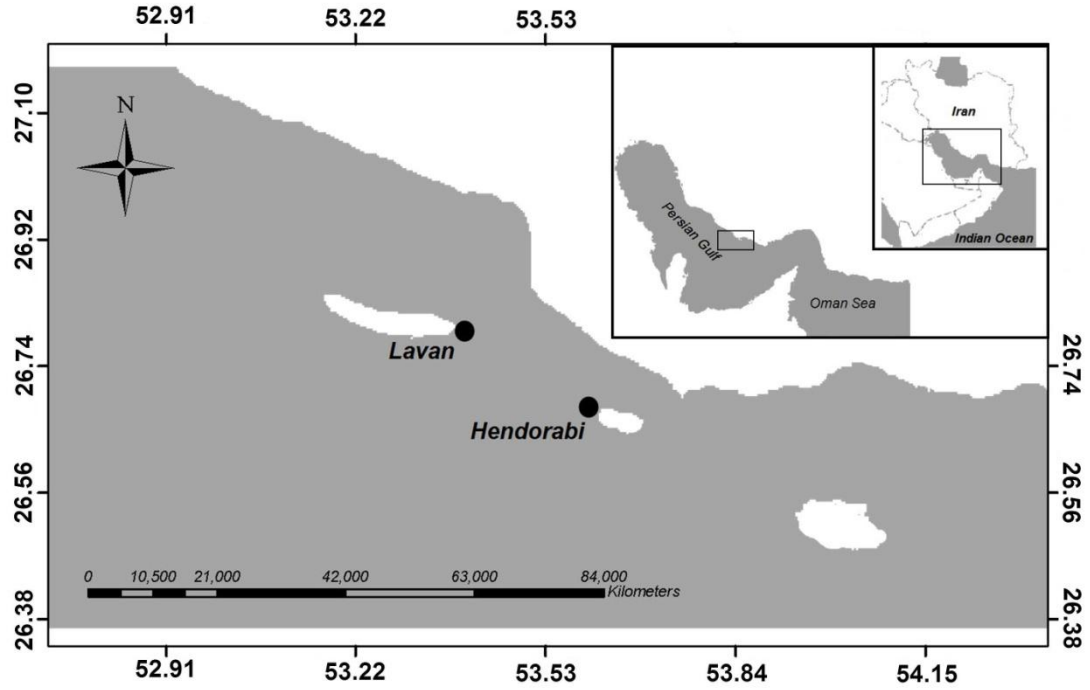
www.SID.ir

گذشته حدود ۸۰ درصد از مروارید طبیعی دنیا از خلیج فارس تأمین می‌شد (Mohammed and Yassien, 2003)، امروزه ذخایر آن به دلایل زیادی از جمله صید بی‌رویه و آلودگی‌های زیست‌محیطی کاهش یافته است. دوکفه‌ای‌ها به علت توانایی در جذب فلزات سنگین به طور گسترده‌ای در مطالعات زیست‌محیطی استفاده می‌شوند. معمولاً میزان فلزات سنگین در بافت دوکفه‌ای‌ها نشان‌دهندهٔ شدت آلودگی زیست‌محیطی منطقه است (Al-Madfa *et al.*, 1998). هر چند صدف محار به طور گسترده‌ای در بررسی‌های آلودگی زیست‌محیطی در نقاط مختلف دنیا به کار رفته‌است (ibid; Gifford *et al.*, 2005; Gifford *et al.*, 2006; Gokoglu *et al.*, 2006)، فقدان استفاده از این گونه در مطالعات انجام‌شده در سواحل ایرانی خلیج فارس مشاهده می‌شود. مطالعهٔ حاضر به منظور بررسی غلظت روی، منیزیم، آهن و مس در بافت نرم صدف محار در دو جزیرهٔ هندورابی و لاوان انجام شد. علاوه بر این، بررسی رابطهٔ بین جذب این فلزات و وزن صدف محار از دیگر اهداف این تحقیق است. چنین مطالعه‌ای می‌تواند به وضعیت زیست‌محیطی و درک ضرورت حفاظت این گونه به مدیران شیلاتی کمک کند.

۲. مواد و روش‌ها

از جزایر هندورابی و لاوان ۴۰ عدد صدف مرواریدساز محار با غواصی (SCUBA) از عمق ۸-۱۰ متر تهیه شد(نقشهٔ ۱).

نخست، وزن کل (TW)، وزن پوسته (SW) و وزن بخش نرم (STW) صدف‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد، سپس، بخش نرم نمونه‌ها جدا شد و در کیسه‌های پلاستیکی به صورت منجمد (در یخدان) به آزمایشگاه انتقال داده شد. ۰/۵



نقشهٔ ۱. موقعیت جغرافیایی مناطق نمونه‌گیری‌شده (●) در جزایر هندورابی و لاوان

Archive of SID

www.SID.ir

گرم از بافت نرم صدف‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن شدند. بافت‌های منجمد در ۱۰ میلی‌لیتر از محلول HCl و در دمای ۱۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد درون لولهٔ آزمایش شیشه‌ای هضم شدند تا زمانی که محلول زردرنگ حاصل شد. محلول فوق به وسیلهٔ کاغذ صافی Ashless فیلتر شد. ذرات باقی‌ماندهٔ روی فیلتر کاغذی (اساساً چربی) با استفاده از آب مقطر گرم از کاغذ صافی عبور داده شدند. حجم محلول با استفاده از آب مقطر به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. غلظت‌های روی، منیزیم، آهن و سربا استفاده از دستگاه جذب اتمی (atomic absorption spectrometry Shaimadzu AA G70) تعیین شدند. در مطالعهٔ حاضر غلظت روی، منیزیم، آهن و سرب به صورت $\mu g\ g^{-1}$وزن تر بیان شده است. با استفاده از نرم‌افزار SPSS 17 آزمون t مستقل روی غلظت‌های به‌دست‌آمده، برای تعیین اختلاف بین غلظت فلزات سنگین و فاکتورهای وزنی دو جزیره، انجام شد. همچنین، با استفاده از آزمون پیرسون رابطهٔ بین فلزات سنگین و وزن صدف بررسی شد (Quinn and Keough, 2002).

۳. نتایج

بر اساس آزمون t بین غلظت مس در دو جزیرهٔ هندورابی و لاوان اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۱). با اینحال، غلظت مس در صدف‌های جزیرهٔ هندورابی به مقدار ناچیزی بیشتر از جزیرهٔ لاوان بود (نمودار ۱). بر اساس آزمون t، بین غلظت آهن، منیزیم، و روی در جزیرهٔ هندورابی و لاوان اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۱). بر اساس این آزمون غلظت آهن، منیزیم و روی در صدف‌های جزیرهٔ لاوان بیشتر از صدف‌های جزیرهٔ هندورابی بود (نمودار ۱).

نتایج زیست‌سنجی صدف محار در دو جزیرهٔ هندورابی و لاوان نشان داد که وزن کل و وزن بخش نرم صدف‌های جزیرهٔ هندورابی بیشتر از نمونه‌های جزیرهٔ لاوان بود (نمودار ۲).

اختلاف معنی‌داری در وزن کل و وزن بخش نرم بین دو جزیره مشاهده شد؛ در حالی که، بین وزن کفهٔ این دو جزیره اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲).

نتایج آزمون پیرسون در جزیرهٔ لاوان نشان داد که هیچ‌کدام از فلزات روی، منیزیم، آهن و مس با فاکتورهای وزنی صدف محار رابطهٔ معنی‌داری نداشتند (جدول ۳).

همچنین، نتایج این آزمون نشان داد بین جذب منیزیم و روی و فاکتورهای وزنی صدف محار در جزیرهٔ هندورابی رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد. چنین اختلافی در مورد آهن و مس در این جزیره دیده نشد (جدول ۴).

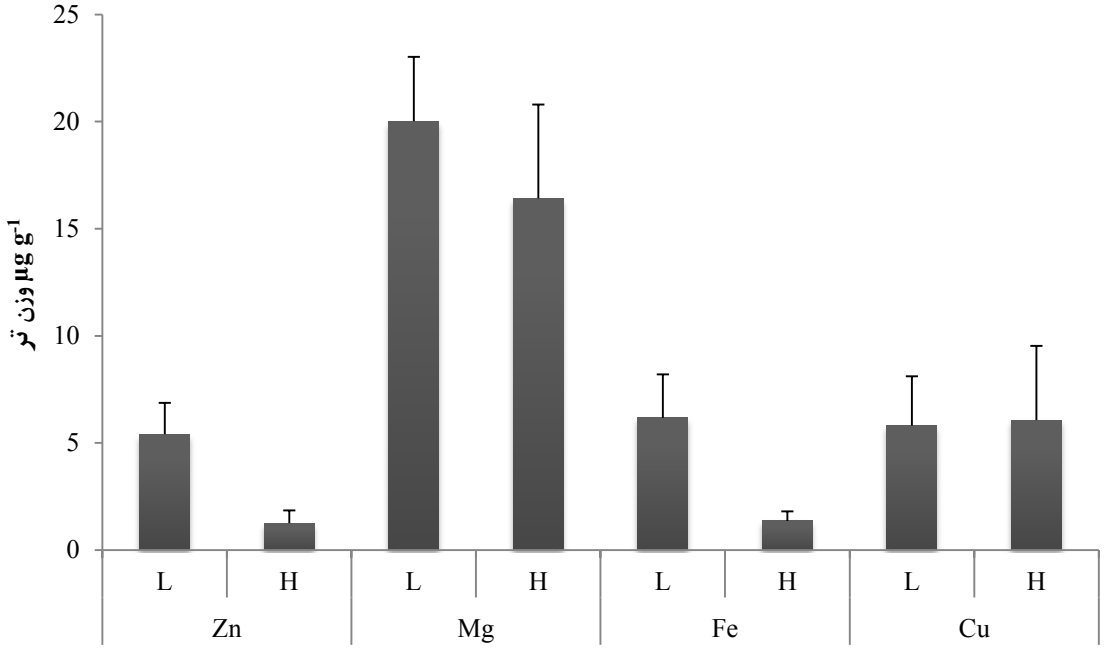
جدول۱. آزمون t انجام‌شده روی غلظت آهن، منیزیم، روی و مس در دو جزیرهٔ هندورابی و لاوان

فلز سنگین	t	df	P
Zn	۱۱/۵۰۱	۳۷	<۰/۰۰۱
Mg	۳/۰۱۱	۳۷	۰/۰۰۵
Fe	۱۰/۱۳۴	۳۷	<۰/۰۰۱
Cu	−۰/۲۷۱	۳۷	۰/۷۸۸

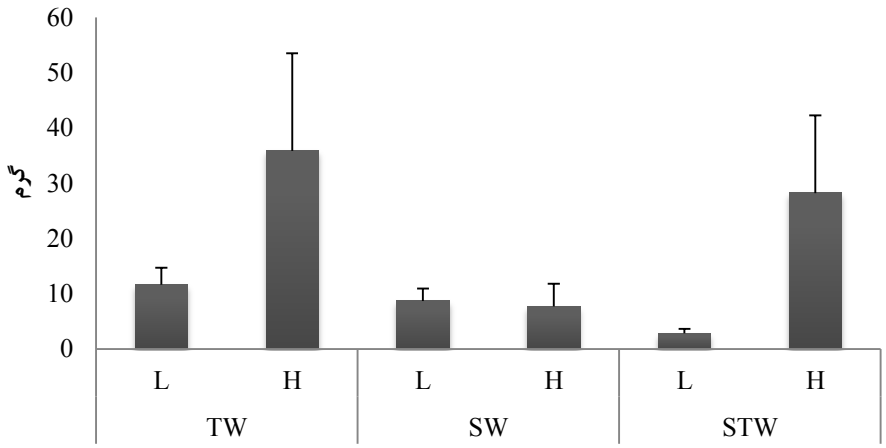
Archive of SID

www.SID.ir

نشریهٔ شیلات، مجلهٔ منابع طبیعی ایران، دورهٔ ۶۶، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۲، از صفحهٔ ۲۹۷ تا ۳۰۵



نمودار ۱. میانگین (SD+) غلظت روی، منیزیم، آهن و مس در بافت صدف مرواریدساز محار در دو جزیرهٔ هندورابی (H) و لاوان (L)



نمودار ۲. میانگین (SD+) وزن کل، وزن کفه و وزن بخش نرم صدف محار در دو جزیرهٔ هندورابی (H) و لاوان (L)

www.SID.ir

جدول ۲. زیست‌سنجی صدف محار با استفاده از آزمون t در دو جزیرهٔ هندورابی و لاوان

	t	df	P
TW	−۶/۰۴۰	۳۷	<۰/۰۰۱
SW	۰/۹۵۳	۳۷	۰/۳۴۷
STW	−۸/۰۸۲	۳۷	<۰/۰۰۱

جدول ۳. رابطهٔ بین جذب فلزات سنگین و فاکتورهای وزنی صدف محار در جزیرهٔ لاوان با استفاده از آزمون پیرسون

		TW	SW	STW
Zn	P	۰/۵۵۴	۰/۸۶۲	۰/۷۷۹
	ضریب هم‌بستگی پیرسون	۰/۱۴۱	−۰/۰۴۱	−۰/۰۶۷
Mg	P	۰/۵۳۴	۰/۴۲۸	۰/۵۲۲
	ضریب هم‌بستگی پیرسون	−۰/۱۴۸	−۰/۱۸۸	−۰/۱۵۲
Fe	P	۰/۹۲۶	۰/۶۵۱	۰/۹۸۷
	ضریب هم‌بستگی پیرسون	۰/۰۲۲	۰/۱۰۸	−۰/۰۰۴
Cu	P	۰/۲۵۵	۰/۲۲۰	۰/۸۲۳
	ضریب هم‌بستگی پیرسون	−۰/۲۶۷	−۰/۲۸۷	−۰/۰۵۴

جدول ۴.رابطهٔ بین جذب فلزات سنگین و فاکتورهای وزنی صدف محار در جزیرهٔ هندورابی با استفاده از آزمون پیرسون (=P<۰/۰۱ ، * =P<۰/۰۵)**

		TW	SW	STW
Zn	ضریب هم‌بستگی پیرسون	**۰/۵۷۹	*۰/۵۰۹	*۰/۵۷۲
	P	<۰/۰۱	<۰/۰۵	<۰/۰۵
Mg	ضریب هم‌بستگی پیرسون	**۰/۷۹۲	**۰/۷۸۲	**۰/۷۸۱
	P	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
Fe	ضریب هم‌بستگی پیرسون	۰/۳۲۵	۰/۳۲۰	۰/۳۰۰
	P	۰/۱۷۴	۰/۱۸۲	۰/۲۱۲
Cu	ضریب هم‌بستگی پیرسون	−۰/۰۶۸	−۰/۰۶۸	−۰/۰۷۰
	P	۰/۷۸۱	۰/۷۸۳	۰/۷۷۵

۴. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج آنالیز آماری ارتباط معنی‌داری بین فاکتورهای وزنی و سطح مس و آهن در بافت‌های صدف محار در هیچ‌کدام از جزایر هندورابی و لاوان نشان نداد. Widianarko و همکاران در سال ۲۰۰۰ چنین موردی را نیز گزارش کرده‌اند.آنها در مطالعهٔ خود رابطهٔ معنی‌داری بین غلظت مس در بافت‌های *Poeciliar eticulata* و وزن بدن پیدا نکردند و غلظت مس در وزن‌های متفاوت یکسان اندازه‌گیری شد (Widianarko *et al.*, 2000). چنین نتیجه‌ای می‌تواند اشاره به این نکته داشته باشد که این موجود قادر است مقدار فلزات مس و آهن را در بدن خود تنظیم کند.

بررسی میزان تجمع فلز مس در صدف محار نشان داد که بین غلظت این صدف در دو جزیرهٔ هندورابی و لاوان اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. بنابراین، با توجه به اینکه مس جزو آلودگی‌های فاضلاب دسته‌بندی می‌شود (Davari *et al.*, 2010)،

Archive of SID

www.SID.ir

نشریهٔ شیلات، مجلهٔ منابع طبیعی ایران، دورهٔ ۶۶، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۲، از صفحهٔ ۲۹۷ تا ۳۰۵

می‌توان گفت که یا هر دو منطقه در معرض آلودگی با منشأ فاضلاب قرار دارند یا هیچ‌کدام در معرض این آلودگی نیستند، اما با توجه به معیار MAFF و USA (RDAs, 1989) مقایسهٔ مقدار مس به‌دست‌آمده در این مطالعه این‌گونه نتیجه‌گیری می‌شود که هیچ‌یک از دو جزیرهٔ هندورابی و لاوان در معرض آلودگی با منشأ فاضلاب قرار ندارند. هر چند غلظت آهن در جزیرهٔ لاوان به میزان معنی‌داری بیشتر از جزیرهٔ هندورابی بود، اما با توجه به معیارهای CODEX و USA هیچ‌کدام از جزایر هندورابی و لاوان از نظر آهن آلوده محسوب نمی‌شوند. با توجه به اینکه آهن و مس جزو عناصر ضروری برای متابولیسم آبزیان‌اند (Canli and Atli, 2003)، می‌توان گفت که مقدار آهن و مس به‌دست‌آمده در صدف‌های جزیرهٔ هندورابی جزو عناصر ضروری برای متابولیسم‌اند و آلودگی محسوب نمی‌شوند.

بین فاکتورهای وزنی و سطح منیزیم و روی در بافت صدف محار در جزیرهٔ هندورابی ارتباط معنی‌داری مشاهده شد، اما چنین موردی در جزیرهٔ لاوان دیده نشد. از سوی دیگر، میانگین وزن کل و وزن بخش نرم صدف‌های هندورابی بیشتر از لاوان بود، اما غلظت منیزیم و روی در صدف‌های لاوان بیشتر از هندورابی بود. چنین امری می‌تواند مؤید این نکته باشد که غلظت منیزیم و روی تا سطح خاصی در بافت‌های صدف محار با فاکتورهای وزنی تجمع می‌یابد و اگر غلظت آن از حد خاصی (همانند صدف‌های لاوان) بالاتر رود، صدف اجازهٔ‌تجمع بیشتر را نمی‌دهد. همانطور که اشاره شد، صدف‌های جزیرهٔ لاوان منیزیم بیشتری نسبت به صدف‌های هندورابی داشتند؛ از سوی دیگر، با مقایسهٔ‌غلظت منیزیم به‌دست‌آمده در این مطالعه با میانگین منیزیم موجود در بافت‌های اویستر طبق استانداردهای استرالیا (Thomas *et al.*, 1970) و بریتانیا (McCance *et al.*, 2002)، این‌گونه استنباط می‌شود که مقدار منیزیم موجود در صدف‌های هندورابی و لاوان در حد آلودگی محسوب نمی‌شود. چنین موردی در مورد غلظت روی نیز صدق می‌کند و با توجه به معیارهای فوق همچنین، معیارهای MAFF غلظت روی در هیچ‌کدام از جزایر آلودگی محسوب نمی‌شود.

با توجه به سطح روی، آهن و منیزیم، به نظر می‌رسد که صدف‌های محار در جزیرهٔ هندورابی با استرس زیست‌محیطی کمتری روبرو هستند. همچنین، می‌توان استنباط کرد که تفاوت غلظت به‌دست‌آمده در مقدار روی، آهن و منیزیم در پیکرهٔ‌نرم صدف به علت تفاوت مقدار این عناصر در مقدار رسوبات دو جزیره است. Sadig و Alam در مطالعه‌ای دربارهٔ صدف محار نشان دادند در مناطقی که رسوباتشان دارای فلزات سنگین بیشتری است، میزان تجمع فلزات سنگین در بافت صدف محار آن منطقه نیز بیشتر است (Sadig and Alam, 1989).آنها دربارهٔ مس نیز این مورد را نشان دادند، اما در مطالعهٔ حاضر چنین اختلافی مشاهده نشد که می‌تواند مؤیداین نکته باشد که سطح مس در رسوبات دو منطقه نیز تفاوتی ندارد. به طور کلی، هر چندمطالعهٔ حاضر نشان داد که صدف محار فلزات سنگین را در خود تجمع می‌دهد و می‌تواند گویای وضعیت آلودگی پیرامون خود باشد، اما نبودارتباط بین وزن صدف و فلزات تجمع‌یافته در برخی از اندازه‌گیری‌های این مطالعه احتمال توانایی تنظیم غلظت فلزات در بدن صدف محار را مطرح می‌کند و آن را یک موجود اندیکاتور نامناسب می‌سازد. پیشنهاد می شود در مطالعات آتی مقدار فلزات در آب‌های این منطقه نیزمطالعه شود تا رابطهٔ بین غلظت فلزات در بدن صدف با محیط به‌دست آید. همچنین، لازم است رابطهٔ وزن و سن و تجمع فلزات در این صدف در مطالعه‌ای آزمایشگاهی برررسی شود.

Archive of SID

www.SID.ir

References

[1]. Al-Madfa, H., Abdel-Moati, M.A.R. Al-Gimaly, F.H. (1998). *Pinctada radiata* (Pearl Oyster): a bioindicator for metal pollution monitoring in the Qatari waters (Arabian Gulf). Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 60, 245-251.

[2]. Andersen, V., Maage, A. Johannessen, P. (1996). Heavy metals in blue mussels (*Mytilus edulis*) in the Bergen Harbor area, western Norway. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 57, 589-596.

[3]. Canli, M. Atli, G. (2003). The relationships between heavymetal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Environmental Pollution 121, 129-136.

[4]. Carpenter, K.E., Krupp, F., Jones, D.A. Zajonz, U. (1997). Living marine resources of Kuwait, Eastern Saudi Arabia, Bahrain, Qatar and UAE. FAO Species identification field guide for fishery purposes. FAO. Rome, 293 pp.

[5]. Davari, A., Danehkar, A., Khorasani, N. Poorbagher, H. (2010). Heavy metal contamination of sediments in mangrove forests of the Persian Gulf. International Journal of Food, Agriculture and Environment 8, 1280-1284.

[6]. Gifford, S., Dunstan, H., O'Connor, W. Macfarlane, G.R. (2005). Quantification of in situ nutrient and heavy metal remediation by a small pearl oyster (*Pinctada imbricata*) farm at Port Stephens, Australia. Marine Pollution Bulletin 50, 417-422.

[7]. Gifford, S.P., MacFarlane, G.R., O'Connor, W.A. Dunstan, R.H. (2006). Effect of the pollutants lead, zinc, hexadecane and octocosane on total growth and shell growth in the Akoya pearl oyster, *Pinctada imbricata*. Journal of Shellfish research 25, 159-165.

[8]. Gokoglu, N., Gokoglu, M. Yerlikaya, P. (2006). Seasonal variations in proximate and elemental composition of pearl oyster (*Pinctada radiata*, Leach, 1814). Journal of the Science of Food and Agriculture 86, 2161-2165.

[9]. Hart, B.T. Lake, P. 1987. Studies of heavy metal pollution in Australia with particular emphasis on aquatic systems. In. Hutchinson, T.C.,Meema, K. (Ed.). Lead, Mercury, Cadmium and Arsenic in the Environment. New York, USA, John Wiley & Sons Ltd. pp. 187-216.

[10]. McCance, R.A., Widdowson, E.M., Agency, G.B.F.S. Research, A.I.o.F. (2002). McCance and Widdowson's The Composition of Foods. Royal Society of Chemistry. 537 pp.

[11]. Mohammed, S. Yassien, M. (2003). Population parameters of the pearl oyster *Pinctada radiata* (Leach) in Qatari Waters, Arabian Gulf. Turkish Journal of Zoology 27, 339-343.

[12]. Nadim, F., Bagtzoglou, A.C. Iranmahboob, J. (2008). Coastal management in the Persian Gulf region within the framework of the ROPME programme of action .Ocean and Coastal Management 51, 556-565.

[13]. Pérez-López, M., Alonso, J., Nóvoa-Valiñas, M. Melgar, M. (2003). Assessment of heavy metal contamination of seawater and marine Limpet, *Patella vulgata* L., from Northwest Spain. Journal of Environmental Science and Health Part A 38, 2845-2856.

[14]. Quinn, G.P. Keough, M.J. (2002). Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge University Press. Cambridge, 537 pp.

[15]. Rashed, M.N. (2002). Biomarkers as indicator for water pollution with heavy metalsin rivers, seas and oceans. Egypt: South Valley University.

Archive of SID

www.SID.ir

نشریهٔ شیلات، مجلهٔ منابع طبیعی ایران، دورهٔ ۶۶، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۲، از صفحهٔ ۲۹۷ تا ۳۰۵

[16]. RDAs, N.R.C.S.o.t.T.E.o.t. (1989). Recommended dietary allowances. National Academies Press. 286 pp.

[17]. Reynolds, M.R. (1993). Physical oceanography of the Gulf, Strait of Hormuz, and the Gulf of Oman: results from the Mt Mitchell expedition. Marine Pollution Bulletin 27, 35-59.

[18]. Roesijadi, G. Robinson, W. (1994). Metal regulation in aquatic animals: mechanisms of uptake, accumulation, and release. Malins DC, Ostrander GK. Aquatic toxicology: molecular, biochemical, and cellular perspective. Lewis publishers, Boca Raton, 387-420.

[19]. Sadig, M. Alam, I. (1989). Metal concentrations in pearl oyster, *Pinctada radiata*, collected from Saudi Arabian coast of the Arabian Gulf. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 42, 111-118.

[20]. Thomas, S., Cordon, M.W., Health, A.N. Committee, M.R.C.N. (1970). Tables of Composition of Australian Foods. Australian Government Publishing Service. 60 pp.

[21]. Widianarko, B., Van Gestel, C.A.M., Verweij, R.A. Van Straalen, N.M. (2000). Associations between trace metals in sediment, water, and Guppy, *Poecilia reticulata* (Peters), from urban streams of semarang, Indonesia. Ecotoxicology and Environmental Safety 46, 101-107.

Archive of SID

www.SID.ir