13(4) 275-282, Winter 2022

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Comparison and measurement of concentrations of heavy metals including cadmium and lead in oyster tissue of knife handle (Von Cosel, 1989) *Solen dactylus* in coastal waters of Hormozgan province (Tiab and Sirik)

Abdollah Zarei [1]***, Mohammadreza Taherizadeh*** [*1]***, Naser Koosej*** [2]

[1] *Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science and Technology, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran*
[2] *Department of Chemistry, Faculty of Basic Sciences, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran*

Key Words
Cadmium and lead metals
Solen dactylus shell
Muscle tissue
World standards

Abstract

Introduction: This study aimed to measure the concentrations of lead and cadmium in the muscle tissue of *Solen dactylus* oyster in Tiab and Sirik areas located in Hormozgan province.

Materials & Methods: To conduct this research, in the summer of 2018, 30 *Solen dactylus* oysters were collected from each of the mentioned areas and then bioassay operations were performed in the laboratory. Atomic absorption spectrophotometry was used to measure the concentration of lead and cadmium. Atomic absorption spectrophotometry was used to measure the concentration of lead and cadmium.

Result: The recorded results for the mean concentrations of lead and cadmium showed that there is a significant difference between Tiab and Sirik stations ($p \leq 0.05$), And the highest mean concentrations of lead and cadmium were observed in oyster muscle tissue of knife handle, lead (0.761 ± 0.065) and cadmium (0.506 ± 0.075) in the samples of Tiab station, respectively. The results show that factors such as the habitat of *Solen dactylus* affect the accumulation of heavy metals lead and cadmium, so that Tiab station shows higher pollution than Sirik station. On the other hand, the amount of these heavy metals in the oyster tissue of the knife handle at Tiab station is higher than the standard of the World Health Organization (WHO) and also in the Sirik region, the concentration of lead is lower and the concentration of cadmium is higher than the WHO.

Conclusion: It turns out that the consumption of knife oysters both as shrimp food and by humans should be accompanied by health considerations.

* Corresponding Author's email: taheri.1965@gmail.com

Received: 23 August 2020; Reviewed: 1 October 2020; Revised: 6 December 2020; Accepted: 10 January 2021
(DOI): 10.22034/AEJ.2020.255225.2395

مقاله پژوهشی

مقایسه و سنجش غلظت فلزات سنگین شامل کادمیوم و سرب در بافت صدف دسته چاقوئی *Solen dactylus* (Von Cosel, 1989) در آب‌های سواحل استان هرمزگان (تیاب و سیریک)

عبدالله زارعی[۱]، محمدرضا طاهری‌زاده*[۱]، ناصر کوسج[۲]

[۱] گروه زیست‌شناسی‌دریا، دانشکده علوم وفنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

[۲] گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

کلمات کلیدی

فلزات کادمیوم و سرب
صدف *Solen dactylus*
بافت عضله
استانداردهای جهانی

چکیده

مقدمه: هدف این تحقیق اندازه‌گیری غلظت‌های سرب و کادمیوم در بافت عضله صدف *Solen dactylus* در مناطق تیاب و سیریک واقع در استان هرمزگان می‌باشد.

مواد و روش‌ها: برای انجام این تحقیق، در فصل تابستان ۱۳۹۷ از هر منطقه ذکر شده ۳۰ عدد صدف *Solen dactylus* جمع‌آوری وسپس در آزمایشگاه نسبت به انجام عملیات زیست‌سنجی اقدام گردید. به‌منظور اندازه‌گیری غلظت سرب و کادمیوم از روش اسپکتروفتومتری جذب اتمی استفاده شد.

نتایج: نتایج ثبت شده برای میانگین غلظت‌های فلزات سرب و کادمیوم نشان داد که بین ایستگاه‌های تیاب و سیریک اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p\leq ۰/۰۵$)، و بیش‌ترین میانگین غلظت سرب و کادمیوم به‌ترتیب در بافت عضله صدف دسته چاقویی، سرب (۰/۷۶۱±۰/۰۶۵) و کادمیوم (۰/۵۰۶±۰/۰۷۵) در نمونه‌های ایستگاه تیاب مشاهده گردیده، هم‌چنین میزان آلودگی سرب، نسبت به کادمیوم بیش‌تر می‌باشد. از طرفی نتایج نشان می‌دهد که عواملی نظیر زیستگاه صدف ملوک (*Solen dactylus*) بر روی میزان تجمع فلزات سنگین سرب و کادمیوم موثر می‌باشد به‌طوری‌که ایستگاه تیاب آلودگی بالاتری نسبت به ایستگاه سیریک نشان می‌دهد. از طرفی میزان این فلزات سنگین در بافت صدف دسته چاقویی در ایستگاه تیاب بیش‌تر از استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) بوده و هم‌چنین در منطقه سیریک غلظت فلز سرب کم‌تر وغلظت فلز کادمیوم بیش‌تر از سازمان بهداشت جهانی می‌باشد.

نتیجه‌گیری و بحث: به‌نظر می‌رسد مصرف صدف دسته چاقویی هم به‌عنوان غذای میگو و هم توسط انسان باید با ملاحظات بهداشتی همراه باشد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: taheri.1965@gmail.com

تاریخ دریافت: ۲ شهریور ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۱۰ مهر ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۱٦ آذر ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۲۱ دی ۱۳۹۹
(DOI): 10.22034/AEJ.2020.255225.2395

مقدمه

خلیج‌فارس به‌عنوان یک محیط‌دریایی نیمه‌بسته علاوه‌بر آلودگی معمول و متداول در سایر دریاها، به‌علت بهره‌برداری گسترده از ذخایر عظیم نفتی در فلات قاره و نقل و انتقالات فراوان مواد نفتی توسط نفتکش‌ها، میزان بار آلودگی تحمیل شده بر هر کیلومترمربع از سطح این خلیج بیش از مقدار متوسط جهانی می‌باشد و آلودگی حاصل از حمل و نقل مواد نفتی در خلیج فارس حدود ۸۶ درصد کل آلودگی نفتی این خلیج تخمین‌زده شده است(۱). به‌علت شرایط خاص اقلیمی و ویژگی‌های جریانات آبی خلیج و سایر عوامل محدودکننده باعث شده شدت تخریب و آلودگی دوچندان گردد. از میان آلاینده‌ها، مواد آلاینده غیرقابل تجزیه (آلاینده‌های پایدار) مانند فلزات سنگین که در رسوبات و گل و لای و لجن به‌عنوان پتانسیل آلودگی دریا متمرکز شده و در عین حال در بافت و بدن آبزیان تجمع و تغلیظ یافته و با مصرف آبزیان موجب مسمومیت شدید انسان‌ها و عوارض سوئی می‌گردد (۲). صدف‌های دوکفه‌ای از نظر تعداد گونه‌ها، دومین رده نرم‌تنان می‌باشد که دارای انتشار جغرافیایی زیادی در دریاها و دریاچه‌های آب شور و شیرین می‌باشند. این موجودات از بهترین شاخص‌های سنجش پایش زیست‌محیطی در دریا به‌شمار رفته و فقدان برخی از آن‌ها دلالت بر وجود آلودگی یا سایر شرایط غیر طبیعی زیست‌محیطی می‌باشد. این آبزیان به‌دلیل ذخیره مواد سمی وارد شده به محیط‌زیست در بدن خود، کمک شایانی به پایش محققین جهت بررسی اثرات مواد آلاینده نفتی و شیمیایی می‌کنند، علاوه بر این، تنوع و پراکنش گونه‌های بومی و تغییرات کمی و کیفی و احیانا وجود و یا عدم وجود گونه‌های غیر بومی میتوانند در تفسیر شرایط آلودگی به‌طور موثری کمک نمایند (۳). افزایش روز افزون جمعیت انسان و صنعتی شدن نواحی ساحلی منجر به رهاسازی انواع گوناگون آلاینده‌ها به نواحی ساحلی و درنهایت اکوسیستم ساحلی می‌گردد. فلزات سنگین یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های محیط زیست دریایی می باشند، که به‌دلیل پایداری طولانی مدت، سمیت بالا و تمایل به تجمع زیستی مورد توجه بسیاری از دانشمندان قرار گرفته‌اند (۴). این فلزات از راه‌های طبیعی و غیرطبیعی به اکوسیستم‌های آبی راه می‌یابند راه‌های طبیعی عبارتند از فعالیت‌های آتشفشانی، آتش سوزی‌های طبیعی، هوازدگی و فرسایش سنگ‌ها و رسوبات. راه‌های غیرطبیعی فعالیت‌های انسانی می‌باشد که شامل فاضلاب‌های شهری و صنایع، سوزاندن سوخت‌های فسیلی، فعالیت‌های معدن کاوی و استفاده از کودهای کشاورزی است. این فلزات پس از ورود به اکوسیستم آبی قادرند در داخل رسوبات و بدن موجودات تجمع یابند (۵). مقادیری از فلزات سنگین پس از ورود به اندام‌های مختلف آبزیان دفع می‌شوند، اما در صورت عدم دفع به‌علت غیرقابل تجزیه بودن در بافت‌های مختلف آن‌ها تجزیه می‌یابند. در بسیاری از این موارد روند این تجمع برگشت ناپذیر بوده، در نتیجه منجر به تجمع بیش‌تر فلزات در حلقه‌های بالاتر زنجیره‌های غذایی می‌شوند. تغذیه انسان از چنین موجوداتی نیز باعث انتقال غلظت‌های بالایی از فلزات سنگین به بدن می‌شود (۶). فلزات سنگین وارد شده به محیط‌های آبی ممکن است به‌صورت یون‌های محلول در آب باشند و یا توسط پیوندهای سست سولفیدی یا آلی به ذرات معلق موجود در ستون آب متصل گردند و رسوب کنند (۷) که میزان تجمع فلزات به ساختار شیمیایی رسوبات، نوع ترکیبات موجود در آب، نرخ رسوب‌گذاری عناصر، شرایط فیزیک و شیمیایی آن‌ها (یونی، کمپلکسی و ذرات معلق) و هم‌چنین ویژگی‌های فیزیک و شیمیایی آب از نظر pH، وجود تجمع دهنده‌ها و غلظت اکسیژن محلول بستگی دارد (۸). عناصری از قبیل سرب و کادمیوم که عناصر زیستی ندارند، حتی به‌میزان بسیار اندک قادرند در عملکرد طبیعی بدن ازجمله دوکفه‌ای‌ها اختلال ایجاد نمایند. رسوب فلز سرب بر روی آبشش‌های آبزیان به‌ویژه دوکفه‌ای‌ها به‌دلیل فیلترخوار بودن موجود، مانع از انجام فعالیت‌های حیاتی آن‌ها می‌شود. این فلز هم‌چنین می‌تواند باعث ایجاد اختلالات بافتی و کاهش میزان رشد دوکفه‌ای‌ها و جنین این موجودات شوند (۹). بنابراین، با توجه به اهمیت این نوع بررسی در محیط‌های آبی و از آن‌جایی که آبزیان یکی از غذاهای اصلی در تامین نیازهای بدن می‌باشد. مطالعه حاضر در سال ۱۳۹۷ با هدف بررسی تجمع زیستی فلزات سنگین سرب و کادمیوم که دارای غلظت و فراوانی بالایی در سیستم‌های آبی می‌باشند، در بافت خوراکی صدف ملوک خلیج فارس انجام شده است. هم‌چنین مقایسه داده‌های به دست آمده در بافت صدف ملوک با مطالعات انجام شده و استانداردهای جهانی از اهداف دیگر این مقاله می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در دو ایستگاه از استان هرمزگان سواحل تیاب شهرستان میناب و سواحل سیریک، در طول سواحل بین جزر و مدی انجام شد. مبنای انتخاب ایستگاه‌ها محل زیست صدف مورد مطالعه و هم‌چنین پوشش منطقه بود. نام و موقعیت جغرافیایی هر ایستگاه‌ها، هم‌چنین عمده فعالیت‌های در حال انجام در آن‌ها در جدول ۱ ذکر شده است. شکل‌های ۱ و ۲ نشان‌دهنده موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری و شکل ۳ نشان‌دهنده ایستگاه‌های سواحل تیاب و سیریک می‌باشد. نمونه‌برداری از صدف‌های ملوک (صدف دسته چاقوئی) *S. dactylus* در زمان جزر کامل در سواحل بین جزر و مدی شهرستان میناب (سواحل تیاب) و سیریک در اواخر مرداد ماه سال ۱۳۹۷ به‌صورت

تصادفی انجام شد. جهت نمونه‌برداری از صدف‌ها از سیخ‌های فولادی مقاوم به زنگ استفاده شد. از هر منطقه به‌طور تصادفی ۳۰ صدف از عمق ۷۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متری رسوبات جهت سنجش فلزات سنگین استفاده شد. نمونه‌ها درمحل نمونه‌برداری با آب‌دریا شستشو داده شد. سپس در کیسه‌های نایلونی برچسب‌دار که بر روی هر برچسب نام نمونه و تاریخ نمونه‌برداری ذکر شده بود، استفاده شد. نمونه‌های صدف در یونولیت درون یخبندان حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل شد (۱۰).

شکل۱: موقعیت منطقه نمونه‌برداری خور چاخا در سواحل تیاب میناب

شکل ۲: موقعیت منطقه نمونه‌برداری خور پاچور در سواحل سیریک

شکل ۳: ایستگاه‌های نمونه‌برداری (خور چاخا)

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه و فعالیت‌های عمده انسانی هر ایستگاه در شهرستان میناب و سیریک

نام ایستگاه	موقعیت جغرافیایی	فعالیت‌های انسانی
شهرستان میناب تیاب(خور چاخا)	E۲۹۲۲۸۴ N۵۶۴۲۳۵	تردد شناورهای صیادی، تجاری و نفتکش، پهلوگیری انواع شناورها، صید و صیادی، فاضلاب‌های شهری.
شهرستان سیریک خور پاچور	E۵۷۲۳۴۷ N۲۶۲۳۸۰	فعالیت‌های انسانی، صید و صیادی، توریسم، فاضلاب‌های شهری

در آزمایشگاه پس‌از پاک‌کردن سطح‌خارجی صدف‌ها (برداشت موجودات مزاحم و مواد زائد) توسط آب دریای فیلتر شده و در نهایت توسط آب دو بار تقطیر فیلتر شدند. پس از آن نمونه‌ها تا زمان شروع آزمایش در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد در آزمایشگاه دانشگاه هرمزگان نگه‌داری شدند (۱۱). پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه طول قدامی- خلفی (طول صدف)، طول پشتی- شکمی (عرض صدف) توسط کولیس با دقت ۰/۰۲ میلی‌متر انجام پذیرفت. وزن کل و وزن تر صدف (وزن توده نرم احشایی) با ترازوی دیجیتال بادقت ۰/۱ میلی‌گرم‌انجام‌پذیرفت‌و‌درکل ۶۰ نمونه‌موردزیست‌سنجی قرار گرفتند. نمونه‌های صدف نیز ابتدا در دمای آزمایشگاه قرار داده شدند، تا کاملاً ذوب شوند، سپس بافت نرم آن‌ها به‌طور کامل توسط پنس از پوسته جدا شد و به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه آون قرار داده‌شد، تا کاملاً خشک‌شوند (۱۲). پس از آن نمونه‌ها به‌وسیله هاون چینی پودر گردید. (پس از هر بار پودر کردن نمونه‌ها، هاون چینی با اسیدنیتریک ۵۰٪شستشو داده‌شد و با آب‌مقطر دوبار تقطیر کاملاً آبکشی گردید) و در ظروف پلی اتیلنی تا آغاز مرحله هضم شیمیایی‌نگه‌داری شدند(۱۳). به‌منظور هضم‌بافت نرم‌صدف ۰/۵ گرم از هر نمونه وزن شد و درون بالن ریخته شد، سپس ۱۰ میلی‌لیتر اسیدنیتریک غلیظ (۶۵ درصد Merk)، به آن افزوده شد و سپس ابتدا در دمای ۴ درجه به‌مدت یک‌ساعت و در دمای ۱۴۰ درجه به مدت سه ساعت کاملاً هضم گردیدند. نمونه‌ها پس از عبور دادن از کاغذ صافی واتمن (شماره ۴۲ و ابعاد ۱۰×۱۵) در زیر هود توسط آب دوبار تقطیر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شدند و درون ظرف پلی‌اتیلن‌دار در دمای یخچال تا زمان آنالیز فلزات نگه‌داری شدند (۱۲). سپس سنجش غلظت فلزات‌سنگین توسط دستگاه جذب‌اتمی با شعله GBC مدل F Savant AA با سه بار تکرار برای هر نمونه صورت گرفت.

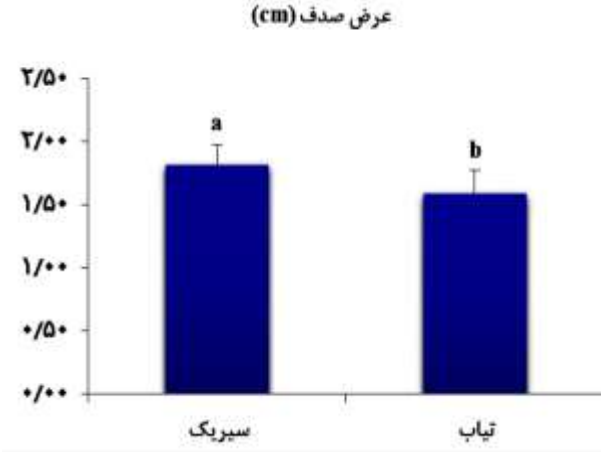
نتایج

نتایج حاصل از محاسبه و انحراف معیار پارامترهای بیومتری در صدف *Solen dactylus* در ایستگاه‌های تیاب و سیریک در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲: پارامترهای بیومتری صدف *Solen dactylus* در ایستگاه‌های تیاب و سیریک (Mean±SD)

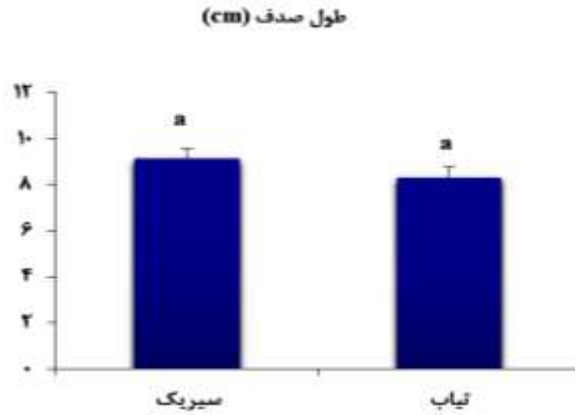
ایستگاه	عرض صدف نرم‌تن (سانتی‌متر)	طول صدف نرم‌تن (سانتی‌متر)	وزن عضله نرم‌تن (گرم)	وزن کل نرم‌تن (گرم)
سیریک	۱/۰±۸۲/۱۵۸	۹/۰±۱۲/۴۴۷	۸/۱±۲۷/۲۵۸	۱۱/۱±۹۰/۶۸۹
تیاب	۱/۰±۵۹/۱۷۹	۸/۰±۳۱/۴۲۸	۵/۱±۹۷/۰۹۱	۸/۱±۷۰/۴۶۵

در میان پارامترهای مورد مطالعه، بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر عرض صدف *Solen dactylus* در هر دو ایستگاه سیریک و تیاب به ترتیب و به‌طور مشابه ۲ و ۱/۳ سانتی‌متر بوده است (شکل۴)، با این حال نتایج آزمون نمونه‌های مستقل vanvitni اختلاف معنی‌داری بین داده‌های عرض صدف در دو ایستگاه مورد مطالعه نشان می‌دهد ($p\leq۰/۰۵$). به گونه‌ای که مقادیر عرض صدف در نمونه‌های جمع‌آوری شده از ایستگاه سیریک بالاتر از ایستگاه تیاب می‌باشد.



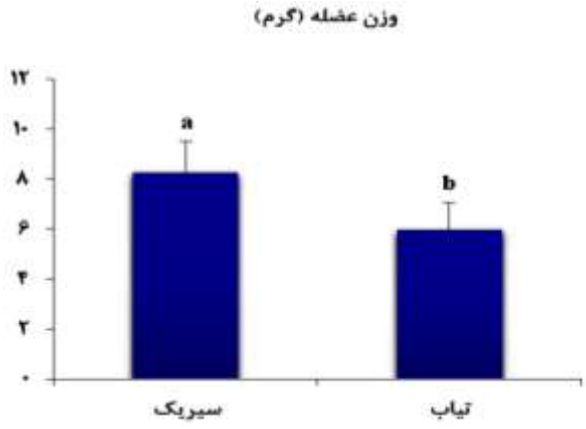
شکل ۴: میانگین عرض صدف *Solen dactylus* در ایستگاه‌های تیاب و سیریک

کم‌ترین طول صدف *Solen dactylus* در ایستگاه تیاب به‌مقدار ۷/۳ سانتی‌متر و بیش‌ترین طول صدف به‌میزان ۱۰ سانتی‌متر در ایستگاه سیریک اندازه‌گیری شد (شکل ۵). نتایج آزمون نمونه‌های مستقل t-test اختلاف معنی‌داری بین طول صدف در نمونه‌های دو ایستگاه سیریک و تیاب نشان نمی‌دهد ($p\leq۰/۰۵$).



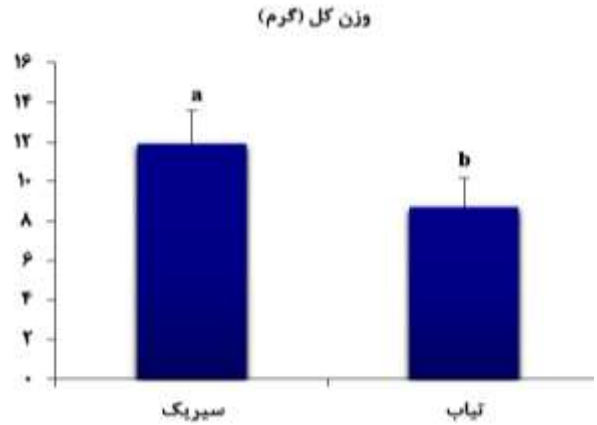
شکل۵: میانگین طول صدف *Solen dactylus* در ایستگاه‌های تیاب و سیریک

ماکزیمم وزن عضله اندازه‌گیری شده در میان نمونه‌های صدف *Solen dactylus* ۱۱ گرم در ایستگاه سیریک و کم‌ترین این پارامتر در ایستگاه تیاب و به‌مقدار ۴ گرم اندازه‌گیری شد (شکل ۶). بررسی داده‌های این پارامتر با آزمون نمونه‌های مستقل من ویتنی حاکی از اختلاف معنی‌دار بین داده‌های اندازه‌گیری شده در دو ایستگاه مورد مطالعه می‌باشد، به گونه‌ای که وزن عضله صدف *Solen dactylus* در ایستگاه سیریک دارای مقادیر بالاتری نسبت به ایستگاه تیاب است ($p\leq۰/۰۵$).



شکل ۶: میانگین وزن عضله نرم‌تن *Solen dactylus* در ایستگاه‌های تیاب و سیریک

بیش‌ترین وزن کل در میان نمونه‌های صدف مورد مطالعه به میزان ۱۵ گرم در ایستگاه سیریک و کم‌ترین وزن کل در ایستگاه تیاب و به‌مقدار ۶ گرم اندازه‌گیری گردید (شکل۷). به‌طور مشابه با پارامتر وزن عضله، بین داده‌های وزن کل در دو ایستگاه اختلاف معنی‌دار وجود دارد، به گونه‌ای که ایستگاه سیریک مقادیر بالاتری نسبت به ایستگاه تیاب دارد ($p\leq۰/۰۵$).

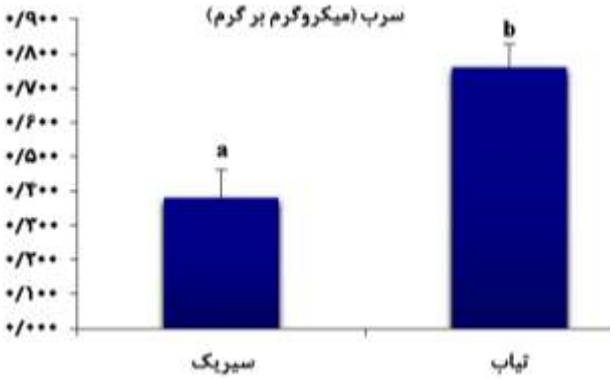


شکل۷: میانگین وزن کل نرم‌تن *Solen dactylus* در ایستگاه‌های تیاب و سیریک

نتایج آزمون نمونه‌های مستقل من ویتنی برای میانگین غلظت‌های‌فلزات سرب و کادمیوم نشان می‌دهد که بین ایستگاه‌های تیاب و سیریک اختلاف معنی‌داری وجود دارد (p≤۰/۰۵)، به گونه‌ای که مقادیر فلز سرب و کادمیوم در ایستگاه تیاب بالاتر از ایستگاه سیریک می‌باشد (جدول۳ و شکل‌های ۸ و ۹).

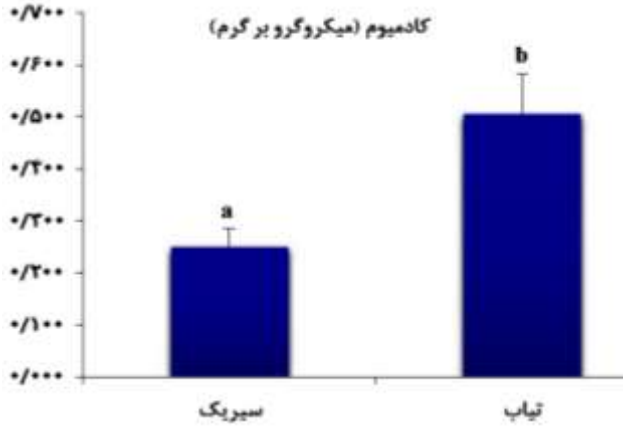
جدول ۳: میانگین غلظت فلزات سنگین در بافت صدف *Solen dactylus* در ایستگاه‌های تیاب و سیریک (Mean±SD)

ایستگاه	سرب (Pb) (میکروگرم بر گرم)	کادمیوم (Cd) (میکروگرم بر گرم)
سیریک	۰/۰±۳۷۹/۰۸۳	۰/۰±۲۵۱/۰۳۳
تیاب	۰/۰±۷۶۱/۰۶۵	۰/۰±۵۰۶/۰۷۵



شکل۸: میانگین غلظت فلز سرب در بافت صدف *Solen dactylus* در ایستگاه‌های تیاب و سیریک

(ستون‌ها با حروف غیر مشابه، دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند p≤۰/۰۵)



شکل۹: میانگین غلظت فلز کادمیوم در بافت صدف *Solen dactylus* در ایستگاه‌های تیاب و سیریک

(ستون‌ها با حروف غیر مشابه، دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند p≤۰/۰۵)

همچنین به‌منظور ارزیابی خطر تجمع فلزات سنگین در این تحقیق، این مقادیر با استانداردهای موجود در این زمینه مقایسه شد. در مورد مقایسه غلظت فلزات سنگین با استانداردهای موجود هیچ منبع واحدی وجود ندارد و سازمان‌ها و دولت‌های مختلف، استانداردهای متنوعی برای غلظت این آلاینده‌ها در مواد غذایی تعیین کرده‌اند. اطلاعات در این زمینه به‌وسیله سازمان‌های مختلفی ازجمله WHO، FDA و FAO جمع‌آوری می‌شود که این استانداردها در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۴: مقایسه نتایج تحقیق حاضر (بافت صدف دسته چاقویی) با حد آستانه استانداردهای بین‌المللی برحسب میکروگرم بر گرم

استانداردها	کادمیوم (میکروگرم بر گرم)	سرب (میکروگرم بر گرم)	منبع
سازمان بهداشت جهانی (WHO)	۰/۱	۰/۵	۱۴
سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA)	۱	۱/۷	۱۵
سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)	۰/۵	۲	۱۴
منطقه تیاب	۰/۵۰۶	۰/۷۶۱	تحقیق حاضر
منطقه سیریک	۰/۲۵۱	۰/۳۷۹	تحقیق حاضر

بحث

اکوسیستم‌های آبی تحت فشار ورود آلاینده‌هایی هستند که از منابع متعددی به آن‌ها وارد می‌شوند، در دهه‌های اخیر توجه زیادی به افزایش ورود این آلاینده‌ها به محیط زیست شده است. دست یافتن به روش‌هایی آسان‌تر و کم هزینه‌تر جهت پایش زیستی محیط و اندازه‌گیری میزان مواد آلاینده‌ای مانند فلزات سنگین که وارد محیط می‌شود و توانایی تجمع در بدن موجودات زنده را دارند از اهداف اصلی این قبیل مطالعات است. خلیج فارس از مهم‌ترین مناطق دریایی جهان است. در سال ۱۹۷۹، سازمانی تحت عنوان سازمان منطقه‌ای حفاظت از محیط زیست دریایی (ROPME) تشکیل شد که تاکنون مطالعات بسیاری در زمینه آب، رسوبات و آبزیان این دریا انجام داده است. از مهم‌ترین مطالعاتی که همه ساله توسط این سازمان انجام می‌شود، ارزیابی غلظت فلزات سنگین در آب، رسوبات و در برخی از آبزیان است. در واقع فلزات سنگینی مانند، سرب و کادمیوم در زمره عناصر غیرضروری برای نرم‌تنان محسوب می‌شوند و مقادیر نسبتاً کم آن‌ها ممکن است به دلیل وجود مکانیسم‌های سم‌زدایی در بدن آبزیان باشد. صدف‌های دوکفه‌ای از لحاظ علمی به‌عنوان شاخص‌های زیستی مناسب برای پایش زیستی آلودگی آب مورد استفاده قرار می‌گیرند. دوکفه‌ای‌ها به‌خاطر برخی فاکتورها مانند پراکنش جغرافیایی وسیع، فراوانی، ریزه خوار بودن، توانایی تحمل بالا نسبت به تغییرات محیطی، جمعیت ثابت، اندازه مناسب، سازگار بودن با شرایط جدید، توانایی مطالعه در مکان و محیط آزمایشگاهی، گونه مناسبی برای این‌گونه مطالعات است. در این پژوهش پارامترهای بیومتری صدف *Solen dactylus* از جمله، عرض، طول، وزن عضله و در نهایت داده‌های وزن کل حاصل از آن‌ها جهت اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین سرب و کادمیوم بررسی شد. مهم است بدانیم با توجه به مطالعات کمی که در منطقه و بر روی گونه مورد مطالعه صورت گرفته است، مقایسه مستقیم مطالعات قبلی با مطالعه حاضر به‌دلیل متفاوت بودن نوع گونه، روش کار و ایستگاه متفاوت کار سختی است. نتایج حاصل از محاسبه و انحراف معیار پارامترهای بیومتری در صدف *Solen dactylus* در ایستگاه‌های تیاب و سیریک نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین داده‌های عرض صدف در دو ایستگاه مورد مطالعه وجود دارد، به گونه‌ای که مقادیر عرض صدف، در نمونه‌های جمع‌آوری شده از ایستگاه سیریک بالاتر از ایستگاه تیاب می‌باشد. اما در رابطه با بیومتری طول صدف، بررسی‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین طول صدف در نمونه‌های دو ایستگاه سیریک و تیاب وجود ندارد. نتایج به‌دست آمده در رابطه با وزن عضله در صدف هر دو ایستگاه اختلاف معنی‌دار بین داده‌های اندازه‌گیری شده را نشان داد، به گونه‌ای که وزن عضله صدف *Solen dactylus* در ایستگاه سیریک دارای مقادیر بالاتری نسبت به ایستگاه تیاب است. در نهایت در رابطه با مطالعه بیومتری صدف، بین داده‌های وزن کل در دو ایستگاه اختلاف معنی‌دار وجود دارد، به گونه‌ای که ایستگاه سیریک مقادیر بالاتری نسبت به ایستگاه تیاب دارد. به‌طور کلی سه عامل، تفاوت در میل ترکیبی، تفاوت میزان تجمع درون سلولی فلزات (متاثر از سیستم‌های جذب یا دفع) و قابلیت‌های ایجاد تغییر صورت‌بندی مطلوب، در ویژگی‌های فلزات در بدن موجودات زنده دخیل می‌باشند. اصولاً نتایج تحقیقات محققین نشان‌دهنده آن است که الگوی تجمع فلزات سنگین در بافت‌های جانوران به سرعت‌های جذب و دفع آن‌ها در بافت مورد نظر بستگی دارد. با بزرگ شدن ابعاد بدن در دوکفه‌ای‌ها، کاهش نسبت سطح به حجم و در آبزیان بزرگ‌تر (مسن‌تر) کاهش فعالیت‌های متابولیک (سوخت و ساز) دیده می‌شود که هر دو عامل مزبور منجر به کاهش میزان جذب فلزات با افزایش ابعاد بدن آبزیان می‌گردد. البته نتایج تحقیقات مختلف حاکی از آن است که به ویژه در دوکفه‌ای‌ها مکانیسم‌های متنوعی در این رابطه دخیل می‌باشند که بسته به نوع گونه و نوع فلز ممکن است منجر به کاهش یا افزایش و یا عدم تغییر میزان تجمع فلزات با افزایش ابعاد بدن گـردد. البته طبق تحقیق Hédouin و همکاران، از آن‌جایی‌که معمولاً، ارتباط معنی‌داری بین اندازه بدن و تجمع فلزات در دوکفه‌ای‌ها وجود دارد و صدف‌ها با اندازه‌های مختلف با توجه به نیازهای متابولیکی بدن و نسبت سطح به حجم میزان متفاوتی از فلزات را انباشته می‌کنند (۱۶). در رابطه با بررسی میانگین غلظت‌های فلزات سرب و کادمیوم نتایج نشان داد که بین ایستگاه‌های تیاب و سیریک اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به گونه‌ای که مقادیر فلز سرب و کادمیوم در ایستگاه تیاب بالاتر از ایستگاه سیریک می‌باشد. با توجه به نزدیک بودن نسبی موقعیت دو ایستگاه نمونه‌برداری، مشترک بودن منابع انتشار عناصر مورد نظر در محدوده ایستگاه‌ها، بیش‌تر بودن میزان تجمع عناصر در ایستگاه تیاب را می‌توان به‌دلیل وجود کانون‌های آلاینده بیش‌تر در این ایستگاه ارتباط داد. این امر می‌تواند به‌دلیل وجود استخرهای پرورش میگو، وجود سردخانه‌های ماهی و میگو، وجود اسکله جهت پهلوگیری لنج‌های تجاری، وجود کارگاه‌های لنج‌سازی، وجود پمپ بنزین جهت سوختگیری وسایل نقلیه دریایی، توسعه شهرنشینی و رشد جمعیت به‌همراه گسترش فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی و اقتصادی در محدوده تیاب دانست که، سبب ورود انواع آلاینده‌ها و آثار منفی بر شرایط کیفی تالاب از جمله تاثیر بر صدف‌ها و دیگر آبزیان خواهد شد. کادمیوم یکی از اجزای طبیعی تشکیل‌دهنده سنگ‌های فسفاته می‌باشد و در مناطقی از جهان که شامل لایه‌هایی از سنگ‌ها باشد. میزان این فلز در بین سایر فلز افزایش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد (۱۷). Cheggor و همکاران، غلظت بالایی از کادمیوم را در مناطقی نزدیک به کارخانجات تولید اسید

فسفریک و کارخانه سنگ گچ به‌دست آوردند(۱۸). دیگر منابع کادمیوم در نزدیکی صنایعی که از پروسه‌های حرارتی استفاده می‌کنند، هم‌چنین در مناطق نزدیک به کارخانجات عمل‌آوری سیمان که این مواد را در هوا پراکنده می‌کنند، وجود دارد(۱۷). در مطالعه‌ای که توسط عبدالوند، بر روی ۴ فلز نیکل، وانادیوم، سرب و کادمیوم در جزایر قشم و هرمز با استفاده از صدف صخره‌ای *Sacostrea cucullata* انجام شد. غلظت کادمیوم در همه ایستگاه‌ها به‌جز ایستگاه‌های درگهان و اسکله فجر در فصل زمستان با هم اختلاف معنی‌داری نشان نداد (۱۹). با توجه به خاکشناسی جزایر قشم و هرمز و وجود لایه‌های فراوانی از سنگ گچ و نمک در خاک این جزایر احتمالاً غلظت کادمیوم موجود در بافت نرم ایستگاه‌های مختلف ناشی از غلظت طبیعی این عنصر باشد، وجود شهرک صنعتی طولا در شهر قشم و هم‌چنین وجود کارخانجات سیمان در این شهرک (۲۰)، امکان آلودگی هوا در این منطقه و انتقال آن به آب دریا از طریق بارش‌ها در فصل زمستان وجود دارد. Cravo و همکاران، دریافتند که نرم‌تنان از بافت سخت خود جهت سم‌زدایی فلزات سنگین سمی و غیرضروری و هم‌چنین فلزات سنگین ضروری که بیش از حد در بافت نرم تجمع می‌کنند، استفاده می‌کنند (۲۱). Farlane و همکاران، با بررسی‌هایی که درخصوص تجمع فلزات مس، سرب و نیکل در پوسته و بافت نرم *Pinctata imbricate* انجام دادند، دریافتند که تجمع فلزات در پوسته و بافت نرم روند مشابهی را طی می‌کند (۲۲). درحالی‌که میزان رقیق‌سازی فلزات در بافت سخت کم‌تر می‌باشد از منابع اصلی سرب در محیط‌زیست شامل فعالیت معدن‌کاوی، فرآیندهای ذوب و تصفیه سرب و دیگر فلزات می‌باشد. در تحقیقی که Szefera و همکاران، بر روی صدف *M. galoprovincials* غلظت فلزات کادمیوم، سرب و روی را در بافت نرم و سخت این صدف در امتداد سواحل غربی مالزی موردارزیابی قرار دادند، آن‌ها دریافتند که کادمیوم، سرب و روی به‌راحتی در پوسته تجمع می‌یابند (۲۳). میزان کادمیوم و سرب در پوسته نسبت به غلظت این فلزات در بافت نرم بالاتر بود. در عین حال غلظت فلز روی در بافت نرم دارای غلظت بالاتری بود. منابع اصلی سرب در محیط زیست شامل ناشی شدن از سرب از فعالیت‌های معدن‌کاوی، و فعالیت‌های ذوب و تصفیه سرب و دیگر فلزات می‌باشد(۱۷). Maanan، دریافت که اثر محل نمونه‌برداری در ایجاد اختلاف معنی‌دار در غلظت فلزات سنگین قابل ملاحظه‌تر از اثر تغییرات فصلی می‌باشد(۱۷). Maanan، غلظت فلزات سنگین نیکل، سرب و کادمیوم را در دو منطقه مختلف موردارزیابی قرارداد و غلظت فلزات سنگین فوق را در Oyster در لاگون *Oualidia* به‌ترتیب Ni>Cd>Pb و در لاگون *Sidimoussa* به‌ترتیب Ni>Pb>Cd محاسبه کرد و هم‌چنین بالاترین غلظت فلزات را در بافت نرم صدف در فصل گرم به‌دست آورد (۲۴). Maanan، بیش‌ترین غلظت فلزات را در ایستگاه‌های نزدیک به مناطق مسکونی و صنعتی بدست‌آورد و پایین‌ترین غلظت را برای ایستگاه‌هایی به‌دست آورد که از مناطق مسکونی فاصله داشتند وی اختلاف معنی‌دار بین فصول مختلف برای غلظت فلزات سنگین در Oyster به‌دست آورد (۲۴). ورود فلز سرب به خلیج فارس می‌تواند ناشی از ترکیبات نفتی، تردد، نشت و تخلیه آب توازن نفتکش‌ها، فاضلاب‌های صنعتی و شهری، کودهای شیمیایی و حیوانی، صنایع آبکاری و تجهیزات الکترونیکی، روغن‌های مستعمل و سوخت شناورها، صنایع غذایی و رهاسازی سرب از رنگ بدنه کشتی‌ها و شناورها باشد. در این میان وجود صنایع مختلف و تخلیه پساب‌های صنعتی حاوی انواع فلزات سنگین را می‌توان به‌عنوان مهم‌ترین دلایل آلودگی با فلز سرب برشمرد (۲۵). علاوه بر این، سرب یکی از فلزات تشکیل‌دهنده بنزین شناورها و قایق‌ها نیز هست و به‌دلیل تردد، توقف زیاد این وسایل، مقدار زیادی از پساب ناشی از سوخت آن‌ها وارد محیط می‌شود (۱۴). با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان گفت که عواملی نظیر زیستگاه صدف دسته چاقویی بر روی میزان تجمع فلزات سنگین سرب و کادمیوم موثر می‌باشد، به‌طوری که ایستگاه تیاب آلودگی بالاتری نسبت به ایستگاه سیریک نشان داد. هم‌چنین به‌نظر می‌رسد ایستگاه‌های مورد مطالعه از نظر میزان سرب، سطح بالاتری نسبت به کادمیوم دارند. البته این تحقیق نشان داد که میزان این فلزات سنگین در بافت صدف دسته چاقویی در ایستگاه تیاب بیش‌تر از استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) بوده و هم‌چنین در منطقه سیریک غلظت فلز سرب کم‌تر و غلظت فلز کادمیوم بیش‌تر از سازمان بهداشت جهانی (WHO) می‌باشد، بنابراین به‌نظر می‌رسد مصرف صدف دسته چاقویی هم به‌عنوان غذای میگو و هم توسط انسان باید با ملاحظات بهداشتی همراه باشد. با این‌حال، پیدایش و وجود آلودگی در این محیط نگران‌کننده است. به‌طورکلی می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که ورود آلاینده‌های مختلف از جمله آلاینده‌های حاصل از آبزی‌پروری و کشاورزی، صنایع موجود در استان هرمزگان، فعالیت‌های انسانی نظیر قاچاق سوخت‌های فسیلی، فاضلاب‌های شهری که در نهایت پساب آن‌ها به خلیج فارس وارد می‌شود، موجب پدید آمدن آلودگی فلزات سنگین در آب می‌گردد. فلزات سنگین پس از ورود به اکوسیستم‌های آبی در بدن آبزیان تجمع می‌یابد و در جریان چرخه‌های زیستی به سطوح غذایی بالاتر و در نهایت انسان منتقل می‌شود. از آن‌جایی‌که یکی از مهم‌ترین راه‌های در معرض قرار گرفتن انسان با فلزات سنگین دریافت این عناصر از طریق منابع غذایی می‌باشد، بنابراین با توجه به نقش و اهمیت بافت صدف دسته چاقویی در تغذیه میگو و نهایت انسان، باید مدیریت بهتر و بیش‌تری در جهت کنترل منابع آلاینده صورت گیرد تا ذخایر آبزیان که به‌عنوان یکی از منابع مهم پروتئین است دچار صدمات کم‌تری گردد.

منابع

1. **Abbaspour, M., 1998**. Environmental Engineering. Vol. 1. Publications of Scientific Azad University. 258 p. (In Persian)
2. **Ansari, H., Shalbaf, M., Kashi, M. and Alavi, A., 2005.** Report on the monitoring of shrimp stocks in the coastal waters of the Persian Gulf (Khuzestan), South Country Aquaculture Research Center, Ahvaz. 39 p. (In Persian)
3. **Hosseinzadeh Sahafi, H., Doguqi, B. and Ramshi, H., 2000.** Atlas of Persian Gulf molluscs. Publications of the Iranian Fisheries Research Institute. 169 p. (In Persian)
4. **Kennish, J.M., 1997.** Pollution Impacts on Marine Biotic Communities, CRC Press, Boca Rrtton, New York. 2-95.
5. **Machiwa, J.F., 1992.** Heavy metal content in coastal sediments off Dar es Salaam, Tanzania. Marine Pollution Bulletin. EI 112-191M.
6. **Wen, C., Kao, C.M., Chen, C.F. and Dong, C.D., 2007.** Distribution and accumulation of heavy metals in sediments of Caohsiung harbor, Taiwan. Chemospher. 66(2): 1431-1440.
7. **Pote, J., Haller, L., Loizeau, J., Bravo, A.G., Sastre, V. and Wildi, W., 2008.** Effects of a sewage treatment plant outlet pipe extension on the distribution of contaminants in the sediments of the Bay of Vidy, Lake Geneva, Switzerland. Bioresource Technology. 99(1): 7122-7131.
8. **Karsten, J., Gjengedal, E. and Mobbsa, H.J., 2008.** Trace element exposure in the environment from MSW landfill leachate sediments measured by a sequential extraction technique. Journal of Hazardous Materials. 153(2): 751-758.
9. **Dennis, A., Robinson, I. and Johanson, A., 2005.** Relationships between heavy metal levels in the water column and sediment in a Palachicola bay Florida. American Journal of Environmental Science. 1(1): 179-186.
10. **Delman, O., Demirak, A. and Balci, A., 2006**. Determination of heavy metals (Cd, Pb) and trace elements (Cu, Zn) in sediments and fish of the southeastern Aegean Sea (Turkey) by atomic absorption spectrometry. Food chemistry. 26(2): 157-162.
11. **Turkmen, A., Turkmen, M. and TePE, Y., 2005.** Biomonitoring of Heavy Metals from Iskenderun Bayn Using Two Bivalve Species *Chama pacifica* Broderip, 1834 and *Ostrea stentina* payraudeau, 1826, Turkish Journal of Fisheries and Aquqtic Science. 5(1): 107-111.
12. **Yap, C.K., Ismail, A., Tan, S.G. and 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. Environmental toxicological chemistry. 19(2): 535-542.
13. **Yap, C.K., Ismail, A., Tan, S.G. and Rahim, A., 2003.** Can the shell of the green- lipped mussel *Perna viridis* from the west coast of Peninsular Malaysia be a potential biomonitoring material for Cd, Pb, and Zn Estuarine, Coastal and Shelf Science. 57(1): 623-630.
14. **Pourang, N., Ghanbari Baghestani, F., Lamei Rashti, M., Mrotazavi, M.S., Kamali, E. and Varasteh, T., 2016.** Evaluating the potential of a bivalve species from the intertidal zone of the Persian Gulf for biomonitoring of trace elements using a nondestructive analytical method. Iranian Scientific Fisheries Journal. 24(4): 65-85. (In Persian)
15. **Chen, Y. and Chen, M., 2001.** Heavy metal concentrations in nine species of fishes caught in coastal waters off Ann-Ping, S.W. Taiwan. Journal of Food and Drug Analysis. 9: 107-114.
16. **Hedouin, L., Bustamante, P., Churlard, C., Pringault, O., Fichez, R. and Warnau, M., 2009.** Trends in concentraction of selected metalloid and metals in two bivalves from the coral reefs in the SW lageon of New Caledania. Ecotoxicology and Environmental Safty. 72: 372-381.
17. **Maanan, M., 2007.** Biomonitoring of Heavy Metals Using *Mytilus galloprovincialis* in Safi Coastal Waters Morocco. Published online in Safi Costal Waters, Morocco. Published online in Wiley InterScience. Environmental Toxicology. 22(5): 525-531.
18. **Cheggur, M., Langston, W.J., Chafic, A., Texier, H., Idrissi, H. and Boumezzough, A., 1999.** Phosphate indastery discharges and thire impact on metal contamination and intertidal macrobenthos: Jorf Lasfer and Safi coastline (Morocco). Toxicol Environ Chem. 70(1): 159-189.
19. **Abdulvand, S., 2010.** Biomonitoring of heavy metals (nickel, vanadium, lead, cadmium) in Qeshm and Hormoz islands using rock oyster *Saccostrea cucullata*. Master's thesis of Khorramshahr University of Science and Technology, Faculty of Marine Sciences. (In Persian)
20. **Geographical Organization of the Ministry of Defense and Armed Forces Support. 1999.** Geographical Information Management, Birth certificates of settlements in the country, Qeshm city. (In Persian)
21. **Cravo, A., Foster, P. and Bebianno, M.J., 2004.** Minor and trace elements in the shell of *Patella aspera.* Environment International. 28(2): 295-302.
22. **Farlane, G.R.M., Gifford, S., Dunstan, R.H., Connor, W.O. and Russell, R.A., 2006.** The Akoya pearl oyster shell as an archival monitor of lead exposure. Environmental Pollution. 143(3): 166-173.
23. **Szefera, P., Kima, B.S., kimb, C.K., Kimb, E.H. and Leeb, C.B., 2005.** Distribution and coassociations of trace elements in soft tissue and byssus of *Mytilus galloprovincialis* relative to the surrounding seawater and suspended matter of the southern part of the Korean Peninsula. Environmental Pollution. 129(2): 209-228.
24. **Maanan, M., 2008.** Heavy metal concentrations in marine mollusks from the Moroccan coastal region. Environ. Pollut. 153: 176-173.
25. **Koshafar, A. and Velayatzadeh, M., 2015.** Comparison of bioaccumulation of heavy metals in muscle of two species *Liza abu* and *Acanthopagrus latus* from Bahmanshir River in summer. Wetland Ecobiology. 6(4) :59-72. (In Persian)