مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

بررسی غلظت فلزات سنگین مس، نیکل و روی در *Acanthopleura vaillantii* سواحل خلیج چابهار

پروین صادقی[1*]، محمد دربازی[2]

[1] گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی، چابهار

[2] گروه اقیانوس شناسی، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۴/۱۱/۲۱
اصلاح: ۹۵/۰۳/۱۵
پذیرش: ۹۵/۰۴/۰۴

کلمات کلیدی:
آلودگی
فلزات سنگین
کیتون
Acanthopleura vaillantii

چکیده

با توجه به اهمیت خلیج چابهار به عنوان یکی از مناطق استراتژیک دریایی و نیاز به کسب اطلاعات از وضعیت آلودگی این منطقه در این پژوهش غلظت فلزات مس، نیکل و روی در بافت نرم کیتون *Acanthopleura vaillantii* از ۵ ایستگاه با سه تکرار در سواحل خلیج چابهار در پاییز ۱۳۹۴مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌ها پس از جمع‌آوری، به آزمایشگاه منتقل و پس از مراحل آماده‌سازی و هضم شیمیایی، میزان فلزات سنگین بافت نرم کیتون با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل، بیانگر آن بود که میانگین تجمع فلزات سنگین، در بافت نرم کیتون، الگویی به صورت Cu<Ni <Zn دارد. تحلیل‌های آماری نیز نشان داد که تمام ایستگاه‌ها با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند ($P<0.05$). میانگین غلظت فلزات مس، نیکل و روی در ۵ ایستگاه به ترتیب ۰/۱۲±۵/۴۵، ۰/۲۲± ۱۵/۵۹ و ۰/۱۹± ۲۱/۲۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک بافت اندازه‌گیری شد که در این میان کیتون‌های ایستگاه ۱ (اسکله‌ی شهید کلانتری) بیشترین و ایستگاه ۲ (ساحل دانشگاه دریانوردی) کمترین میزان فلزات سنگین را نشان دادند. طی مقایسه نتایج با استانداردهای US FDA، FAO و مؤسسه‌ی استاندارد ایران، میزان فلزات مس و روی کمتر، ولی میزان فلز نیکل بیشتر از حد مجاز استانداردها بود. این آلودگی می‌تواند به علت فعالیت‌های انسانی نظیر تجارت دریایی و کشتیرانی، فاضلاب‌های شهری و صنعتی و غیره باشد.

مقدمــه

عناصری که جرم اتمی آنها بالاتر از ۵۵/۸ گرم بر مول باشند، جزء فلزات سنگین به شمار می‌روند. از ویژگی این آلودگی‌ها در محیط زیست، غیرقابل تجزیه بودن آن‌ها و در نهایت، تماس با آبزیان و تجمع در بافت موجودات می‌باشد (Javid and Samadyar, 2006). افزایش جمعیت در محیط‌های ساحلی، افزایش فعالیت‌های صنعتی و برداشت نفت از محیط‌های دریایی و ورود آلاینده‌ها به دریا سبب شده است که محیط‌های دریایی و سواحل به شدت در معرض آسیب‌های ناشی از آلاینده‌ها باشند (De Mora *et al*., 2004). بسیاری از موجودات آبزی، فلزات سنگینی را که مقادیر آن‌ها از حد مجاز در محیط‌زیست فراتر رفته است، از طریق غذا، آب و رسوبات در بافت‌های بدن خود تجمع می‌دهند (Espericueta-Frias *et al*., 2009). در اثر تجمع زیستی فلزات سنگین در آبزیان و صید آنها توسط انسان، بیشترین اثر تخریبی این آلودگی‌ها مورد توجه انسان می‌باشد. خلیج چابهار از اکوسیستم‌های آبی کشور با حساسیت بالا نسبت به آلودگی‌ها از جمله فلزات سنگین است و با توجه به شرایط خاص

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: parvin.sadeghi@gmail.com

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.6.3.12.4]

مورفولوژیکی و زیستی خود به عنوان پذیرنده آلودگی فلزات سنگین به دو صورت طبیعی و مصنوعی می‌باشد. همچنین با بالا بودن میزان خورندگی آب خلیج چابهار، فرآیندهای طبیعی مثل فرسایش صخره‌ها و بالا آمدگی ترکیبات بازالتی اقیانوسی ناشی از فرورانش پوسته‌ی اقیانوسی هند به زیرصفحه‌ی جازموریان، آزاد شدن فلزات سنگین در آب این منطقه را تسریع می‌بخشند (Amjadi *et al.*, 2013). آلودگی خلیج چابهار به فلزات سنگین از طریق فعالیت‌های انسانی نیز در حال افزایش است. تخریب زودهنگام بدنه رنگ آمیزی شده لنج‌های صیادی و کشتی‌های تجاری در خلیج توسط آب، آلودگی‌های صنعتی و خانگی و غیره باعث ورود برخی فلزات سنگین به محیط زیست می‌شوند (Zare and Yazdani, 2012). با تجمع فلزات سنگین در موجودات آبزی این آلودگیها با درصد تجمعی بالا به سایر موجودات زنجیره غذایی انتقال می‌یابند که این موضوع اهمیت بررسی مسئله را نشان می‌دهد.

از نظر تنوع زیستی در خلیج چابهار، نرم‌تنان از بیش‌ترین میزان تراکم و پراکنش برخوردارند (Kazemian *et al.*, 2011). نرم‌تنان به دلیل راندمان بالای ریزه‌خواری، تحرک کم، پراکنش جغرافیایی گسترده، تحمل دامنه وسیع درجه حرارت، شوری، کدورت، قابل دسترس بودن در سرتاسر سال، شناسایی آسان، پتانسیل بالای تجمع زیستی و ایفای نقش مهم اکولوژیکی در محیط، می‌توانند انعکاس‌دهنده مناسبی از وضعیت کمی فلزات سنگین در محیط زیست خود باشند (Yap *et al.*, 2002; Vázquez-Sauceda *et al.*, 2011). لذا نرم‌تن کیتون که از رده چندکفه‌ای‌ها است و گونه‌ی *Acanthopleura vaillantii* که فراوانی بسیاری در سواحل صخره‌ای خلیج چابهار دارد جهت اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین، در ایستگاه‌هایی از این منطقه که احتمال آلودگی بالا بود، انتخاب شد.

مطالعات چندانی در خصوص تجمع فلزات سنگین در بافت نرم کیتون در داخل و خارج از کشور انجام نشده است. ولی در خصوص نرم‌تنان دیگر پژوهش‌های متعددی صورت گرفته است. در این مورد می‌توان به مطالعات، Ziyaadini و همکاران (٢٠١٥) روی غلظت فلزات سنگین در بافت نرم *Chiton lamyi* و آب در سواحل خلیج چابهار، Mohammad Karami و همکاران (٢٠١٣) روی غلظت فلزات سنگین در دوکفه‌ای *Pinctada radiate* در جزیره قشم، Hamed و Emara (٢٠٠٦) روی غلظت فلزات سنگین در رسوب، آب و نرم‌تن *Patella caerulea* در خلیج سوئز و Saiz-Salinas وRuiz (١٩٩٩)، روی غلظت فلزات سنگین در رسوب و دوکفه‌ای *Scrobicularia plana* در خور Bilbao (اسپانیا) اشاره نمود. به‌طوری که مطالعات آن‌ها بیانگر وجود آلودگی ناشی از فلزات سنگین در زیستگاه نرم‌تنان مورد مطالعه بوده است. با توجه به اهمیت خلیج چابهار به عنوان یکی از مناطق استراتژیک دریایی و نیاز به کسب اطلاعات از وضعیت آلودگی این منطقه، میزان تجمع فلزات سنگین در بافت نرم کیتون *Acanthopleura vaillantii* و مقایسه نتایج با مطالعات و نواحی مختلف در مطالعه حاضر مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

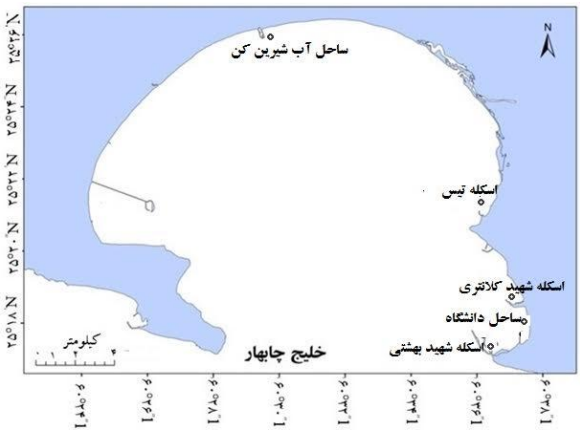
مطالعه‌ی حاضر در محدوده‌ی خلیج چابهار در طول سواحل صخره‌ای بین جزر و مدی انجام شد (شکل١). بدین منظور ۵ ایستگاه نمونه‌برداری که جزء مناطق فعال ساحلی با احتمال بالای آلوده‌سازی سواحل بودند، انتخاب شدند. مبنای دیگر انتخاب این ایستگاه‌ها به علت محل زیست گونه‌ی نرم‌تن مورد مطالعه بود. موقعیت جغرافیایی هر یک از ایستگاه‌ها و عمده فعالیت‌های در حال انجام در آن‌ها در جدول ١ ارائه شده است.

در عمده سواحل صخره‌ای منطقه خلیج چابهار گونه‌ی مورد مطالعه یعنی کیتون *A. vaillantii* زیست می‌کند (شکل٢). لذا نمونه‌برداری کیتون از ۵ ایستگاه در سواحل بین جزر و مدی صخره‌ای خلیج چابهار حین جزر کامل در آذر ماه ١٣٩۴ انجام شد. از هر ایستگاه تعداد ١۵ کیتون (در ٣ تکرار) جمع‌آوری شد. نمونه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه انتقال داده شدند تا مراحل تثبیت نمونه‌ها انجام شود. قبل از شروع مراحل هضم، بافت نرم کیتون‌ها با تیغ جدا گردید و داخل فریزر در دمای ٢٠- درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از اتمام مراحل جداسازی بافت نرم کیتون‌ها، نمونه‌ها در داخل آون در دمای ١٠۵ درجه‌ی

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.6.3.12.4]

سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند و تا ثابت شدن وزن، نمونه‌ها خشک گردیده و توسط هاون چینی پودر و یکنواخت شدند و پس از الک کردن و توزین آماده مراحل سنجش فلزات شدند (Xiaobo *et al*., 2008).



شکل ۱. نقشه و موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه



شکل ۲. نمایی از کیتون *Acanthopleura vaillantii* در سواحل خلیج چابهار

جدول ۱. موقعیت جغرافیایی و فعالیت‌های موجود در ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده

نام ایستگاه	موقعیت جغرافیایی	فعالیت های موجود در منطقه
ایستگاه ۱ (اسکله شهید بهشتی)	۲۵° ۱۷´ ۴۷/۶۰´N ،۶۰° ۳۷´ ۷۱/۸۹´E	مسکونی، پهلوگیری انواع شناورها، تخلیه و بارگیری کشتی‌ها و فعالیت‌های صید و صیادی
ایستگاه ۲ (ساحل دانشگاه دریانوردی)	۲۵°۱۸´ ۳۱/۶۰´N ،۶۰° ۳۷´ ۳۰/۶۳´E	اجتماعی و شهری
ایستگاه ۳ (اسکله شهید کلانتری)	۲۵°۱۸´ ۵۱/۸۰´N ،۶۰°۳۶´ ۵۲/۹۵´E	مسکونی،پهلوگیری انواع شناورها، تخلیه و بارگیری کشتی‌ها
ایستگاه ۴ (اسکله تیس)	۲۵° ۲۱´ ۱۹/۰۰´N ،۶۰°۳۵´ ۵۹/۷۷´E	اسکله صیادی و مجموعه تفریحی
ایستگاه ۵ (ساحل آب شیرین کنارک- چابهار)	۲۵° ۲۶´ ۷/۸۴´N ،۶۰°۲۹´ ۱۹/۵۱´E	فعالیت کارخانه آب شیرین کن

جهت سنجش فلزات مس، نیکل و روی در بافت نرم کیتون‌ها، ابتدا بافت عضلانی و نرم کیتون از پوسته خارجی آن جدا گردید و بافت نرم جهت سنجش میزان فلزات سنگین در دستگاه خشک کننده انجمادی خشک شد. سپس به ازای هر گرم پودر خشک یکنواخت شده، از ۷ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۶۵ درصد و ۳ میلی‌لیتر اسید هیدروکلریدریک ۳۷ درصد برای انجام مراحل هضم نمونه‌ها، استفاده شد (Mitra *et al*., 2012). نمونه‌ها تا زمان سنجش میزان فلزات سنگین در یخچال و دمای

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.6.3.12.4]

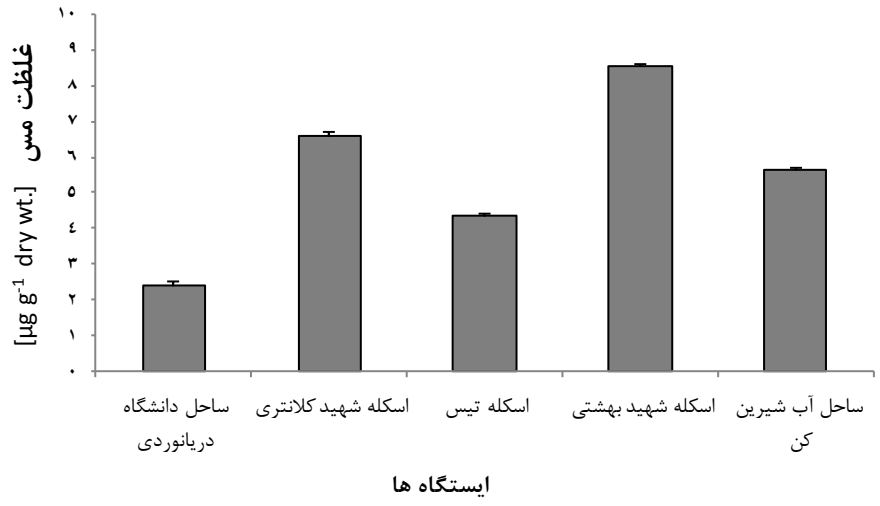
معمولی نگهداری شدند. سپس با تزریق نمونه‌ها به دستگاه جذب اتمی مدل Varian AA220 ساخت استرالیا، غلظت فلزات سنگین در هر نمونه و تکرار اندازه‌گیری شد. پردازش آماری داده‌ها به منظور مقایسه میانگین و اختلاف بین داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 20 و سنجش واریانس یکطرفه (One-Way ANOVA) انجام شد. داده‌های مربوط به هر سنجش به صورت مقدار میانگین ± انحراف معیار (mean± SD) بیان شده است. تست شاپیرو- ویلک برای اطمینان از نرمال بودن داده‌ها استفاده گردید و پس از حصول اطمینان از نرمال بودن توزیع مشاهدات، آنالیزهای آماری روی داده‌ها انجام شد. در صورت وجود اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها، پس آزمون توکی برای تفکیک داده‌ها انجام گرفت و اختلاف در سطح اطمینان بالای ۹۵٪ (P<۰/۰۵) بررسی گردید. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2010 رسم شد.

نتایـج

غلظت فلز مس در بافت نرم کیتون *A. vaillantii* در ایستگاه‌های مورد نظر بین ۰/۰۹±۲/۳۱ و ۰/۰۷±۸/۶۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک نمونه، سنجیده شد که ترتیب توالی غلظت فلز مس در ۵ ایستگاه به صورت ۱ > ۳ > ۵ > ۴ > ۲ بود. شکل ۳ میانگین غلظت اندازه‌گیری شده فلز مس در ایستگاه‌های نمونه‌برداری را نشان می‌دهد.

بیشترین میزان غلظت فلز نیکل با میانگین ۰/۰۲±۲۲/۴۷ میکروگرم بر گرم وزن خشک در ایستگاه ۱ (اسکله شهید بهشتی) و کمترین مقدار آن با میانگین ۰/۴۳±۸/۷۲ میکروگرم بر گرم وزن خشک در ایستگاه ۲ (ساحل دانشگاه دریانوردی) اندازه‌گیری شد. ترتیب توالی غلظت این فلز در ۵ ایستگاه به صورت ۱>۳>۵>۴>۲ بود. شکل۴ میانگین غلظت اندازه‌گیری شده فلز نیکل در ایستگاه‌های نمونه‌برداری را نشان می‌دهد.

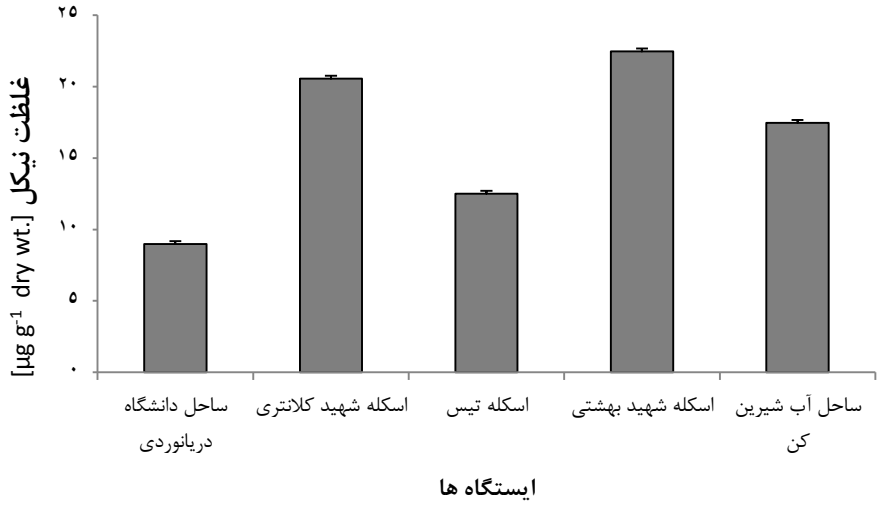
در سنجش میزان فلز روی نیز بالاترین مقدار ۰/۳۳±۳۵/۴۳ میکروگرم برگرم وزن خشک در ایستگاه ۱ (اسکله شهید بهشتی) و ۰/۱۲±۷/۰۷ میکروگرم برگرم وزن خشک در ایستگاه ۲ (ساحل دانشگاه دریانوردی) به عنوان کم‌ترین مقدار لحاظ شد. ترتیب توالی غلظت این فلز در ۵ ایستگاه نیز به صورت ترتیب توالی سایر فلزات بود. شکل ۵ میانگین غلظت اندازه‌گیری شده فلز روی در ایستگاه‌های نمونه برداری را نشان می‌دهد. آزمون آنالیز واریانس یک طرفه، اختلاف معنی‌داری را در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان داد. همچنین پس‌آزمون توکی مشخص کرد که تمام ایستگاه‌ها با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند (P<0.05) (جدول ۲). نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری فلزات سنگین در بافت نرم کیتون در جدول ۲ ارائه شده است. به علاوه الگوی تجمع فلزات سنگین مس، نیکل و روی در بافت نرم کیتون به این صورت می‌باشد: Cu<Ni <Zn.



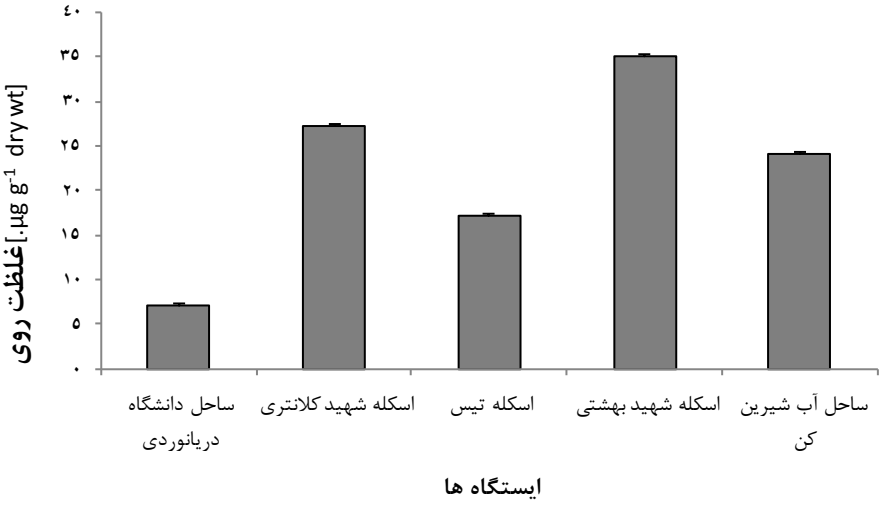
شکل ۳. میانگین غلظت فلز مس (میکروگرم بر گرم وزن خشک) اندازه‌گیری شده در بافت نرم *A. vaillantii*

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.6.3.12.4]



شکل ۴. میانگین غلظت فلز نیکل (میکروگرم بر گرم وزن خشک) اندازه‌گیری شده در بافت نرم *A. vaillantii*



شکل ۵. میانگین غلظت فلز روی (میکروگرم بر گرم وزن خشک) اندازه‌گیری شده در بافت نرم *A. vaillantii*

جدول۲. میانگین غلظت فلزات سنگین در بافت *A. vaillantii* (بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک) حروف نامتشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی دار ($P<0.05$) می‌باشد.

نام ایستگاه	انحراف معیار ± میانگین		
	مس	نیکل	روی
اسکله شهید بهشتی	۸/۵۳±۰/۰۷^{a}	۲۲/۴۵±۰/۰۲^{a}	۳۵/۰۸±۰/۳۳^{a}
ساحل دانشگاه دریانوردی	۲/۳۷ ±۰/۰۹^{b}	۸/۹۷±۰/۴۳^{b}	۷/۱۷ ±۰/۱۲^{b}
اسکله شهید کلانتری	۶/۶۰±۰/۱۷^{c}	۲۰/۵۵±۰/۰۷^{c}	۲۷/۲۴ ±۰/۱۸^{c}
اسکله تیس	۴/۳۲±۰/۱۱^{d}	۱۲/۵۰±۰/۰۶^{d}	۱۷/۱۶ ±۰/۱۱^{d}
ساحل آب شیرین کنارک- چابهار	۵/۶۲±۰/۱۱^{e}	۱۷/۴۷±۰/۱۰^{e}	۲۴/۰۵±۰/۰۵^{e}
میانگین	۵/۴۵±۰/۱۲	۱۵/۵۹±۰/۲۲	۲۱/۲۵ ±۰/۱۹

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.6.3.12.4]

بحث

غلظت فلزات سنگین اغلب در نرم‌تنان و دوکفه‌ای‌ها بیشتر از سایر موجودات است که در اکثر مطالعات به اثبات رسیده است (Lino *et al.*, 2016, Mostafa *et al.*, 2009, Li *et al.*, 2015). لذا در محیط‌های دریایی که تنوع گونه‌ای و حفظ زیستگاه‌های آبزیان بسیار حائز اهمیت است، بررسی میزان آلودگی آن‌ها و مقایسه‌ی آن با سایر استانداردها اولویت دارد. بر اساس نتایج به دست آمده، غلظت فلزات سنگین در کیتون *A. vaillantii* در ۵ ایستگاه نمونه‌برداری در خلیج چابهار، به ترتیب به صورت Cu<Ni <Zn بود. نتایج نشان داد که میزان فلز روی نسبت به دو فلز دیگر در بافت نرم کیتون بیشتر تجمع یافته است. مطالعه Mohammad Karami و همکاران (۲۰۱۳) در دوکفه‌ای *Pinctada radiate* و همچنین پژوهش Ashja Ardalan و همکاران (۲۰۰۵)، در دوکفه‌ای *Anodonta cygnea* برای فلز روی روند مشابهی را نشان داده است. همچنین طبق مطالعات Hamed و Emara (۲۰۰۶) روی شکم‌پای *Patella caerulea*، فلز روی نسبت به سایر فلزات از میزان تجمع بالایی برخوردار بود که علت آن منبع اصلی آلودگی فلزات سنگین در بخش شمالی خلیج سوئز، لنگراندازی کشتی‌ها، تخلیه فاضلاب‌ها و پساب‌های شهری عنوان شده است. به طور کلی افزایش سطوح فلز روی در اکوسیستم‌های آبی می‌تواند بر اثر تخلیه پساب‌های صنعتی، تخلیه و رسوب روی از طریق اتمسفر، شستشوی فاضلاب‌های محلی و مواد زائد فعالیت‌های معدنی، آفت‌کش‌ها و فرآیندهای گالوانیزاسیون باشد (Yim and Kim, 2006). ایستگاه‌های مورد بررسی در این پژوهش اسکله های صیادی و صنعتی هستند که بالتبع می توانند منبع ایجاد آلودگی در محیط باشند. اسکله‌های شهید بهشتی و شهید کلانتری به علت فعالیت‌های تجاری و کشتیرانی بسیار زیاد و رعایت نکردن اموری نظیر نحوه دفع فاضلاب لنج‌ها و کشتی‌ها و سوخت‌گیری نامناسب و رنگ‌کاری بدنه‌ی شناورها و غیره بیشترین آلاینده‌ها را در محیط ساحلی وارد می‌کنند (Gheytasi, 2013). رنگهایی که جهت پوشش بخش آبخور شناورها برای محافظت در برابر جانداران خورنده مانند برخی جلبکها و بارناکلها به کار میرود، حاوی حلالهای آلی مخلوط با مقادیر زیادی فلزات سمی به خصوص مس و روی هستند (Orlic and Tang, 1999). کارخانه آب‌شیرین‌کن کنارک- چابهار نیز با توجه به تصفیه آب شور دریا و دفع پساب خود به دریا منبع آلوده‌کننده‌ی منطقه آبی می‌باشد. طبق نتایج آنالیز فلزات سنگین در بافت نرم کیتون نیز میزان این فلزات در ۳ ایستگاه ذکر شده بالا بوده و نیاز به بررسی دقیق و هدفمند می‌باشد. نرم‌تنان، روزانه فلزات نامحلول در آب دریا را به شکل محلول یا به صورت خاص همراه با غذای مصرفی در حجم بالای آب جذب می‌کنند. روش‌های زیادی جهت تداوم همئوستاز فلزات ضروری و دفع مسمومیت ناشی از فلزات غیرضروری در بافت‌های نرم‌تنان وجود دارد که شامل جمع‌آوری فلزات برای پروتئین‌هایی با وزن مولکولی پایین، نظیر روش‌های ذخیره فلزات در رنگدانه‌های پوستی یا در اندامک‌های لیزوزوم خود جهت فعالیت‌های متابولیسمی بدن است. لذا نرم‌تنان بهتر از سایر آبزیان و آب اطراف خود در تجمع فلزات توانایی دارند (Mohammad Karami *et al.*, 2013). این امر می‌تواند یکی از عوامل تجمع بالای فلز روی در بافت کیتون‌ها به شمار آید.

میزان تجمع فلز مس کمتر از میزان تجمع فلز روی در بافت نرم کیتون برآورد گردید. نتایج این تحقیق با نتایج Ardalan Ashja و همکاران (۲۰۰۵) و Mohammad Karami و همکاران (۲۰۱۳) همخوانی دارد. به این صورت که میانگین فلز مس در این مطالعات مشابه مطالعه کنونی پایین، ولی میزان فلز روی اندازه‌گیری شده توسط آن‌ها بسیار بیشتر از مطالعه‌ی حاضر می‌باشد (جدول ۳). فلز مس از صنایع گوناگون نشأت گرفته و از طریق فیتوپلانکتون‌ها وارد زنجیره غذایی می‌شود. فلز مس و روی از فلزات ضروری برای نرم‌تنان می‌باشند (Ashja Ardalan *et al.*, 2005). برخی نرم‌تنان و شکم‌پایان از میزان زیادی فلز مس برای ساخت هموسیانین جهت تنفس سلولی خود بهره می‌برند، چرا که فلز مس یکی از فلزات ضروری جهت انجام فعالیت‌های آنزیمی در نرم‌تنان می‌باشد (Safahieh *et al.*, 2012).

نیکل عنصری سمی بوده که یا به صورت طبیعی از طریق بارش از خشکی به خلیج حمل می‌شود و یا به صورت مصنوعی از طریق منابع انسانی مثل تردد کشتی‌ها، قایق‌ها و نفتکش‌ها، نفت‌خام، فاضلاب‌های شهری و صنعتی به محیط زیست وارد می‌شود. میزان این فلز در مطالعه حاضر نسبت به سایر پژوهش‌ها بالا می‌باشد (۱۵/۵۹µg/g dry wt.). نیکل یک فلز غیرضروری برای نرم‌تنان بوده و طبق نتایج Saiz-Salinas و Ruiz (۱۹۹۹) و Mostafa و همکاران (۲۰۰۹) میزان جذب

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.6.3.12.4]

فلزات غیرضروری توسط نرم‌تنان کمتر از جذب فلزات ضروری می‌باشد و احتمال می‌رود چون منابع رهاسازی این فلز در ایستگاه‌های نمونه‌برداری این پژوهش، مانند سوخت‌گیری و تردد کشتی‌ها و فاضلاب ناشی از آن‌ها بالا می‌باشد، بالتبع تصفیه‌ی زیستی این فلز توسط نرم‌تن کیتون نیز بالا بوده و تجمع بیشتر صورت می‌گیرد.

جدول ۳. مقایسه مقادیر فلزات سنگین در *A. vaillantii* با سایر نرم‌تنان (میکروگرم بر گرم وزن خشک نمونه)

جاندار	منطقه	Cu	Ni	Zn	منبع
Pinctada radiate (دوکفه‌ای)	جزیره قشم	۶/۴۹	-	۷۶۹/۳۴	Mohammad Karami *et al*., 2013
Anodonta cygnea (دوکفه‌ای)	تالاب انزلی	۴/۸۳	-	۱۲۸/۲۷	Ashja Ardalan *et al.*, 2005
Chiton lamyi (چندکفه‌ای)	خلیج چابهار	۲۲/۹۶	-	-	Ziyaadini *et al.*, 2015
Scrobicularia plana (دوکفه‌ای)	خور Bilbao (اسپانیا)	۱۶۱	۳/۴۸	۴۱۳۹	Ruiz & Saiz-Salinas, 1999
Perna perna (دوکفه‌ای)	خلیج عدن	۶۷/۱	۲/۵	۳۰/۰	Mostafa *et al*., 2009
Patella caerulea (شکم‌پا)	خلیج سوئز	۱۲/۳۳	۹/۸۷	۱۸۳/۱۹	Hamed & Emara, 2006
A. vaillantii (چندکفه‌ای)	خلیج چابهار	۵/۴۵	۱۵/۵۹	۲۱/۲۵	مطالعه حاضر

سنجش غلظت آلاینده‌ها و مقایسه آن با استانداردهای تعریف شده جهانی روشی برای ارزیابی وضعیت سلامت محیط‌های آبی است تا بتوان به مدیریت هرچه بهتر این منابع ارزشمند دست یافت (Qari and Siddiqui, 2010). مقایسه غلظت فلزات در بافت *A. vaillantii* با استانداردهای مختلف جهانی، نشان می‌دهد که میزان فلز مس و روی مورد مطالعه پایین‌تر از حد مجاز استانداردهای US FDA، FAO و مؤسسه استاندارد ایران می‌باشد و میزان فلز نیکل بسیار بالاتر از حد مجاز استانداردهای ذکر شده است (جدول ۴).

به طور کلی به دلیل اینکه لنج‌های صیادی و غیرصیادی، در منطقه خلیج چابهار و ایستگاه‌های مذکور پهلو گرفته و به تعمیر و رنگ آمیزی آنها می‌پردازند که با توجه به حجم بالای تعداد لنج‌ها و قایقها و ورودی فاضلاب میزان غلظت فلزات در این منطقه افزایش می‌یابد که جهت حفاظت و مدیریت بهتر اکوسیستم دریایی مطالعات بیشتری در خصوص آلاینده‌ها لازم و ضروری است.

جدول۴. مقایسه مقادیر فلزات سنگین مس، نیکل و روی در بافت نرم کیتون در سواحل خلیج چابهار (µg/g dry wt.) با استانداردهای جهانی مختلف (FAO: Food and Agriculture Organization FAO, US FDA: United States Food and Drug Administration)

استاندارد	Cu	Ni	Zn	منبع
US FDA	۱۱/۵	۰/۸	-	Dehghan and Faraji, 2014
FAO	۳۰	۰/۵	۴۰	Shulkin *et al*., 2003
مؤسسه استاندارد ایران	۲۰	۱	۵۰	Dehghan and Faraji, 2014
مطالعه حاضر	۵/۴۵	۱۵/۵۹	۲۱/۲۵	مطالعه حاضر

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.6.3.12.4]

منابـع

Amjadi, S., Mahmudy Gharaie, M.H., Moussavi Harami, R., Mahboobi, A., Alizadeh, H. 2013. Geochemistry of siliciclastics major elements in Oman continental shelf, Chabahar: Implications for provenance, paleoclimatic conditions and tectonic setting. Sedimentary Facies. 6(1): 19-30. (in Persian).

Ashja Ardalan, A., Khoshkhoo, Zh., Rabani, M., Moeini, S. 2005. Comparative study for heavy metal concentration (Zn, Cu, Pb, Cd and Hg) in water, sediments and soft tissue of Anzali lagoon anodont (*Anodonta cygnea*) sampled in two seasons, Autumn and Spring (1383-1384). Pajouhesh and Sazandegi. 73: 103-113. (in Persian).

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. Marine Pollution Bulletin. 49: 410-424.

Dehghan, M., Faraji, B. 2014. Measuring the concentrations of heavy metals nickel, lead and copper in the Shahid Rajaee Port (*Crassostrea gigas*) oysters. Journal of Aquatic Animals and Fisheries. 5(18): 31-39. (in Persian).

Frias-Espericueta, M.G., Osuna-Lopez, I., Banuelos-Vargas, I., Lopez- Lopez, G., Muy-Rangel, M.D., Izaguirre-Fierro, G., Rubio-Carrasco, W., Meza-Guerrero, P.C., Voltolina, D. 2009. Cadmium, copper, lead and zinc contents of the Mangrove Oyster, *Crassostrea corteziensis*, of seven coastal Lagoons of NW Mexico. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 83: 595-599.

Gheytasi, H. 2013. Biological monitoring of heavy metals in the soft tissue of intertidal oysters of Chabahar Bay in the Oman Sea. MSc. thesis. Marin biology department. Chabahar Maritime University. 113 p. (in Persian).

Hamed, M.A., Emara, A.M. 2006. Marine molluscs as biomonitors for heavy metal levels in the Gulf of Suez, Red Sea. Journal of Marine Systems. 60: 220-234.

Javid, A.H., Samadyar, H. 2006. Modeling the effect of pH changes in the transfer of heavy metals (nickel and cadmium) in the Persian Gulf (Khoor Moosa). Environmental Science and Technology. 9(4): 1-14. (in Persian).

Kazemian, M., Delfieh, P., Khodadadi, M. 2011. Study on the frequency of bivalves and gastropods in the Tis rocky coast of the Chabahar Bay. Journal of Marine Biology. 4: 63-77. (in Persian).

Li, Y., Liu, H., Zhou, H., Ma, W., Han, Q., Diao, X., Xue, Q. 2015. Concentration distribution and potential health risk of heavy metals in Mactra veneriformis from Bohai Bay, China. Marine Pollution Bulletin. 97: 528-534.

Lino, A.S., Galvao, P.M.A., Longo, R.T.L., Azevedo-Silva, C.E., Dorneles, P.R., Torres, J.P.M., Malm, O. 2016. Metal bioaccumulation in consumed marine bivalves in Southeast Brazilian coast. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 34: 50-55.

Mitra, A., Barua, P., Zaman, S., Banerjee, K. 2012. Analysis of trace metals in commercially important crustaceans collected from UNESCO Protected World Heritage Site of Indian Sundarbans. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science. 12: 53-66.

Mohammad karami, A., Riyahi Bakhtiari, A., Kazemi, A., Kheirabadi, N. 2013. Assessment of toxic metals concentration using pearl oyster, *Pinctada radiate*, as Bioindicator on the Coast of Persian Gulf, Iran. Iranian Journal of Toxicology. 7(23): 956-961.

Mostafa, A.R., Al-Alimi, A.K.A., Barakat, A.O. 2009. Metals in surface sediments and marine bivalves of the Hadhramout coastal area, Gulf of Aden, Yemen. Marine Pollution Bulletin. 58: 290-311.

Orlic, I., Tang, S.M. 1999. Elemental depth profiles in marine sediments of Singapore coastal waters. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. 150: 291-297.

Qari, R., Siddiqui, S.A. 2010. A comparative study of heavy metal concentrations in red seaweeds from different coastal areas of Karachi, Arabian Sea. Indian Journal of Marine Science. 39(1): 27-42.

Ruiz, J.M., Saiz-Salinas, J.I. 1999. Extreme variation in the concentration of trace metals in sediments and bivalves from the Bilbao estuary (Spain) caused by the 1989±90 drought. Marine Environmental Research 49: 307-317.

Safahieh, A.R., Farhad, M., Nabavi, S.M.B., Ghanemi, K., Movahedinia, A., Darabpour, M. 2012. Accumulation of Heavy Metals Ni, V, Cu and Pb in Sediments and Bivalves Crassostrea gigas in Bandar Imam Khomeini. Oceanography. 2(8): 49-59. (in Persian).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.6.3.12.4]

Shulkin, V.M., Presley, B.J., Kavun, V.I. 2003. Metal concentrations in mussel *Crenomytilus grayanus* and oyster assimilation of sediment-bound metals in clams and mussels. Environmental Science *and* Technology. 34: 91-99.

Vázquez-Sauceda, M.D.L, Aguirre-Guzmán, G., Sánchez-Martínez, J., Pérez-Castañeda, R. 2011. Cadmium, lead and zinc concentrations in water, sediment and oyster (*Crassostrea virginica)* of San Andres Lagoon, Mexico. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 23: 1-5.

Xiaobo, L., Linzhi, J., Yunlong, Z., Qun, W., Yongxu, C. 2008. Seasonal bioconcentration of heavy metals in *Onchidium struma* (Gastropoda: Pulmonata) from Chongming Island, the Yangtze Estuary, China. Journal of Environmental Sciences. 11: 255-262.

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 plants: pathogen pollution, climate change and agro technology drivers. Trends in Ecology & Evolution. 19: 535-544.

Yim, J.H., Kim, S.D. 2006. Effects of hardness on acute toxicity of metal mixtures using *Daphnia magna*. Journal of Hazardous Material. 138: 16-21.

Zare, R., Yazdani, M. 2012. Survey and introduction of environmental contamination and pollution sources in Gulf Coast. First national conference of Makran coast and the maritime authority of the Islamic Republic of Iran. 5 p. (in Persian).

Ziyaadini, M., Mehdinia, A., Yousofiyanpour, Z. 2015. Assessment of *Chiton lamyi* mollusk as a biological Indicator of heavy metals such as Cd, Cu, As and Hg in the coast of Chabahar Bay. Journal of Marine Science and Technology. 14(2): 41-50. (in Persian).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.6.3.12.4]