مجله بوم شناسی آبزیان

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

مقایسه مکانی غلظت سرب در رسوبات و سه گروه از ماکروبنتوزها (خرچنگ ها، شکم پایان و دوکفه ای ها) در سواحل بندرعباس

کیوان اجلالی[۱*]، رضوان موسوی ندوشن[۱]، علی ماشینچیان[۱]، سید محمدرضا فاطمی[۱]، محمدصدیق مرتضوی[۲]

[۱] دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

[۲] پژوهشکده اکوژی خلیج فارس و دریای عمان، بندرعباس

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۳/۰۳/۲۴
اصلاح: ۹۳/۰۶/۲۰
پذیرش: ۹۳/۰۶/۲۵

کلمات کلیدی:
ماکروبنتوز
زنجیره غذایی
فلزات سنگین
خلیج فارس

چکیده

فلزات سنگین جزو آلودگی های پایدار محسوب می شوند که در بدن موجودات تجمع و تغلیظ می یابند. مقایسه مکانی غلظت سرب در سه گروه از ماکروبنتوزها شامل شکم پایان، دو کفه ای ها و خرچنگ ها و نیز در رسوبات در اسفند سال ۹۱ با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد. میانگین غلظت سرب رسوب در خور گورسوزان با مقدار ۰/۳۵۹ بیشترین و در پشت شهر با مقدار ۲۱۶ µg/g ۰/ دارای کمترین غلظت بود. در خرچنگ ها غلظت سرب در خور گور سوزان با ۰/۴۷ µg/g و در پشت شهر با مقدار ۰/۲۷ µg/g در دوکفه ای‌ها در اسکله باهنر با ۰/۳ µg/g، خور گورسوزان با ۰/۰۱ µg/g و در شکم پایان نیز در اسکله با هنر با مقدار ۰/۱۵ µg/g و در خور گورسوزان با ۰/۰۳۹ µg/g به ترتیب دارای بیشترین و کمترین غلظت سرب می باشند. مقایسه غلظت سرب در گروه‌های سه گانه ماکروبنتوز نشان داد که خرچنگ ها > دوکفه ایها > شکم پایان دارای غلظت سرب در بدن خود هستند. همبستگی معنی دار بین غلظت سرب در رسوبات و خرچنگ ها و عدم این همبستگی بین رسوبات با شکم پایان و دوکفه‌ای‌ها نشان داد که خرچنگ ها می توانند سرب موجود در بدن خود را به طور مستقیم از رسوبات دریافت نموده در صورتیکه نرمتنان این فلز را از سایر منابع سرب مثلاً سرب موجود در آب دریافت می کنند.

مقدمــه

اثرات آلودگی ناشی از فلزات سنگین در دریا از دیرباز همواره مورد توجه بوده است. فلزات نیز مانند هیدروکربن های کلر دار جزو آلاینده‌های پایدار می‌شوند. برخلاف آلاینده‌های آلی این آلاینده ها در معرض حمله تجزیه کنندگان نبوده و یا در مدت زمان طولانی این فرآیند صورت می پذیرد (Clark , 1992). از مشکلات دیگر این آلاینده ها عدم توانایی دفع آنها به وسیله موجوداتی است که به نحوی در معرض این آلاینده ها قرار می گیرند؛ به همین دلیل این به مصرف کنندگان بالای زنجیره غذایی منتقل شده و در آن‌ها بر اثر فرآیند بزرگنمایی زیستی ایجاد سمیت می کند. به این ترتیب شکارچیان رأس هرم مانند انسان‌ها در معرض غلظت‌های بالای یک ماده سمی پایدار در غذای خود قرار می گیرند (Clark, 1992).

به طور کلی فلزات را به سه گروه ۱- فلزات سبک مانند سدیم، پتاسیم، و کلسیم که معمولاً به صورت کاتیون در محیط آبی انتقال می یابند ۲- فلزات واسطه مانند آهن که در غلظت های پایین ضروری بوده و احتمالاً در غلظت های بالا سمی هستند

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: k_ejlali@yahoo.com

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.1.9.0]

۳- فلزات سنگین مانند جیوه و سرب که به طور معمول در فعالیت‌های متابولیک مورد نیاز نبوده و حتی در غلظت های پایین هم سمی هستند (Clark, 1992).

فلزات سنگین از طریق جو، رودخانه، تخلیه مستقیم فاضلاب ها و یا دفن لجن فاضلاب های شهری وارد آب‌های آزاد و در نتیجه وارد زنجیره‌های غذایی می‌شوند (Reinecke *et al*., 2003). این آلاینده ها به آسانی به وسیله مصرف کنندگان اولیه تجمع می یابند و سپس بر اثر انتقال به مصرف کنندگان در سطوح بالاتر در بدن آنها به صورت بزرگنمایی زیستی ظاهر می‌شود که در این مرحله خواص سمی آنها ظهور می‌نماید (Ali and Bream, 2010). ماکروبنتوزها به خصوص نرم‌تنان نشان داده اند که می توانند به عنوان نشانگرهای زیستی و نیز آبزیانی که سبب تجمع زیستی فلزات سنگین می شوند، عمل نمایند. این فلزات پایدار و تجزیه ناپذیر بوده و در آبزیان ایجاد مسمومیت می کنند. از جمله این فلزات سرب بوده که حتی در غلظت های پایین سبب ایجاد مشکلاتی در آبزیان می‌شوند (Kanakaraju and Arfiziah, 2009).

قرار گرفتن سواحل بندرعباس در مجاورت انواع منابع آلودگی مانند ورود فاضلاب های شهری و صنعتی، تردد بی شمار قایق‌ها و شناورهای سنتی و صنعتی، وجود انواع صنایع تولید برق و آلومنیوم و پالایشگاه ها و بالاخره حضور بی شمار گردشگرها در این سواحل در فصول مختلف سال ایجاب می نماید تا بررسی دقیق و جامعی در ارتباط با حضور یا عدم حضور برخی از فلزات سمی برای موجودات به خصوص سرب که حتی در مقادیر کم هم می توانند برای موجودات زنده سمی باشند انجام گیرد.

مواد و روش‌ها

بررسی و مقایسه مکانی غلظت فلزات سنگین در رسوبات و بافت سه گرو ه از ماکروبنتوز ها شامل خرچنگ ها، شکم پایان و دوکفه ای ها در ۵ ایستگاه ساحلی در سواحل بندرعباس (شکل ۱) در اسفند سال ۹۱ انجام شد. این ایستگاه ها شامل خور گورسوزان، اسکله پشت شهر، سورو، اسکله باهنر و نیروگاه بندرعباس می باشند.



شکل ۱. موقعیت ایستگا ه‌های نمونه برداری: ۱- خور گورسوزان، ۲- پشت شهر، ۳- سورو ، ۴- اسکله باهنر، ۵- نیروگاه

از روش (ROPME, 1999) به شرح زیر جهت استخراج و اندازه گیری میزان سرب در بافت و رسوب انجام شد. ۰/۲۵گرم از نمونه رسوب که از ایستگاه های نمونه برداری برداشت و در ظروف پلاستیکی عاری از هرگونه آلودگی قرار داده شده بود وزن شد و به داخل ویال های مخصوص انتقال یافت و پس از آن ۶ سی سی اسید نیتریک ۶۵ درصد و ۱ سی سی اسید پرکلریک ۶۵ درصد و مقدار ۱ سی سی آب اکسیژنه به آن اضافه شد. ویال ها پس از محکم کردن سرپوش، به داخل دستگاه مایکروویو انتقال یافت و دمای اولیه دستگاه روی ۱۸۰ درجه در زمان ۱۰ دقیقه و دمای ثانویه دستگاه روی همین دما به مدت ۲۰ دقیقه تنظیم شد. پس از سرد شدن، محتویات ویال ها از طریق کاغذ صافی به بالن ژوژه های با حجم ۵۰ سی سی انتقال یافت و سپس حجم آنها به وسیله آب مقطر به ۵۰ سی سی رسید و به قوطی های مخصوص انتقال داده شد. برای هضم و استخراج

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.1.9.0]

نمونه های بافت نیز ابتدا ۰/۵ گرم از بافت پودر شده نرمتنان، شکم پایان و خرچنگ ها به طور جداگانه وزن و پس از انتقال به ویال‌های مخصوص به هرکدام از آنها ۱ سی سی اسید نیتریک ۶۵ درصد و ۱ سی سی آب اکسیژنه ۳۰ درصد اضافه شد. سپس دمای مایکرویو را در ۴۰ دقیقه به ۱۸۰ درجه رسانده و نمونه ها به مدت ۲۰ دقیقه در این دما قرار گرفتند. ویال های حاوی نمونه پس از سرد شدن از صافی عبور و حجم آن با آب مقطر به ۵۰ سی سی رسانده شد. از دستگاه جذب اتمی برای اندازه‌گیری میزان سرب موجود در رسوب و بافت استفاده شد. قبل از آنالیز نمونه ها، از محلول‌های استاندارد عنصری که باید تعیین مقدارشود برای رسم منحنی کالیبراسیون استفاده شد تا به وسیله آنها بتوان غلظت عناصر در نمونه های مورد آزمایش را با توجه به میزان جذب نور آنها به دست آورد. برای اینکار حداقل ۳ غلظت مختلف از هریک از استانداردهای فلزی انتخاب و هریک از آنها را به داخل دستگاه تزریق نموده و میزان جذب آنها ثبت شد. همچنین برای صحت کار، از نمونه بافت آبزیان و رسوبات دارای گواهینامه بین المللی (Certified Reference Material) استفاده گردید که نتایج مربوط به آنها در جداول ۱ و ۲ آمده است.

از ANOVA یک طرفه تحت نرم افزار SPSS برای مقایسه میانگین ها در ایستگاه های مختلف و گروه‌های مختلف ماکروبنتوز و Exell جهت رسم نمودارهای مربوط به غلظت و میانگین غلظت ها استفاده شد.

جدول ۱. مقایسه نتایج حاصل از اندازه گیری و مقادیر موجود در بافت نمونه IAEA - 407 (برحسب میکروگرم برگرم وزن خشک)

عناصر	IAEA - 407	مقادیر اندازه گیری شده
کادمیم	۰/۱۸۵ ±۰/۱۲	۰/۱۸۶ ±۰/۱۷
مس	۳/۲۰±۰/۳۱	۳/۱۹ ±۰/۳۳
روی	۶۶/۳ ±۰/۸۹	۶۷/۹ ±۰/۷۶
سرب	۰/۱۰±۰/۰۵	۰/۰۹ ±۰/۰۶

جدول ۲. مقایسه نتایج حاصل از اندازه گیری و مقادیر موجود در رسوبات IAEA - 433 (برحسب میلی گرم برکیلوگرم)

عناصر	IAEA- 433	مقادیر اندازه گیری شده
کادمیم	۰/۱۴۵ ± ۵/۵	۰/۱۵ ± ۴/۵
مس	۳۰/۲ ±۰/۰۸	۳۰/۱۹ ±۰/۰۹
روی	۹۹ ±۱/۱۸	۹۷ ±۳/۰۹
سرب	۲۵/۴ ±۰/۱۱	۲۴/۱۹ ±۰/۱۹

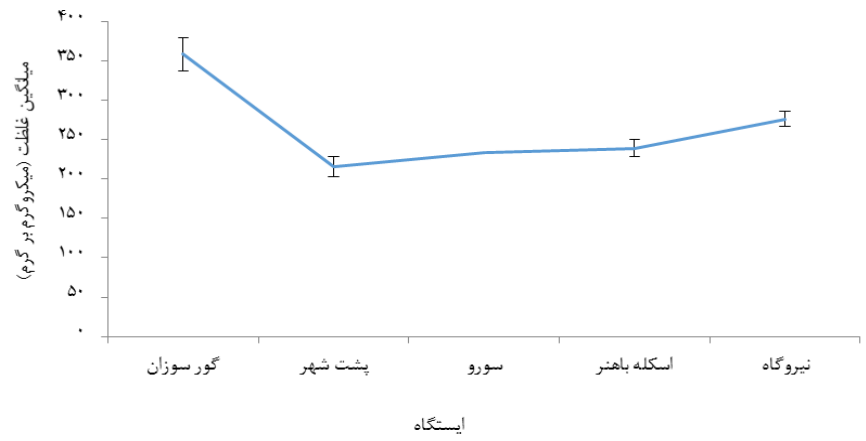
نتایــج

نتایج حاصل از بررسی میزان تجمع فلز سرب در رسوبات در ۵ ایستگاه مذکور در شکل ۲ نشان داده شده است. مطابق این شکل بیشترین تجمع سرب با مقدار ۳۵۹ میکروگرم بر گرم در ایستگاه ۱ یعنی خور گورسوزان مشاهده می شود و به سمت غرب از میزان آن کاسته می شود به طوریکه در ایستگاه پشت شهر به مقدار ۲۱۶ میکروگرم بر گرم می رسد و سپس غلظت آن به سمت غرب دارای یک روند نسبتاً ثابتی است.

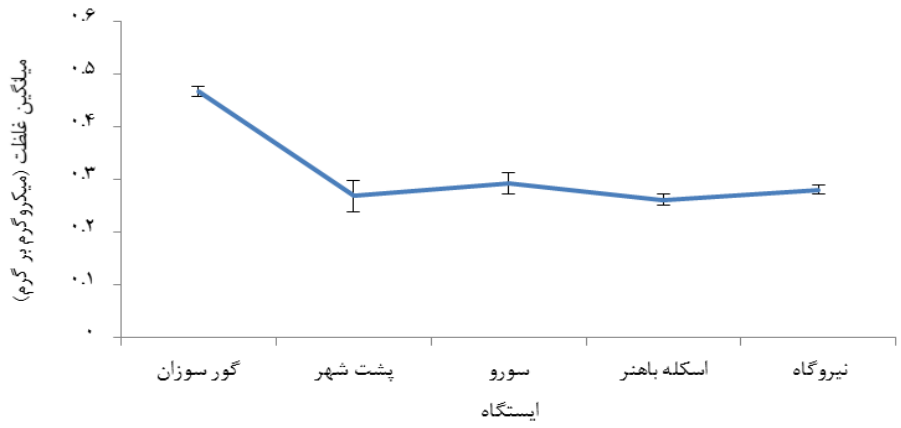
بررسی در سه گروه از ماکروبنتوزها شامل سخت پوستان، شکم پایان و دوکفه ای ها در ۵ ایستگاه نشان داد که غلظت سرب در خرچنگ ها (شکل ۳) نیز در خور گور سوزان با ۰/۴۷ میکرو گرم بر گرم دارای بیشترین مقدار و پس از کاهش در ایستگاه پشت شهر به میزان ۰/۲۷ میکروگرم بر گرم از یک مقدار کم و بیش ثابتی در سایر ایستگاه ها برخوردار است. میزان حضور فلز سرب در شکم پایان و دوکفه ای ها در شکل های ۴ و ۵ نشان داده شده است. شکم پایان برعکس رسوب و خرچنگ ها با مقدار ۰/۰۳۹ میکروگرم بر گرم دارای کمترین مقدار سرب در خور گورسوزان بوده در حالی که به سمت غرب بر میزان آن در بدن شکم پایان افزوده می شود.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-26]

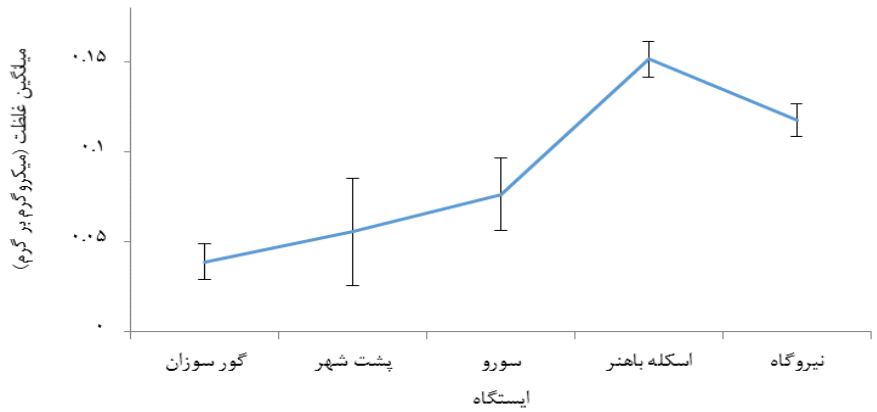
[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.1.9.0]



شکل ۲. میانگین غلظت سرب در رسوبات در ایستگاه‌های نمونه برداری



شکل ۳. میانگین غلظت سرب در خرچنگ ها در ایستگا ه های نمونه برداری



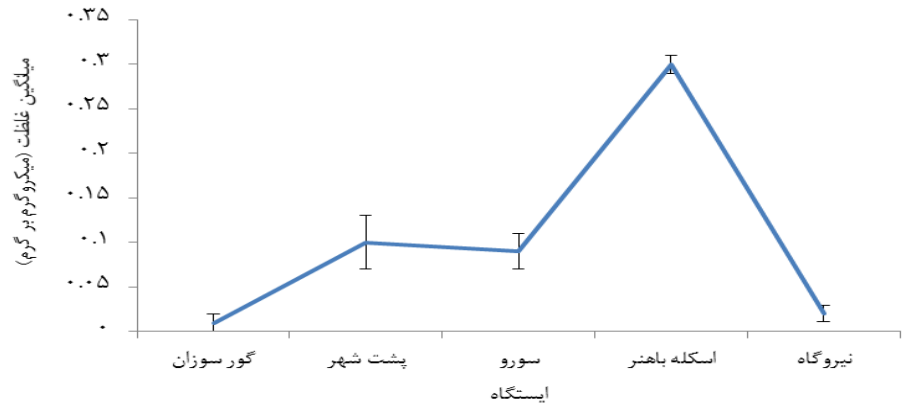
شکل ۴. میانگین غلظت سرب در شکم پایان در ایستگا ه های نمونه برداری

در دو کفه ای ها نیز بیشترین غلظت سرب با مقدار ۰/۲۵ در خور گورسوزان مشاهده شد که این مقدار به سمت غرب کاهش یافته ولی از روند منظم و ثابتی برخوردار نبود.

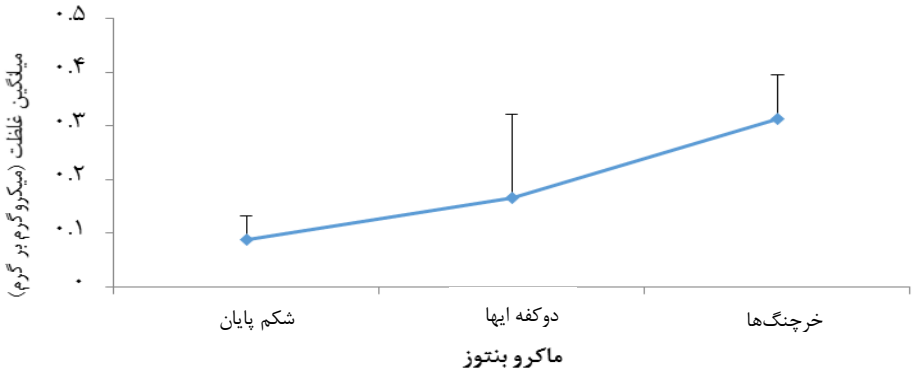
[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.1.9.0]

شکل۶ میزان غلظت سرب را در سه گروه از کفزیان نشان می دهد که مطابق آن میانگین دوکفه ای ها با میزان ۰/۰۸۸ میکروگرم بر گرم کمترین و سپس شکم پایان با مقدار ۰/۱۶۵ میکروگرم بر گرم حد وسط و سخت پوستان با میانگین ۰/۳۱۴ میکروگرم بر گرم دارای بیشترین غلظت سرب می باشند.



شکل ۵. میانگین غلظت سرب در دوکفه ای ها در ایستگا ه های نمونه برداری



شکل ۶. میانگین غلظت سرب در دوکفه ای ها در ایستگا ه های نمونه برداری

اجرای آزمون آنالیز واریانس جهت مقایسه بین ایستگاهی غلظت سرب در رسوب تفاوت معنی داری را در سطح ۰/۰۵ بین میانگین غلظت سرب در خور گورسوزان و دیگر ایستگاه ها نشان داد. همچنین بین ایستگاه پشت شهر و اسکله با هنر تفاوت معنی داری مشاهده شد ($p<0.05$). در سخت پوستان هم آزمون آنالیز واریانس بین میانگین غلظت سرب در خور گورسوزان و دیگر ایستگاه ها (مانند رسوب) مشاهده شد و نیز بین ایستگاه سورو و نیروگاه تفاوت معنی داری مشاهده شد ($P<0.05$).

در شکم پایان انجام آزمون آنالیز واریانس تفاوت معنی داری را بین تمام ایستگاه ها از نظر میانگین غلظت سرب نشان داد که در مورد دوکفه ای ها نیز از الگوی مشابهی پیروی می کند ($P<0.05$). آزمون آنالیز واریانس بین میانگین غلظت سرب در گروه‌های سه گانه ماکروبنتوز تفاوت معنی داری را نشان نداد ولی بین میانگین غلظت سرب در رسوبات و سایر گروه‌های ماکروبنتوز در سطح ۰/۰۵ تفاوت معنی داری را نشان داد. جدول ماتریکس همبستگی بین غلظت سرب در رسوب و غلظت آن در سخت پوستان ارتباط معنی داری را در سطح ۰/۰۱ و بین غلظت سرب در سخت پوستان و شکم پایان در سطح ۰/۰۵ رابطه معنی داری را نشان داد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.1.9.0]

جدول ۳. ماتریکس همبستگی میانگین غلظت سرب بین گروه های سه گانه بنتوز و غلظت آن در رسوب

		PbS	PbB	PbG	PbC
PbS	همبستگی پیرسون	1			
	Sig.				
PbB	همبستگی پیرسون	0/55	1		
	Sig.	0/09			
PbG	همبستگی پیرسون	-0/36#	-0/06	1	
	Sig.	0/029	0/86		
PbC	همبستگی پیرسون	0/91##	0/59	-0/63#	1
	Sig.	0.00	0/07	0/04	

** همبستگی معنی‌دار در سطح ۰/۰۱؛ * همبستگی معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، S= Sediment رسوب، B= Bivalve دوکفه‌ای، G= Gastropod شکم پا، C= Crab خرچنگ

بحث

ماکروبنتوزها می توانند فلزات سنگین موجود در محلول ها را از طریق پوست و فلزات سنگین موجود در غذا را از طریق گوارش تغلیظ نمایند و این آلودگی ها را از طریق مدفوع، ادرار، پوست بدن و همچنین آبشش ها دفع نمایند (Bryan, 1971; Swartz *et al*., 1980) از جمله این فلزات سنگین سرب می باشد که می تواند به وسیله گروه‌های متفاوت ماکروبنتوز جذب و وارد بدن آنها شود. زمین‌های دفن لجن و فاضلاب‌ها دارای غلظت‌های بالای سرب هستند (Clark, 1992). همچنین غلظت سرب در این موجودات شدیداً وابسته به غلظت آن در رسوب می‌باشد (Langston and Spence, 1994).

در بررسی حاضر روند تغییرات غلظت سرب در سخت پوستان مشابه غلظت آن در رسوب می باشد. حضور غلظت بالای سرب در خور گورسوزان منجر به تغلیظ سرب در بدن سخت پوستان شده است و کاهش آن در سایر ایستگاه ها با کاهش غلظت آن در سخت پوستان نیز همراه است. بین غلظت سرب در رسوبات و سخت پوستان نیز همبستگی معنی داری در سطح ۰۱ /۰ مشاهده شد.

Reinecke و همکاران (۲۰۰۳)، در آفریقای جنوبی غلظت سرب را در برخی از خرچنگ ها مورد بررسی قرار دادند و تفاوت معنی‌داری را در غلظت این عنصر در اندام‌های مختلف مشاهده نمودند، به طوریکه گنادها دارای بیشترین و لوله گوارش دارای کمترین غلظت بود. ولی خرچنگ‌های کوچک سرب بیشتری را نسبت به خرچنگ های بزرگ در بدن خود تغلیظ می کنند. خرچنگ ها علاوه بر جذب سرب از طریق مصرف رسوبات، از راه پوست نیز سرب موجود در آب یا رسوب را جذب می نمایند به طوریکه سرب به جای کلسیم در پوسته کربنات کلسیمی خرچنگ ها نشست می نماید (Lee *et al*., 1997).

فرآیند دیگری که به شدت وابسته به PH محیط است تشکیل پیوند هیدروژنی ضعیف بین گروه استامید کیتین موجود در پوسته خرچنگ و سرب است که در PH= ۴ به آسانی صورت می‌گیرد (Lee *et al*., 1997).

در سخت پوستانی مثل آرتمیا غلظت‌های ۱۰-۵ میکروگرم بر گرم سرب به طور واضحی سبب کاهش رشد می شود (Clark, 1992) این در حالی است که در این بررسی حداکثر غلظت سرب در سخت پوستان مقدار ۰/۵ میکروگرم در گرم به دست آمد.

بررسی غلظت سرب در شکم پایان نشان داد که بر عکس غلظت سرب اندازه گیری شده در بافت خرچنگ ها، خور گورسوزان دارای حد اقل و اسکله با هنر دارای حد اکثر غلظت می باشد؛ به طوری که همبستگی معنی داری بین غلظت سرب بین رسوب و دوکفه ای ها و همچنین بین رسوب و شکم پایان مشاهده نشد. به طور کلی شکم پایان فلزات سنگین را از طریق جذب آنها

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.1.9.0]

از رسوبات در بدن خود تغلیظ نمی‌کنند بلکه از راه جذب مستقیم از آب یا خوردن جلبک ها این عمل را انجام می دهند. در صورتیکه خرچنگ ها این عمل را از طریق جذب از رسوبات انجام می دهند. بنابراین عدم وجود همبستگی معنی دار بین غلظت سرب در رسوب و شکم پایان با نظریه فوق همخوانی دارد (Ali and Bream, 2010).

شکم پایان متفاوتی مانند *Turbo* sp. ، *Nerita* sp. و *Thais* sp. نشان داده اند که تجمع دهندگان قوی آلودگی های متفاوت هستند که در این بین *Nerita* sp. نشانگر زیستی مهم در جذب سرب می باشد (Kanakaraju and Arfiziah, 2009). در این تحقیق نیز عمدتاً از گروه‌های مذکور استفاده شده است.

تحقیقات نشان داده‌اند که تغلیظ زیستی سرب هم در شکم پایان جوان و هم در بالغین نسبت به سایر فلزات سنگین بیشتر بوده است (Catsiki and Florou, 2006) و مانند خرچنگ ها فلز سرب بر پوسته شکم پایان نیز اثر گذاشته و سبب شکنندگی پوسته آنها می شود (Ali and Bream, 2010). بسیاری از شکم پایان مانند لیمپت ها بدون مرگ و میر قادر به ذخیره غلظت های بالای سرب هستند (Clark, 1992). Beeby و همکاران (۲۰۰۲) نیز در شرایط آزمایشگاهی نشان دادند که حضور سرب در محیط تکثیر و پرورش شکم پایان بر رشد نوزادان این گروه از آبزیان تأثیر منفی می گذارد.

به نظر می‌رسد وجود بسترهای لجنی در خور گورسوزان سبب انباشته شدن سرب در این ایستگاه ها شده و خرچنگ ها که به طور مستقیم از رسوبات تغذیه می‌کنند آن را در بدن خود تغلیظ نموده و با حرکت به سمت غرب که بستر شنی بوده و از حالت لجنی خارج می شود از غلظت آن در خرچنگ ها کاسته می شود. در صورتیکه شکم پایان با جذب مستقیم سرب از آب و یا ار طریق چرا نمودن جلبک ها در سایر ایستگاه ها این عمل را انجام می‌دهند که البته مقدار آن در مقایسه با خرچنگ به مراتب پایین تر می باشد.

توانایی دوکفه‌ای‌ها در جذب فلزات سنگین به خصوص سرب کاملاً مشخص است ولی مکانیزم تغلیظ این عناصر به وسیله این موجودات معلوم نیست و آنها نیز از طریق جذب مستقیم از آب این عمل را انجام می‌دهند (Fernanda *et al*., 2003) . تماس طولانی مدت دوکفه‌ای‌ها با سرب سبب مرگ و میر آن ها می‌شود. این پدیده در *Mytilus edulis* در تماس با ۱۰ میکروگرم بر گرم مشاهده شد (Clark, 1992). Zhan-qiang و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند زمانیکه شکم پایان و دوکفه‌ای‌ها به طور همزمان در معرض سرب قرار می‌گیرند ۶۰ درصد از دوکفه‌ای‌ها و ۴۰ درصد از شکم پایان در معرض تغلیظ زیستی این فلز قرار می گیرند که با نتایج این بررسی که غلظت فلز سرب در سخت پوستان > دو کفه ای ها > شکم پایان است مطابقت می نماید. به نظر می رسد مهمترین راه ورود سرب به داخل بدن ماکروبنتوزها از طریق تغذیه باشد (Bryan, 1974).

Packer و همکاران (۱۹۸۰) دریافتند که ارتباط مستقیمی بین غلظت سرب در بافت سخت پوستان و رسوبات دیده می شود که می تواند یک دلیل احتمالی برای غلظت بالای سرب در سخت پوستان نسبت به سایر گروه ها باشد. اطلاعات این بررسی نشان داد که خرچنگ ها نسبت به نرم تنان پتانسیل بیشتری را برای جذب فلز سرب از رسوبات دارا می باشند و این جذب در بسترهای لجنی از سرعت بالاتری برخوردار است.

تشکر و قدردانی

از آقایان دکتر بهنام دقوقی و مهندس محمود ابراهیمی به خاطر شرکت در گشت نمونه برداری تشکر و قدردانی می شود. همچنین از آقای مهندس ناصر آقاجری و خانم مهندس مریم سلیمی زاده به خاطر کمک در استخراج نمونه ها و نیز اندازه‌گیری با دستگاه جذب اتمی تشکر و قدردانی می شود. از خانم ها مهندس شهره رشیدی و فاطمه علاءالدینی به خاطر همکاری در آماده نمودن نمونه ها جهت اندازه گیری تشکر و قدردانی می شود.

منابـع

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.1.9.0]

Ali, R.A., Bream, A.S. 2010. The effects of sewage discharge on the marine gastropod *Gibbula* sp., collected from the coast of Al-Hanyaa, Libya. Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. 2(2): 47-52.

Beeby, A., Richmond, L., Herpe, F. 2002. Lead reduces shell mass in juvenile garden snails (*Helix aspersa*). Environmental Pollution. 120(2): 283-288.

Bryan, G.W. 1971. The effects of heavy metals (other than mercury) on marine and estuarine organisms. Proceedings of the Royal Society of London. B, 177389–410.

Bryan, G.W. 1974. Adaptation of an estuarine Polychaete to sediments containing high concentrations of heavy metals. In: Pollution and physiology of marine organisms. Vernberg, F.J., Vernberg, W.B. (eds.). Academic Press London. pp. 123-135.

Catsiki, V.A., Florou, H. 2006. Study on the behavior of the heavy metals Cu, Cr, Ni, Zn, Fe, Mn and 137 Cs in an estuarine ecosystem using *Mytilus galloprovincialis* as a bioindicator species: the case of Thermaikos gulf, Greece. Journal of Environmental Radioactivity. 86(1): 31-44.

Clark, R.B. 1992. Marin Pollution. 3rd edition .Clarendon press. oxford. University of Newcastel Upon Tyne. pp. 77-80.

Fernanda, J.V., Flavia, E.A., Alicia, F.C., Alejandra, V. 2003. Identification of fish stocks of river Crocker (*Plagioscion ternetzi*) in Paraná and Paraguay rivers by Otolith morphometry. Estenban Avigliano University of Buenos Aires.

Kanakaraju, D., Arfiziah, A. 2009. Accumulation and Depuration of Lead and Chromium Using *Nerita ineata*. World Applied Sciences Journal. 6(9): 1205-1208.

Langston, W.J., Spence, S.K. 1994. Metal analysis. In: Handbook of Ecotoxicology. Volume 2. Calow, P. (ed.). Oxford Blackwell Sci. Publ., London. pp. 45–78.

Lee, M.Y., Park, J.M., Yang, J.W. 1997. Micro precipitation of lead on the surface of crab shell particles. Process Biochemistry. 32(8): 671-677.

Packer, D., Ireland, M., Wootton, R. 1980. Cadmium, copper, lead, zinc and manganese in the polychaete *Arenicola marina* from sediments around the coast of Wales. Environmental Pollution Series A, Ecological and Biological. 22(4): 309-321.

Reinecke, A., Snyman, R., Nel, J. 2003. Uptake and distribution of lead (Pb) and cadmium (Cd) in the freshwater crab, *Potamonautes perlatus* (Crustacea) in the Eerste River, South Africa. Water, Air, and Soil Pollution. 145(1-4): 395-408.

ROPME. 1999. Manul of Oceanographic Observation and Pollutant Analysis Methods (MOOPAM). The Regional Organization for Protection of the Marin Environment.

Swartz, R.C., Lee, H. 1980. Biological processes affecting the distribution of pollutants in marine sediments. Part I accumulation, trophic transfer, biodegration and migration. In: Contaminants and sediments: analysis, chemistry biology. Baker, R.A. (ed.). Volume 2. Ann Arbor Science Publ., Inc. pp. 553-533.

Zhan-qiang, F., Cheung, R., Wong, M. 2001. Heavy metal concentrations in edible bivalves and gastropods available in major markets of the Pearl River Delta. Journal of Environmental Sciences. 13(2): 210-217.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1394.5.1.9.0]