

بررسی تغییرات غلظت متالوتیونین خرچنگ شبح (*Ocypode saratan*) در جنگل‌های حرای گواتر و چابهار و در دو دوره زمانی پیش مانسون و پس مانسون

زهره سلطانی^۱، مهران لقمانی^{۱*}، محمد منصور توتونی^۱، محمود سینایی^۲

۱- گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

۲- گروه شیلات، واحد چابهار، دانشگاه آزاد اسلامی، چابهار، ایران

نوع مقاله

مقاله پژوهشی اصیل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۹/۱۶

تاریخ چاپ الکترونیکی:

۱۳۹۹/۹/۲۸

* نویسنده مسول:

Loghmani.mehran@gmail.com

چکیده

مقایسه تجمع فلزات سنگین مس، روی و کادمیوم و بررسی تغییرات متالوتیونین به‌عنوان نشانگر زیستی آلودگی در بافت آبشش خرچنگ شبح (*Ocypode saratan*) در دو بازه زمانی پیش مانسون (اردیبهشت) و پس مانسون (آبان) در جنگل‌های حرای خلیج چابهار و گواتر در سال ۱۳۹۸ انجام شد. نتایج نشان داد که در هر دو بازه زمانی الگوی تجمع فلزات در بافت آبشش خرچنگ شبح به‌صورت روی <مس <کادمیوم است. میانگین غلظت فلزات مس، روی، کادمیوم در فصل پیش مانسون و پس مانسون در ایستگاه چابهار به ترتیب $3/83 \pm 173/6$ ، $33/1 \pm 186/43$ ، $0/08 \pm 0/095$ و $15/15 \pm 156/7$ ، $2/8 \pm 175/13$ ، $0/03 \pm 0/026$ و در ایستگاه گواتر میانگین غلظت فلزات مس، روی، کادمیوم در پیش مانسون و پس مانسون به ترتیب $4/3 \pm 237/0$ ، $1/8 \pm 231/8$ ، $0/03 \pm 0/048$ و $13/13 \pm 253/2$ ، $15/015 \pm 0/37$ میکروگرم بر گرم وزن خشک به دست آمد. میانگین میزان متالوتیونین در فصل پیش مانسون و پس مانسون در ایستگاه چابهار به ترتیب $0/01 \pm 2/02$ و $0/06 \pm 0/1$ و در ایستگاه گواتر نیز به ترتیب $0/02 \pm 2$ و $0/02 \pm 0/12$ میکروگرم بر گرم وزن تر بدست آمد. بررسی میزان متالوتیونین نشان داد که در فصل پیش مانسون بالاتر از پس مانسون بود. در مقایسه میزان متالوتیونین بین دو ایستگاه چابهار و گواتر اختلاف معنی‌داری بدست نیامد ($P > 0/05$). اما در هر دو ایستگاه به‌صورت جدا بین دو فصل پیش مانسون و پس مانسون نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌داری بود ($P < 0/05$). بررسی همبستگی متالوتیونین با فلزات نشان داد که هیچ‌گونه همبستگی بین متالوتیونین با فلزات مورد مطالعه وجود ندارد. بنابراین، طبق مشاهدات تغییرات غلظت متالوتیونین در این گونه متأثر از فلزات سنگین نبوده و میتواند ناشی از تغییرات شرایط محیطی فصول باشد.

کلید واژه‌ها: فلزات سنگین، متالوتیونین، خرچنگ شبح، مانسون، جنگل‌های حرا

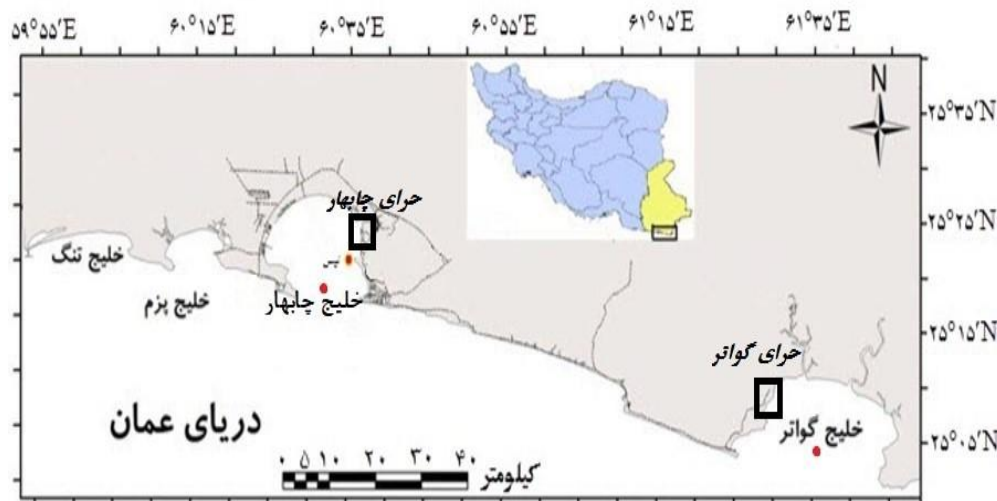
مقدمه

اکوسیستم‌های مانگرو تقریباً ۷۵٪ از خطوط ساحلی جهان را که بین ۳۰ درجه شمالی تا ۳۰ درجه جنوبی قرار دارند، پوشش می‌دهند. مانگروها جزء اکوسیستم‌های جزر و مدی در مناطق گرمسیری، نیمه گرمسیری و معتدل جهان هستند که در خطوط ساحلی رشد می‌کنند [۱]. پراکنش مانگرو در ایران از شرقی‌ترین بخش دریای عمان در کشور، در خلیج گواتر شروع می‌شود و با حرکت به غرب خلیج فارس و زیاد شدن عرض

جغرافیایی در رویشگاه نابیند در استان بوشهر پایان می‌یابد. دریای عمان پهنه آبی است که خلیج فارس را از طریق تنگه هرمز به دریای عرب متصل می‌کند. دارای اهمیت ترانزیتی بالایی است و بندر چابهار مهم‌ترین بندر اقیانوسی ایران در قسمت شمالی این دریا واقع شده است. دریای عمان دارای یکی از مهم‌ترین اکوسیستم‌های آبی جهان از نظر تنوع زیستی و منابع شیلاتی، منابع نفتی مهم است. در سال‌های اخیر به علت افزایش جمعیت شهرها، گسترش صنایع و افزایش تردد کشتی‌ها، لنج‌های قدیمی، قایق‌های صیادی، سوخت‌گیری و تعمیرات آن‌ها در اسکله‌ها باعث بروز آلودگی‌های زیست‌محیطی در نقاط مختلف دریای عمان شده است [۲]. اکوسیستم‌های حرا در معرض انواع آلاینده‌ها و عوامل انسانی هستند. رواناب‌های پساب، پساب‌های صنعتی، فعالیت‌های جوی و دریایی از عوامل عمده در این زمینه هستند. فلزات سنگین مانند مس، روی، منگنز، کادمیوم، کروم، سرب و جیوه به‌ویژه در این اکوسیستم‌ها مهم هستند [۳، ۴ و ۵]. این دریا به علت مجاورت با اقیانوس هند تحت تأثیر بادهای موسمی این اقیانوس قرار دارد که عامل مهمی در تغییرات میزان آلاینده‌ها بخصوص فلزات سنگین در آب‌ها، رسوبات و آبزیان آن دارد. همچنین، در تابستان که اوج مانسون تابستانه است قایق‌ها و لنج‌های صیادی در اسکله‌ها جهت تعمیرات توقف داشته که این امر به‌مرور زمان موجب آلودگی‌های شدید توسط فلزات سنگین می‌شود [۶]. خلیج چابهار به عنوان بزرگ‌ترین خلیج در دریای عمان بوده دارای ساختار امگایی شکلی بوده که چرخش آب در آن محدود است و به همین دلیل دارای اهمیت ویژه از نظر زیست‌محیطی است. خرچنگ‌ها نقش مهمی در اکوسیستم‌های ساحلی از قبیل جنگل‌های حرا ایفا می‌کنند. این موجودات تأثیر زیادی از نظر اکولوژیکی بر ساختار و کارکرد جنگل‌های حرا دارند و با پخش کردن جوانه و فروبردن آن در خاک، به رشد این درختان کمک می‌کنند [۷]. یکی از روش‌های پایش فلزات استفاده از نشانگرهای زیستی است. جانداران هنگامی که در معرض تنش یون‌های فلزی قرار می‌گیرند مکانیسم‌های دفاعی متفاوتی برای حفاظت خود در برابر اثرات منفی این یون‌ها و ترکیباتشان دارند. نشانگر زیستیها به چندین دسته طبقه‌بندی می‌شوند شامل سیتوکروم P450، استیل کولین استراز، پایداری غشا لیزوزومی، افزایش پروکسی زوم، القا ویتلوژنین، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند کاتالاز (CAT)، گلوکاتیون-ترانسفراز (GST) و گلوکاتیون ردوکتاز (GR) و سنتز متالوتیونین است که می‌توانند هم به‌عنوان منعکس‌کننده معرض آلاینده بودن باشند و هم اثرات سمیت در موجود را نشان [۸]. هدف پژوهش حاضر بررسی تجمع فلزات سنگین (روی، مس و کادمیوم) و متالوتیونین در بافت آبشش خرچنگ شبح، در دو منطقه جنگل‌های حرای گواتر و چابهار بین دو فصل پیش مانسون و پس مانسون، بررسی ارتباط بین غلظت فلزات بافت آبشش و غلظت نشانگر زیستی متالوتیونین می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور مطالعه تغییرات غلظت فلزات سنگین و میزان متالوتیونین خرچنگ شبح در فصل پیش مانسون (اردیبهشت سال ۹۸ و پس مانسون (آبان سال ۹۸) نمونه‌برداری از جنگل‌های حرای خلیج گواتر و خلیج چابهار در امتداد سواحل جزر و مدی دریای عمان انجام شد (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی مناطق مورد مطالعه

برای نمونه‌گیری از خرچنگ شیخ گودال‌هایی به عمق ۵۰ الی ۱۰۰ سانتی‌متر حفر و نمونه‌های خرچنگ جمع‌آوری شدند. از هر ایستگاه ۳۰ نمونه خرچنگ در پیش مانسون و ۳۰ نمونه بعد از مانسون به صورت دستی و تصادفی جمع‌آوری شد. سپس، تمام نمونه‌ها به صورت زنده به آزمایشگاه دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار منتقل شدند. ابتدا جهت زدودن آلودگی سطحی با استفاده از آب دیونیزه کاملاً شستشو داده شدند. پس از گذشت زمان کافی برای خروج آب اضافه تمامی نمونه‌ها کدگذاری و سپس بیومتری آن‌ها انجام شد. طول کل (کاراپاس) نمونه‌ها توسط کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر و وزن کل آن‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری شد و در نهایت برای جداسازی بافت آبشش، خرچنگ‌ها تشریح و تا زمان انجام آزمایش، نمونه‌های بافت در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد جهت اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین و دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد جهت سنجش میزان آنزیم‌ها قرار داده شدند [۹].

سنجش فلزات

بخشی از نمونه‌های بافت آبشش (۱۰ نمونه از هر منطقه) توسط آون در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد، تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند. سپس با هاون چینی نمونه‌های خشک شده پودر و عمل هضم شیمیایی توسط ۶ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ، به ازای یک گرم پودر از هر بافت انجام شد [۱۰]. پس از صرف زمان حداقل ۳ ساعت، جهت انجام عمل هضم مقدماتی در دمای اتاق، برای هضم کامل نمونه‌ها از پلیت داغ در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت استفاده شد. پس از اتمام عمل هضم، نمونه‌ها در معرض گرما قرار گرفت و قبل از این‌که به‌طور کامل خشک شوند از روی پلیت داغ برداشته شدند. نمونه‌ها با اسید نیتریک رقیق شدند، سپس توسط کاغذ صافی واتمن ۴۲ میکرون صاف گردیده و پس از انتقال به بالن‌های حجم‌سنجی ۲۵ میلی‌لیتری با آب مقطر به حجم رسانده شد [۱۱]. جهت اندازه‌گیری فلزات در نمونه‌های حاصل از هضم شیمیایی توسط دستگاه طیف‌سنج جذب اتمی مدل Varian AA200 ساخت استرالیا استفاده شد که سیستم شعله آن برای اندازه‌گیری مس و روی و سیستم کوره گرافیتی برای اندازه‌گیری کادمیوم به‌کاربرده شد. لازم به ذکر است که تمامی محلول‌های استاندارد مصرفی بسته به نوع فلز مورد آنالیز، از استاندارد مادر (Merck) آلمان با غلظت ۱۰۰۰ قسمت در میلیون تهیه شدند.

سنجش متالوتیونین

اندازه‌گیری میزان متالوتیونین بر اساس روش تغییر یافته اسپکتروفتومتری Viarengo و همکاران ۱۹۹۹ انجام شد [۱۲]. طبق پروتکل، به نمونه‌های سخت‌پوستان هموزن شده با نسبت ثابت یک گرم بافت، ۳ میلی‌لیتر بافری که شامل ساکاروز ۰/۵ مولار، ۲۰ میلی‌مول اسید کلریدریک

تریس (pH= ۸/۶) ۰/۰۶ میلی مول لئوپتین (سیگما)، ۰/۵ میلی مول PMSF (سیگما) به عنوان عوامل جلوگیری کننده از تجزیه پروتئین و بتا مرکاپتواتانول (سیگما) ۰/۰۱ به عنوان یک عامل احیاء کننده اضافه شد. محلول هموژن شده در دور ۳۰۰۰g برای ۲۰ دقیقه به سانتریوفیوژ یخچال دار منتقل شد. در این مرحله سانتریوفیوژ محلولی با دو فاز تشکیل شد که مایع بالایی حاوی پروتئین متالوتیونین است. به ازای ۱ میلی لیتر مایع حاوی پروتئین متالوتیونین در هر لوله ۱/۰۵ میلی لیتر اتانول سرد (۲۰- درجه) و ۸۰ میکرولیتر کلروفرم اضافه شد. نمونه‌ها برای ۱۰ دقیقه در دمای ۴-۰ درجه سانتی گراد در دور ۶۰۰۰g سانتریوفیوژ شدند. رسوب باقی مانده حاوی پروتئین متالوتیونین با بافر هموژن کننده شامل اتانول ۸۷ درصد و کلروفرم ۱ درصد، شسته شدند که این امر سبب خارج ساختن تیول‌های سولفید می‌شود، سپس مجدداً سانتریوفیوژ شدند [۱۳]. به رسوب مقدار ۱۵۰ میکرولیتر محلول ۰/۲۵ مولار کلرید سدیم و ۱۵۰ میکرولیتر از محلول یک نرمال اسیدکلریدریک- ۴ میلی مول EDTA اضافه شد. قبل از آنالیز با دستگاه، ۰/۴۳ میلی مول از DTNB را در بافر فسفات ۰/۲ مول ۸ pH و کلرید سدیم ۲ مول حل گردید و به نمونه‌ها اضافه شد، محلولها در دمای اتاق و در محل تاریک نگهداری شدند. در مرحله پایانی نمونه‌ها در دمای اتاق برای مدت ۵ دقیقه در دور ۳۰۰۰ سانتریوفیوژ شدند و سپس توسط دستگاه اسپکتروفتومتری مدل UV-۲۱۰۰ در طول موج ۴۱۲ نانومتر سنجیده شدند. برای تعیین غلظت متالوتیونین از منحنی استاندارد و مرجع گلوکاتایون (GSH) استفاده می‌شود. محلول مادر را به صورت ۱ میلی گرم بر میلی لیتر در کلرید سدیم ۰/۲۵ نرمال آماده کرده و حداقل ۳ استاندارد مرجع ۲۰، ۴۰، ۸۰ میکرولیتر و یک شاهد از آن تهیه شد. به هر کدام از استانداردها و لوله شاهد مقادیر مختلفی از کلرید سدیم ۰/۲۵ نرمال و EDTA، محلول DTNB اضافه شد. در محاسبه نهایی میزان متالوتیونین با فرض ۳۰ درصد سیستئین صورت گرفت [۱۴].

نتایج

نتایج حاصل از زیست‌سنجی طول و عرض کاراپاس و وزن کل نمونه‌های خرچنگ شبخ ایستگاه‌های مورد مطالعه در دو فصل پیش مانسون و پس مانسون در جدول ۱ ارائه شده است. طبق نتایج به دست آمده بیشترین طول، عرض و وزن نمونه‌ها در فصل پس مانسون برای خرچنگ‌های ایستگاه گواتر ثبت شد.

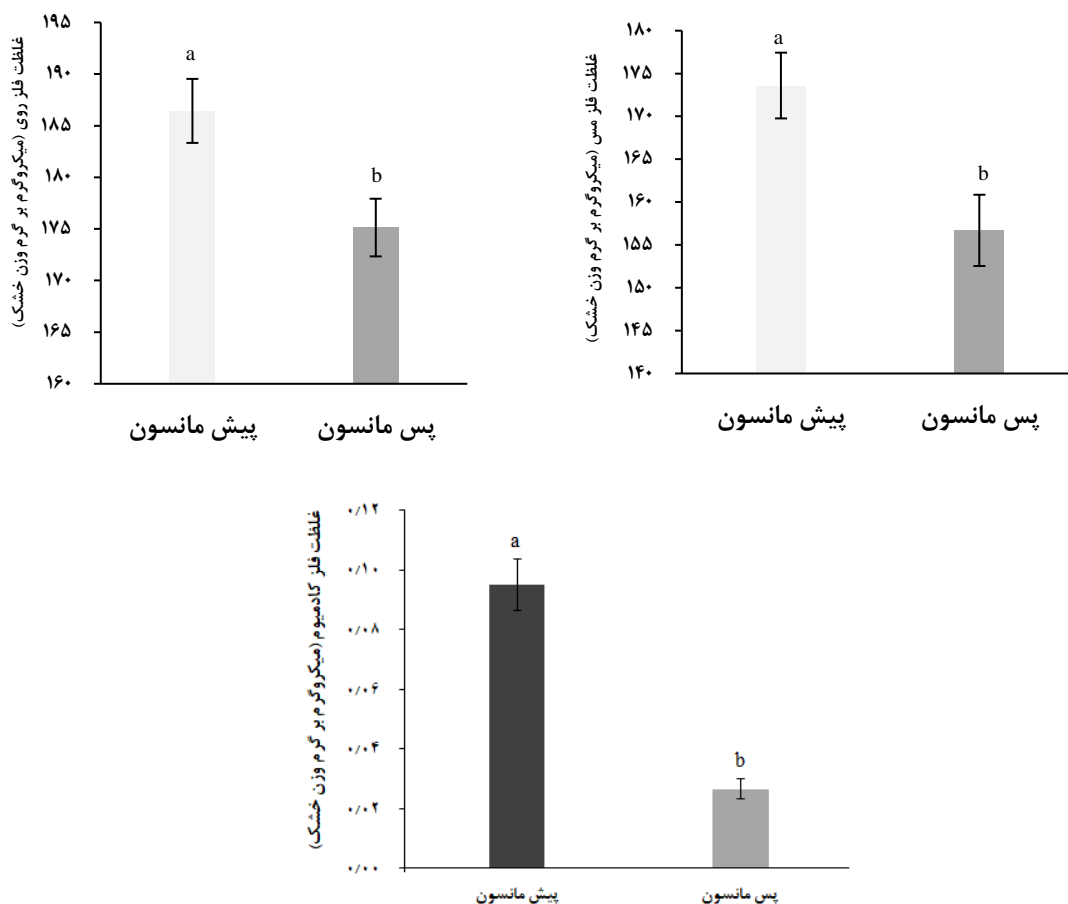
جدول ۱. میانگین (±انحراف معیار) فاکتورهای زیست‌سنجی شده خرچنگ شبخ در مناطق نمونه برداری در دو فصل پیش مانسون و پس مانسون

حرای گواتر		حرای چابهار		
پس مانسون	پیش مانسون	پس مانسون	پیش مانسون	
۵/۲۵±۰/۱۷	۳/۵۲±۰/۹	۲/۵۵±۰/۴۲	۱/۳۴±۰/۲	طول کاراپاس (cm)
۵±۰/۱۷	۳/۱۴±۰/۷۶	۲/۳۲±۰/۴۱	۱/۱۲±۰/۱۵	عرض کاراپاس (cm)
۵۱/۸۱±۶/۵۴	۱۹/۵۶±۱۴/۵	۷±۳/۸۰	۲/۸۶±۰/۴	وزن (g)

بررسی تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت آبشش خرچنگ شبخ، جنگل‌های حرای چابهار

طبق نتایج به دست آمده مشخص شد غلظت فلز روی در هر دو فصل پیش مانسون و پس مانسون در بافت آبشش ایستگاه چابهار بالاتر از دو فلز دیگر بود و کمترین میزان نیز برای فلز کادمیوم ثبت شد (شکل ۲). همچنین، مشخص شد که غلظت هر سه فلز در فصل پیش مانسون بالاتر

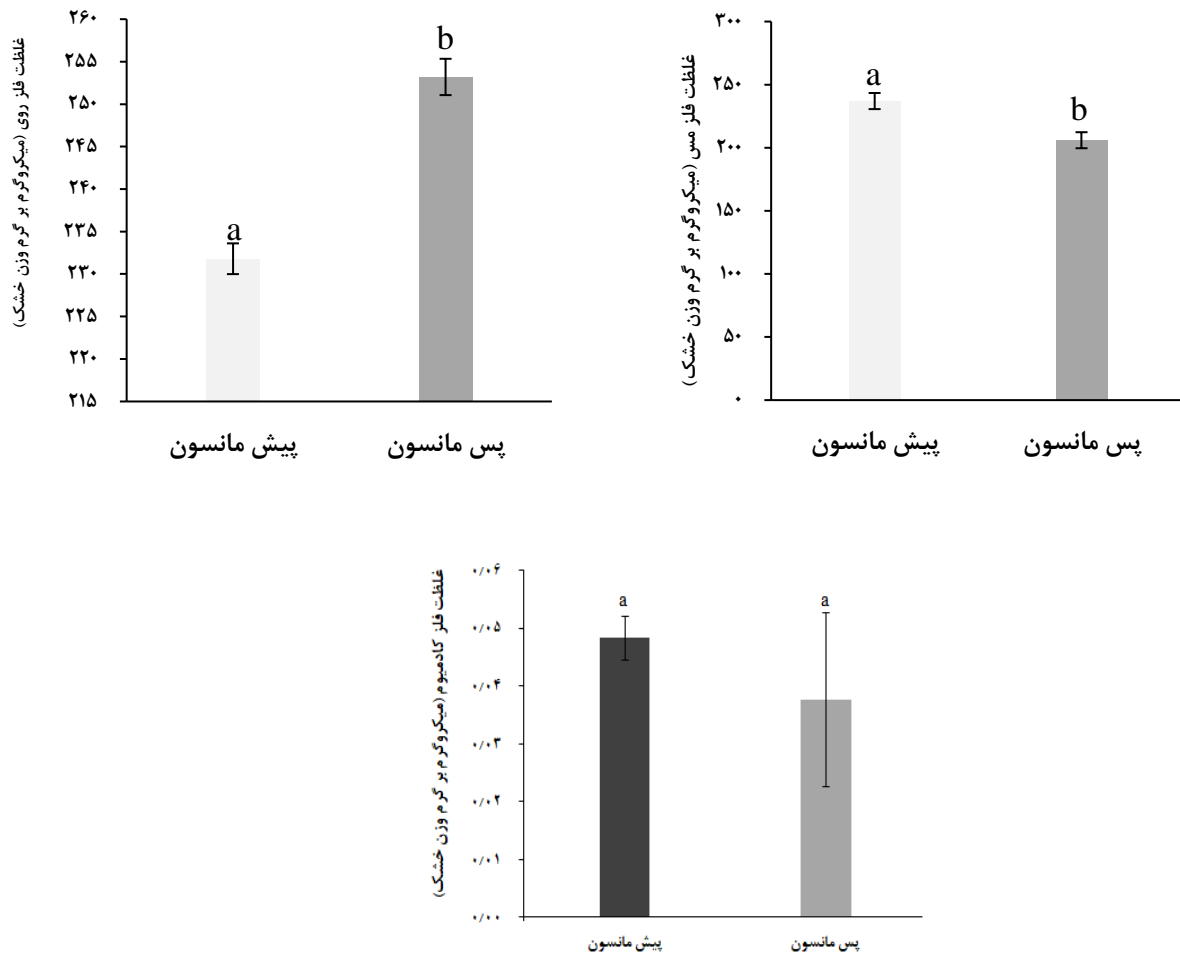
از پس مانسون است. آزمون t-test نشان داد که هر کدام از فلزات سنگین روی، مس و کادمیوم در بافت آبشش خرچنگ شبح ایستگاه چابهار بین دو فصل پیش مانسون و پس مانسون با یکدیگر دارای اختلاف آماری معنی داری بودند ($P < 0.05$).



شکل ۲. مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین مس، روی و کادمیوم در بافت آبشش خرچنگ شبح در دو فصل پیش مانسون و پس مانسون در جنگلهای حرای چابهار. حروف ناهمسان نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار است. میله خطا نشان دهنده انحراف معیار است.

بررسی تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت آبشش خرچنگ شبح، جنگلهای حرای گواتر

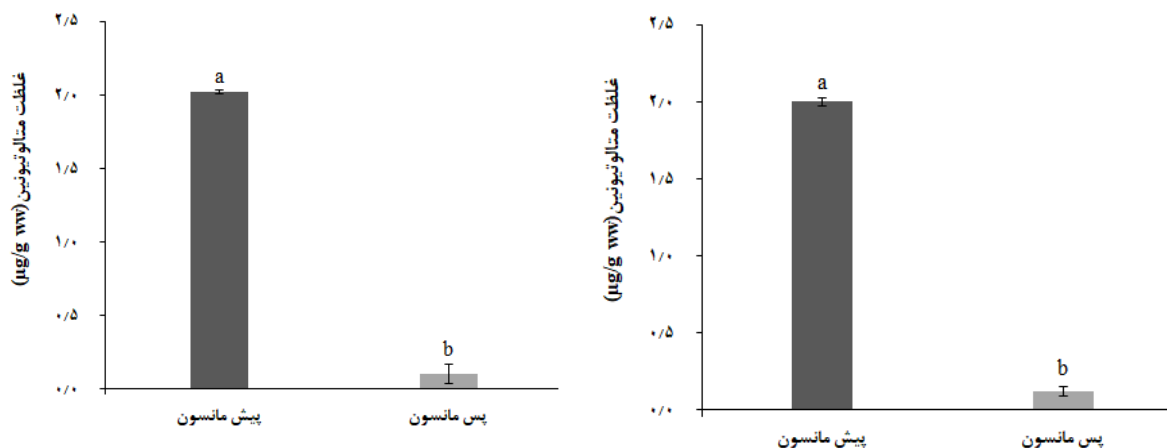
نتایج حاصل از میزان تجمع زیستی فلزات در بافت آبشش خرچنگ شبح در دو فصل پیش مانسون و پس مانسون در جنگلهای حرای گواتر در شکل ۳ نشان داده شده است. طبق بررسی‌های انجام شده غلظت فلز روی در فصل پیش مانسون پایین تر از فصل پس مانسون بود. اما غلظت دو فلز مس و کادمیوم در فصل پیش مانسون بالاتر از پس مانسون بود. همچنین، در هر دو فصل بیشترین میزان برای فلز روی و کمترین میزان برای فلز کادمیوم گزارش شد. بررسی آزمون t-test نشان داد که دو فلز روی و مس در بافت آبشش خرچنگ شبح ایستگاه گواتر بین دو فصل پیش مانسون و پس مانسون با یکدیگر دارای اختلاف آماری معنی داری بودند ($P < 0.05$). اما، فلز کادمیوم بین این دو فصل با یکدیگر فاقد اختلاف آماری معنی دار بودند ($P > 0.05$).



شکل ۳. مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین مس، روی و کادمیوم در بافت آبشش خرچنگ شیخ در دو فصل پیش مانسون و پس مانسون در جنگلهای حرای گواتر. حروف ناهمسان نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار است. میله خطا نشان دهنده انحراف معیار است.

بررسی میزان متالوتیونین در دو ایستگاه چابهار و گواتر

نتایج اندازه‌گیری میزان متالوتیونین خرچنگ شیخ در دو ایستگاه چابهار و گواتر بین دو فصل پیش مانسون و پس مانسون در شکل ۴ ارائه شده است. بررسی‌های حاصل نشان داد که در هر دو ایستگاه میزان متالوتیونین در فصل پیش مانسون بالاتر از پس مانسون است. نتایج آزمون t-test نشان داد که میزان متالوتیونین بین دو فصل پیش مانسون و پس مانسون در جنگلهای حرای چابهار دارای اختلاف آماری معنی دار بود ($P < 0.05$). بررسی آزمون t-test برای متالوتیونین در جنگلهای حرای گواتر بین دو فصل پیش مانسون و پس مانسون نشان دهنده وجود اختلاف آماری معنی دار بود ($P < 0.05$).



شکل ۴. مقایسه میانگین غلظت متالوتیونین در دو فصل پیش مانسون و پس مانسون در خرچنگ شبح جنگل‌های حرای چابهار و گواتر. حروف ناهمسان نشان دهنده وجود تفاوت معنی داری است. میله خط نشان دهنده انحراف معیار است.

مقایسه فلزات بافت آبشش خرچنگ شبح، بین دو ایستگاه گواتر و چابهار در پیش و پس مانسون

بر اساس جدول ۳، مقایسه آماری تجمع فلز روی بین ایستگاه چابهار و گواتر در هر کدام از فصول پیش مانسون و پس مانسون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($P < 0.05$). نتایج آزمون برای بررسی تجمع زیستی فلز مس بین دو ایستگاه چابهار و گواتر در هر دو فصل نشان دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار بود ($P < 0.05$). بررسی اختلاف آماری غلظت فلز کادمیوم بین دو ایستگاه گواتر و چابهار در فصل پیش مانسون نشان دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌داری ($P < 0.05$) و در فصل پس مانسون نشان دهنده عدم اختلاف آماری معنی‌دار بین دو ایستگاه بود ($P > 0.05$).

جدول ۲. مقایسه میانگین (انحراف \pm معیار) غلظت فلزات بین فصول پیش و پس مانسون و بین جنگل‌های حرای گواتر و چابهار در خرچنگ شبح (میکروگرم بر گرم وزن خشک)

کادمیوم (Cd)		مس (Cu)		روی (Zn)		
گواتر	چابهار	گواتر	چابهار	گواتر	چابهار	
۰/۰۴۸ \pm ۰/۰۰۳ a	۰/۰۹۵ \pm ۰/۰۰۸ b	۲۳۷/۰۳ \pm ۶/۴ a	۱۷۳/۶ \pm ۳/۸۳ b	۲۳۱/۸ \pm ۱/۸ a	۱۸۶/۴۳ \pm ۳/۱ b	پیش مانسون
۰/۰۳۷ \pm ۰/۰۱۵ a	۰/۰۲۶ \pm ۰/۰۰۳ a	۲۰۵/۹ \pm ۶/۳۴ a	۱۵۶/۷ \pm ۴/۱۵ b	۲۵۳/۲ \pm ۲/۱۳ a	۱۷۵/۱۳ \pm ۲/۸ b	پس مانسون

مقایسه میزان متالوتیونین خرچنگ شبح، بین دو ایستگاه گواتر و چابهار در پیش و پس مانسون

نتایج آزمون t-test برای میزان متالوتیونین بین دو ایستگاه چابهار و گواتر در هر کدام از دو فصل پیش مانسون و پس مانسون نشان دهنده عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار بود ($P > 0.05$) (جدول ۴).

جدول ۴. مقایسه میانگین (انحراف±معیار) غلظت متالوتیونین در خرچنگ شبح جنگل‌های حرای گواتر و چابهار در پیش و پس مانسون (میکروگرم بر گرم وزن خشک)

متالوتیونین		
گواتر	چابهار	
۲±۰/۰۲ a	۲/۰۲±۰/۰۱ a	پیش مانسون
۰/۱۲±۰/۰۲ a	۰/۱±۰/۰۶ a	پس مانسون

همبستگی میان غلظت فلزات سنگین با میزان متالوتیونین

طبق آزمون پیرسون همبستگی بین داده‌ها بررسی شد و داده‌هایی که ضریب همبستگی آن‌ها بالای ۰/۷ بود دارای همبستگی قوی بودند (جدول ۵). در این بررسی بین فلز مس و روی همبستگی قوی مثبت معنی‌دار و بین فلز کادمیوم با دو فلز مس و روی همبستگی متوسط منفی و معنی‌دار وجود داشت. اما هیچ‌گونه همبستگی بین متالوتیونین با فلزات مس، روی و کادمیوم وجود نداشت.

جدول ۵. همبستگی میان غلظت فلزات سنگین و متالوتیونین بافت آبشش خرچنگ شبح

کادمیوم	مس	روی	روى	
			ضریب همبستگی	معنی‌داری
		۰/۷۸۳***	ضریب همبستگی	معنی‌داری
			معنی‌داری	
	-۰/۵۹۷*	-۰/۵۸۸*	ضریب همبستگی	معنی‌داری
			معنی‌داری	
-۰/۳۸۸	-۰/۳۷۷	۰/۰۸۳	ضریب همبستگی	معنی‌داری
			معنی‌داری	
۰/۲۷	۰/۲۲	۰/۸۱	ضریب همبستگی	معنی‌داری

بحث

داشتن اطلاعات کافی در رابطه با تجمع فلزات سنگین در آبزیان جهت مدیریت و کنترل آن‌ها برای جلوگیری از انتقال به زنجیره غذایی دریایی و سلامت انسان ضروری هستند. آبزیان فلزات سنگین را از طریق آبشش، سطح بدن و توسط رژیم غذایی در بدن خود جمع می‌کنند [۱۵]. در مطالعه حاضر بافت آبشش خرچنگ شبح به دلیل اینکه در معرض مستقیم آلودگی‌ها قرار دارد و تمامی آلاینده‌ها را به‌صورت مستقیم از محیط اطراف و آب جذب می‌کند به‌عنوان اندام هدف مورد مطالعه قرار گرفت. این مطالعه در فصل پیش و پس مانسون در جنگل‌های حرای منطقه گواتر و چابهار صورت گرفت. جنگل‌های حرا در واقع، زیستگاه و پرورشگاه و پناهگاه آبزیان و جزء اکوسیستم‌های مهم و از نظر منابع غذایی، تنوع زیستی و وجود گونه‌های کمیاب در این مناطق دارای اهمیت زیادی هستند و جزء مناطق حساس نسبت به آلاینده‌ها و پاکسازی آن‌ها هستند [۱]. از نظر زیست محیطی، یکی از عملکردهای حرا، جذب کننده آلودگی فلزات سنگین است. مطالعه زارع زاده و رضایی (۱۳۹۵) در رابطه با فلزات سنگین موجود در جنگل‌های حرای استان بوشهر، نشان داد که فلزات سنگین در جوامع مانگرو علاوه بر تهدید درختان حرا باعث اثرات مخربی بر جوامع زیستی آن‌ها نیز خواهد داشت. به علت وجود مقادیر بالای مواد آلی در بستر اکوسیستم‌های مانگرو و وجود میزان زیاد رس، این مناطق محل مناسبی برای جذب فلزات سنگین هستند [۱۶].

نتایج بررسی مطالعه حاضر در هر دو فصل پیش مانسون و پس مانسون نشان داد که الگوی تجمع فلزات در بافت آبشش خرچنگ شیخ *O. saratan* به صورت روی <مس> کادمیوم است. همچنین، مشخص شد که غلظت فلز مس و روی در مطالعه حاضر بسیار بالاتر از فلز کادمیوم بود و علت آن نیز به دلیل این است که دو فلز مس و روی جزء فلزات ضروری برای تمامی موجودات هستند. از بین دو ایستگاه تجمع زیستی فلزات در ایستگاه گواتر بالاتر از ایستگاه چاپهار به دست آمد. اما، فلز کادمیوم با تفاوت اندکی در ایستگاه چاپهار بالاتر از گواتر به دست آمد. با این اطلاعات مشخص شد که آلوده‌ترین ایستگاه، ایستگاه گواتر است. همچنین، طبق نتایج به دست آمده از غلظت فلزات بین دو فصل پیش مانسون و پس مانسون، مشخص شد که غلظت تمامی فلزات بجز برای فلز روی در ایستگاه گواتر (که غلظت آن در فصل پس مانسون بالاتر از فصل پیش مانسون می‌باشد)، در فصل پیش مانسون بالاتر از فصل پس از مانسون بود.

مطالعه صورت گرفته توسط لقمانی (۱۳۹۵) در رابطه با غلظت فلزات در فصول مانسون نشان داد که در منطقه مورد مطالعه افزایش تلاش صیادی در فصل پیش مانسون یکی از دلایل اصلی تجمع بیشتر فلزات در این منطقه در فصل پیش مانسون می‌باشد. در فصل مانسون باران‌های شدید، وزش باد، گردوغبار رخ می‌دهد [۱۷]. این جریانات بر روی دریای عمان تأثیر زیادی گذاشته و یکی از عوامل اصلی نوسانات در غلظت فلزات است در مطالعه پاکزاد توچایی و همکاران (۲۰۱۳) عنوان شده که علت افزایش غلظت فلزات در جنگل‌های مانگرویی گواتر در فصل پیش مانسون به دلیل افزایش رواناب‌های رودخانه باهوکلالت به این منطقه است [۱۸]. تغییرات فصلی در فلزات سنگین در سخت‌پوستان ممکن است متغیرتر از ماهی‌های دریایی باشد [۱۸]. مطالعه صورت گرفته توسط Liu و همکاران (۲۰۲۰) در بافت آبشش خرچنگ آبی ژاپنی (*Portunus trituberculatus*) در سواحل Zhejiang چین نشان داد که غلظت فلزات مس، روی و در مطالعه آن‌ها بسیار پایین‌تر و میزان کادمیوم با میزان این فلز در فصل پیش مانسون در ایستگار چاپهار با مطالعه حاضر حدوداً همخوانی داشت [۱۹]. Baki و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی تجمع زیستی فلزات سنگین در سه گونه خرچنگ (*Portunus sanguinolentus*, *Thalamita crenata*, *Matula victor*) در جزیره Saint Martin واقع در بنگلادش پرداختند. غلظت فلزات مس و روی مطالعه آن‌ها بسیار پایین‌تر از مطالعه حاضر اما غلظت فلز کادمیوم بیشتر بود [۲۰]. مقایسه مطالعه انجام شده توسط Jerome و همکاران (۲۰۱۷) در بافت آبشش خرچنگ *Callinectes amnicola* از تالاب Lagos در نیجریه نشان داد که غلظت فلزات مس و روی در مطالعه آن‌ها بسیار پایین‌تر از مطالعه حاضر بود [۲۱]. اما، غلظت فلز کادمیوم حدوداً با مطالعه حاضر همخوانی داشت. همچنین غلظت فلز مس در مطالعه آن‌ها برخلاف مطالعه حاضر بیشتر از فلز روی بود. غلظت فلزات در بافت‌های مختلف موجودات آبی با طیف وسیعی از عوامل محیطی و بیولوژیکی تغییرات فصلی همراه است [۲۲]. بافت آبشش معمولاً غلظت فلزات موجود در آب‌های اطراف را منعکس می‌کند [۲۳]. این اندام مستقیماً در تماس با آب و مواد معلق است، بنابراین می‌تواند مواد مختلفی را از محیط اطراف جذب کند. همچنین از انواع عملکردهای فیزیولوژیکی مانند تنظیم اندازه‌گیری و تبادل گاز استفاده می‌کنند. به دلیل این عملکردها، آبشش‌ها تأثیر قابل توجهی در تبادل فلزات سمی بین خرچنگ و محیط آن دارند [۲۳]. بررسی مطالعه Bakker و همکاران (۲۰۱۷) که بر روی غلظت فلزات بر روی آبشش خرچنگ *Limulus Polyphemus* در جزیره Long بود، نشان داد که غلظت فلز مس مطالعه آن‌ها با میزان مس در فصل پیش مانسون در ایستگاه چاپهار و فلز کادمیوم مطالعه حاضر همخوانی داشت [۲۴]. غلظت فلز کادمیوم در مطالعه آن‌ها بیشتر از مطالعه حاضر بود. با این وجود آن‌ها بیان داشتند که تجمع فلزات مطالعه آن‌ها در خرچنگ مورد نظر در سطح ایمن برای مصرف قرار ندارد و علت بیشتر آلودگی فلزی در این منطقه را فاضلاب‌های صنایع و فاضلاب خانگی دانستند. تجمع زیستی فلز و اثرات منفی مرتبط با آن پدیده‌های پیچیده‌ای هستند، زیرا به چندین عامل جذب، توزیع، ذخیره و دفع بستگی دارد [۲۴]. در بین فلزات غیر ضروری، کادمیوم به یکی از کانون‌های سم‌شناسی آب تبدیل شده است. منشأ بیشتر این فلز در اکوسیستم‌های آبی توسط فعالیت‌های انسانی است که میزان زیادی از آلاینده‌های منشأ این فلز امروزه به اکوسیستم‌های حرا تخلیه می‌شود [۲۵]. Cogun و همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند از آنجاکه کادمیوم جزء فلزات غیر ضروری است، بنابراین هیچ نقشی متابولیکی و عملکردی برای متابولیسم در سخت‌پوستان ندارند و محتوای بافتی این فلزات تنظیم نشده در نتیجه توسط ارگانسیم تنظیم نمی‌شوند. بنابراین در مطالعه حاضر مقدار Cd در خرچنگ شیخ منعکس کننده سطح محیطی این فلز است. فلزات غیر ضروری هیچ نقش متابولیکی

در سخت‌پوستان ندارند. به همین دلیل، حتی در مقادیر کم نیز سمی هستند. مطالعات گسترده انجام شده نشان داد که تولید پروتئین متالوتیونین (MT) در زمان آلودگی در آبزیان باعث اتصال آن به فلزات سنگین جهت کاهش آن‌ها می‌شود. بررسی میزان متالوتیونین در مطالعه حاضر نشان داد که با تفاوت اندکی میزان آن در فصل پیش مانسون بالاتر از پس مانسون بود. اما، مقایسه میزان متالوتیونین بین دو ایستگاه تفاوت خاصی را نشان نداد و میزان این پروتئین در هر دو ایستگاه در خرچنگ شبح دارای تفاوت بسیار اندکی بود. همچنین بررسی آماری نشان دهنده عدم معنی داری به صورت جدا در دو فصل پیش مانسون و پس مانسون بین دو ایستگاه چابهار و گوآتر با یکدیگر بود ($P > 0.05$). بررسی آماری متالوتیونین در هر دو ایستگاه به صورت جدا بین دو فصل پیش مانسون و پس مانسون نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌داری بود ($P < 0.05$). بررسی همبستگی متالوتیونین با فلزات مورد مطالعه نیز نشان داد که این میزان متالوتیونین هیچ گونه همبستگی با فلزات مورد مطالعه ندارد. طبق مشاهدات مشخص شد که این پروتئین در زمان آلودگی برای کاهش سمیت آلاینده‌ها شروع به سنتز می‌کند و افزایش فلزات نیز باعث افزایش پروتئین متالوتیونین شده بود. بر این اساس، در مطالعه Genov و همکاران (۲۰۱۸)، بیان کردند که الگوی فصلی محتوای MT به‌طور کلی متناقص بود و بین خرچنگ‌های کوچک و بزرگ گونه *Nephrops norvegicus* متفاوت بود، درحالی‌که تفاوت‌های مربوط به جنسیت کمتر مشخص بود [۲۶]. علاوه بر این، Boudet و همکاران (۲۰۱۳) الگوهای مختلف تغییرات فصلی را برای محتوای MT در میگوی سفید *Palaemonetes argentine* از سایت دریایی آلوده و غیر آلوده گزارش کردند [۲۷]. در یک مطالعه صورت گرفته قدیمی توسط Canli و Furness (1993) بر روی میگوی *Nephrops norvegicus* بیان کردند که فلز کادمیوم و دیگر فلزات سنگین میل ترکیبی زیادی برای اتصال به MT دارند [۲۸]. اما در مطالعه آن‌ها بیان کردند که کادمیوم دارای همبستگی ضعیفی با متالوتیونین است که با نتیجه مطالعه حاضر در رابطه با کادمیوم مطابقت نداشت. فلزات مس و روی در صورت تجمع بیش‌ازحد، از توانایی اتصال و پتانسیل القایی بالایی به پروتئین متالوتیونین برخوردار می‌شوند [۲۹]. مطالعه صورت گرفته توسط Yang و همکاران (۲۰۱۹) بیان کرد متالوتیونین موجود در خرچنگ *Sinopotamon henanense* دارای عملکرد سم‌زدایی مناسب برای فلز کادمیوم بود و باعث تنظیم هموستازی فلزات اساسی مانند فلز روی می‌شود [۳۰]. Yang و همکاران (۲۰۱۹) بیان کردند که عناصر اساسی برای رشد و بقای ارگانسیم ضروری هستند، اگرچه غلظت بیش‌ازحد آن‌ها سمی می‌باشند [۳۰]. آن‌ها نتیجه گرفتند که اگرچه متالوتیونین می‌تواند تحمل نسبت به مس و روی را توسط باکتری اشرشیاکولای نوترکیب را افزایش دهد. اما، تغییر غلظت مس و روی در واسطه‌ها کاهش نمی‌یابد. آن‌ها بیان کردند که متالوتیونین در فرآیندهای فیزیولوژیک سخت‌پوستان در واقع به‌عنوان پذیرنده فلز روی در نظر گرفته می‌شود. بنابراین میل ضعیف متالوتیونین خرچنگ مورد مطالعه آن‌ها به فلز روی ممکن است برای ذخیره و انتقال فلز روی مفید باشد که متالوتیونین بدون متیلاسیون فراهم می‌کند که برای فرآیند اکسیداتیو موجودات مفید است [۳۱]. علاوه بر این، مس همچنین یک عنصر ضروری مهم برای سخت‌پوستان است زیرا در سنتز هموسیانین شرکت می‌کند و همولف ارگان اصلی سنتز هموسیانین است [۳۱]. بنابراین، نتیجه گرفته شد که متالوتیونین در خرچنگ *S. henanense* ممکن است یک ایزوفرم متالوتیونین باشد و ممکن است تنظیم تعادل مس در هموستازی را باعث شود، زیرا متابولیسم مس برای تقاضای انتقال دهنده‌های اکسیژن حاوی مس در سخت‌پوستان و پروتئین‌های Cu-thionein مهم است و در متابولیسم مس نقش مهمی دارد [۳۲]. در واقع گزارش‌های مختلف از متالوتیونین نشان‌دهنده افزایش میزان پروتئین متالوتیونین در زمان افزایش فلزات است. مطالعه صورت گرفته توسط Cosson و همکاران (۲۰۰۰) دوکفه‌ای *Crassostra gigas* را در معرض فلزات مختلفی قرار داد آن‌ها بیان کردند که تمامی فلزات باعث افزایش معنی‌دار متالوتیونین در بافت آبشش بودند [۳۳]. مطالعات صورت گرفته توسط Paul-Pont و همکاران در سال ۲۰۱۰ بر روی صدف *Cerastoderma edule* بیان کردند که القا فلز کادمیوم باعث سنتز پروتئین متالوتیونین می‌شود که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت داشت [۳۴]. اما مقایسه تحقیقات گسترده انجام شده در شرایط آزمایشگاهی با محیط طبیعی نشان داده است که بررسی همبستگی میزان پروتئین متالوتیونین با غلظت فلزات در شرایط آزمایشگاهی بیشتر از محیط طبیعی مشهود می‌باشد که علت آن را تفاوت در تحریک سنتز ایزوفرم‌های پروتئین متالوتیونین در غلظت‌های مختلف فلزات در شرایط آزمایشگاهی می‌باشد. اما در محیط طبیعی این پروتئین علاوه بر فلزات تحت تأثیر عوامل مختلف محیطی مانند شرایط فیزیکی و شیمیایی آب، فصول مختلف، میزان تغذیه آن‌ها، حضور

آلاینده‌هایی مانند آفت‌کش‌ها و آنتی‌بیوتیک‌ها قرار دارد. همچنین لقمانی و همکاران (۱۳۹۶) بیان کردند که غلظت‌هایی که از فلزات در شرایط آزمایشگاهی به‌کاربرده می‌شود دارای مقادیر بالا و غیرمعمول نسبت به میزان آن‌ها در شرایط طبیعی است [۳۵]. متالوتیونین‌ها پروتئین‌هایی با وزن مولکولی کم هستند که به‌عنوان مهم‌ترین عوامل دفاعی بی‌مهرگان برای بی‌حرکتی فلزات، به‌ویژه در سخت‌پوستان در نظر گرفته شده است [۳۶] بر این اساس، گویا خرچنگ‌ها درست پس از چند روز از قرار گرفتن در معرض فلزات، مکانیسم‌های دفاعی خود را تولید می‌کنند که متالوتیونین بیشتری تولید می‌کند. Ladhar-Chaabouni و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند که فاکتورهای زیستی و غیرزیستی به علت ایجاد اثرات قابل توجه متفاوت در تغییرات متالوتیونین باعث ایجاد تردید در تجزیه‌وتحلیل نتایج مطالعات این پروتئین در محیط طبیعی گردد به همین علت نتایج حاصل از تغییرات متالوتیونین در یک‌گونه و یک منطقه قابل‌تعمیم با همه مناطق نیست [۳۷]. Amiard و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند شرط اصلی برای مناسب دانستن یک نشانگر زیستی در سنجش تغییرات محیطی مناطق مختلف، داشتن ارتباط همبستگی خطی معنی‌دار مستقیم بین غلظت فلزات سنگین و نشانگر زیستی مورد مطالعه در بدن موجود است [۲۹].

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه نشان داد که بین میزان پروتئین متالوتیونین و غلظت فلزات در واقع هیچ‌گونه همبستگی وجود ندارد که می‌تواند به دلیل ناپایدار بودن شرایط محیطی و غالب بودن فاکتورهای زیستی و غیرزیستی بر تأثیر فلزات در القاء متالوتیونین باشد. همچنین مشخص شد که متالوتیونین در اثر افزایش آلاینده‌ها جهت کاهش اثر آن‌ها در بدن موجودات سنتز می‌شود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از خانم مریم بهروزی و آقای حسن زاد عباس شاه‌آبادی کارشناسان آزمایشگاه دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار تشکر و قدردانی می‌گردد.

تاییدیه‌های اخلاقی

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

سه‌م نویسندگان در مقاله

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

منابع مالی/حمایتها

این پژوهش با حمایت‌های مالی پایان‌نامه‌های دانشجویی دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار صورت پذیرفته است.

منابع

1. Giri C, Ochieng E, Tieszen LL, Zhu Z, Singh A, Loveland, T, Duke N. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*. 2011; 20(1), 154-159.
2. Limoui FA, Mohabbat Kar H. A Study of Pollution in the Persian Gulf and the Sea of Oman and Ways to Fight It, Third Conference on Environmental Planning and Management, Tehran. 2013.
3. Birch, G., Nath, B., Chaudhuri, P. Effectiveness of remediation of metal-contaminated mangrove sediments (Sydney estuary, Australia). *Environmental Science and Pollution Research*, 2015; 22(8), 6185-6197.

4. Abtahi B, Shojaei MG, Esmaeili SA, Rahnema M, Sharifpour I, Bahmani M, Kazemi R, Halajian A. Concentration of some heavy metals in tissues of Stellate Sturgeon (*Acipenser stellatus*) in the South Caspian Sea. Environmental Sciences. 2007;4(3),77-84. (In Persian).
5. Saeidi M, Abtahi B, Mortazavi MS, Aghajeri N, & Shojaei, MG. Zinc concentration in tissues of spangled emperor (*Lethrinus nebulosus*) caught in northern part of the Persian Gulf. Environmental Sciences. 2008; 6(1),75-82. (In Persian).
6. Hamzeh MA, Mahmoudi Gharayi MH, Baskeleh GR. Geochemical study of the origin and effects of heavy metal pollution in Ramin and Bryce fishing ports. Journal of Oceanography. 2014; 5(17), 21-31. (In Persian).
7. Khan SA, Raffi SM, Lyla PS. Brachyuran crab diversity in natural (Pitchavaram) and artificially developed mangroves (*Vellar estuary*). Current Science. 2005; 1316-1324.
8. Mosleh YY, Paris-Palacios S, Couderchet M, Biagianni-Risbourg S, Vernet G. Effects of the herbicide isoproturon on metallothioneins, growth, and antioxidative defenses in the aquatic worm *Tubifex tubifex* (Oligochaeta, Tubificidae). Ecotoxicology. 2005; 14(5), 559-571.
9. Staniskiene B, Matusевичius P, Budreckiene R, Skibniewska KA. Distribution of Heavy Metals in Tissues of Freshwater Fish in Lithuania. Polish Journal of Environmental Studies. 2006; 15(4), 585-591.
10. Yilmaz L. Chemical Composition. Biological Properties and Health Effects of Propolis. 2003; pp, 28-30.
11. Moopam, R. Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods. ROPME. Kuwait, 1999; pp,1- 20.
12. Viarengo A, Burlando B, Dondero F, Marro A, Fabbri R. Metallothionein as a tool in biomonitoring programmes. Biomarkers. 1999; 4(6), 455-466.
13. Azimi A, Safaieh A, Dadollahi SA, Zolkarnain H, Saffar B, Savari A. Evaluation of the use of metallothionein as a biomarker of heavy metals (mercury, cadmium, lead and Copper) in *Crassostrea gigas* bivalves in Bandar Imam Khomeini region, Journal of Oceanography. 2012; 3(9), 27-39.
14. Won EJ, Raisuddin S, Shin KH. Evaluation of induction of metallothionein-like proteins (MTLPs) in the polychaetes for biomonitoring of heavy metal pollution in marine sediments. Marine Pollution Bulletin. 2008; 57(6-12), 544-551.
15. Tayebzadeh M, Velayatzadeh M. Bioaccumulation of toxic and essential elements in the muscle and shell of *Potamon persicum* (Pretzmann, 1962 Kakarza River in Lorestan Province, Izan Scientific Journal of Fisheries. 2016; 25(2),203-212.
16. Zarezadeh R, Rezaei P. Study of heavy metal accumulation in mangrove sediments, Gabrik estuary (Jask), Journal of Natural Environment (Natural Resources of Iran). 2016;69(1),61-78. (In Persian).
17. Loghmani M. Study of changes in density of submarine polychaetes in Chabahar Bay with emphasis on the role of heavy metals (copper and zinc), Journal of Aquatic Ecology. 2016;3(6), 10-12. (In Persian).
18. Engel DW, Brouwer M. Crustaceans as models for metal metabolism: I. Effects of the molt cycle on blue crab metal metabolism and metallothionein. Marine environmental research. 1993;35(1-2), 1-5.
19. Liu Q, Liao Y, Xu X, Shi X, Zeng J, Chen Q, Shou L. Heavy metal concentrations in tissues of marine fish and crab collected from the middle coast of Zhejiang Province, China. Environmental Monitoring and Assessment. 2020 ;192, 1-12.
20. Baki MA, Hossain MM, Akter J, Quraishi SB, Shojib MFH, Ullah AA, Khan MF. Concentration of heavy metals in seafood (fishes, shrimp, lobster and crabs) and human health assessment in Saint Martin Island, Bangladesh. Ecotoxicology and environmental safety. 2018;159, 153-163.
21. Jerome FC, Hassan A, Omoniyi-Esan GO, Odujoko, OO, Chukwuka AV. Metal uptake, oxidative stress and histopathological alterations in gills and hepatopancreas of *Callinectes amnicola* exposed to industrial effluent. Ecotoxicology and environmental safety. 2017;139, 179-193.

22. Sokolowski A, Bawazir AS, Wolfowitz M. Trace metals in the brown mussel *Perna perna* from the coastal waters off Yemen (Gulf of Aden): How concentrations are affected by weight, sex, and seasonal cycle. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 2004;46(1), 67-80.
23. Bustamante P, Bocher P, Cherel Y, Miramand P, Caurant F. Distribution of trace elements in the tissues of benthic and pelagic fish from the Kerguelen Islands. *Science of the total environment*. 2003; 313(1-3), 25-39.
24. Bakker AK, Dutton J, Sclafani M, Santangelo N. Maternal transfer of trace elements in the Atlantic horseshoe crab (*Limulus polyphemus*). *Ecotoxicology*. 2017; 26(1), 46-57.
25. Pedersen KL, Bach LT, Bjerregaard P. Amount and metal composition of midgut gland metallothionein in shore crabs (*Carcinus maenas*) after exposure to cadmium in the food. *Aquatic toxicology*. 2014;150,182-188.
26. Cenov A, Perić L, Glad M, Žurga P, Lušić DV, Traven L, Bihari N. A baseline study of the metallothioneins content in digestive gland of the Norway lobster *Nephrops norvegicus* from Northern Adriatic Sea: Body size, season, gender and metal specific variability. *Marine pollution bulletin*. 2018;131, 95-105.
27. Boudet LC, Polizzi P, Romero MB, Robles A, Gerpe M. Lethal and sublethal effects of cadmium in the white shrimp *Palaeomonetes argentinus*: a comparison between populations from contaminated and reference sites. *Ecotoxicology and environmental safety*. 2013; 89, 52-58.
28. Canli M, Furness RW. Heavy metals in tissues of the Norway lobster *Nephrops norvegicus*: effects of sex, size and season. *Chemistry and Ecology*. 1993; 8(1), 19-32.
29. Amiard JC, Amiard-Triquet C, Barka S, Pellerin J, Rainbow PS. Metallothioneins in aquatic invertebrates: their role in metal detoxification and their use as biomarkers. *Aquatic Toxicology*. 2006; 76(2), 160-202.
30. Yang HZ, Gu WJ, Chen W, Hwang JS, Wang L. Metal binding characterization of heterologously expressed metallothionein of the freshwater crab *Sinopotamon henanense*. *Chemosphere*. 2019;235, 926-934.
31. Capdevila M, Bofill R, Palacios O, Atrian S. State-of-the-art of metallothioneins at the beginning of the 21st century. *Coordination Chemistry Reviews*. 2012; 256(1-2), 46-62.
32. Blackmore G, Wang WX. The transfer of cadmium, mercury, methylmercury, and zinc in an intertidal rocky shore food chain. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 2004; 37(1), 91-110.
33. Cosson RP. Bivalve metallothionein as a biomarker of aquatic ecosystem pollution by trace metals: limits and perspectives. *Cellular and molecular biology (Noisy-le-Grand, France)*. 2000; 46(2), 295-309.
34. Paul-Pont I, Gonzalez P, Baudrimont M, Nili H, de Montaudouin X. Short-term metallothionein inductions in the edible cockle *Cerastoderma edule* after cadmium or mercury exposure: discrepancy between mRNA and protein responses. *Aquatic toxicology*. 2010; 97(3), 260-267.
35. Loghmani M, Savari A, Doust Shenan B, Archangi B, Kabiri K. Investigation of changes in the concentration of metallothionein protein as a biomarker (biomarker) in *Glycinde bonhourei* polychaete worm under the influence of Manson phenomenon and some heavy metals (copper, zinc and cadmium) in the sub-tidal zone of Chabahar Gulf, *Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology)*. 2017; 30(4), 456-470. (In Persian)
36. Ahearn GA, Mandal PK, Mandal A. Mechanisms of heavy-metal sequestration and detoxification in crustaceans: a review. *Journal of Comparative Physiology B*. 2004; 174(6), 439-4.
37. Ladhar-Chaabouni R, Machreki-Ajmi M, Hamza-Chaffai A. Use of metallothioneins as biomarkers for environmental quality assessment in the Gulf of Gabès (Tunisia). *Environmental Monitoring and Assessment*. 2012; 184(4), 2177-2192.

Study of changes in metallothionein concentration of ghost crab (*Ocypode saratan*) in Gwater and Chabahar mangrove forests in two periods of pre-monsoon and post-monsoon

Zohreh Soltani¹, Mehran Loghmani^{1*}, Mohammad Mansour Toutouni¹, Mohmood Sinaei²

1- Department of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences, Chabahar University of Maritime and Marine Sciences, Chabahar, Iran

2- Department of Fisheries, Chabahar Branch, Islamic Azad University, Chabahar, Iran

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the accumulation of heavy metals copper, zinc and cadmium and to investigate the changes of metallothionein as a biomarker of contamination in the gill tissue of the ghost crab *Ocypode saratan* in the two time periods before Monsoon (May) and after Monsoon (November) in mangrove forests. Chabahar and Gwater Bay was done in 2019. The results of the study showed that in both pre-Monsoon and post-Monsoon seasons the pattern of metal accumulation in the gill tissue of the ghost crab is zinc > copper > cadmium. The mean concentrations of copper, zinc and cadmium were obtained in the pre-monsoon and post-monsoon seasons at Chabahar station, 173.6 ± 3.83 , 186.43 ± 3.1 , 0.095 ± 0.008 , respectively and 156.7 ± 4.15 , 175.13 ± 2.8 , 0.026 ± 0.003 and in Gwater station the average concentrations of copper, zinc, cadmium in the two pre-Monsoon and post-Monsoon seasons were respectively 237.03 ± 6.4 , 231.8 ± 1.8 , 0.048 ± 0.003 and 205.9 ± 6.34 , 253.2 ± 2.13 , 0.037 ± 0.015 $\mu\text{g/g}$ dry weight. The mean levels of metallothionein in pre-monsoon and post-monsoon season in Chabahar station were 2.02 ± 0.01 and 0.1 ± 0.06 , respectively, and in goiter station were 2 ± 0.02 and 0.12 ± 0.02 , respectively. Comparison of metallothionein levels between Chabahar and Gwater stations was not significant ($P < 0.05$). But in both stations separately between the two pre-Monsoon and post-Monsoon seasons, there was a significant difference ($P < 0.05$). Correlation between metallothionein and metals showed that there was no correlation between metallothionein and the studied metals. Therefore, according to the observations, changes in the concentration of metallothionein in this species are not affected by heavy metals and can be due to changes in the environmental conditions of the seasons.

ARTICLE TYPE

Original Research

ARTICLE HISTORY

Received: 19 Aug 2020

Accepted: 6 Dec 2020

ePublished: 18 Dec 2020

KEYWORDS: Heavy Metals, Metallothionein, Ghost Crab, Monsoon, Mangrove Forests

* Corresponding Author:

Email address: Loghmani.mehran@gmail.com

Tel:

© Published by Tarbiat Modares University

eISSN:2476-6887 pISSN:2322-5513