بررسی تجمع فلزات سنگین نیکل، وانادیوم، سرب و کادمیوم بر حسب اندازه و جنسیت در میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) در مجتمع‌های پرورش میگوی استان بوشهر

الهه شاکردرگاه[1]، نیما پورنگ[2]، خسرو آیین جمشید[3]، غلامحسین وثوقی[1]

۱-دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، گروه زیست شناسی دریا، تهران. ایران.e.shakerdargah@yahoo.com

۲-موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران. ایران.

۳- پژوهشکده میگوی کشور. بوشهر. ایران.

تاریخ دریافت:۹۲/٤/۲ تاریخ پذیرش:۹۲/۵/۱۵

چکیده

زمینه و هدف: صنعت پرورش میگو می تواند تحت تاثیر آلودگی‌های ناشی از دریا قرار بگیرد و مشکلات و مسائلی برای آن به وجود بیاورد، تجمع فلزات سنگین در بافت میگو سلامت این آبزی و انسان را به عنوان استفاده کننده از این غذا تهدید می کند. اگر غلظت فلزات سنگین به بیش از حد مجاز در محیط برسند اثرات سمیت فراوانی دارند. هدف از این تحقیق اندازه گیری و میزان تجمع فلزات سنگین(سرب، کادمیوم، نیکل و وانادیوم) در بافت عضله‌ی میگو است.

روش کار: جمع آوری میگو در سه ماه مرداد، شهریور و مهر سال ۱۳۹۱ از دو سایت شیف و حله، از مراکز پرورش میگوی وانامی در استان بوشهر صورت گرفت. نمونه‌های صید شده پس از تفکیک به دو جنس نر و ماده جهت سنجش میزان فلزات سنگین در بافت عضله از دستگاه پلاروگراف استفاده گردید.

یافته ها: میانگین در سایت حله تجمع کادمیوم در عضله‌ی جنس نر و ماده ۰/۰۰٤ppb، میزان تجمع سرب در جنس نر ۰/۰۲۱۱ppb و در جنس ماده ۰/۰۲۰۲ppb برحسب وزن خشک بود. در سایت شیف تجمع کادمیوم در عضله‌ی جنس نر ppb ۰/۰۰٤۳۳ و در جنس ماده ppb ۰/۰۰۳۷۸، میزان تجمع سرب در جنس نر ppb ۰/۰۲۱۸ و در جنس ماده ppb ۰/۰۲۱٦ برحسب وزن خشک به‌دست آمد. میزان تجمع فلز سرب و کادمیوم در هر دو سایت همبستگی مثبت با طول میگو داشته و میزان جذب دو فلز نیز همبستگی مثبت متوسط داشت. میزان تجمع فلز نیکل و وانادیوم در هر دو سایت حله و شیف توسط دستگاه پلاروگراف قابل تشخیص نبود.

نتیجه گیری: مقایسه‌ی نتایج فوق با استانداردهای جهانی نظیر سازمان بهداشت جهانی نشان می‌دهد که غلظت فلزات سرب، کادمیوم، نیکل و وانادیوم کمتر از حد مجاز می‌باشد، احتمالاً میزان تجمع فلزات مورد نظر برای سلامت مصرف کنندگان و هم چنین صادرات این گونه‌ی پرورشی مشکلی را ایجاد نخواهد کرد.

واژه های کلیدی: میگوی وانامی، استان بوشهر، سرب، کادمیوم، نیکل، وانادیوم، عضله.

مقدمه

اوایل دهه ۱۳۷۰ شیلات ایران به عنوان متولی اصلی توسعه‌ی آبزی پروری در کشور اقدامات جدی را برای توسعه‌ی صنعت پرورش میگو در جنوب کشور سر لوحه‌ی برنامه‌های خود قرار داد. از گونه‌های مورد توجه برای پرورش در جنوب کشور میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) با نام عمومی میگوی پاسفید غربی بود (نگاهی اجمالی به پرورش میگو در ایران و جهان، ۱۳۸۷)(۲). صنعت پرورش میگو مانند دیگر صنایع وابسته به دریا ممکن است تحت تاثیر آلودگی‌های ناشی از دریا قرار گرفته و مشکلات و مسائلی برای آن به وجود آورد، از این جمله آلودگی آب ها با فلزات سنگین می باشد. اگر غلظت فلزات سنگین به بیش از حد مجاز در محیط برسند اثرات سمیت فراوانی دارند(۵). تجمع فلزات سنگین در بافت میگو سلامت این آبزی و انسان را به عنوان استفاده کننده از این غذا تهدید می کند (۴). با توجه به این که این ماده‌ی غذایی در رژیم غذایی انسان جایگاه ویژه-ایی دارد در این تحقیق تلاش شده میزان تجمع فلزات سنگین نیکل، کادمیوم، سرب و وانادیوم در عضله‌ی میگوی وانامی در مزارع پرورش میگو استان بوشهر(سایت حله و سایت شیف) تعیین نمود تا راهکارهایی را

در جهت استفاده‌ی مناسب تر از این ماده‌ی ارزشمند دریایی به دست آورد.

مواد و روش ها

برای انجام این تحقیق در ماه‌های مرداد، شهریور و مهر ۱۳۹۱ از دو سایت پرورش میگو واقع در شیف و حله در استان بوشهر نمونه‌گیری انجام شد. از آنجایی که این دو سایت در نزدیکی مسیرهای کشتیرانی و تخلیه‌ی فاضلاب‌های شهری و صنعتی می‌باشد احتمال بروز آلودگی به فلزات سنگین در این دو مکان بیشتر است. نمونه برداری به صورت اتفاقی و به وسیله‌ی سینی انجام گرفته است، به این ترتیب که از هر سایت پرورشی سه استخر انتخاب و از هر استخر به صورت اتفاقی ۲۰ نمونه برداشت گردید. نمونه‌ها پس از برداشت درون کیسه‌های فریزر قرار گرفته وپس از نصب برچسب اطلاعات مربوطه روی آن به درون یخدان منتقل و در اولین فرصت به دمای ۱۸- درجه‌ی سانتی گراد منتقل شدند. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه و بعد از بیومتری و تعیین جنسیت میگوها پوسته(مرحله اول)، عضله‌ی نمونه‌ها (مرحله دوم) و نوار عصبی و روده از عضله (مرحله سوم) جدا و سپس نمونه‌ها به تفکیک جنسیت درون پتری دیش قرار گرفته و مشخصات هر یک از نمونه‌ها به روی پتری دیش نوشته شد(۱۰). پس از این‌که نمونه‌ها درون پتری دیش قرار داده شدند، وزن آن ها توسط ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری گردید که این اندازه گیری نشان دهنده‌ی وزن تر می باشد. بعد از آن نمونه‌ها درون دستگاه فریزر درایر، مدل Christ α-4 lo plus قرار گرفته و خشک شدند (۱۰). پس از خارج کردن نمونه‌ها از فریزر درایر وزن آن ها محاسبه گردید، که به این ترتیب وزن خشک نمونه‌ها به دست آمد و سپس درون دسیکاتور قرار داده شدند. از روی اختلاف وزن نمونه‌ی تر و نمونه‌ی خشک درصد آب نمونه‌ها محاسبه گردید. در این مرحله نمونه‌های خشک را درون هاون چینی پودر شدن ۲۵۰ میلی گرم از آن درون بشر منتقل گردید، سپس ۴ میلی لیتر اسید سولفوریک ۹۶ درصد به آن اضافه و تا ۲۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد حرارت دید. زمانی که آب نمونه کاملاً تبخیر و مخلوط به رنگ قهوه ایی در آمد ۱ میلی لیتر آب اکسیژنه‌ی ۳۰ درصد به آن اضافه شد زمانی که واکنش خاتمه یافت و محلول هضم شده دوباره به رنگ قهوه ایی درآمد ۱ میلی لیتر آب اکسیژنه اضافه و در دمای ۳۵۰ الی ۴۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد حرارت دید. به طور کلی حجم مورد نیاز از آب اکسیژنه در حدود ۵ میلی لیتر است تا عملیات هضم کامل شود(۱۶). از آن‌جایی که برخی از نمونه‌ها پس از برداشتن از روی هیتر با اضافه کردن آب مقطر تشکیل رسوب دادند، تمامی نمونه‌های محلول توسط قیف شیشه‌ای و کاغذ صافی، صاف شدند و به بالن ژوژه منتقل شده، به حجم ۲۵ میلی لیتر رسیدند و در نهایت جهت آنالیز فلزات نیکل، وانادیوم، سرب و کادمیوم به دستگاه پلاروگراف منتقل گردید و برای تحلیل داده-های از نرم افزار۱۶ SPSS استفاده گردید. در ابتدا پس از اطمینان از نرمال بودن پراکنش داده ها و فراهم شدن سایر پیش فرض‌ها (assumptions) از روش های آمار پارامتریک (parametric statistical methods) و از آنالیز کواریانس چهار طرفه(4 way ANCOVA) استفاده شد. پس از مشاهده اختلاف معنی دار بین تیمارها از آزمون های مناسب مقایسه میانگین‌ها (post hoc) استفاده گردید. هم‌چنین پس از انجام آزمون های پیش شرط(پنج شرط لازم) از ضریب همبستگی Pearson (r) برای بررسی ارتباط بین مقادیر مختلف غلظت فلزات سنگین استفاده شده است. سطح اطمینان در تجزیه و تحلیل آماری ۹۵٪ مد نظر بوده است.

نتایج

بر اساس نتایج در سایت حله میانگین تجمع سرب در میگوی نر (۰/۰۲۱۱ppb) بیشتر از میانگین تجمع سرب در میگوی ماده(۰/۰۲۰۲ppb) به‌دست آمد، میانگین تجمع کادمیوم در میگوی نر (۰/۰۰۴ppb) بیشتر از میانگین تجمع کادمیوم در میگوی ماده(۰/۰۰۴ppb) به‌دست آمد و میانگین طول در میگوی نر(۱۱/۳۸۴سانتی‌متر) بیشتر ازمیگوی ماده (۱۱/۲۸سانتی متر)بود. هم‌چنین بر اساس نتایج به‌دست آمده از سایت شیف میانگین تجمع سرب در میگوی نر (۰/۰۲۱۸ppb) بیشتر از میانگین تجمع سرب در میگوی ماده(۰/۰۲۱۶ppb) به‌دست آمد، میانگین تجمع کادمیوم در میگوی نر (۰/۰۰۴۳۳ppb) بیشتر از میانگین تجمع کادمیوم در میگوی ماده(۰/۰۰۳۷۸ppb) به‌دست آمد. میانگین طول در میگوی نر(۱۱/۶۴۹سانتی متر) بیشتر ازمیگوی ماده (۱۱/۱۶سانتی متر)بود(جدول ۱).

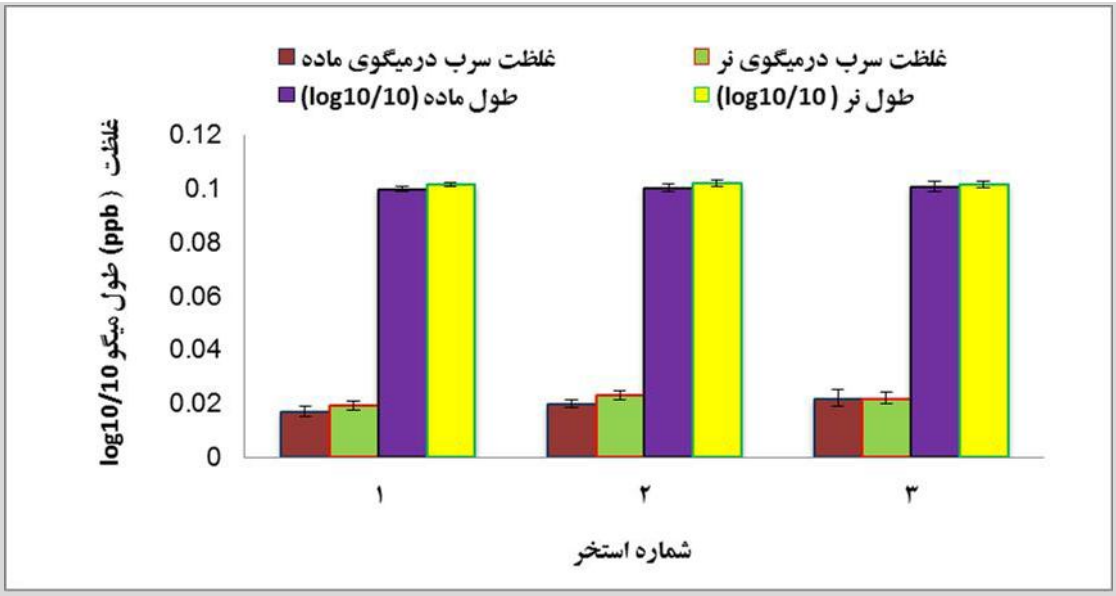
جدول ۱- نتایج همبستگی پیرسون بین فلزات سنگین(کادمیوم و سرب) با طول و جنسیت میگوها

عوامل	جنسیت			سرب			کادمیوم			طول		
	R	P	n	R	P	n	R	P	n	R	P	n
جنسیت	۱		۳۶۰	۰/۰۹۱	۰/۲۲٤	۱۸۰	۰/۱٦٤	۰/۰۲۸	۱۸۰	۰/۱٤۰	۰/۰۰۸	۳٦۰
سرب				۱		۱۸۰	۰/٦۲۹	۰/۰۰۱	۱۸۰	۰/٤٥۳	۰/۰۰۱	۱۸۰
کادمیوم							۱		۱۸۰	۰/۳۳۲	۰/۰۰۱	۱۸۰
طول										۱		۳٦۰

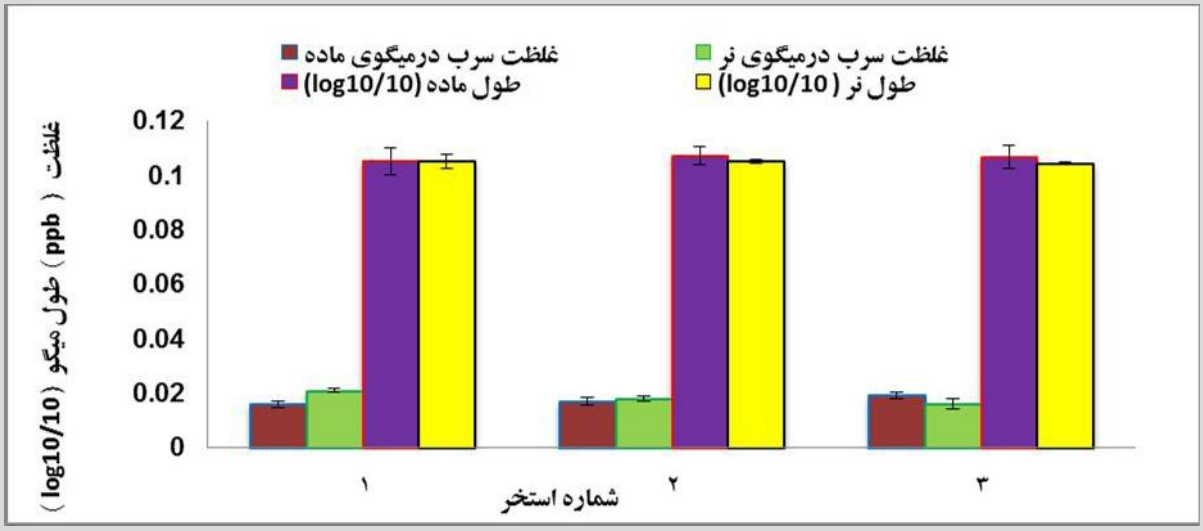
R: ضریب همبستگی P: سطح معنی دار بودن n: تعداد نمونه

بر اساس نتایج حاصل از جدول یک، میزان تغییرات طول با میزان جذب فلز سرب و کادمیوم و میزان جذب فلز کادمیوم با جنسیت میگوها همبستگی مثبت ضعیف دارد. میزان جذب فلز سرب همبستگی مثبت متوسط با جذب فلز کادمیوم داشته است. میانگین تجمع سرب در میگوهای نر و هم چنین میانگین طول در میگوی نر بیشتر از میگوهای ماده در استخرهای شماره ۱ تا ۳ مرحله اول سایت حله می‌باشد. با افزایش و کاهش طول در میگوی نر، میزان تجمع سرب در میگوی نر افزایش و یا کاهش می یابد(نمودار۱). در مرحله دوم میانگین طول میگوی ماده(۱۱/۶) بیشتر از میگوی نر(۱۱/۲) بوده و با افزایش یا کاهش طول میزان تجمع سرب در میگوی ماده افزایش و یا کاهش می‌یابد. ولی میانگین تجمع سرب در میگوی نر(۰/۰۱۸۳ppb) بیشتر از میگوی ماده (۰/۰۱۷۴۶ppb) بود(نمودار۲). در مرحله سوم میانگین طول میگوهای نر بیشتر از میانگین طول میگوهای ماده می‌باشد. میانگین تجمع سرب در میگوی نر(۰/۰۲۳۶ppb) بیشتر از میانگین تجمع سرب در میگوی ماده (۰/۰۲۳۳ppb) بود و با افزایش و کاهش طول در میگوی ماده، میزان تجمع سرب در میگوی ماده افزایش و یا کاهش یافت(نمودار۳). میانگین طول میگوهای نر بیشتر از میانگین طول میگوهای ماده می‌باشد. میانگین تجمع کادمیوم در میگوی نر(۰/۰۰۴۳ppb) بیشتر از میانگین تجمع کادمیوم در میگوی ماده (۰/۰۰۳۶ ppb) است. با افزایش و کاهش طول در میگوی ماده، میزان تجمع کادمیوم در میگوی ماده افزایش و یا کاهش می‌یابد(نمودار۴). میانگین طول میگوی ماده(۱۱/۶) بیشتر از میگوی نر(۱۱/۲) می‌باشد. با افزایش و کاهش طول در میگوی ماده، میزان تجمع کادمیوم در میگوی ماده افزایش و یا کاهش می‌یابد. با افزایش و کاهش طول در میگوی نر، میزان تجمع کادمیوم در میگوی نر افزایش و یا کاهش می‌یابد. میانگین تجمع کادمیوم در

میگوی نر(۰/۰۰۴ppb) بیشتر از میانگین تجمع کادمیوم در میگوی ماده (۰/۰۰۲۶ ppb) می‌باشد(نمودار۵).



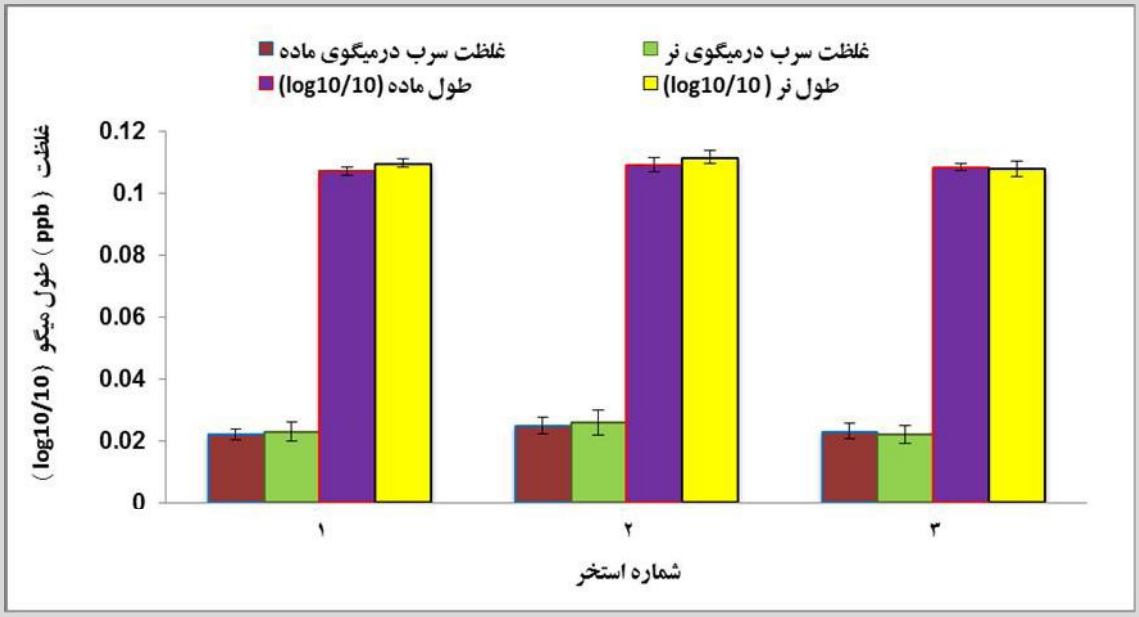
نمودار۱- مقایسه تجمع سرب در میگو با طول میگو در استخرهای شماره۱ تا ۳ مرحله اول سایت حله



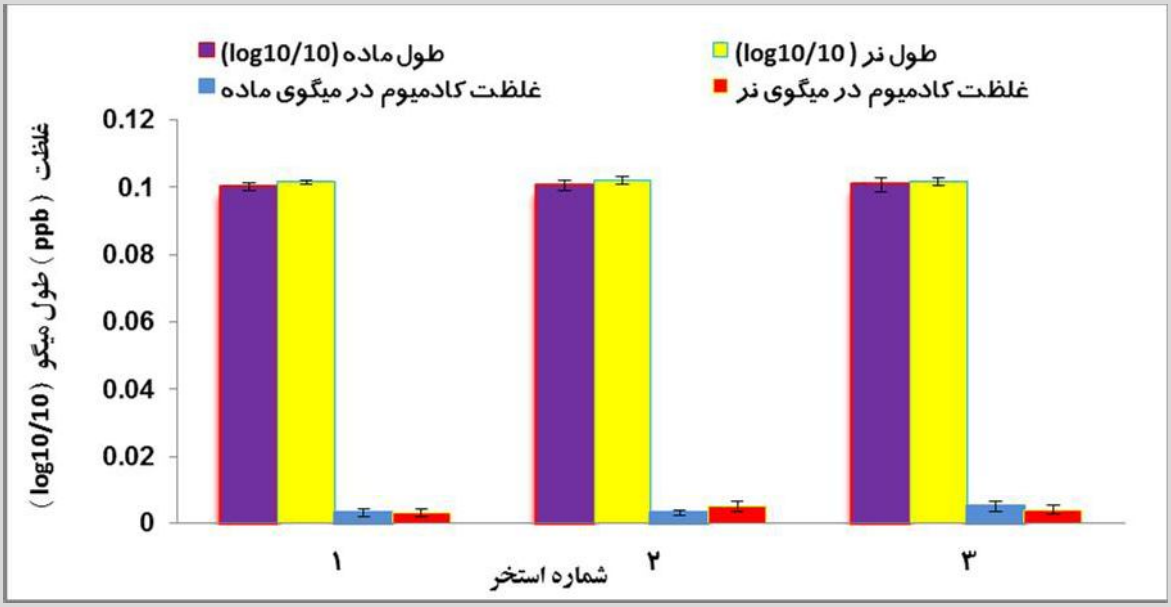
نمودار۲- مقایسه تجمع سرب در میگو با طول میگو در استخرهای شماره ۱ تا ۳ مرحله دوم سایت حله

میانگین طول میگوی نر(۱۲/۵۳) بیشتر از میگوی ماده(۱۲/۱۲) می‌باشد. با افزایش و کاهش طول در میگوی ماده، میزان تجمع کادمیوم در میگوی ماده افزایش و یا کاهش می‌یابد. با افزایش و کاهش طول در میگوی نر(در استخر ۱و۲)، میزان تجمع کادمیوم در میگوی نر افزایش و یا کاهش می‌یابد ولی در استخر۳ بر عکس کاهش داشته است. میانگین تجمع کادمیوم در میگوی نر(۰/۰۰۴ppb) بیشتر از میانگین تجمع کادمیوم در میگوی ماده (۰/۰۰۳۳ ppb) می‌باشد(نمودار۵). میانگین طول میگوی نر(۱۱/۴۸) بیشتر از میگوی ماده(۱۰/۵۷) می‌باشد. با افزایش و کاهش طول در میگوی ماده، میزان تجمع سرب در میگوی ماده افزایش و یا کاهش می‌یابد. با افزایش و کاهش طول در میگوی نر، میزان تجمع سرب در میگوی نر

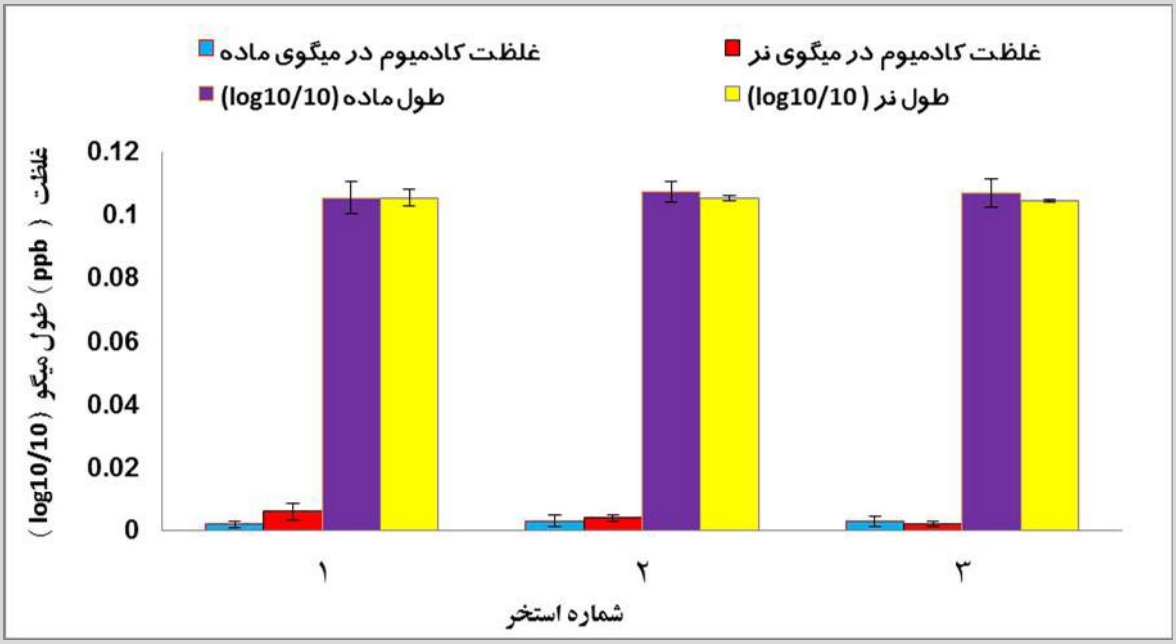
افزایش و یا کاهش می‌یابد. میانگین تجمع سرب در میگوی نر(۰/۰۲۱۳ppb) بیشتر از میانگین تجمع سرب در میگوی ماده (۰/۰۲۱ ppb) می‌باشد(نمودار۷).



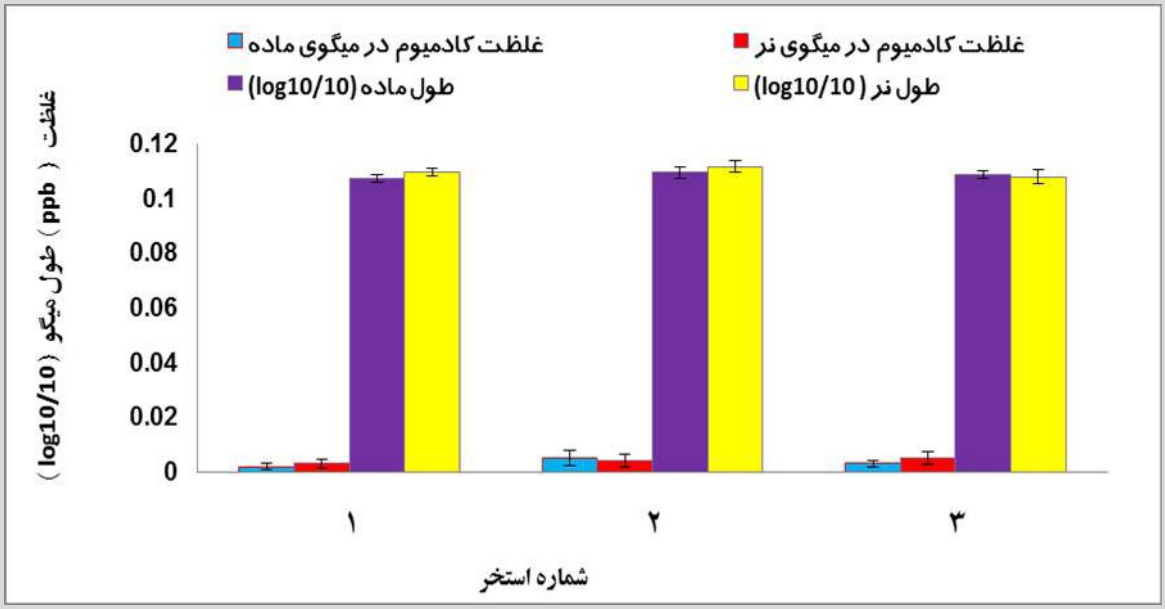
نمودار۳- مقایسه تجمع سرب در میگو با طول میگو در استخرهای شماره ۱ تا ۳ مرحله سوم سایت حله



نمودار ٤- نمودار مقایسه تجمع کادمیوم در میگو با طول میگو در استخرهای شماره ۱ تا ۳ مرحله اول سایت حله



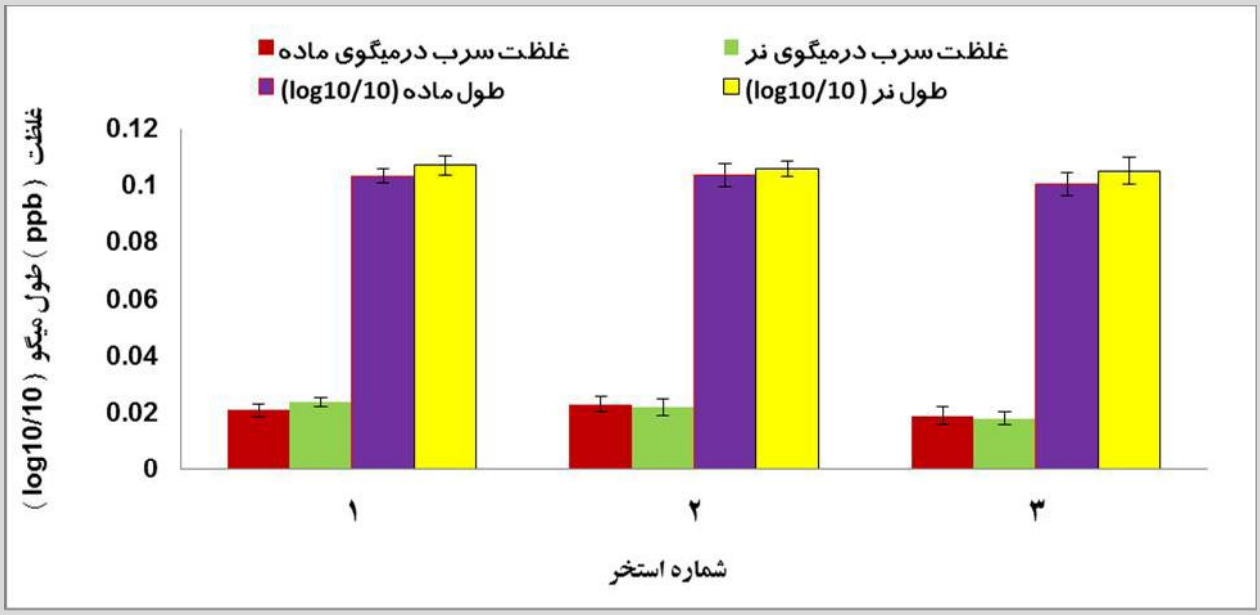
نمودار۵-نمودار مقایسه تجمع کادمیوم در میگو با طول میگو در استخرهای شماره ۱ تا ۳مرحله دوم سایت حله



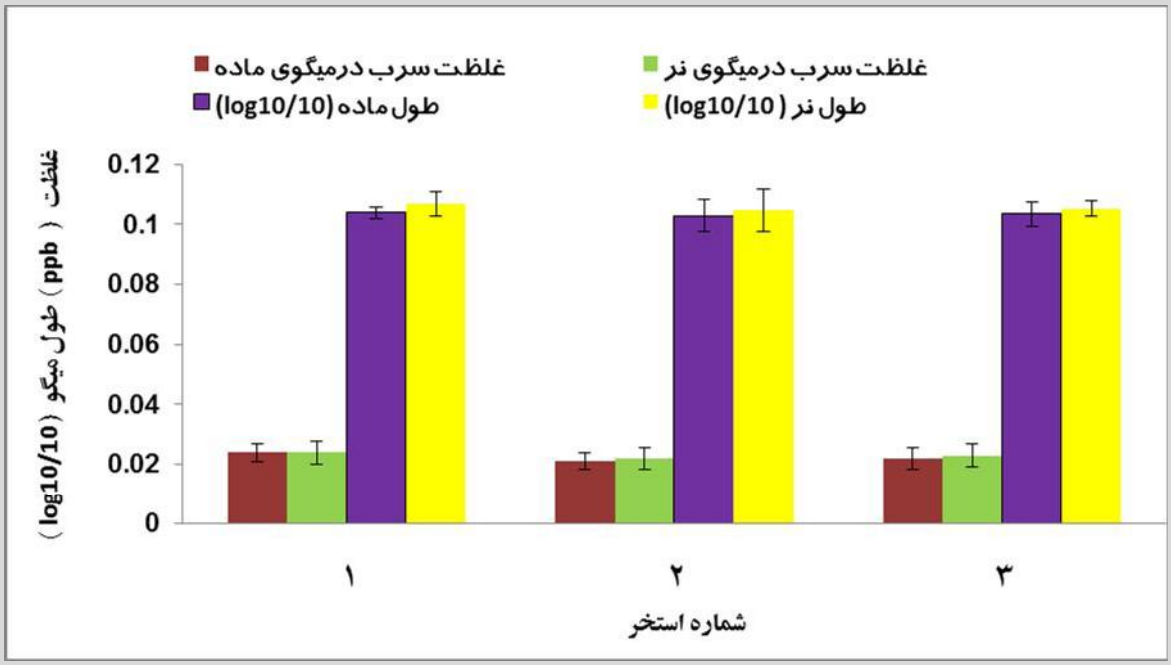
نمودار٦- نمودار مقایسه تجمع کادمیوم در میگو با طول میگو در استخرهای شماره ۱ تا ۳ مرحله سوم سایت حله

میانگین طول میگوی نر(۱۱/۳۴) بیشتر از میگوی ماده(۱۰/۸۲) می باشد. میانگین تجمع سرب در میگوی نر(۰/۰۲۳ppb) بیشتر از میانگین تجمع سرب در میگوی ماده (۰/۰۲۲ ppb) می‌باشد.با افزایش و کاهش طول در میگوی ماده، میزان تجمع سرب در میگوی ماده افزایش و یا کاهش می‌یابد. با افزایش و کاهش طول در میگوی نر، میزان تجمع سرب در میگوی نر افزایش و یا کاهش می‌یابد(نمودار۸). میانگین طول میگوی نر(۱۲/۱۲) بیشتر از میگوی ماده(۱۲/۰۸) می‌باشد. میانگین تجمع سرب در میگوی نر(۰/۰۲۲۳ppb) بیشتر از میانگین تجمع سرب در میگوی ماده (۰/۰۲۱۳ ppb) می‌باشد. با افزایش و کاهش طول در میگوی ماده، میزان تجمع سرب در میگوی ماده افزایش و یا کاهش می‌یابد. با افزایش و

کاهش طول در میگوی نر، میزان تجمع سرب در میگوی نر افزایش و یا کاهش می‌یابد(نمودار۹).



نمودار۷- مقایسه غلظت سرب در میگو با طول میگو در استخرهای شماره ۱ تا ۳ مرحله اول سایت شیف

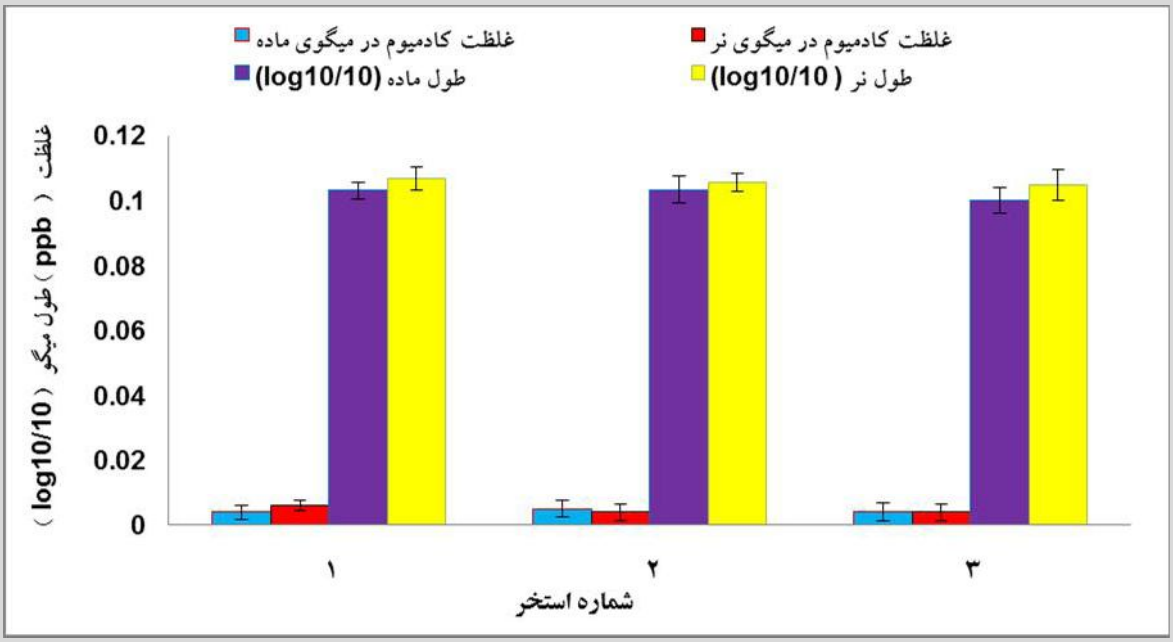


نمودار۸- مقایسه تجمع سرب در میگو با طول میگو در استخرهای شماره ۱ تا ۳ مرحله دوم سایت شیف

میانگین طول میگوی نر(۱۱/۴۸) بیشتر از میگوی ماده(۱۰/۵۷) می باشد. میانگین تجمع کادمیوم در میگوی نر(۰/۰۰۴۶ppb) بیشتر از میانگین تجمع کادمیوم در میگوی ماده (۰/۰۰۴۳ ppb) می‌باشد. با افزایش و کاهش طول در میگوی ماده، میزان تجمع کادمیوم در میگوی ماده افزایش و یا کاهش می‌یابد. با افزایش و کاهش طول در میگوی نر، میزان تجمع کادمیوم در میگوی نر افزایش و یا کاهش می‌یابد(نمودار۱۰). میانگین طول میگوی نر(۱۱/۳۴) بیشتر از میگوی ماده(۱۰/۸۲) می‌باشد. میانگین تجمع

کادمیوم در میگوی نر(۰/۰۰۵ppb) بیشتر از میانگین تجمع کادمیوم در میگوی ماده (۰/۰۰۴ ppb) می‌باشد. افزایش و کاهش طول در میگوی ماده، میزان تجمع کادمیوم در میگوی ماده افزایش و یا کاهش می‌یابد. با افزایش و کاهش طول در میگوی نر، میزان تجمع کادمیوم در میگوی نر افزایش و یا کاهش می‌یابد(نمودار۱۱).

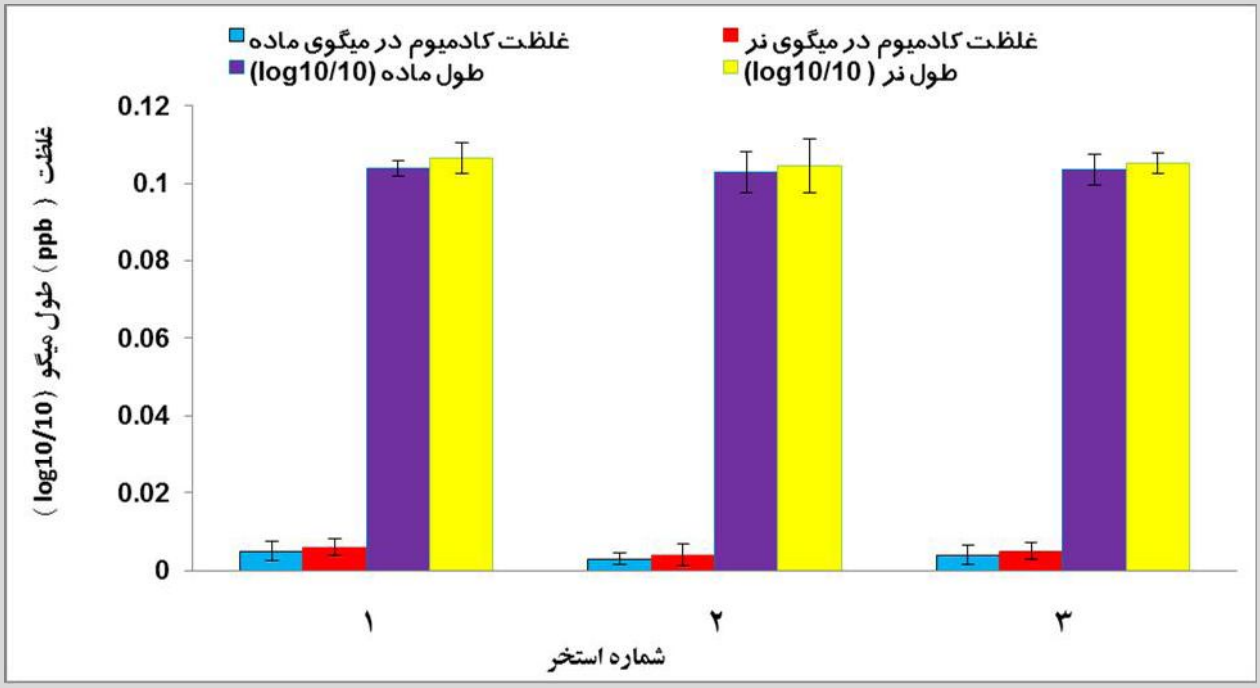
نمودار۹- مقایسه تجمع سرب در میگو با طول میگو در استخرهای شماره ۱ تا ۳ مرحله سوم سایت شیف



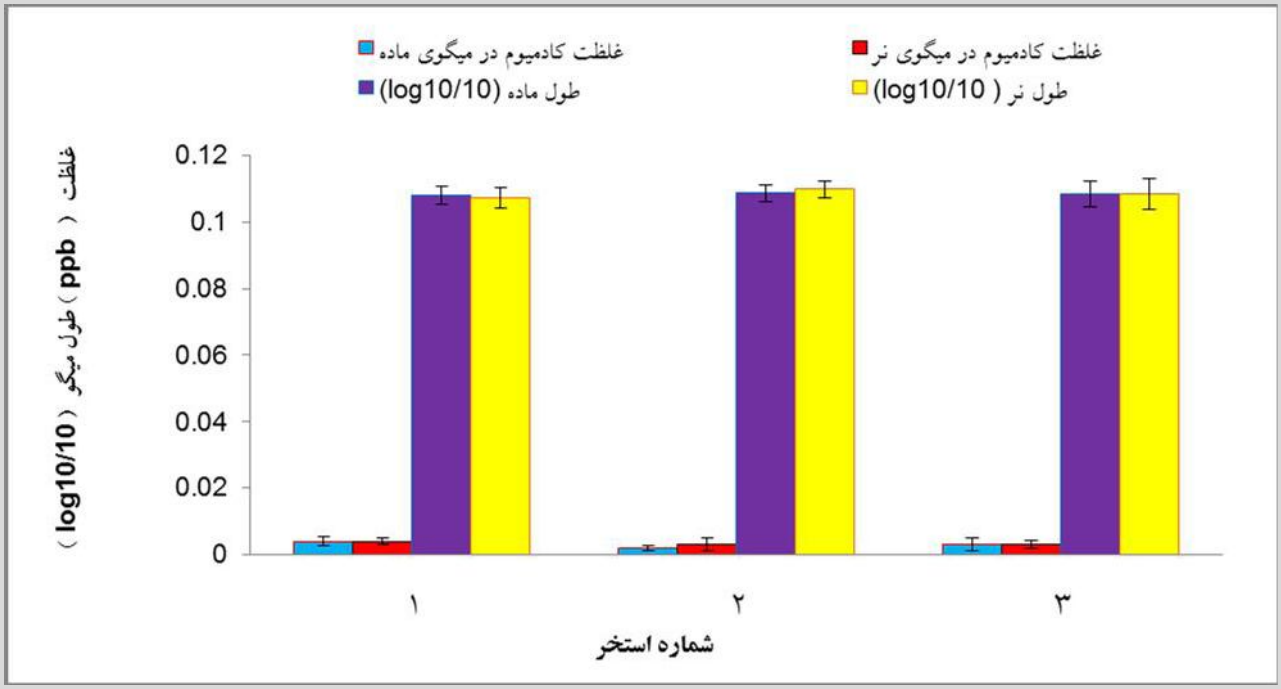
نمودار۱۰- مقایسه تجمع کادمیوم در میگو با طول میگو در استخرهای شماره ۱ تا ۳ مرحله اول سایت شیف

میانگین طول میگوی نر(۱۲/۱۲) بیشتر از میگوی ماده(۱۲/۰۸) می باشد. میانگین تجمع کادمیوم در میگوی نر(۰/۰۰۳۳ppb) بیشتر از میانگین تجمع کادمیوم در میگوی ماده (۰/۰۰۳ ppb) می‌باشد.

افزایش و کاهش طول در میگوی ماده، میزان تجمع کادمیوم در میگوی ماده کاهش و افزایش می‌یابد. با افزایش و کاهش طول در میگوی نر، میزان تجمع کادمیوم در میگوی نر کاهش و افزایش می-یابد(نمودار۱۲).



نمودار۱۱- مقایسه تجمع کادمیوم در میگو با طول میگو در استخرهای شماره ۱ تا ۳ مرحله دوم سایت شیف



نمودار۱۲- مقایسه تجمع کادمیوم در میگو با طول میگو در استخرهای شماره ۱ تا ۳ مرحله سوم سایت شیف

بحث و نتیجه گیری

از آن‌جایی که میانگین تجمع سرب در میگوی نر (۰/۰۲۱۱ppb) در سایت حله اختلاف معنی داری با تجمع این فلز درمیگوی ماده(۰/۰۲۰۲ppb) ندارد و هم-چنین در سایت شیف میانگین غلظت سرب در میگوی نر

(۰/۰۲۱۸ppb) اختلاف معنی داری با سرب تجمع یافته در میگوی ماده(۰/۰۲۱۶ppb) ندارد(۰۵/ ۰ >. p). می-توان این احتمال را داد که معمولاً غلظت فلزات سنگین در آبزیان در گونه‌های مختلف و در محیط‌های گوناگون متفاوت است(۶). معمولاً غلظت فلزات سنگین در جنس نر بیشتر از جنس ماده می‌باشد (۱۲). با بالغ شدن جنس ماده وتوسعه‌ی گنادها در جنس ماده آن ها آماده‌ی تخم ریزی می‌شوند و میزان فلزات سنگین نظیر سرب در آن ها کمتر می گردد ولی از آن‌جایی که جنس نر این قابلیت را ندارد میزان فلز در بدنش زیاد می-شود(۱۳)، که با نتایجی که Cogun در سال ۲۰۰۵ و Yilmaz در سال ۲۰۰۷ به دست آوردند تطابق دارد(۱۶، ۷). از آن‌جایی که میانگین تجمع کادمیوم در سایت حله در میگوی نر (۰/۰۰۴ppb) اختلاف معنی داری با میانگین تجمع این فلز در میگوی ماده(۰/۰۰۳۲۲ppb) و در سایت شیف میانگین تجمع کادمیوم در میگوی نر (۰/۰۰۴۳۳ppb) اختلاف معنی داری با جنس ماده (۰/۰۰۳۷۸ppb) ندارد، می‌توان این احتمال را داد که جذب و تجمع این فلز در بافت عضله‌ی میگو کمتر باشد. در بعضی تحقیقات نشان داده شده است که از آن‌جایی که فلز کادمیوم از نظر ساختاری با کلسیم شباهت ساختاری دارد می‌تواند در واکنش‌های شیمیایی جایگزین کلسیم گردد و از آن‌جایی که کلسیم در ساختار پوسته بیشتر نقش دارد به همین جهت فلز کادمیوم در پوسته بیشتر می‌تواند جایگزین کلسیم شود و می‌توان گفت در این بخش از بدن میگو تجمع کادمیوم بیشتر از بافت عضله خواهد بود(۸). طبق تحقیقی که توسط یحیوی و همکاران در سال ۲۰۱۰ از نظر تجمع فلزات سنگین جیوه، سرب و کادمیوم که روی بافت عضله‌ی دو گونه‌ی میگو *(Metapenaeus affinis* and *Feneropenaeus merguiensis)* انجام دادند(۱۷)، میزان فلز سرب و کادمیوم در بافت عضله‌ی جنس نر کمتر از جنس ماده بوده است با نتیجه‌ی این تحقیق تطابق دارد. ولی با نتایج تحقیق انجام گرفته توسط keenan و Alikhan در سال ۱۹۹۱ و Paez- Osuna و Tron-Mayen در سال ۱۹۹۵ مطابقت ندارد(۱۴، ۹). از آن-جایی که مقدار فلز نیکل و وانادیوم در این تحقیق توسط دستگاه پلاروگراف قابل تشخیص نبوده است. می‌توان این احتمال را داد که فلز نیکل یکی از شاخص‌های آلودگی نفتی در یک منطقه می‌باشد(۳) و می‌توان این-گونه استنتاج نمود که آلودگی نفتی زیادی در نزدیکی این دو سایت پرورشی اتفاق نیفتاده است. طبق تحقیقی که توسط آقاجری و همکاران در سال ۱۳۹۰ بر روی میگوی سفید هندی انجام شده است غلظت فلز نیکل در دو جنس نر و ماده اختلاف معنی داری نداشته است که از این نظر با تحقیق انجام شده در این پایان نامه تطابق دارد(۱). این نتیجه با تحقیق انجام شده توسط Soegianto در سال ۲۰۰۸ تطابق دارد(۱۵). با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایشات تعیین فلزات سنگین در عضله‌ی میگوی وانامی در دو سایت پرورشی حله و شیف در استان بوشهر و مقایسه‌ی آن ها با استاندارد جهانی مشاهده می‌شود که میزان فلزات سرب، کادمیوم، نیکل و وانادیوم در عضله‌ی میگوی وانامی کمتر از میزان استاندارد جهانی می‌باشد. بر اساس بررسی و مشاهدات میدانی از دو سایت پرورش میگوی حله وشیف می‌توان نتیجه گرفت که همین میزان ناچیز از مقدار فلز سرب موجود در میگو در سایت شیف احتمالاً ناشی از وجود مسیرهای کشتیرانی و صنایع کشتی سازی در این مناطق می‌باشد که موجب ورود بعضی از آلاینده‌های نفتی در محیط می‌گردد. واز آن‌جایی که سایت حله نزدیک به جزایر خارک و خارگو می‌باشد و در این جزایر سکوهای نفتی وجود دارد احتمال دارد بخشی از آلودگی به فلز سرب را سبب شود. از آن‌جایی که بخشی از فاضلاب شهری در نزدیکی منطقه‌ی حله تخلیه می-

گردد امکان دارد بخشی از آلودگی به فلزات سرب و کادمیوم به همین دلیل باشد. هم‌چنین از آنجایی که فلز کادمیوم در مناطق صنعتی بیشتر دیده می‌شود(۱۱). می-توان این احتمال را داد که به دلیل نزدیکی این دو سایت پرورشی به شهرک صنعتی صدرا که یکی از مناطق صنعتی مهم در زمینه‌ی کشتی سازی در استان و کشور است، امکان انتشار این فلز در آب استخرهای پرورشی وجود داشته باشد. از آن‌جایی که میزان تجمع فلز سرب و کادمیوم در هر دو سایت همبستگی مثبت با طول میگو داشته است می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش طول، میزان فلزات هم در بدن میگو افزایش یافته است و از آن‌جایی که میزان جذب دو فلز سرب و کادمیوم نیز همبستگی مثبت متوسطی داشته است می‌توان گفت که این دو فلز تقریباً به یک میزان و با نرخ تقریباً برابر جذب بدن میگو می‌شود. ولی از آن‌جایی که میزان تجمع فلزات سرب و کادمیوم در بافت میگو کمتر از حد مجاز استانداردهای بین‌المللی نظیر سازمان بهداشت جهانی می‌باشد پس می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً مصرف میگوی پرورشی وانامی پرورش یافته در این دو سایت از نظر جذب عناصر مورد نظر در بدن مشکلی را برای مصرف کنندگان ایجاد نمی‌کند.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس جنوبی انجام شده است که از همکاری ایشان صمیمانه تقدیر و تشکر می‌نماییم.

منابع

۱-آقاجری، ن.، طاهری زاده، م.، اکبرزاده، غ. ۱۳۹۰. سنجش میزان تجمع نیکل در میگوی سفید هندی(*Penaeus indicus*) در آب‌های ساحلی جاسک. مجله‌ی علمی شیلات ایران. سال بیستم. شماره‌ی ۲.

۲-آیین جمشید، خ.، دلیرپور، غ. ۱۳۸۹. ارزیابی تولید میگو در مجتمع‌های پرورشی استان بوشهر و تعیین شاخص رتبه بندی. وزارت جهاد کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی موسسه تحقیقات شیلات ایران پژوهشکده میگوی کشور.

۳-اسماعیلی ساری، ع. ۱۳۸۱. آلاینده‌ها بهداشت و استاندارد در محیط زیست. ۷۶۷ صفحه.

٤-صدرالساداتی، ه. ۱۳۸۹. بررسی مقایسه‌ای میزان تجمع زیستی فلزات سنگین(نیکل، کادمیوم و سرب) در بافت نرم و پوسته میگو در مزارع پرورش میگوی استان بوشهر. پایان نامه-ی کارشناسی ارشد، ۸۷ صفحه.

۵-صمدیار، حسن. ۱۳۸۴، تهیه‌ی مدل انتقال آلاینده‌ها در خلیج فارس(خور موسی) ناشی از فعالیت پتروشیمی بندر امام. ۳۰۴ صفحه.

6.Canli, M., Atli, G. (2003). The relationship between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and size of six Mediterranean fish species. Environmental Pollution, 121;129-136.

7.Cogun, H.T., Yuzereroglu, A., Kargin, F., Firat, O. (2005). Seasonal variation and tissue distribution of heavy metals in shrimp and fishe species from the Yumurtalik coast of Iskenderun Gulf, Mediterranean. Bull. Environ. Contam. Toxicol, 75; 707- 715.

8.Kang, X., Mu, Sh., Li, W., Zhao, N. (2012). Toxic effects of cadmium on crabs and shrimps.Journal of Toxicity and Drug Testing, 221-236.

9.Keenan, S., Alikhan, M.A. (1991). Comparative study of cadmium and lead accumulations in *Cambarus bartoni* (Fab.) (Decapoda, Crustacea) from an acidic and neutral lake. Bull. Environ. Contam. and Tox, 47; 91–96. **10.**Moopa, M.(1999). Manual of oceanographic observation and pollution Analaysis Methods. ROPME- Kuwait.

11. Moore, J. W., Ramamoorthy, S. (1984). Metal contamination in commercially important fish and shrimp species. Springer Verlag, 289 S., 81 Abb., DM 129

12. Pourang, N., Dennis, J. H., Ghourchian, H. (2005). Distribution of heavy metals in penaeus semisulcatus from persian gulf and possible role of metallothionein in their redistribution during storage. Environmental Monitoring and Assessment, 100; 71–88.

13. Pa'ez-Osuna, F., Ruiz-Fernandez, A. C. (1995). Comparative bioaccumulation of trace metals in Penaeus stylirostris in estuarine and coastal environments. Estuaries, Coastal Shelf Science, 40;35–44.

14. Pa'ez-Osuna, F., Tron-Mayen, L. (1995). Distribution of heavy metals in tissues of the shrimp Penaeus californiensis from the NW coast of Mexico. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 55;209–215.

15. Soegianto, A., Irawan, B., Hamami,H. (2008). Bioaccumulation of heavy metals in aquatic animals collected from coastal waters of gresiko indonesia. Asian Journal of Water, Environment and Pollution, 6 (2); 95-100.

16. Yilmaz, A.B., Yilmaz, L. (2007). Influences of sex and seasons on levels of heavy metals in tissues of green tiger shrimp (*Penaeus semisulcatus* de Hann, 1844). Food Chemistry, 101 ; 1664-1669.

17. Yahyavi, M., Afkhami, M., khoshnood, R. (2010). Determination of heavy metals (Cd, Pb, Hg and Fe) in Two Commercial Shrimps in Northern of Hormoz Strait. Scholars Research Library ISSN 0976-1233 CODEN (USA): ABRNBW.