بررسی سرعت جذب فلز کادمیم در آمفی پود غالب سواحل استان گیلان (*Pontogammarus maeoticus*)

- **آرش یار محمدی توسکی*:** دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران صندوق پستی: ۷۷۵
- **مرضیه هاشمی دموچالی:** دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران صندوق پستی: ۷۷۵

تاریخ دریافت : فروردین ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش:شهریور ۱۳۹۱

چکیده

تحقیق حاضردر سال ۱۳۸۶به منظور بررسی سرعت جذب فلز کادمیوم در آمفی پود غالب در سواحل استان گیلان (*Pontogammarus maeoticus*) (بندر انزلی)انجام شد.آلودگی اکوسیستم‌های آبی (رودخانه‌ها و بخصوص مصب رودخانه‌ها) بطور مستقیم و غیرمستقیم و نهایتا''آلودگی دریاها امروزه یکی از مسائل محیط زیست به شمارمی آیند اهداف مورد نظر مقایسه مقادیر حاصله با حد مجاز استانداردهای جهانی و نیز تعیین سرعت جذب این فلز درگاماروس می باشد.
در این مطالعه پس از تعیین ۵ ایستگاه در سواحل انزلی، نمونه‌برداری و آنالیز آنها طبق روش استاندارد **MOOPAM** صورت گرفت و غلظت عنصر سنگین کادمیم در گاماروسهای این ۵ ایستگاه اندازه گیری و تجزیه و تحلیل گردید.در مرحله بعدی از تحقیقات نمونه زنده از پاکترین ایستگاه (منطقه‌ای که غلظت کادمیم در پیکر گاماروسهای آن منطقه نسبت به سایر ایستگاهها در پایینترین حد بود یعنی ساحل قو) جمع‌آوری شد و به آزمایشگاه منتقل گردید و در مرحلهٔآخرتحقیقات پس از جمع‌آوری نمونه زنده از پاکترین ایستگاه و انتقال به آزمایشگاه در داخل آکواریوم محلولهایی با غلظت ۰/۰۰۴- ۰/۰۰۶- ۰/۰۰۸ پی پی ام ازکادمیوم تهیه شد و یک آکواریوم هم بعنوان شاهد در نظر گرفته شد ودر دوره های زمانی ۲۴ – ۴۸ -۷۲ – ۹۶ ساعت نرخ جذب فلز کادمیم توسط گاماروس*Pontogammarus maeoticus* سنجیده شد. نتایج حاصل نشانگر این موضوع بود که تفاوت معنی‌داری از لحاظ آلودگی فلز کادمیم در ایستگاههای بررسی شده وجود داشت وساحل قو،پاکترین ایستگاه مورد مطالعه نسبت به ایستگاه‌های دیگر می‌باشد.نتایج حاصل از سرعت جذب این فلز توسط پنتوگاماروس بیانگر این موضوع بود که گاماروس می تواند با سرعت ۰/۰۱۶۷۲۵ میلی‌گرم درلیتر در روز این فلز را از محیط جذب کند. این نتایج نشان می‌دهد که با گذشت زمان میزان جذب کادمیوم افزایش پیدا کرده است و با افزایش غلظت کادمیم در تیمار میزان جذب کادمیم افزایش پیدا کرده است. همچنین پس از تعیین نرخ جذب فلز کادمیوم این نتیجه حاصل گردید که هر چه غلظت فلز کادمیوم در محیط بیشتر شود سرعت جذب آن توسط این موجود افزایش می‌یابد.

لغات کلیدی: کادمیوم،گاماروس،*Pontogammarus maeoticus* ، نرخ جذب

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول:arya_amin2007@yahoo.com

مقدمه

از آنجایی که ورود و تجمع عناصر سنگین در اکو سیستمهای آبی، مشکلات و معضلات عدیده‌ای را به دنبال دارد و نظر به این که عناصر خارج از منشاء طبیعی و زمینی و در نتیجهٔ فعالیتهای انسانی از قبیل فاضلابهای شهری، صنعتی و کشاورزی وارد این اکو سیستمهای حیاتی می‌شوند، لازم است تا تحقیقات و بررسیهای بیشتری در خصوص تعیین منشاء و پراکنش آنها در اکوسیستمهای آبی صورت پذیرد. بر طبق آمارهای موجود، بیش از ۶۰ درصد ساکنین کرهٔ زمین در حاشیه رودخانه‌ها و دریاها زندگی می‌کنند و بیش از ۸۵ درصد آلودگی محیط زیست دریایی نیز از سوی ساکنین اطراف آن حاصل می‌شود. یکی از محیطهای آبی مهم جهان دریاچه خزر است که حدود ۴۰ درصد از حجم کل آب دریاچه‌های بستهٔ جهان را به خود اختصاص داده است.

این دریای بسته پس از فروپاشی شوروی، از نظر مسائل حقوقی دچار نابسامانی شده و کشورهای حاشیه آن از طریق عوامل مختلفی چون پسابهای صنعتی، عملیات حفاری به منظور اکتشاف نفت و گاز، بارگیری مواد نفتی و تردد نفتکشها و غیره باعث آلودگی دریای خزر می‌شوند. به دلیل جریانهای پیچیدهٔ دریایی و جهت چرخش خاص آب دریای خزر (از غرب به شرق) این آلودگی‌ها درتمام نقاط این دریای بسته جابجا می شوند (۳).

مصب رودخانه‌ها (محل تلاقی آب شور دریا با آب شیرین رودخانه‌ها) بطور گسترده‌تری تحت تأثیر آلاینده‌های مختلف قرار می‌گیرند، علت این آلودگیها ناشی از گسترش فعالیتهای کشاورزی، افزایش جمعیت، افزایش فعالیتهای صنعتی در مجاورت رودخانه‌ها و سواحل می‌باشد.

چگونگی تأثیر این مواد در هر یک از منابع اصلی طبیعت بستگی به جامعه زیستی آن منبع دارد. از آنجایی که مصب رودخانه‌ها جزء نواحی مهم زیستی و مناطق بسیار حساس بوده و محل رشد و تغذیه بسیاری از آبزیان، به خصوص در دورهٔ لاروی می‌باشند، آلودگی آنها به مواد آلایندهٔ پایداری چون فلزات سنگین می‌تواند موجب بهم زدن تعادل بوم شناختی این نواحی شده و در نهایت، سلامتی و حیات آبزیان و در پایان زنجیرهٔ غذایی انسانها را با خطری جدی مواجه نماید. بعضی از این فلزات با تجمع در زنجیره غذایی می‌توانند بسیاری از خطرات بهداشت عمومی را به دنبال داشته باشند . مس، روی، سرب و کادمیوم از جمله عناصری هستند که اغلب در پسابهای شهری و کشاورزی مشترکند. این عناصر بویژه مس و روی از عناصر ضروری بدن بوده و به میزان بسیار کم برای رشد و بقاء جانداران لازم است، اما اگر میزان آن از حد مجاز ارائه شده توسط سازمان بهداشت جهانی (استاندارد WHO) در بدن موجودات بالا رود، سمی و خطرناک خواهد بود .

گونه‌های مختلف زیست شناختی که در یک منطقه وجود دارند با جذب و تجمع عناصر سنگین در بخشهای مختلف بدنشان می‌توانند به عنوان نشان دهندهٔ آلودگی محیط زیست و یکی از پایه‌های آشکار سازی زیست شناختی در محیط به حساب آیند که از آن جمله می‌توان به آمفی پودها اشاره نمود که به طور وسیعی در سطوح و مناطق مختلف آبهای شور و شیرین نواحی معتدل پراکنده بوده و در صورت جذب عناصر در بافت این موجودات، می‌توانند به عنوان شاخص آلودگی محیط شناخته شوند. *Pontogammarus maeoticus* از خانواده gammaridae دارای ۱۳۰ جنس شناخته شده است (۷ و ۸).

نتایج حاصل از پژوهشی تحت عنوان آمفی پودهای آب شیرین به عنوان نشانگر آلودگی فلزات در اکوسیستمهای آبی سطحی و بینابینی نشان می‌دهد که بین آمفی پودهای روی بستر وزیر بستر تواناییهای مختلفی در جذب و جمع‌آوری مس وروی وجود دارد. همچنین گاماروس‌ها این توانایی را دارند که به عنوان اندیکاتوری زیست شناختی به منظور آشکارسازی آلودگی فلزات در محیط به کار می‌روند (۱۵).

آلودگی اکوسیستمهای آبی (رودخانه‌ها و به خصوص مصب رودخانه‌ها) به طور مستقیم و غیر مستقیم و نهایتا "آلودگی دریاها امروزه یکی از مسائل محیط زیست بشمار می‌آیند حال با توجه به شرایط آلودگی که از قبل بررسی شده لازم شد که این تحقیق انجام شود واهداف مورد نظر این تحقیق مقایسه مقادیر حاصله با حد مجاز استانداردهای جهانی و نیز تعیین سرعت جذب این فلز درگاماروس می باشد .

مواد وروشها

در تابستان سال ۱۳۸۶، ابتدا برای تعین پاکترین ایستگاه از ۵ ایستگاه در سواحل انزلی، نمونه‌برداری انجام گرفت و غلظت عنصر سنگین کادمیم در گاماروسهای این ۵ ایستگاه

اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل گردید غلظت‌های بدست آمده در محلولهای فوق‌الذکر با استفاده از فرمول ذیل به غلظت کادمیم در نمونه تبدیل گشت.

غلظت کادمیم در نمونه= غلظت ثبت شده توسط دستگاه×حجم محلول (میلی لیتر) / وزن اولیه نمونه (گرم)

سپس برای تعیین سرعت جذب از ساحل قو (پاکترین ایستگاه) در بندر انزلی نمونه جمع‌آوری گردید و نمونه‌ها داخل کیسه پارچه‌ای ریخته شد کیسه داخل کلمن گذاشته شد و اطراف آن قطعات یخ قرارداده شد. ظروف ۳۰ لیتری نیز با آب دریا پر گردید و به آزمایشگاه منتقل گردیدند آب دریا به داخل ۴ آکواریوم انتقال داده شد نمونه‌ها نیز به آکواریومها انتقال داده و به مدت ۱ هفته هوادهی شدند.

سپس بعد از سازگارشدن پنتو گاماروسها با محیط آزمایشگاه با توجه به حجم آبی که در داخل آکواریومها بود محلولهایی با غلظت ۰/۰۰۴-۰/۰۰۶-۰/۰۰۸ (ppm) از کادمیوم تهیه شد و یک آکواریوم هم بعنوان شاهد در نظر گرفته شد و در دوره های زمانی ۲۴، ۴۸، ۷۲ و۹۶ ساعت نمونه جمع‌آوری شد و پس از وزن کردن به داخل فریزر منتقل شد پس از پایان نمونه برداری نمونه ها به داخل آون با دمای ۱۰۵درجه سانتیگراد منتقل گردید (روش MOOPAM) پس از گذشت ۲۴ ساعت نمونه‌ها خارج شد و داخل دسیکاتور قرار گرفت تا رطوبت به آنها نرسد سپس نمونه‌ها توزین شد با استفاده از وزن اولیه و وزن خشک در صد آب نمونه‌ها محاسبه گردید در ادامه کار نمونه‌ها در داخل هاون چینی خوب کوبیده شدند و پودر بدست آمده به اندازهٔ ۱گرم وزن شد ودر بشرهای ۱۰۰ سی‌سی ریخته شد و به داخل بشر ۷ سی‌سی اسید نیتریک و ۳ سی‌سی آب ژاول جهت هضم نمونه‌ها اضافه گردید و روی هیتر به مدت ۲ ساعت حرارت داده شد محلول حاصل شده باکاغذ صافی صاف گردید و محلول زرد رنگ شفاف به دست آمده در بالن ژوژه به حجم رسانده شدومحلول حاصل به آزمایشگاه جذب اتمی تحویل داده شدو سرعت جذب هر محلول توسط دستگاه جذب اتمی خوانده شد. نرخ جذب فلز کادمیم در سه غلظت ۰/۰۰۴-۰/۰۰۶-۰/۰۰۸ پی پی ام برحسب زمان از ۲۴ تا۹۶ ساعت سنجش گردید ودر برنامه Excele معادله خطی آن ترسیم گردید که شیب خط برابر سرعت جذب فلز کادمیم است.

نتایج

همانطور که در جدول ۱ نشان می‌دهد بیشترین میزان کادمیم در نمونه‌های جمع‌آوری شده از ایستگاه ۱ با مقدار ۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم بیشترین مقدار می‌باشد وکمترین میزان کادمیم در گاماروسهای جمع‌آوری شده از ایستگاه ۲ و ۵ با مقدار ۲/۵۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم مشاهده می‌شود. میانگین کادمیم در موجودات جمع‌آوری شده از ۱۵ ایستگاه برابر ۳/۹۷۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم بوده و انحراف معیاری برابر با ۱/۶۹۱۸داشته است.

جدول ۱: مقایسه بین میزان کادمیم در پونتوگاماروسهای ۵ ایستگاه نمونه‌برداری شده (برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم).

شماره ایستگاه	میزان کادمیم ثبت شده توسط دستگاه	میزان کادمیم در نمونه
ایستگاه*۱/A	۰/۱۰۳	۵/۱۵
ایستگاه*۱/B	۰/۱۲۰	٦/۰۰
ایستگاه*۱/C	۰/۱٦۰	۸/۰۰
ایستگاه۲/A	۰/۰٦۰	۳/۰۰
ایستگاه۲/B	۰/۰۵۵	۲/۷۵
ایستگاه۲/C	۰/۰۵۱	۲/۵۵
ایستگاه۳/A	۰/۰۹٤	٤/۷۰
ایستگاه۳/B	۰/۰۸۹	٤/٤۵
ایستگاه۳/C	۰/۱۲۳	٦/۱۵
ایستگاه٤/A	۰/۰۵۵	۲/۷۵
ایستگاه٤/B	۰/۰٦۱	۳/۰۵
ایستگاه٤/C	۰/۰۵۸	۲/۹۰
ایستگاه۵/A	۰/۰۵۱	۲/۵۵
ایستگاه۵/B	۰/۰٦۱	۳/۰۵
ایستگاه۵/C	۰/۰۵۱	۲/۵۵
حداکثر	۰/۱٦۰	۸/۰۰
حداقل	۰/۰۵۱	۲/۵۵
میانگین	۰/۰۷٦۵	۳/۹۷۳
انحراف معیار	۰/۰۲۷۷	۱/٦۹۱۸

*-A،B وC-تعداد تکرار نمونه برداری در هر ایستگاه است

جدول زیر نتایج بررسی‌های سرعت جذب کادمیوم در آزمایشگاه را نشان می‌دهد. غلظت کادمیوم اندازه‌گیری شده توسط دستگاه و همچنین در نمونه‌ها در دوره‌های زمانی۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ساعت نشان می‌دهد (جدول۳).

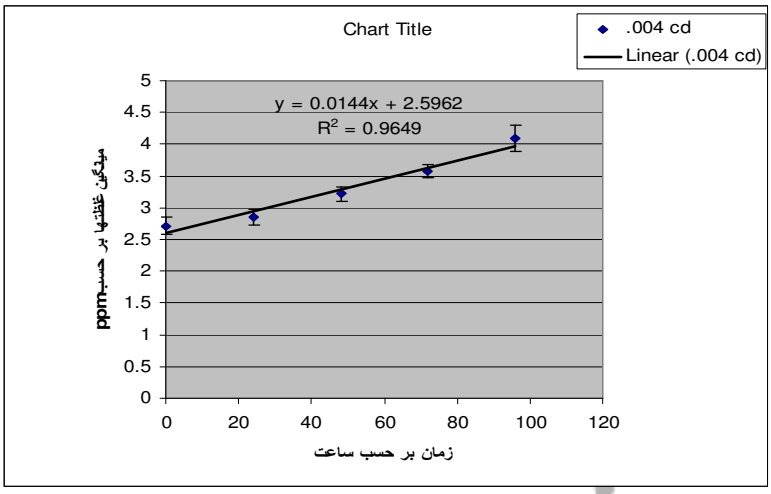
نرخ جذب فلز کادمیم در سه غلظت ۰/۰۰۴-۰/۰۰۶-۰/۰۰۸ پی پی ام برحسب زمان از ۲۴ تا ۹۶ ساعت سنجش گردید و معادله خطی آن ترسیم گردید که شیب خط برابر سرعت جذب فلز کادمیم است.

سرعت جذب در غلظت ۰/۰۰۴ میلی گرم بر کیلوگرم از فلز کادمیم برحسب زمان از معادلهٔ y= ۰/۰۱۴۴x+۲/۵۹۶۲ تبعیت کرده است که شیب آن برابر با ۰/۰۱۴۴ بوده بنابراین سرعت جذب در غلظت ثابت ppm ۰/۰۰۴ برابر با ۰/۰۱۴۴میلی‌گرم بر کیلوگرم بر ساعت می‌باشد.

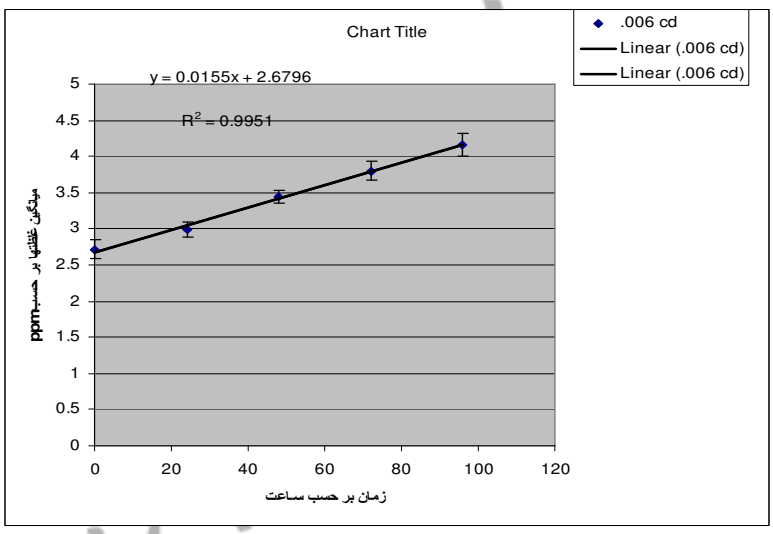
سرعت جذب در غلظت ۰۰۶/ میلی‌گرم بر کیلوگرم از فلز کادمیم برحسب زمان از معادلهٔ y= ۰/۰۱۵۵ x + ۰/۶۷۹۶ تبعیت کرده است که شیب آن برابر با۰/۰۱۵۵ بوده بنابراین سرعت جذب در غلظت ثابت ۰/۰۰۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم برابر با ۰/۰۱۵۵میلی گرم بر کیلوگرم برساعت می باشد.

جدول ۳: نتایج حاصل از سرعت جذب کادمیوم در آزمایشگاه در دوره‌های زمانی۲۴-۴۸-۷۲ و ۹۶ساعت.

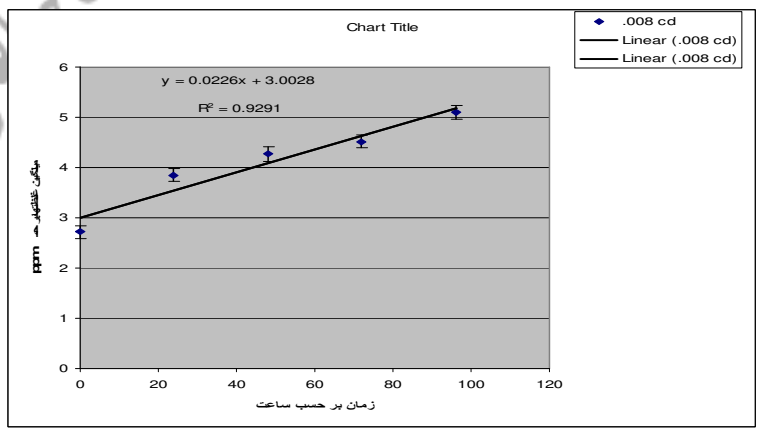
غلظت Cd اندازه گیری شده توسط دستگاه (کیلوگرم/میلی گرم)				غلظت Cd واقعی پس از محاسبه با فرمول (کیلوگرم/میلی گرم)			
زمان / غلظت	۲۴ساعت	۴۸ساعت	۷۲ساعت	۹۶ساعت	۲۴ساعت	۴۸ساعت	۷۲ساعت	۹۶ساعت
شاهد	۰/۰۵۷	۰/۰۵۵	۰/۰۵۶	۰/۰۵۴	۲/۸۵	۲/۷۵	۲/۸	۲/۷
شاهد	۰/۰۵۲	۰/۰۵۰	۰/۰۵۶	۰/۰۵۳	۲/۶	۲/۵	۲/۸	۲/۶۵
شاهد	۰/۰۵۴	۰/۰۵۳	۰/۰۴۹	۰/۰۵۰	۲/۷	۲/۶۵	۲/۴۵	۲/۵
حداکثر	۰/۰۵۷	۰/۰۵۵	۰/۰۵۶	۰/۰۵۴	۲/۸۵	۲/۷۵	۲/۸	۲/۷
حداقل	۰/۰۵۲	۰/۰۵۰	۰/۰۴۹	۰/۰۵۰	۲/۶	۲/۵	۲/۴۵	۲/۵
میانگین	۰/۰۵۴	۰/۰۵۲	۰/۰۵۳	۰/۰۵۲	۲/۷۱۶	۲/۶۳۳	۲/۶۸۳	۲/۶۱۶
انحراف معیار	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۱۲۵	۰/۱۲۵	۰/۲۰۲	۰/۱۰۴
۰/۰۰۴	۰/۰۵۴	۰/۰۶۷	۰/۰۷۲	۰/۰۸۳	۲/۷	۳/۳۵	۳/۶	۴/۱۵
۰/۰۰۴	۰/۰۵۹	۰/۰۶۴	۰/۰۷۳	۰/۰۸۵	۲/۹۵	۳/۲	۳/۶۵	۴/۲۵
۰/۰۰۴	۰/۰۵۸	۰/۰۶۲	۰/۰۶۹	۰/۰۷۷	۲/۹	۳/۱	۳/۴۵	۳/۸۵
حداکثر	۰/۰۵۹	۰/۰۶۷	۰/۰۷۳	۰/۰۸۵	۲/۹۵	۳/۳۵	۳/۶۵	۴/۲۵
حداقل	۰/۰۵۴	۰/۰۶۲	۰/۰۶۹	۰/۰۷۷	۲/۷	۳/۱	۳/۴۵	۳/۸۵
میانگین	۰/۰۵۷	۰/۰۶۴	۰/۰۷۱	۰/۰۸۱	۲/۸۵	۳/۱۷	۳/۵۶	۴/۰۸
انحراف معیار	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۱۳۲	۰/۱۰۹	۰/۱۰۴	۰/۲۰۸
۰/۰۰۶	۰/۰۵۹	۰/۰۶۸	۰/۰۷۵	۰/۰۸۱	۲/۹۵	۳/۴	۳/۷۵	۴/۰۵
۰/۰۰۶	۰/۰۶۲	۰/۰۷۱	۰/۰۷۹	۰/۰۸۷	۳/۱	۳/۵۵	۳/۹۵	۴/۳۵
۰/۰۰۶	۰/۰۵۸	۰/۰۶۸	۰/۰۷۴	۰/۰۸۲	۲/۹	۳/۴	۳/۷	۴/۱
حداکثر	۰/۰۶۲	۰/۰۷۱	۰/۰۷۹	۰/۰۸۷	۳/۱	۳/۵۵	۳/۹۵	۴/۳۵
حداقل	۰/۰۵۸	۰/۰۶۸	۰/۰۷۴	۰/۰۸۱	۲/۹	۳/۴	۳/۷	۴/۰۵
میانگین	۰/۰۵۹	۰/۰۶۹	۰/۰۷۶	۰/۰۸۳	۲/۹۸	۳/۴۵	۳/۸	۴/۱۶
انحراف معیار	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۱۰۴	۰/۰۸۶	۰/۱۳۲	۰/۱۶۰
۰/۰۰۸	۰/۰۷۴	۰/۰۸۲	۰/۰۸۸	۰/۱۰۰	۳/۷	۴/۱	۴/۴	۵
۰/۰۰۸	۰/۰۷۸	۰/۰۸۶	۰/۰۹۰	۰/۱۰۱	۳/۹	۴/۳	۴/۵	۵/۰۵
۰/۰۰۸	۰/۰۷۹	۰/۰۸۸	۰/۰۹۳	۰/۱۰۵	۳/۹۵	۴/۴	۴/۶۵	۵/۲۵
حداکثر	۰/۰۷۹	۰/۰۸۸	۰/۰۹۳	۰/۱۰۵	۳/۹۵	۴/۴	۴/۶۵	۵/۲۵
حداقل	۰/۰۷۴	۰/۰۸۲	۰/۰۸۸	۰/۱۰۰	۳/۷	۴/۱	۴/۴	۵
میانگین	۰/۰۷۷	۰/۰۸۵	۰/۰۹۰	۰/۱۰۲	۳/۸۵	۴/۲۶	۴/۵۱	۵/۱
انحراف معیار	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۱۳۲	۰/۱۵۲	۰/۱۲۵	۰/۱۳۲



نمودار۱:منحنی تغییرات غلظت کادمیوم درپنتو گاماروس طی زمان در معرض‌غلظت ثابت ۰/۰۰٤میلی گرم برکیلوگرم کادمیوم



نمودار۲:منحنی تغییرات غلظت کادمیوم درپنتو گاماروس طی زمان تیماربا غلظت ثابت۰/۰۰٦ میلی گرم بر کیلوگرم کادمیوم



نمودار ۳: منحنی تغییرات غلظت کادمیوم در پنتوگاماروس طی زمان تیماربا غلظت ثابت ۰/۰۰۸ میلی گرم بر کیلوگرم کادمیوم

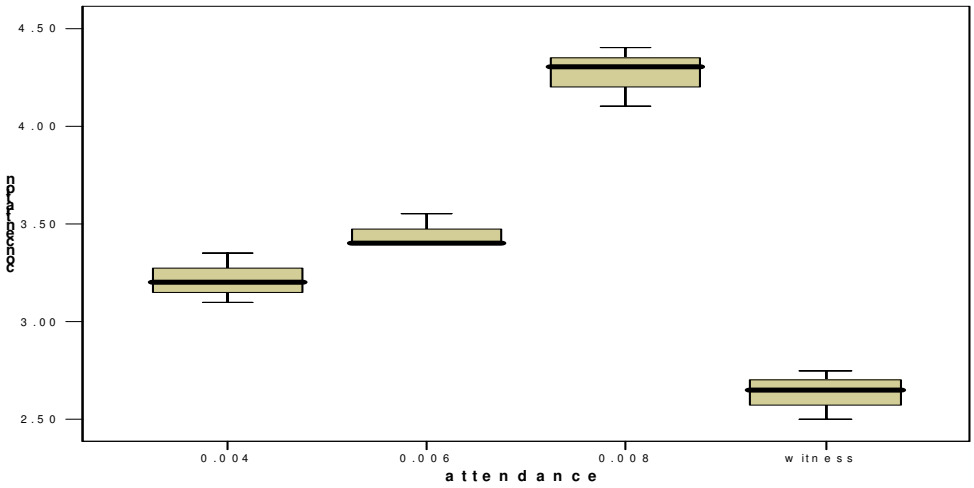
سرعت جذب در غلظت ۰/۰۰۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم از فلز کادمیم برحسب زمان از معادله y = ۰/۰۲۲۶ x+۳/۰۰۲۸ تبعیت کرده است که شیب آن برابر با۰/۰۲۲۶بوده بنابراین سرعت جذب در غلظت ثابت ۰/۰۰۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم برابر با ۰/۰۲۲۶میلی‌گرم بر کیلوگرم برساعت می باشد.

بررسی نمودارهای ۱، ۲و ۳ نشان می‌دهد که با گذشت زمان میزان جذب کادمیوم افزایش پیدا کرده است و شیب خط نیز با افزایش غلظت کادمیم در تیمار افزایش داشته است .

نتیجه سه منحنی قبل در جدول۴ بطور خلاصه آورده شده است همانطور که نتایج نشان دادند با افزایش غلظت کادمیوم در محیط سرعت جذب افزایش می یابد.

جدول٤:خلاصه نتایج منحنی‌های ۱،۲ و۳

غلظت کادمیوم درمحیط برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم	سرعت جذب کادمیوم (میلی‌گرم بر کیلوگرم در ساعت)
۰/۰۰٤	۰/۰۱٤٤
۰/۰۰٦	۰/۰۱۵۵
۰/۰۰۸	۰/۰۲۲٦



نمودار٤:مقایسه‌اختلاف میانگین غلظتهای کادمیوم در پیکر *Pontogammarus maeoticus* ٤تیماردرزمان ثابت ٢٤ساعت

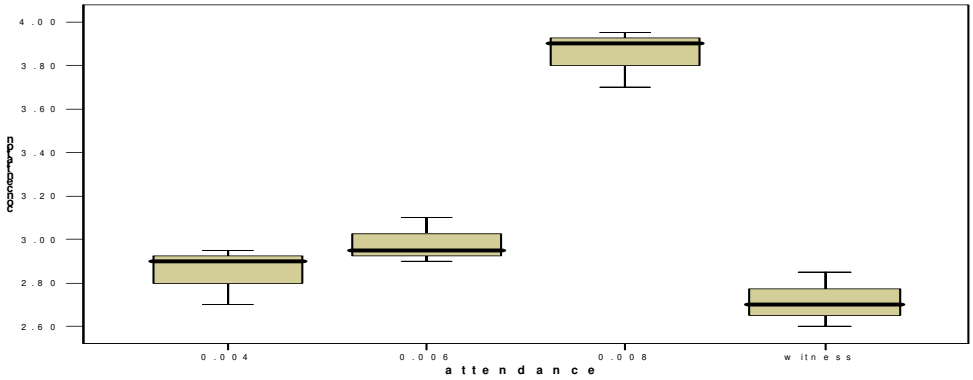
جدول۵: نتایج آزمون یکطرفه رادر زمانهای ٤٨,٢٤ ,٧٢ و٩٦ ساعت

زمان٩٦ساعت				زمان٧٢ساعت				زمان٤٨ساعت				زمان٢٤ساعت				
۰/۰۰۸	۰/۰۰٦	۰/۰۰٤	شاهد	۰/۰۰۸	۰/۰۰٦	۰/۰۰٤	شاهد	۰/۰۰۸	۰/۰۰٦	۰/۰۰٤	شاهد	۰/۰۰۸	۰/۰۰٦	۰/۰۰٤	شاهد	غلظت میلی‌گرم بر کیلوگرم
**	**	**		**	**	**		**	*	*		***	–	–		شاهد
*	–			*	*		**	*	–		**	***	–		*	۰/۰۰٤
*		**	**	*		*	**	*		–	*	*	–	–	–	۰/۰۰٦
	*	**	**		*	**	**		*	*	**		*	***	***	۰/۰۰۸

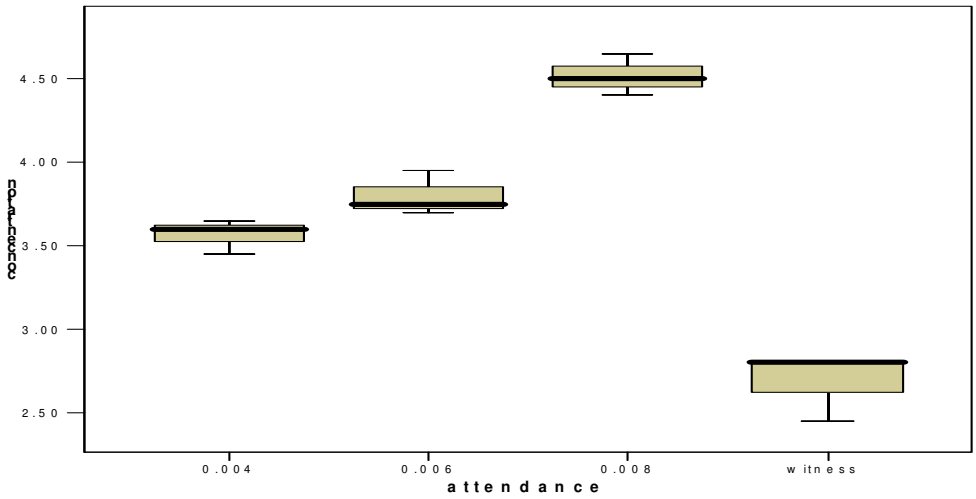
مقدار P<0/05- * P<0/01 - ** P<0/001 - ***

برای این که ببینیم اختلاف معنی‌داری بین سرعت جذب فلزکادمیم در غلظتهای مختلف از فلز کادمیم یعنی ۱- شاهد ۲- ۰/۰۰۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم ۳- ۰/۰۰۶ ۴- ۰/۰۰۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم در زمان ثابت وجود دارد در نرم افزارSPSS روی داده‌ها آزمون یکطرفه انجام گرفت.

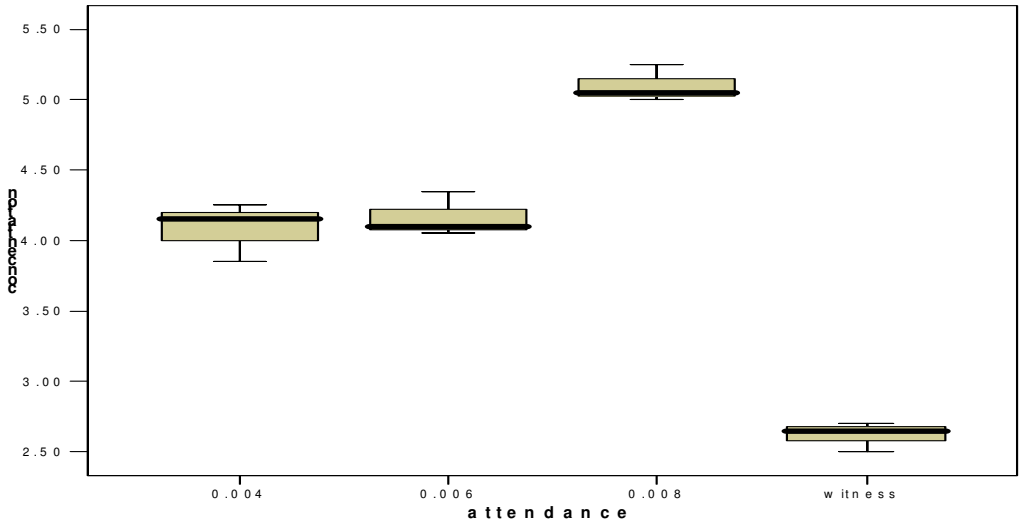
همانطور که در جدول۵ مشاهده می‌شود اختلاف بسیار معنی‌داری در هر دوره زمانی ثابت بین نرخ جذب نمونه شاهد و تیمار ۰/۰۰۸ وجود دارد که بیانگر این است که افزایش میزان کادمیم در محیط باعث افزایش نرخ جذب فلز می‌شود. اختلاف معنی‌دار را بین تیمارهای پایین و تیمارهای بالا نیز مشاهده می‌کنیم البته این اختلاف با گذشت زمان بیشتر می‌شودکه بیانگر این است که هر چه موجود زمان بیشتری تیمار شود میزان بیشتری از فلز را در غلظتهای بیشتر جذب می کند.



نمودار۵ :مقایسه اختلاف میانگین غلظتهای کادمیوم درپیکر *Pontogammarus maeoticus* ٤تیماردرزمان ثابت ٤٨ساعت



نمودار٦:مقایسهءاختلاف میانگین غلظتهای کادمیوم درپیکر *Pontogammarus maeoticus* ٤تیماردرزمان ثابت ۷۲ساعت



نمودار۷:مقایسهءاختلاف میانگین غلظتهای کادمیوم درپیکر *Pontogammarus maeoticus* ۴تیماردرزمان ثابت ۹۶ساعت

همانطور که در نمودارهای۴،۵،۶و۷ مشاهده می شود روندافزایش در میزان جذب کادمیم توسط پنتوگاماروس با افزایش غلظت این فلزمثبت است و هر چه غلظت فلز در محیط بیشتر باشد میزان جذب نیز افزایش می یابد.

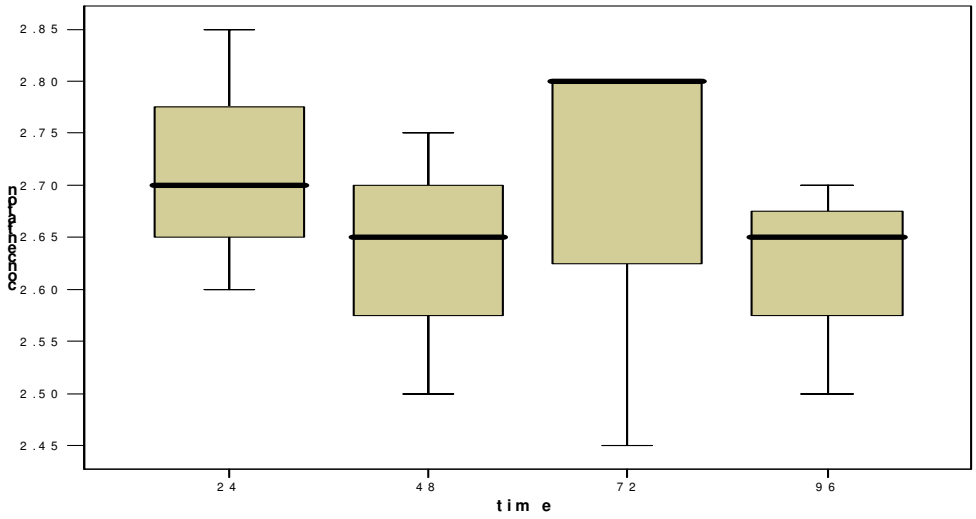
جهت بررسی وجود داشتن اختلاف معنی داری بین سرعت جذب فلزکادمیم در زمانهای مختلف (۹۶-۷۲-۴۸-۲۴ساعت)در غلظت ثابت وجود داردابن تست نیز بر روی نتایج حاصل شده انجام گرفت (جدول۶).

جدول ٦: نتایج آزمون یکطرفه رادر نمونه‌های شاهد و غلظتهای ۰/۰۰٤، ۰/۰۰٦ و ۰/۰۰۸ میلی گرم بر کیلوگرم

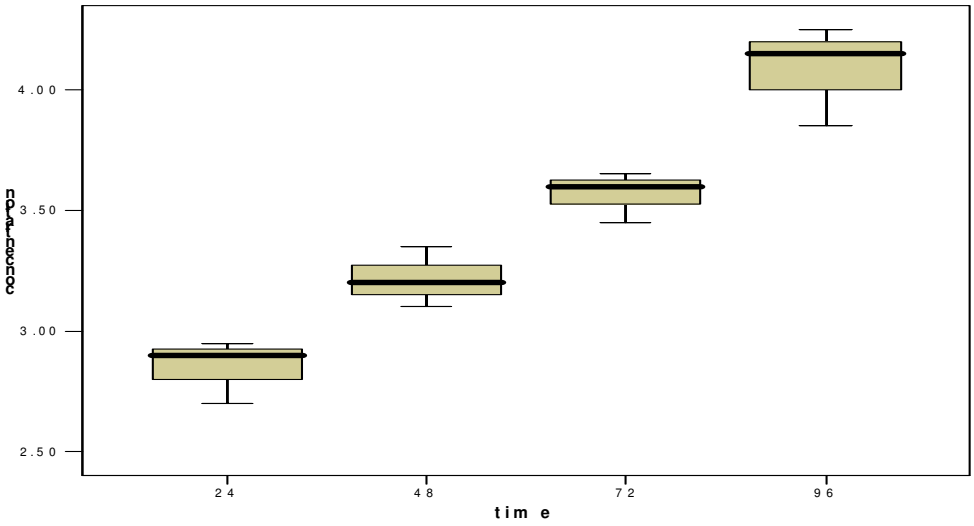
۰/۰۰۸ میلی گرم بر کیلوگرم				۰/۰۰٦ میلی گرم بر کیلوگرم				۰/۰۰٤ میلی گرم بر کیلوگرم				شاهد				
۹٦	۷۲	٤۸	۲٤	۹٦	۷۲	٤۸	۲٤	۹٦	۷۲	٤۸	۲٤	۹٦	۷۲	٤۸	۲٤	زمان
**	**	**		***	***	***		*	*	–		–	–			۲٤ساعت
**	*		**	**	**		***	*	*		–	–	–			٤۸ساعت
***		*	**	**		**	***	*		*	*	–		–	–	۷۲ساعت
	***	**	**		**	**	***		*	*	*	–	–	–	–	۹٦ساعت

مقدار P<0/05- * P<0/01- ** P<0/001 - ***

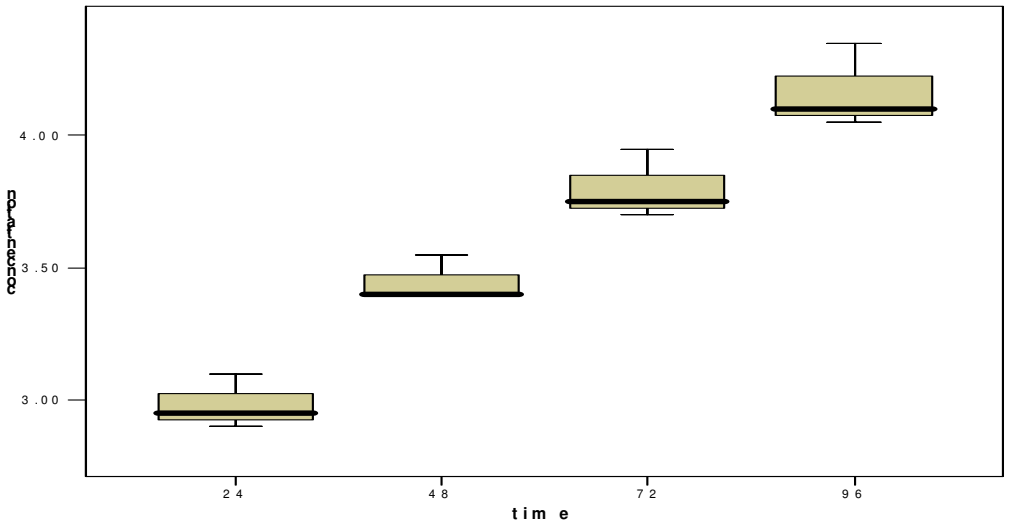
مقایسه نرخ جذب بیانگر این است که اختلاف معنی داری در نرخ جذب بین زمانها در یک غلظت ثابت وجود داشته است و با افزایش زمان تیمار میزان کادمیم بیشتری جذب پیکر موجود می شود از مقایسه نرخ جذب تیمار ۰/۰۰۴ با تیمار ۰/۰۰۶ این نتیجه حاصل می‌شود که در غلظت بالاتر اختلاف بیشتری در نرخ جذب بین زمانهای پایین وبالا وجودداشته است ودر غلظتهای بالا افزایش زمان تاثیر بیشتری در نرخ جذب کادمیم داشته است(نمودارهای ۸، ۹،۱۰و۱۱).



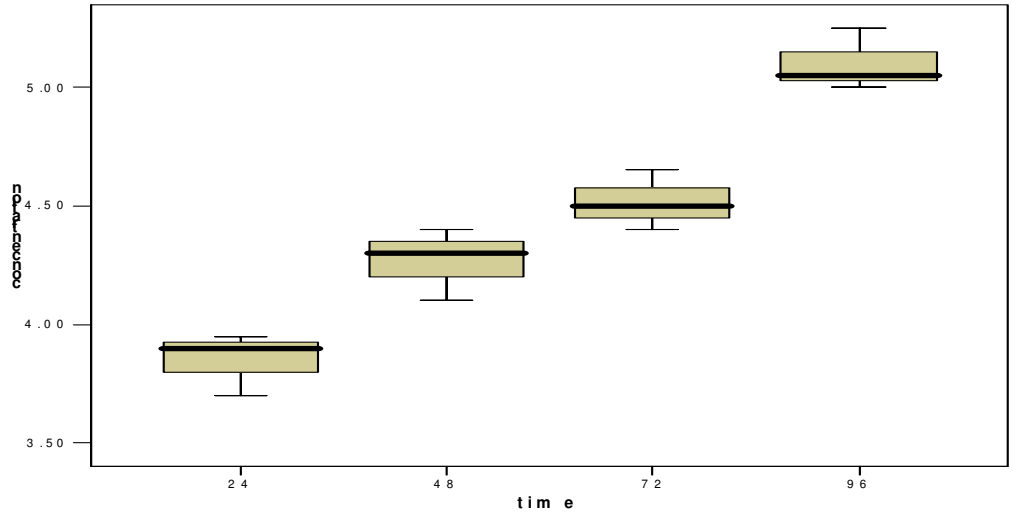
نمودار۸:مقایسهءاختلاف میانگین غلظتهای کادمیوم درپیکر *Pontogammarus maeoticus* تیمارشاهددردورهءزمانی۹۶-۷۲-۴۸-۲۴ساعت



نمودار۹:مقایسهءاختلاف میانگین غلظتهای کادمیوم درپیکر *Pontogammarus maeoticus* تیمار۰/۰۰۴ میلی گرم بر کیلوگرم کادمیوم دردورهءزمانی۹۶-۷۲-۴۸-۲۴ساعت



نمودار۱۰:مقایسهءاختلاف میانگین غلظتهای کادمیوم در پیکر *Pontogammarus maeoticus* تیمار۰/۰۰۶ میلی گرم بر کیلوگرم کادمیوم دردورهءزمانی۹۶-۷۲-۴۸-۲۴ساعت



نمودار۱۱:مقایسه اختلاف میانگین غلظتهای کادمیوم درپیکرپنتو گاماروسهای *Pontogammarus maeoticus* تیمار ۰۰۸ /۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کادمیوم دردورهءزمانی۹۶-۷۲-۴۸-۲۴ساعت

در نمودارهای ۹،۱۰و۱۱ روند صعودی در جذب کادمیم با افزایش زمان تیمار کاملا مشهوداست به عبارتی چون موجود زمان بیشتری رادر تیمار طی کرده فرصت بیشتری برای جذب بیشتر داشته است.

بحث

نتایج مربوط به نرخ جذب نشان میدهد که با گذشت زمان میزان جذب کادمیوم افزایش پیدا کرده است و با افزایش غلظت کادمیم در تیمارمیزان جذب کادمیم افزایش پیدا کرده است.

همچنین پس از تعیین نرخ جذب فلز کادمیوم این نتیجه حاصل گردید که هر چه غلظت فلز کادمیوم در محیط بیشتر

شود سرعت جذب آن توسط این موجود افزایش می یابد. که در تحقیقات انجام شده در گذشته این مطلب به اثبات رسیده بود که افزایش غلظت فلزات سنگین در محیط سرعت جذب فلز راتوسط پونتوگاماروس افزایش می دهد.در اینجا تعدادی از تحقیقاتی که در ارتباط با تحقیق انجام شده می باشدبیان می شود.

در تحقیق انجام شده توسط امینی رنجبر غلامرضا و ستوده‌نیا با عنوان تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کفال طلایی درارتباط با برخی مشخصات بیومتریک (طول استاندارد، وزن، سن وجنسیت) در منطقه فریدونکنارانجام شده است این نتیجه حاصل شد که میانگین غلظت فلزات سنگین در بافتهای مختلف ماهی با یکدیگر متفاوت می‌باشد در این تحقیق غلظت فلز کادمیوم در بافت عضله ماهی *M . auratus* ۰/ ۳۲۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد که بالغ بر۱/۵ برابراز مقادیر استاندارد جهانی (WHO) بالاتر بود در حالیکه در این پژوهش میزان کادمیوم در پونتوگاماروس بین میزان ۲/۵۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم تا ۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم اندازه گیری شدکه تفاوت زیادی بامقادیر استاندارد جهانی دارد و آلودگی بالای منطقه نمونه برداری شده رابه فلز کادمیوم نشان می دهد.

در تحقیق انجام شده توسط صادقی راد وهمکاران (۱۳۸۷) با عنوان مقایسه تجمع فلزات سنگین (روی-مس-کادمیوم-سرب و جیوه) در بافت عضله وخاویار دو گونه تاسماهی ایرانی *Asipenser persicus* و*Asipenser stellatus* در حوضه جنوبی دریای خزر از بندر آستارا تا بندرترکمن در ۵ ناحیه شیلاتی شمال ایران انجام شد ونتایج حاصل شده از تجمع فلز کادمیوم به این ترتیب بود. غلظت حداکثر کادمیوم در عضله تاسماهی ایرانی و ازون برون بترتیب برابر ۰/۱۳ میلی گرم بر کیلوگرم دروزن خشک و ۰/۱۰۲ میلی گرم بر کیلوگرم دروزن خشک اندازه‌گیری شد و همچنین غلظت حداکثر کادمیوم در خاویار تاسماهی ایرانی و ازون برون بترتیب برابر با ۰/۰۱۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم و ۰/۰۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد که در مقایسه با میزان کادمیوم در پونتوگاماروس که بین میزان ۲/۵۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم تا ۸ میلی گرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد اختلاف زیادی میان آنها مشاهده می شود.

در تحقیقی که تحت عنوان (فلزات سنگین در بی مهرگان بنتیک ساحلی دریای بارنت) توسط Zauk وهمکاران درسال۲۰۰۳انجام گردید مشخص شد که ارتباط معنی‌داری میان غلظت فلز و جثه موجود وجود دارد.در این مطالعه مشخص گردید که میزان کادمیوم به ازای هر کیلوگرم وزن خشک *Gammarus oceanicus* ۰/۹ میلی‌گرم می باشد. *Gammarus oceanicus* جثه کوچکتری نسبت به *Pontogammarus maeoticus* دارد. در تحقیق حاضر میزان کادمیوم در پیکر *Pontogammarus maeoticus* به ازای هر کیلوگرم وزن خشک آنها بین ۸-۲/۵۵ میلی‌گرم محاسبه گردید ودلیل آنرا می توان ۱-آلودگی بالای منطقه مورد مطالعه به فلز کادمیوم در تحقیق حاضر دانست۲-توانایی جذب فلز کادمیوم توسط *Pontogammarus maeoticus* بیشتر از*Gammarus oceanicus* است.

تحقیق دیگری تحت عنوان (ارزیابی two-compartment models به عنوان ابزارهای غیرمستقیم برای بررسی تجمع زیستی فلزات سنگین در آمفی‌پود *Gammarus oceanicus* در دریای نروژ) توسط Clason و همکاران (۲۰۰۳) صورت گرفت نشان دادکه از *Gammarus oceanicus* می‌توان به عنوان یک ابزار برای شناسایی مناطق آلوده و تمیز استفاده کرد و همچنین این موجودات می‌توانند به عنوان منبع ذخیره فلزات کمیاب مورد نظر قرار گیرند درمقایسه می‌توان این موضوع را به کادمیم تعمیم داده همانطورکه در این پروژۀ تحقیقاتی به اثبات رسید مشخص شد *Pontogammarus maeoticus* توانایی بالایی در جذب کادمیم از محیط دارد و می‌تواند ابزار خوبی برای ارزیابی تجمع زیستی کادمیم باشد.

مطلب دیگری که می‌توان بیان کرد این است که بیشتر فلزات سنگین از طریق غذا وارد پیکر این موجودات می‌شود با توجه به این که تغذیه این موجود بیشتر از طریق دتریت خواری انجام می‌شود و بیشتر هم از دتریت‌های گیاهی تغذیه صورت می‌گیرد پس آلودگی‌های کشاورزی از اهمیت بالایی برخوردار است. در تحقیقی که تحت عنوان (ارتباط غلظت کادمیوم در اجتماع ماکروفیتها با میزان غلظت کادمیوم در برخی بی مهرگان آب شیرین)که توسط Desy و همکاران (۲۰۰۱) انجام گرفت مشخص شد میزان کادمیوم در پیکر آمفی پود *Gammarus fasiatus* با میزان غلظت کادمیوم در سه گونه از ماکروفیتها یی که مورد تغذیه این موجود قرار می‌گیرد ارتباط مستقیم داشت. پس با توجه به نتایج حاصل شده می توان این موضوع را در نظر

گرفت که این موجود قابلیت بالای جذب فلزات سنگین را از محیط دارد.

تشکر و قدردانی

لازم می دانم از زحمات جناب آقای دکتر علی ماشین چیان مرادی و آقای دکتر محمد رضا فاطمی که ما را در تمام مراحل این تحقیق راهنمایی کردند تشکر و قدردانی کنم.

منابع

۱. **امینی رنجبر، غ. ر، ۱۳۷۱.** طرح تحقیقاتی وابسته به شیلات-تحت عنوان: بررسی میزان تجمع فلزات سنگین(رو مس، نیکل، سرب،کادمیم) در رسوبات تالاب انزلی.

۲. **امینی رنجبر، غ.، ۱۳۸۱.** تجمع فلزات سنگین دربافت عضله ماهی کفال طلایی دریای خزر درارتباط با برخی مشخصات بیومتریک(طول استاندارد، وزن، سن وجنسیت)، مجله علمی شیلات ایران، سال چهاردهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۱ صفحات ۱ تا ۱۸.

۳. **حسینی، ع. ر.، ۱۳۷۷،** بررسی روند تغییرات ومیزان فلزات سنگین(کادمیم، مس، روی و سرب)در گاماروسهای مصب رودخانه‌های سواحل دریای خزر (نور تا فریدونکنار). پایان نامه کارشناسی ارشد، ۹۲ صفحه .

۴. **دبیری، م. ، ۱۳۸۱،** آلودگی محیط زیست،گروه شیمی دانشکده علوم دانشگاه شهید بهشتی نشر اتحاد

۵. **روحی،ر.، ۱۳۷۶.** تعیین غلظت کشنده LC50حشره کش کارتاپ (پادان)بر گاماروس *pontogammarus maeoticus*گونه غالب ناجورپایان سواحل جنوبی خزر،پایان نامه کارشناسی ارشد

۶. **روشن، ا.،۱۳۸۰.** بررسی اختصاصات زیستی گاماروس با تأکید بر تولید مثل، به راهنمایی دکتر سید محمدرضا فاطمی، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد واحد تهران شمال.

۷. **زحمتکش، ع. ، ۱۳۷۱،** راهنمای شناسایی جنس های مختلف خانوادهٔ گاماریده موجود دردریای خزر،مرکزتحقیقات شیلات استان گیلان(بندرانزلی).

۸. **زحمتکش، ع.، ۱۳۷۳،** مقالهٔ تحقیقی در موردگاماروس سواحل جنوبی خزر. مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان (بندرانزلی).

۹. **زنکویچ،ل.ا؛ ترجمه: حسن فرپور،۱۹۸۴.** زندگی حیوانات جلد دوم، انتشارات شورای پژوهشهای علمی کشور، تهران

۱۰. **صادقی راد،م.، ۱۳۷۸.** مقایسه تجمع فلزات سنگین (روی، مس، کادمیم، سرب و جیوه) در بافت عضله و خاویار دوگونه تاسماهی ایرانی و ازون برون حوضه جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، سلب چهاردهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۷۸، صفحات ۷۹ تا ۱۰۰.

۱۱. **میرزاجانی، ع.ر. ، ۱۳۷۳.** بررسی مقدماتی ناجورپایان سواحل جنوبی دریای خزر،پایان نامه کارشناسی،دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۱۲. **میرزاجانی، ع. ر.، ۱۳۷۶.** شناسایی وبوم شناسی ناجور پایان حوزهٔ آبخیز دریای خزر، پایان نامه کارشناسی ارشد.

۱۳. **میرکی،غ.ر.، سال ۱۳۷۵،** بررسی واندازه گیری مواد رادیو اکتیو وعناصر سنگین در رسوبات بنتوز وخاویار ماهیان دریای خزر، پایان نامه کارشناسی ارشد.

14-Ahlf W., 1983. The River Elbe: Behavior of Cd and Zn during estuarine mixing Environ. Technol. Lett., 4:405.

15- Murphy, S.P. and Pettis, R.W., 1978. Heavy metals in sediments from the Central New South Wales coastal region, Aust. J. Mar. Freshwater Res .29:777.

16- **Clason B., Gulliksen, and Zauke G.P., 2003.** Assessment of two-compartment models as predictive tools for the bioaccumulation of trace metals in the amphipod *Gammarus oceanicus* Segerstrale, from grunnfjord (Northern Norway). (WWW.elsevier.com/locate/scitotenv)

17-**Campbell, J.A. and Loring, D.H., 1980.** Baseline levels of heavy metals in the waters and sediments of Baffin Bay, Mar. Pollut. Bull., 11:257P.

18- Duffy J.E and Hay M.E., 1994. Herbivorous resistance and sea weed chemical defence.pp-15-14-31.

19- Zauke G-P., Clason B., Savinov, V.M. and Savinova, T. : 2002. Heavy metals of inshore benthic invertebrates from the Barents Sea. (WWW.elsevier.com/locate/scitotenv)

20- Hels, G.R. and Sinex, S.A., 1986. Influence of infrequent floods on the trace metal composition of estuarine sediments, Mar.Chem., 20:1P.

21-Kaestner A., 1970. Ivertebrate Zoology, crustacea, volume III, John Wley &Sons, Inc, copy right c 1970, pp.470-489.

22-Muller G. and Forstner U., 1975. Heavy metals in sediments of the Rhine and Elbe estuaries: mobilization or mixing effect? Environ. Geol., 1:33.

23-N. Haus N., Zimmermann S., Wiegand, J. Sures, B., 2006. Occurrence of Platinum and additional traffic related heavy metals in sediments and biota (www.elsevier .com/locate/chemosphere)

24-Rennak R.W., 1953. fresh-water Invertebrates of the U.S.A, Ronald press Co. N.Y.USA.

25- Rennak R.W., 1970. Fresh water Invertebrates of the U.S.A, John Wley & Sons,Inc, pp.470-489.

26-Robert W., Furness, PH.D- Philip S. Rainbow, Ph.D., 1990. Heavy metal levels invertebrates, Corporate Blvd., N.W, Boca Raton, Florida, 33434 by CRC Press, Inc.

Investigation of absorption rate of heavy metal Cd in Amphipod (pontogammarus maeoticus)of Gilan coastal

- **Arash Yarmohammadi Tooski*:** Sciences & Research Branch of Islamic Azad University, P.O.Boc: 41515-775 Tehran, Iran
- **Marzieh Hashemi Damoochali:** Sciences & Research Branch of Islamic Azad University, P.O.Boc: 41515-775 Tehran, Iran

Received: May 2012 Accepted: October 2012

Keywords: Cd, Gammarus, *Pontogammarus maeoticus*, dead concentration

Abstract

Today direct and indirect pollution of aquatic ecosystem (rivers, especially estuaries) and consequently pollution of seas is one of the main problems in our environment. In this research, the rate of Cd in *Pontogammarus* in Anzali coast was monitored and absorption rate of Cd were measured. In this survey, after determining of 5 stations in Anzali coastal, sampling and analyzing of them were done with the standard MOOPAM method, then the concentration of Cd in *Pontogammarus* of 5 stations was measured and analyzed. In the next stage, alive samples from the cleanest station the zone with the least concentration of Cd in Gammarus body, (Goo Beach) were collected and transferred to aquariums with different concentration of Cd the Laboratory. Then the absorption of Cd in several concentrations of 0.004, 0.006 and 0.008 by *Pontogammarus* was measured in time periods of 24, 48, 72 and 96 hours. The results of absorption rate of this heavy metal by Gammarus also indicated that Gammarus can absorb Cd with the rate of 0/016725mg/lit/day from the environment.

* Corresponding Author's email: arya_amin2007@yahoo.com