فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست
سال یازدهم، شماره ۳۸،بهار ۹۶

مطالعه امکان استفاده از صدف Anodonta Cygnea به عنوان شاخص زیستی کادمیم در تالاب انزلی

فرزین صیّاد قربانی شیرین

دانش آموخته کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان. farzinghorbani2017@gmail.com

چکیده

نرم تنان به ویژه دوکفه ای ها به دلیل کفزی بودن و قابلیّت بنتوز خواری ، توانایی بالایی در جذب مواد آلی و همچنین عناصر سنگین در بافت های نرم بدن خود همچون آب ششها دارند.در بسیاری از تحقیقات پیرامون پراکندگی و ارزیابی غلظت عناصر سنگین، از آنالیزهای مربوط به پوسته و بافت نرم صدف ها بهره گیری می شود.در این پژوهش غلظت فلز کادمیم در بافت نرم صدف (Anodonta Cygnea) در بخش غربی تالاب انزلی(محدوده آبکنار) به روش جذب اتمی اندازه گیری شد.نتایج نشان داد که غلظت کادمیم در بافت نرم صدف به طور میانگین ۰/۱۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک است.همچنین مقایسه یافته ها با استانداردها EPA ، میانگین غلظت در دریای خزر ، پوسته زمین ، رسوبات رودخانه ای و مقادیر اندازه گیری شده در رسوبات تالاب نشان داد که غلظت کادمیم در بافت نرم صدف کمتر از استاندارد بوده است. فاکتور تجمّع زیستی محاسباتی برای صدف ها در منطقه کمتر از ۱ بدست آمده که نشان دهنده عدم تجمّع کادمیم به میزان زیاد در بافت صدف است.با توجّه به وجود مقادیر اندک انباشت کادمیم در این صدف که عمدتاً به دلیل مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده در سایر پژوهش ها ، از بخش غربی تالاب که دارای حداقل آلودگی است نمونه برداری شده ، میتوان نتیجه گرفت بافت نرم صدف (anodonta cygnea) دارای توانایی تقلیل غلظت عناصر سنگین بوده و لذا از آن نمی توان برای پایش غلظت و پراکنش عناصر سنگین به ویژه کادمیم در تالاب انزلی استفاده نمود.

واژگان کلیدی : **شاخص زیستی ، تالاب انزلی ، صدف Anodonta Cygnea ، فلز کادمیم.**

مقدّمه

تالاب ها یکی از ارزشمند ترین اکوسیستم های آبی بوده که گونه های مختلف گیاهی و جانوری اعم از ماهیان ، نرم تنان به ویژه دوکفه ای ها و... را در خود جای داده و از این طریق نقش ارزنده ای در تداوم تولید مثل این گونه های مهّم ایفا می کنند.تالاب انزلی به عنوان پهناورترین تالاب بین المللی جهان و ثبت شده در کنوانسیون رامسر دارای تنوّع زیست بومی بسیار بوده و از طرفی نقش ارزنده ای در مراودات اقتصادی سکنه بومی پیرامون خود ایفا میکند.گسترش شهر نشینی پیرامون این تالاب و به تبع آن فزونی امور زراعت و کشاورزی پیرامون حریم تالاب و حوضه آبریز اصلی آن باعث ورود حجم بالایی از آلاینده ها به تالاب شده است. بخش عمده ای از آلاینده هایی که توسّط فاضلاب های بخش صنعت و کشاورزی به محیط تالاب وارد می شوند حاوی مقادیر بالایی از عناصر سنگین بوده و از این حیث نگرانی های زیادی را بر انگیخته است.سموم کشاورزی بالاخص آفت کشها و قارچ کشها به نوبه خود غلظت بالایی از این عناصر آلاینده را وارد اکوسیستم تالاب کرده اند. در این

میان نرم تنان ساکن در محیط تالاب به ویژه دوکفه ای ها به دلیل استفاده از سیستم تغذیّه ای پالایش خواری امکان بیشتری برای تجمّع فلزّات سنگین در بدن خود دارند، به همین دلیل تعداد زیادی از دوکفه ای ها به عنوان شاخص های زیستی مشخّص گردیده اند. اکثر دو کفه ای ها در آب شور ساکن هستند و فقط $\frac{1}{5}$ از تمام انواع آنها در آب شیرین زندگی می کنند(Bamen,1968،).زیر خانواده بی دندان ها(Anodontinae) شامل انواع گوناگون دوکفه ای های آب شیرین است که تعداد زیادی جنس و زیرگونه دارا می باشد(زنکویچ ، ۱۹۶۹).

فلزّات سنگین در اکوسیستم های آبی به وسیله دوکفه ای ها به صورت مستقیم در آب ششها به واسطه تنفس ، یا غیر مستقیم در نتیجه هضم ذرّات غذایی جذب می شوند.قدرت جذب فلزّات توسّط دوکفه ای ها به وسیله آبشش نسبت به دستگاه گوارش بالاتر است.در طول پروسه تنفس حجم زیادی از آب از میان آبشش ها عبور میکند و سطح جذب بالای موجود در آبشش جذب فلزّات را آسان می سازد.از آنجایی که دوکفه ای های دریایی می توانند مقادیر زیادی آب را به وسیله آبشش هایشان فیلتر کنند،در بین بی مهرگان آبزی بیشترین قابلیّت را در مواجهه با این ترکیبات دارند.آنها به طور ناخواسته تحت تاثیر تغییرات محیطی قرار می گیرند، بنابراین دوکفه ای ها می توانند به طور گسترده به عنوان گونه های مناسب جهت پایش اکوسیستم ها استفاده شوند. این مسأله به دلیل رفتار تغذیّه ای ، رفتار چسبندگی و ثبات محل و پراکنش جغرافیای وسیع آنهاست(حمیدیان ،۱۳۹۳). به همین دلیل موجودات ذرّه خوار مثل اویستر و ماسل برای ارزیابی فلزّات سنگین که به حالت ذرّه ای معلّق و محلول در آب دریا قرار دارند،بسیار مناسب اند(Prudencio et al.,2007).

داشتن اطّلاعات دقیق درباره فیزیولوژی، متابولیسم فلزّات سنگین ، تغذیّه ، تاریخچه زندگی، فصول تولید مثل ، طول دوره زندگی ، ساختار جمعیّتی موجود ، برای انتخاب یک گونه مناسب برای پایش محیط زیست ضروری است(Rainbow ,1995 and Presley et al.,2003).با تجزیّه و تحلیل تغییرات به وجود آمده در ساختار و ویژگی های اجتماع موجود در اکوسیستم ، ارزیابی اثرات بلند مدّت مواد غیر کشنده که ارزیابی آنها از طریق آنالیز شیمیایی آب ممکن نیست امکان پذیر خواهد بود. گونه ای که برای پایش انتخاب می شود باید نمایانگر درجه آلودگی و نوع آلاینده ها در محیط بوده(Sharif,2006) و توانایی زنده ماندن تحت شرایط آزمایشگاهی و همچنین شرایط محیطی را داشته باشد(Morozov et al.,1985). زیست انباشتگی در دوکفه ای ها به شدّت تحت تاثیر فعّالیّت های انسانی است. یکی از گونه های مهم زیر خانواده بی دندان ها(Anodontinae) ساکن در تالاب انزلی ، گونه Anodonta Cygnea می باشد(پروانه ، ۱۳۷۳).این گونه دارای صدفی بزرگ ، گرد ، تخم مرغی شکل،گوشه دار ، دارای دیواره شکننده ، به رنگ سبز همراه با خطوط قهوه ای و شیاردار و همراه با لایه های رشد آشکار می باشد،(شکل ۱)، (Zhadin et al , 1976).مشخصّات علمی این صدف در جدول شماره ۱ آمده است هدف از این تحقیق برآورد امکان استفاده از صدف Anodonta Cygnea به عنوان شاخص زیستی فلز کادمیم در تالاب انزلی می باشد .

مواد و روش ها

در انتخاب محل مناسب برای نمونه برداری ، سعی بر آن شد تا با مطالعه تحقیقات صورت گرفته پیرامون غلظت فلزّات سنگین در رسوب و آب نقاط مختلف تالاب ، (شکل شماره۲) ، منطقه ای که دارای حداقل میزان آلایندگی انسانزاد می باشد انتخاب گردد، لذا با توجّه به نتایج این مطالعات برآن شدیم تا ناحیه آبکنار(بخش غربی تالاب) ،(شکل شماره۳) که دارای حداقل آلایندگی انسانزاد بوده و کمااینکه آلایندگی موجود نیز ناشی از دفن زباله و نشت شیرابه حاصله به درون آب بوده و به کرّات در پژوهش های مختلف ذکر شده را به عنوان نقطه

نمونه برداری انتخاب کنیم.به علاوه نقطه نمونه برداری یکی از اصلی ترین مناطق صید ماهی توسّط بومیان و حاشیه نشینان تالاب نیز می باشد.نمونه برداری در فصل بهار سال ۱۳۹۵ انجام گرفت. بر این اساس در ایستگاه مورد نظر تعداد ۱۵ نمونه صدف Anodonta Cygnea به تصادف و در اندازه های تقریباً مشابه با دست جمع آوری و با آب شستشو شدند تا گل و لای آنها از بین برود و سپس داخل یونولیت های عایق حرارت که در آنها قالب های یخ درون پلاستیک بود قرار داده شدند و به آزمایشگاه بخش محیط زیست مرکز ملّی پالایش و فرآوری موّاد معدنی ایران (کرج) فرستاده شدند.در آزمایشگاه بافت عضلانی صدف ها خارج و درون ارلن از قبل وزن و شماره گذاری شده ریخته شدند.تمام شیشه آلت مورد استفاده در این پژوهش قبلاً ۳ بار با اسید نیتریک غلیظ و سپس ۳ بار با آب مقطّر شسته و خشک شده بودند(Einollahi peer et al., 2010). ارلن های حاوی بافت نرم صدف با ترازویی با دقّت ۰/۰۰۱ گرم وزن شده و وزن تر بافت نرم با کم کردن وزن اوّلیّه ارلن به دست آمد. سپس به منظور ثابت کردن وزن نمونه ها و نیز به دست آوردن وزن خشک آنها ، نمونه ها به مدّت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۱۳۰درجه سانتی گراد قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند و وزن خشک آنها به دست آید.نمونه های خشک شده به مدّت۴۸ ساعت در کوره در دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد برای خاکستر شدن قرار می گیرند.به نمونه های خاکستر شده ۱۰ میلی لیتر اسیدنیتریک غلیظ اضافه می کنیم و بر روی پلیت قرار می دهیم تا هضم شوند.حجم نمونه ها را بعد از هضم شدن با کمک اسید نیتریک ۱درصد دیونایز به ۲۵ میلی لیتر می رسانیم.وزن خشک رسوبات با قرارگیری در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد تا رسیدن به وزن ثابت به دست آمد.(Chen et al.,2007).

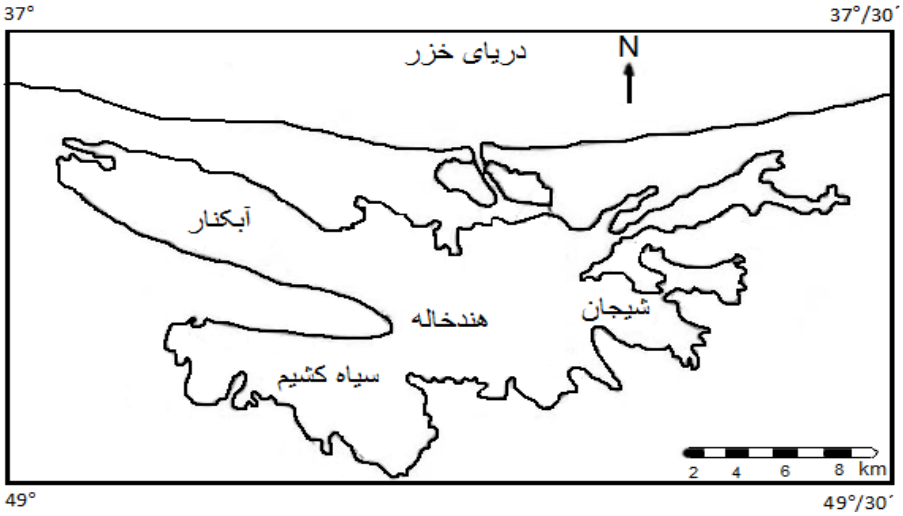
نمونه های رسوب توسّط الک با مش یک میلی لیتر پس از خشک شدن الک شدند.۰/۵ گرم وزن خشک رسوبات توسّط نیتریک اسید و کلریک اسید به نسبت ۳ به ۱ در ۱۸۰ درجه سانتیگراد به مدّت ۵ ساعت در ماکروویو هضم شدند(Etim et al.,1991).نمونه های آب دوبار تقطیر تا ۳۰ تا ۵۰ میلی لیتر رقیق شدند.پس از آماده سازی نمونه ها، غلظت عنصر کادمیم موجود در محلول توسّط دستگاه جذب اتمی (Perkin Elmer,1984) اندازه گیری شد.به منظور تعیین صحّت آنالیز ها ۶ نمونه هموژن تهیّه و غلظت کادمیم در نمونه های اصلی و اسپایک شده اندازه گیری شد.بر این اساس ریکاوری کادمیم در حد۹۵٪ (۵±) بود. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS ارزیابی آماری شد.ابتدا داده ها با استفاده از آزمون Kolmogorow-Smirnov آزمایش نرمال بودن شدند. برای مقایسه غلظت کادمیم در منطقه با استانداردهای EPA ، میانگین غلظت در پوسته زمین،رسوبات رودخانه ای و تالابی و همچنین میانگین غلظت در سواحل دریای خزر و رسوبات تالاب انزلی و رودخانه های منتهی به آن از نمودار نرم افزار Excell استفاده شد.

بحث ونتایج

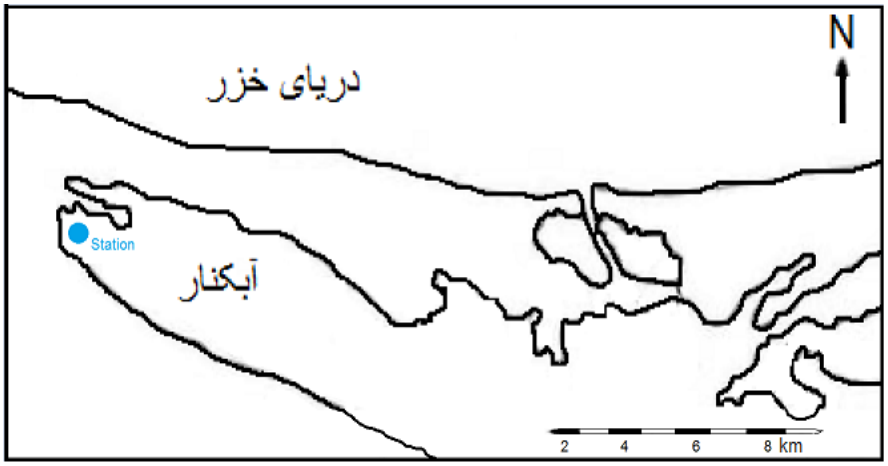
نتایج آنالیز های آزمایشگاهی وزن تر و غلظت کادمیم در جدول شماره ۲ و نتایج بیومتری صدف آنادونت تالاب انزلی در جدول شماره ۳ آمده است . میانگین غلظت کادمیم در نمونه های بافت صدف ها با نمونه های رسوب مورد مطالعه توسّط (اشجع اردلان و همکاران،۱۳۸۵)،(بابایی و همکار،۱۳۸۵) ،(خوش اقبال و همکار،۱۳۹۰)، (خسرو تهرانی و همکاران،۱۳۹۰) ارزیابی شد. با توجّه به نتایج به دست آمده از مطالعات (اشجع اردلان و همکاران،۱۳۸۵) مشخّص گردید که میزان غلظت کادمیم در فصل پاییز نسبت به فصل بهار در گونه Anodonta Cygnea بیشتر بوده است.از طرفی براساس مطالعات صورت پذیرفته توسّط (اشجع اردلان و همکاران،۱۳۸۵) ، غلظت فلزّات سنگین (سرب ، کادمیم ، مس ، روی و جیوه) محاسبه شده درون رسوبات تالاب انزلی بسیار بیشتر از آب می باشد.در فصل پاییز غلظت

فلزّات (Cd ، Cu و Hg) در رسوبات بیشتر از فصل بهار بوده است(اشجع اردلان و همکاران،۱۳۸۵).میزان عنصر روی در فصل پاییز در جنس نر نسبت به جنس ماده بیشتر می باشد.

شکل۱- صدف Anodonta Cygnea



شکل۲- بخش های چهارگانه تالاب انزلی.



شکل۳- موقعیّت نقطه نمونه برداری

جدول۱- مشخصات علمی صدف Anodonta Cygnea

Scientific Classification	
Kingdom	Animalia
Phylum	Mollusca
Class	Bivalvia
Order	Unionoida
Family	Unionidae
Genus	Anodinta
Species	A.cygnea

جدول۲- مشخصات صدف ها در ایستگاه

نمونه	ورن تر نمونه(µg/g)
تعداد	۱۵
حداقل	۰/۱۱
حداکثر	۰/۱۹
میانگین	۰/۱۵

جدول۳- نتایج بیومتری صدف آنادونت تالاب انزلی (اشجع اردلان و همکاران ، ۱۳۸۴)

	طول (cm)	عرض (cm)	ارتفاع (cm)	وزن کل (g)	وزن قسمت های نرم داخل صدف (g)
حداقل	۹/۱۰	۴/۵۰	۳/۴۲	۱۱۸/۱۰	۵۲/۷۰
حداکثر	۱۳/۳۰	۷/۵۹	۵/۵۹	۸۱/۲	۹۳/۱۰
میانگین	۱۱/۲۹	۵/۸۵	۴/۵۵	۱۴۸/۸	۷۰/۹۲
انحراف معیار	۱/۱۶	۰/۹۹	۰/۷۰	۱۲/۳۴	۱۲/۷۰

و در مورد غلظت عنصر مس برعکس در جنس ماده مقدار بیشتری دارد(اشجع اردلان و همکاران،۱۳۸۵).در فصل بهار غلظت هر دو عنصر روی و مس در جنس نر بیشتر از جنس ماده می باشد(اشجع اردلان و همکاران،۱۳۸۵).میزان غلظت فلزّات (Zn،Cu،Cd، Pb وHg) درون رسوبات بیشتر از بافت نرم و درون بافت نرم بیشتر از آب تالاب است ، (اشجع اردلان و همکاران،۱۳۸۵).نتایج حاصل از آنالیز نمونه های بافت دوکفه ای Anodonta Cygnea در جنس نر و ماده بیانگر آن است که غلظت عنصر مس در فصل پاییز به ترتیب در دو جنس نر و ماده ۰/۵۸ و ۰/۸۹ µg/g وزن تر می باشد و در فصل بهار نیز به ترتیب ۰/۷۷ و ۰/۶۹ µg/g وزن تر بوده که حاکی از ازدیاد آن در فصل پاییز در جنس ماده نسبت به جنس نر و ازدیاد آن در فصل بهار در جنس نر نسبت به جنس ماده می باشد که می تواند به دلیل وجود جنین در بدن جنس ماده در تمام طول مدّت پاییز و زمستان باشد که خود جنین عاملی برای جذب فلزّات سنگین می باشد(اشجع اردلان و همکاران،۱۳۸۵).در فصل پاییز به دلیل رشد و نمو لاروها ، تغذیه صدف Anodonta Cygneaاز فیتوپلانگتونها زیاد بوده ولی در فروردین ماه لاروها از بدن مادر خارج می شوند (پروانه ، ۱۳۷۳).غلظت فلز روی در فصل پاییز در دو جنس نر و ماده به ترتیب ۱۶/۴ و ۷/۹ و در فصل بهار ۲۳/۵۰ و ۱۵/۳۷ µg/g وزن تر می باشد که در این دو فصل میزان غلظت عنصر روی در جنس نر بیشتر از جنس ماده می باشد که می تواند به دلیل وجود عنصر روی در ساختار جنس نر باشد و در فصل بهار بیشتر از پاییز می باشد که به دلیل بالاتر بودن غلظت عنصر روی در رسوبات در فصل بهار نسبت به پاییز است (اشجع اردلان و همکاران،۱۳۸۵).غلظت عناصر روی و مس در مقایسه با سایر فلزّات به دلیل نقش ضروری در ساختار و متابولیسم دو کفه ایها نسبت به سایر عناصر بیشتر بوده است ، غلظت فلزّات سنگین بر حسب میکروگرم بر گرم وزن تر در بافت نرم صدف آنودونت جنس نر و ماده تالاب انزلی در جدول شماره ۵ و میانگین غلظت فلزّات سنگین در

بافت نرم دو کفه ای ، آب و رسوب تالاب انزلی در دو فصل پاییز و بهار در جدول۴ آمده است (اشجع اردلان و همکاران،۱۳۸۵).

جدول۴- غلظت فلزّات سنگین بر حسب میکروگرم بر گرم وزن تر در بافت نرم صدف آنودونت در جنس نر و ماده در تالاب انزلی (اشجع اردلان و همکاران ، ۱۳۸۴)

فصل	نمونه	Pb	Cd	Cu	Zn	Hg
پاییز	بافت نرم	n.d	n.d	۰/۷۳	۱۲/۱۰	n.d
بهار	بافت نرم	n.d	۰/۱۶	۰/۷۳	۱۹/۴۳	۰/۰۱۴
متوسّط	بافت نرم	n.d	۰/۱۶	۰/۷۳	۱۵/۷۶	۰/۰۱۴
پاییز	رسوب	---	۱/۸۵	۵۶/۳۰	۸۲/۵۰	۰/۰۵
بهار	رسوب	۶/۱۱	۰/۶۰	۱۵/۰۸	۸۷/۶۰	۰/۰۴
متوسّط	رسوب	۶/۰۰	۱/۲۲	۳۵/۶۹	۸۵/۰۵	۰/۰۴
پاییز	آب	n.d	n.d	۰/۰۰۹	۰/۱۱	n.d
بهار	آب	n.d	n.d	n.d	۰/۰۰۵	n.d
متوسّط	آب	n.d	n.d	۰۹	۰/۰۶	n.d

جدول ۵- میانگین غلظت فلزّات سنگین در بافت نرم دو کفه ای ، آب و رسوب تالاب انزلی در دو فصل پاییز و بهار (اشجع اردلان و همکاران ، ۱۳۸۴)

نمونه	Pb	Cd	Cu	Zn	Hg
جنس نر	n.d	۰/۱۴	۰/۷۷	۲۳/۵۰	۰/۰۱۳
جنس ماده	n.d	۰/۱۸	۰/۶۹	۱۵/۳۷	۰/۰۱۵
متوسّط	n.d	۰/۱۶	۰/۷۳	۱۹/۴۳	۰/۰۱۴

غلظت عنصر کادمیم در بافت زنده اردک ماهی در تالاب انزلی نیز توسّط (سیریزی و همکاران ، ۱۳۹۱) محاسبه شده که به قرار جدول ۶ است. در جدول ۷ مقادیر غلظت عنصر کادمیم بر اساس استانداردهای جهانی در ماهی ها آمده است. همچنین بر طبق مقایسات انجام شده ، میانگین غلظت کادمیم در رسوبات بیشتر از بافت نرم صدف بوده است. ساختار شیمیایی رسوبات بستگی به میزان غلظت موجود در آب ، نرخ رسوب گذاری عناصر از آب به رسوب ، شرایط فیزیکی و شیمیایی عنصر و همچنین ویژگی های آب از نظر PH ، قلیائیّت و غلظت اکسیژن محلول دارد(Barsytelovejoy,1999).

جدول ۶- غلظت عنصر کادمیم در بافت زنده اردک ماهی در تالاب انزلی توسّط بر حسب µg/g وزن خشک (سیریزی و همکاران ، ۱۳۹۱)

جنس	غلظتµg/g وزن خشک
نر	۰/۸۳
ماده	۰/۸۱
میانگین	۰/۸۲

جدول ۷- مقادیر غلظت عنصر کادمیم در ماهیان بر حسب µg/g وزن تر (سیریزی و همکاران ، ۱۳۹۱)

غلظت	استاندارد
۰/۲	WHO
۰/۳	FAO
۰/۲	U.K(MAFF)
۰/۰۵	NHMRC

با تغییر در درجه شوری آب دریا ، برخی از فلزّات سریعتر رسوب می نمایند(بابایی سیاهکل ، ۱۳۸۰). با توجّه به نتایج بدست آمده توسّط (اشجع اردلان و همکاران،۱۳۸۵) ، میانگین غلظت فلز کادمیم در بافت نرم صدف Anodonta Cygnea ۰/۱۴ – ۰/۱۸ µg/g وزن تر و در نمونه رسوبی تهیّه شده رسوب۱/۵۸ µg/g می باشد، در جدول ۸ مقادیر غلظت عنصر کادیم در رسوبات بر اساس استانداردهای جهانی آورده شده است. در بخش هندخاله و آبکنار غلظت عنصر کادمیم به ترتیب ۰/۳۹ و ۰/۳۱ ppm بوده است (خوش اقبال و همکار،۱۳۹۰).بر اساس مطالعات انجام شده توسّط(بابایی و

همکاران،۱۳۸۸) غلظت کادمیم در آب به طور متوسّط ۰/۰۱۱ mg/l برآورد شده است، همچنین (افزار و همکاران،۱۳۷۷)، غلظت کادمیم در سواحل جنوبی دریای خزر ۰/۰۲۲ mg/l و بر اساس استاندارد WHO حد مجاز

جدول ۸- نتایج آنالیز فلز کادمیم با مقادیر جهانی در رسوبات ساحلی انزلی (بابایی و همکار،۱۳۸۸).

استاندارد فلز	Cd
USEPA	–
GLC	–
EPA3050	۰/۹۹
رسوبات جهانی	۰/۳
ساحل انزلی	۱/۷۸

آن را در آب های طبیعی ۰/۰۱ mg/l بیان نمودند ، غلظت عنصر کادیم در پوسته زمین و مقادیر مرجع کادمیم در رسوبات مناطق مختلف جهان به ترتیب در جداول شماره ۹ و ۱۰آمده است.

جدول ۹- غلظت کادمیم در پوسته زمین(سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی،۱۳۹۲).

مکان	Cd
پوسته زمین	۰/۱۵
تحقیق سازمان	۰/۰۲
نسبت آنها	۰/۱۳

جدول ۱۰- مقادیر مرجع کادمیم در رسوبات مناطق مختلف (سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی،۱۳۹۲).

مکان	Cd	منابع
پوسته زمین	۰/۱۰	Muller,1969
پوسته زمین	۰/۱۱	Taylor and Mclenna,1995
میانگین پوسته	۰/۳۰	Singh et al.,2005
رسوبات دریایی	۰/۴۲	Tukian,wedepohl,1964
رسوبات دریایی	–	Tewari et al.,2001
رسوبات دریای	۱/۲	Salomons and Forstner
خزر		(1984)., Sohrabi et al.,2010

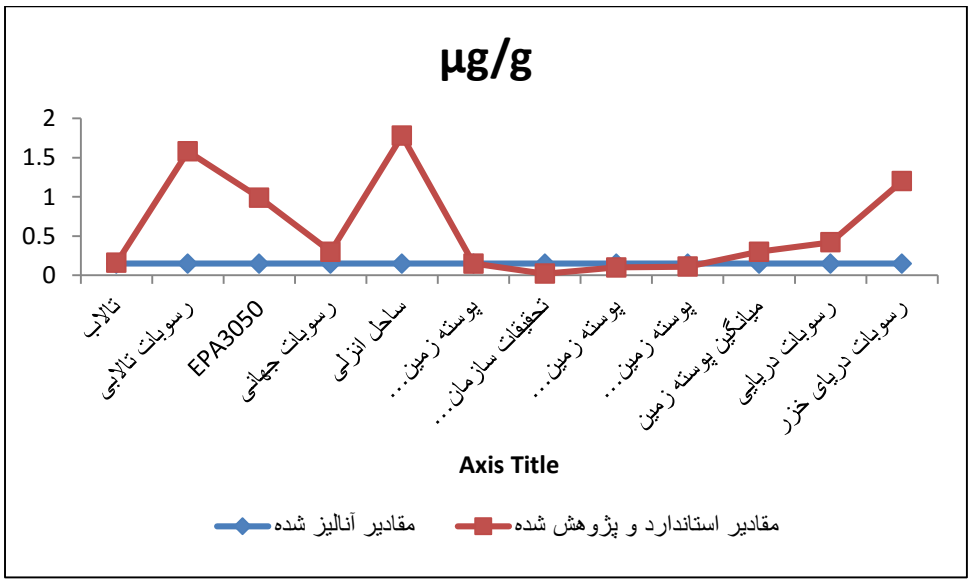
(غضبان و همکاران،۱۳۹۰) غلظت کادمیم در رسوبات تالاب انزلی را حداقل ۰/۱۸ ، حداکثر ۰/۳۹ ، میانگین ۰/۲۸ ، انحراف معیار ۰/۰۵ .بیان نمودند. غلظت کادمیم از ppm۰/۱۸ در بخش سیاه کشیم تا ppm۰/۳۹ در بخش هندخاله متغیّر است، (جدول شماره۱۱).در رسوبات رودخانه های منتهی به بخش شرقی تالاب غلظت کادمیم ppm۰/۴۱ می باشد.

جدول۱۱- غلظت کادمیم در نمونه های رسوب تالابی و رودخانه ای(غضبان و همکاران،۱۳۹۰)

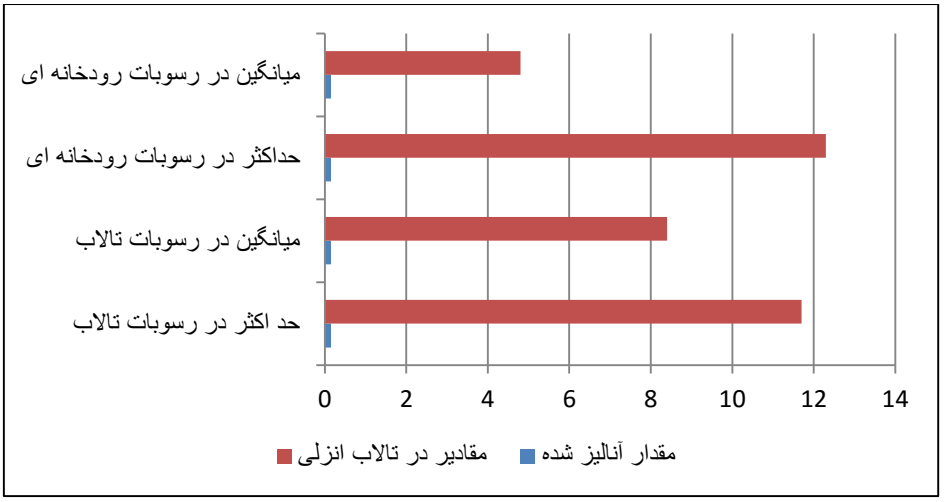
نمونه	Cd*30
ماکزیمم رسوبات تالابی	۱۱/۷
میانگین رسوبات تالابی	۸/۴
ماکزیمم رسوبات رودخانه ای	۱۲/۳
میانگین رسوبات رودخانه ای	۴/۸

بر اساس محاسبات صورت پذیرفته توسّط(اردبیلی و همکار ، ۱۳۸۴)، غلظت کادمیم در رسوبات حوضچه شرقی ۱/۸ ppm ،در حوضچه مرکزی ۲ppm و در حوضچه غربی و سیاه کشیم ۱/۸ ppm است. غلظت استاندارد این عنصر ppm۰/۹۹ است که بر این اساس بیانگر افزایش غلظت آن در رسوبات سطحی بستر تالاب به بیش از ۲ برابر حد استاندارد است.(بابایی و همکار۱۳۹۰) ، غلظت کادمیم در رسوبات ساحل انزلی را ۱/۵۸ µg/g وزن خشک ، حداکثر در عمق ۵ متر ۳/۶۲ µg/g وزن خشک و میانگین فاکتور غنی شدگی برای کادمیم را ۱/۷۸ بدست آوردند.(بذر افشان۱۳۷۴) غلظت کادمیم در جنوب شرقی دریای خزر(نیروگاه نکا تا صیدگاه خواجه نفس) ۲ µg/g وزن خشک محاسبه نمود. (واردی ، ۱۳۷۸) غلظت کادمیم در رسوبات اعماق کمتر از ۵ تا ۱۰ متر از تنکابن تا بندر ترکمن را ۲۵-۱۸ µg/g وزن خشک بدست آورد. غلظت کادمیم در رسوبات حوضه جنوبی دریای خزر(گیلان) ۶/۹۴ ppm ثبت شده

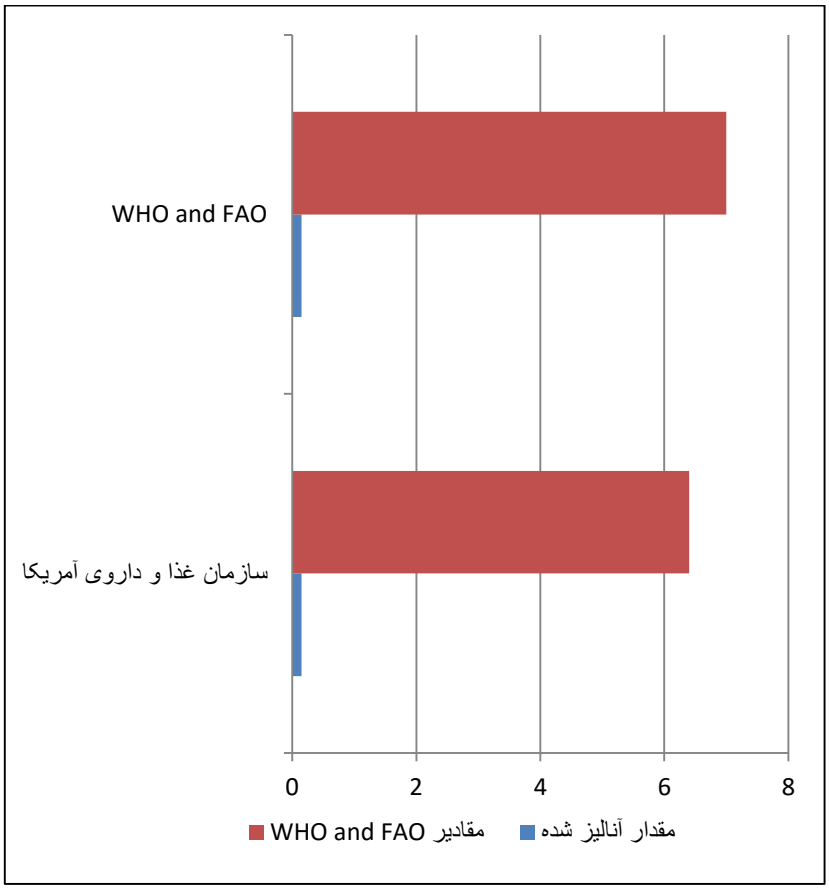
است. استاندارد ارائه شده برای فلز کادمیم ppm ۰/۱۶ می باشد که در ساحل انزلی بیشتر ازین مقدار است(اردبیلی و همکار ، ۱۳۸۴). سطح مجاز ارائه شده EPA (میزان سطح ایمنی کادمیم در صدف خوراکی برابر ۴ µg/g است. حداکثر غلظت توصیّه شده توسّط سازمان دارو و غذای آمریکا (US.FDA) ۶/۴ µg/g و سازمان جهانی بهداشت (WHO) و سازمان غذا و کشاورزی(FAO) حداکثر ۷ µg/g می باشد.در پژوهش های صورت گرفته ، افزایش غلظت کادمیم در رسوبات ساحلی انزلی عمدتاً به دلیل نزدیکی نقطه برداشت نمونه به اسکله های سازمان بنادر و دریانوردی و محور تردد کشتی ها و شناورهای باری نسبت داده شده است.همچنین تردد شناورهای صیّادی در ساحل مورد نظر، ورود آلاینده های نفتی توسّط جریان خلاف جهت حرکت عقربه های ساعت در کرانه های جنوبی خزر و صنایع کوچک محلی نیز در این افزایش دخیل دانسته شده اند.در شکل شماره۴ مقادیر غلظت فلز کادمیم در بافت نرم دوکفه ای Anodonta Cygnea با استانداردهای جهانی مقایسه شده است.همچنین غلظت کادمیم در بافت نرم دوکفه ای مورد مطالعه با مقادیر رسوبات رودخانه ای و تالابی، سازمان غذا و داروی آمریکا (FAO and WHO)و بخش های چهارگانه تالاب انزلی به ترتیب در اشکال ۵، ۶ و ۷ آمده است.



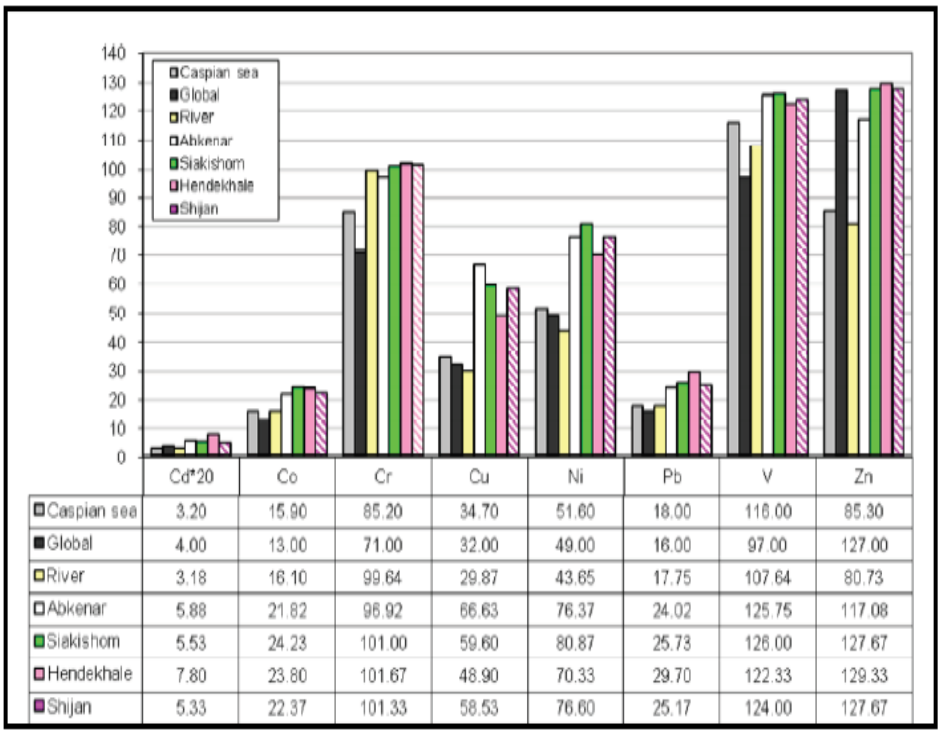
شکل۴- مقایسه میانگین غلظت کادمیم در بافت نرم صدف (Anodonta Cygnea) با مقادیر اندازه گیری شده و استانداردها



شکل۵- مقایسه میانگین غلظت کادمیم در بافت نرم صدف (Anodonta Cygnea) با مقادیر رسوبات رودخانه ای و تالابی



شکل۶- مقایسه میانگین غلظت کادمیم در بافت نرم صدف با مقادیر سازمان غذا و داروی آمریکا و FAO and WHO



	Cd*20	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn
Caspian sea	3.20	15.90	85.20	34.70	51.60	18.00	116.00	85.30
Global	4.00	13.00	71.00	32.00	49.00	16.00	97.00	127.00
River	3.18	16.10	99.64	29.87	43.65	17.75	107.64	80.73
Abkenar	5.88	21.82	96.92	66.63	76.37	24.02	125.75	117.08
Siakishom	5.53	24.23	101.00	59.60	80.87	25.73	126.00	127.67
Hendekhale	7.80	23.80	101.67	48.90	70.33	29.70	122.33	129.33
Shijan	5.33	22.37	101.33	58.53	76.60	25.17	124.00	127.67

شکل۷- مقایسه میانگین غلظت عناصر سنگین در استانداردهای رودخانه ای و دریایی با بخش های چهارگانه تالاب انزلی (اشجع اردلان و همکاران ، ۱۳۸۴)

نتیجه گیری

با توجّه به مقایسه میانگین غلظت فلز کادمیم در نقطه نمونه برداری با میانگین استانداردهای جهانی و همچنین اندازه گیری های صورت گرفته توسّط سایر محققّین در بخش های غربی ، مرکزی ، شرقی و بخش سیاه کشیم (جنوبی) تالاب مشاهده می شود که غلظت کادمیم در نمونه بافت صدف Anodonta Cygnea دارای غلظت بسیار پایینتری بوده که ظاهراً علّت اصلی این امر عمق بیشتر بخش غربی تالاب و تعداد کم شریان اصلی ورودی آب رودخانه به این بخش بوده که به نوبه خود در کاهش ورود آلاینده ها بسیار موثّر می باشد.اصلی ترین شریان آبی ورودی به بخش غربی تالاب ، چاف رود بوده که نسبت به سایر رودخانه های منتهی به تالاب میزان آلاینده های کمتری در خود جای داده است و از طرفی کثرت مسیرهای تردد با پوشش آسفالت پیرامون آن کمتر می باشد.از طرفی با توجّه به نتایج کار محققین دیگر ، عمدتاً بالاتر بودن غلظت فلز کادمیم در قسمت های مرکزی و انتقال مواد حاصل از فرسایش جاده، یا لاستیک های فرسوده به این بخش ها است. نقشهٔ راه های منطقه نشان می دهد که تراکم راه های آسفالته در منطقه بسیار بالاست و علاوه بر آن وجود راه های خاکی ، فرسودگی لاستیک خودروها و در نتیجه افزایش کادمیم و سرب حاصل از آن را در پی دارد.همبستگی بالای کادمیم با عنصر سرب که در پژوهش (اردبیلی و همکار،۱۳۸۴) و (خوش اقبال و همکاران ، ۱۳۹۰)آمده نیز مویّد این مهّم می باشد. بر اساس نتایج EF نشان میدهد که رسوبات تالاب انزلی از غنی شدگی انسان زاد پایینی ۱/۶-۱ برای کادمیم ، برخوردار است. صدف آنادونت حداکثر در عمق ۸۵ سانتی متر زیست می کند و اکثرًا در کناره های تالاب وجود دارد.قسمت غربی تالاب دارای عمق بیشتری نسبت به سایر بخش های آن می باشد و از سمت شرق(محدوده شیجان) به سمت غرب(محدوده آبکنار) بر میزان عمق آب افزوده میگردد. مقایسه غلظت بدست آمده برای عنصر کادمیم از دوکفه ای با مقادیر محاسبه

شده برای اردک ماهی تالاب نیز کمبود غلظت را در دوکفه ای Anodonta Cygnea نسبت به این ماهی نشان میدهد. بنابر این اهم آلودگی های موجود در بخش غربی تالاب که عمدتاً به دلیل نشت شیرابه زباله به علّت دفن زباله پیرامون این محل نفوذ می کند که خارج از عمق زیستی صدف Anodonta Cygnea می باشد.افزایش غلظت کادمیم در رسوبات نیز مویّد این امر است. تحقیقات بر روی دوکفه ای ها نشان داده است که وجود مقادیر کم فلزّات در حد(۱۰-۰/۱ ppm) در محیط زیست این آبزیان سبب تغییر شکل رفتاری و ژنتیکی و افزایش مرگ و میر و کاهش رشد دو کفه ای ها می گردد. تغییرات میزان شوری آب که به دلیل خیزش سطح آب دریای خزر در تالاب انزلی ایجاد می گردد نیز می تواند تا حدودی در متابولیسم این دو کفه ای ها تاثیر گذار باشد ، لاکن با توجّه به غلظت بسیار پایین کادمیم در بافت نرم صدف Anodonta Cygnea نسبت به مقادیر استاندارد ، می توان نتیجه گرفت این گونه دارای توانایی بالا در دفع و کاهش غلظت عناصر سنگین به ویژه کادمیم در بافت خود بوده و از این لحاظ نمی توان از آن برای پایش مکانی و پراکنش غلظت عناصر سنگین در تالاب انزلی استفاده نمود.تغییرات فصلی غلظت کادمیم در بافت آن نیز عمدتاً به دلیل خاصیّت بنتوز خواری و در فصول تولید مثل آن بوده که بعد از خروج جنین به صورت لارو به میزان زیادی تقلیل میابد.

منابع

-اردبیلی،ل.،رفیعی،ب.،خداپرست.،شریفی،س،ح.،محسنی ،ح.،(۱۳۸۵) ، "برّرسی توزیع عناصرCd و Pb در رسوبات سطحی بستر تالاب انزلی"، پایان نامه کارشناسی ارشد رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی.

-اشجع اردلان،الف.،خوش خو،ژ.،ربانی،م.، معینی س.،(۱۳۸۵) ،"مقایسه میزان فلزّات سنگین (Cd ، Pb ، Cu ، Zn و Hg) در آب ، رسوبات و بافت نرم دوکفه ای آنادونت تالاب انزلی(anodonta cygnea) در دو فصل پاییز و بهار(۱۳۸۳ – ۱۳۸۴)"، پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان ، شماره۷۳.

-افراز، ع. ،(۱۳۷۶)، "برّرسی فلزات سنگین در آب حوزه جنوبی دریای خزر" ،مرکز تحقیقات ماهیان استخوانی دریای خزر- بندر انزلی.

-بابائی،ح.، خداپرست،س،ح.،(۱۳۸۹) ، "غنی شدگی و توزیع عناصر سنگین در رسوبات سطحی دریای خزر (سواحل بندر انزلی)"، پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی کشور بندر انزلی.

-بابایی ساهکل،ه.،(۱۳۸۰) ، "برّرسی آلودگی فلزّات سنگین در آب رودخانه های غرب گیلان(شفارود ، گرگانرود ، حویق) "، گزارش نهایی پروژه ، مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان.صفحه ۵۴.

-بذر افشان،ع.،(۱۳۷۴)،" برّرسی پارامترهای فیزیکی و شیمیائی و آلودگی های نفتی در بخش جنوب شرقی دریای خزر قبل از حفّاری چاه های نفت" ، پژوهشگاه نفت،پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی.

-پروانه ،الف.، (۱۳۷۳)، "برّرسی ویژگی های زیستی صدف آنونونت در حوضه تالاب انزلی"،گزارش نهایی پروژه ، مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان .۴۲ صفحه.

-حمیدیان ، م.، (۱۳۷۷) ، "برّرسی میزان آلودگی نفتی و فلزّات سنگین در حوزه جنوبی دریای مازندران" ، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر ، مجلّه علمی شیلات ۱۳۸۰ – شماره ۱ – ص۹۱-۱۰۲.

-خسروتهرانی،خ.،خوش اقبال ،م.، غضبان،ف .، شریفی، ف.،(۱۳۹۰)، "استفاده از زمین آمار و GIS در پهنه بندی آلودگی فلزّات سنگین در رسوبات تالاب انزلی"، فصلنامه زمین،سال ششم،شماره۱۹.

-خوش قبال،م.،غضبان،ف.،(۱۳۹۰) ، "برّرسی منشأ آلودگی فلزّات سنگین در رسوبات تالاب انزلی(شمال ایران)"، محیط شناسی،سال سی و هفتم،شماره۵۷ ، صفحه۴۵- ۵۶.

-زنکویچ،ال،آ.،(۱۹۶۹) ، "زندگی حیوانات .ترجمه ،ج ، حسین فرپور،۱۳۵۷"، شورای پژوهش های علمی کشور.نشریه شماره ۵۷۴.

-ابراهیمی سریزی،ز.، ساکی زاده،م.، اسماعیلی ساروی ع.،بهرامی فر،ن.، قاسمپور،س،ع.، عبّاسی ،ک،(۱۳۸۹) "برّرسی فلزّات سنگین کادمیم،سرب ، مس و روی در بافت

عضله اردک ماهی تالاب بین المللی انزلی،انباشتگی و ارزیابی خطرات "، مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران ، دوره بیست و دوّم ، شماره۸۷ ،(۶۳-۵۷).

-غضبان،ف.،وصالی ناصح،م،ر.، کرباسی،ع،الف.،باغوند ،الف.، ۱۳۹۱.، تحلیل ارتباط بین میزان فلزّات سنگین در نمونه های آب و رسوب تالاب انزلی .، مجله تحقیقات نظام سلامت/سال هشتم /شماره اول.

-واردی ،الف.،افزار،ع.،۱۳۷۸.برّرسی آلودگی فلزّات سنگین در حوزه جنوبی دریای خزر.، انتشارات موسسه تحقیقات شیلات.

-Anderson, K. A. and R. A. Meyers. 2000; Mercury analysis in environmental samples by cold vapor techniques, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, PP. 2890-2903.

-Baldwin, D. R. and W. J. Marshall. 1999; Heavy metal poisoning and its laboratory investigation, Ann. Clin. Biochem. 36, PP. 267-300.

-Barnes, R. D. 1968; Invertebrate Zoology. By W. B. Saunders Company, London. 743 PP.

-Barsytelovejoy, D. 1999; Heavy metal concentrations in water, sediments and mollusk tissues. Acta Zoologica Lituanica. Hydrobiologia. Vol 9. No 2.

-Chen, C.V., Kao, C.M., Chen, C.F. and Dong, C.D., 2007. Distribution and accumulation of heavy metals in the sediments of Kaohsiung Harbor, Taiwan. Chemosphere 66,1431-1440.

-Prudencio,M.I., et al.2007. Geochemistry of Sediments from El Melah Lagoon (Ne Tunisia): A Contribution for the Evaluation of Anthropogenesis Input, Journal of Arid Environments 69: 285-298.

-Einollahi Peer, F., Safahieh, A., Dadollahi Sohrab, A., Pakzad Tochaii, S., 2010. Heavy metal concentrations in rock oyster *Soccostrea cucullata* from Iranian coasts of the Oman sea. Trakia Journal of Sciences 8(1), 79-86.

-Etim, L., Akpan, E.R. and Muller, P., 1991. Temporal trends in heavy metal concentrations in the clam Egeria radiate (Bivalvia: Tellinacea: Donacidae) from the Cross River, Nigeria. Hydrobiologia 24(4), 327-333.

-Morozov ,M.P. and Petukhov .S.A.0985 . Preliminary estimate of the balance of heavy and transitional metals in the Caspian sea. Meterologiya Russian.No,pp.75-80

-Ravera, O. and R. Cenci. 2003; Trace element concentrations in fresh water mussels and macrophytes as related to those in their environment. PP. 61-69.

-Sharifi,M. 2006. The Pattern of Caspian Sea Water Penetration into Anzali Wetland: Introduction of a Salt Wage.Caspian J.Env. Sci. Vol. 4 No.1:77-81.

-Taylor, S.R., McLennan, S. M., 1995. "The geochemical evolution of the continental crust". Reviews of Geophysics, 33, p. 241-265.

-Zhadin, V. I. and S. V. Gerd. 1961; Fauna and Flora of the rivers, lakes and resering of the U.S.S.R. Translated by A. Mercado, M. Sc. 970. Israel Program for Scientific Translations Ltd. 596 PP.